

Γ' ΕΠΑ.Λ.

# Εφαρμογές Αρδευτικών Δικτύων στην Κηποτεχνία

ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**Εφαρμογές  
Αρδευτικών Δικτύων  
στην  
Κηποτεχνία**

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

### ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ

**Μπαμπίλης Ι. Δημήτριος**

Γεωπόνος, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης

**Σπαθαριώτης Μανώλης**

Γεωπόνος M.Sc., Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης

**Βαλιώτης Χρήστος**

Γεωπόνος

**Καλαντζόπουλος Η. Γεώργιος**

Γεωπόνος

### ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ

**Μπαμπίλης Ι. Δημήτριος**

Γεωπόνος, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης

### ΚΡΙΤΕΣ

**Αγγελίδης Σωτήρης**

Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

**Πανούσης Φώτης**

Γεωπόνος, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης

**Χριστοδουλίδης Κων/νος**

Γεωπόνος, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης

### ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

**Δημητρίου Ελένη**, Φιλολόγος

### ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

**Παύλου Αγνή**, Εκπ/κος Α/θμιας Εκπ/σης

### ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

- Επιστημονικός Υπεύθυνος της Ενέργειας:

**Θεόδωρος Γ. Εξαρχάκος**

*Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών*

*Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

- Επιστημονικός υπεύθυνος του Έργου:

**Γεώργιος Βούτσινος**

*Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

- Επιστημονικός Υπεύθυνος του Τομέα Γεωπονίας, Τροφίμων και Περιβάλλοντος:

**Γεώργιος Βούτσινος**

*Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

**Μπαμπίλης Ι. Δημήτριος**  
**Βαλιώτης Χρήστος**

**Σπαθαριώτης Μανώλης**  
**Καλαντζόπουλος Η. Γεώργιος**

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε  
υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

# Εφαρμογές Αρδευτικών Δικτύων στην Κηποτεχνία

**Γ' ΕΠΑ.Λ.**

**Ειδικότητα: Τεχνικών Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου**



**ΤΟΜΕΑΣ**  
**ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΤΡΟΦΙΜΩΝ**  
**ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

## ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΣΚΙΤΣΩΝ

**Μέντη Σόνια**  
**Χασομέρης Παύλος**

### **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Οι συγγραφείς θα ήθελαν να εκφράσουν θερμές ευχαριστίες προς τους:

- κ. Πανάγου Άλκη, εκπρόσωπο της εταιρείας ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΘΗΝΩΝ Ε.Π.Ε, που αντιπροσωπεύει την εταιρεία αρδευτικού υλικού Toro Irrigation.
- κ. Γκερπινή Χαρ., εκπρόσωπο της εταιρείας ΥΔΡΟΕΛΕΓΧΟΣ Α.Ε.Β.Ε., που αντιπροσωπεύει τις εταιρείες αρδευτικών υλικών Hunter και ORBIT.
- κ. Ιατρού Δημ., εκπρόσωπο της εταιρείας ΡΗΣ, που αντιπροσωπεύει τις εταιρείες Hardie Irrigation και Agriculture Toro.
- κ. Μπράτη Κων., εκπρόσωπο της εταιρείας Bratis ΑΡΔΕΥΣΗ, που αντιπροσωπεύει τις εταιρείες αρδευτικού υλικού K-Rain και Rainbird.
- κ. Ψαρόπουλο Γεώρ., εκπρόσωπο της εταιρείας ΧΕΛΛΑΓΚΡΙ Α.Ε.Β.Ε., που αντιπροσωπεύει την εταιρεία αρδευτικού υλικού Claber.
- κ. Γιαλυσό Ιωαν., εκπρόσωπο της εταιρείας ΓΙΑΛΥΨΟΣ ΕΠΕ, που αντιπροσωπεύει την εταιρεία αρδευτικού υλικού ΝΕΤΑΦΙΜ.
- κκ. Μ. και Ζ. Κακαβά, εκπροσώπους της εταιρείας "Μ. και Ζ. Κακαβά Ο.Ε.", που αντιπροσωπεύει την εταιρεία αρδευτικού υλικού NELSON.  
για την ευγενή προσφορά χρήσης του έντυπου υλικού των προϊόντων τους.

Οι συγγραφείς θα ήθελαν επίσης να ευχαριστήσουν για τις πολύτιμες συμβουλές τόσο τους κριτές, όσο και τους κυρίους: **Ιωάννη Σιδέρη**, εκπαιδευτικό Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, **Ιωάννη Παπαδημητράκη**, κατασκευαστή κηποτεχνικών έργων και αρδευτικών δικτύων και **Αλέξανδρο Βασιλάκο**, επιχειρηματία. Επίσης θέλουν να ευχαριστήσουν το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο και ιδιαίτερα το Σύμβουλο κ. **Γεώργιο Βούτσιο**, για την εμπιστοσύνη που τους έδειξε αναθέτοντάς τους τη συγγραφή αυτού του βιβλίου.

---

# Πρόλογος

Η κατασπατάληση των φυσικών πόρων παγκοσμίως προκαλεί την κοινή γνώμη, που αναζητά με αγωνία μια οικολογική, διεπιστημονική και τεκμηριωμένη θεώρηση κάθε ανθρώπινης δραστηριότητας.

Το νερό είναι ένα φυσικό αγαθό σε ανεπάρκεια, παίζει όμως κυρίαρχο και πρωταρχικό ρόλο στην επιβίωσή μας, είτε χρησιμοποιείται για τις καθημερινές βιοτικές μας ανάγκες είτε χρησιμοποιείται για να διαμορφώσει ένα καλύτερο περιβάλλον ζωής. Η συνειδητοποίηση του ρόλου που παίζει το νερό στη ζωή μας μπορεί να γίνει κυρίως μέσα από τη γνώση. Άραγε, πόσοι γνωρίζουμε ότι για να παραχθεί 1 κιλό ρύζι απαιτούνται περίπου 4.000 λίτρα νερό; Οι στατιστικές μάς έχουν δείξει ότι σε παγκόσμιο επίπεδο η κατανάλωση του νερού κατανέμεται, ανάλογα με τη χρήση, ως εξής: γεωργία (75 - 80%), βιομηχανία (15 - 20%), αστικές χρήσεις (4 - 6%).

Η ορθολογική αρδευτική χρήση μπορεί να εξοικονομήσει 30-50% από το καταναλισκόμενο νερό. Η Επιστήμη διαθέτει μεθόδους και συστήματα άρδευσης που επιφέρουν οικονομία νερού. Η Πολιτεία οφείλει να θεσπίσει τους όρους με τους οποίους πρέπει να διαχειριζόμαστε το νερό.

Πρέπει να συνειδητοποιήσουμε, λοιπόν, ότι οι υδάτινοι πόροι αποτελούν μια ξεχωριστή "βιομηχανία" φυσικών πόρων και ότι είναι ανάγκη η ορθολογική διαχείρισή τους να διέπεται από ανάλογες βασικές αρχές διοίκησης, κόστους, κέρδους και ποιότητας, ώστε μέσα από τη βέλτιστη χρήση τους να οδηγηθούμε στην αειφορία τους.

Το βιβλίο αυτό, που συνοδεύεται και από ένα τεύχος Εργαστηριακού Οδηγού στο οποίο αναπτύσσεται λεπτομερώς το εργαστηριακό μέρος, απευθύνεται στους μαθητές της ειδικότητας της Κηποτεχνίας του Τομέα Γεωπονίας, Τροφίμων και Περιβάλλοντος. Σκοπός του είναι να δώσει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες και δεξιότητες, ώστε οι απόφοιτοι της ειδικότητας να είναι σε θέση εφαρμόζοντας ένα αρδευτικό σχέδιο να συνθέτουν, να εγκαθιστούν και να συντηρούν ένα αρδευτικό δίκτυο φροντίζοντας παράλληλα για την ορθολογική κατανομή και κατά συνέπεια την οικονομία του πρωταρχικού φυσικού πόρου, που είναι το νερό.

**Οι συγγραφείς**



---

# Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	15
-----------------------------------	----

## ΜΕΡΟΣ Ι ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

1.1. Έδαφος - Σύσταση και δομή.....	23
1.2. Κατάταξη εδαφών.....	24
1.2.1. Έδαφος και νερό.....	26
1.3. Συμπεριφορά του νερού στο έδαφος .....	28
1.4. Βασικοί παράγοντες προσδιορισμού των υδατικών αναγκών των φυτών.....	29
1.5. Εξατμισοδιαπνοή .....	30
1.6. Ποσότητα και συχνότητα άρδευσης .....	30
1.6.1. Δόση, εύρος και διάρκεια άρδευσης.....	31
1.7. Ποιοτική ταξινόμηση νερού άρδευσης.....	31
1.7.1. Φυσική ποιότητα .....	31
1.7.2. Χημική ποιότητα .....	31
1.8. Μέθοδοι μέτρησης της υγρασίας εδάφους .....	32
1.8.1. Μέτρηση της υγρασίας σε δείγματα εδάφους .....	32
1.8.2. Μέτρηση της υγρασίας με τη μέθοδο Βουγιούκου .....	33
1.8.3. Μέτρηση της υγρασίας με τη συσκευή νετρονίων .....	33
1.8.4. Μέτρηση της υγρασίας με τασίμετρα.....	33
Περίληψη .....	34
Ερωτήσεις .....	34

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

2.1. Πίεση (P) ή φορτίο πίεσης (h) .....	37
--	----



2.1.1. Στατική πίεση του νερού .....	40
2.1.2. Δυναμική πίεση του νερού .....	42
2.2. Χαρακτηριστικά ροής .....	42
2.2.1. Ροή και ταχύτητα ροής .....	42
2.2.2. Παροχή .....	43
2.3. Απώλειες πίεσης (ενέργειας) λόγω τριβών.....	44
2.4. Υδραυλικό πλήγμα.....	46
Περίληψη .....	47
Ερωτήσεις .....	47
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	48
Άσκηση 1: Δειγματοληψία εδάφους .....	48
Άσκηση 2: Υφή εδάφους.....	48
Άσκηση 3: Μέτρηση της στατικής πίεσης μιας βρύσης.....	49
Άσκηση 4: Μέτρηση παροχής .....	49
Άσκηση 5: Μέτρηση ζεύγους πίεσης - παροχής.....	50

## ΜΕΡΟΣ II

### ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΗΠΟΥ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΩΛΗΝΕΣ

3.1. Σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE).....	55
3.2. Άλλοι τύποι σωλήνων.....	58
Περίληψη .....	59
Ερωτήσεις .....	59

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑΣ

4.1. Εξαρτήματα πολυαιθυλενίου (PE).....	63
4.1.1. Υδραυλικά εξαρτήματα.....	63
4.1.2. Εξαρτήματα σύνδεσης σωλήνων .....	66
4.1.2.1. Εξαρτήματα μηχανικής σύσφιξης (ρακόρ) τύπου lock.....	66
4.1.2.2. Εξαρτήματα μηχανικής σύσφιξης (ρακόρ) κοχλιωτά .....	68
4.1.2.3. Εξαρτήματα με ακίδες (σπαρωτά -φίς).....	70
4.1.3. Σέλες .....	72
4.1.4. Φρεάτια.....	73
4.2. Εξαρτήματα χαλκού .....	73
4.3. Εξαρτήματα πολυβινυλοχλωριδίου (PVC).....	73
Περίληψη .....	74
Ερωτήσεις .....	74

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ

5.1. Στατικοί εκτοξευτήρες.....	77
5.1.1. Υπόγειοι αυτοανψούμενοι εκτοξευτήρες (τύπου pop - up).....	77
5.1.2. Υπέργειοι εκτοξευτήρες .....	84
5.2. Δυναμικοί εκτοξευτήρες .....	84
5.2.1. Περιστρεφόμενοι εκτοξευτήρες.....	84
5.2.1.1. Κρουστικοί εκτοξευτήρες .....	85
5.2.1.2. Γραναζωτοί εκτοξευτήρες.....	87
5.2.1.3. Εκτοξευτήρες αντίδρασης.....	91
5.2.2. Εκτοξευτήρες ταλάντωσης .....	92
5.3. Μικροεκτοξευτήρες.....	93
5.4. Οι διάτρητοι σωλήνες.....	94
Περίληψη .....	95
Ερωτήσεις .....	95

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΤΑΛΑΚΤΕΣ

Γενική περιγραφή σταλάκτη.....	99
6.1. Σταλάκτες μεγάλης διαδρομής .....	100
6.2. Σταλάκτες μικρής διαδρομής.....	101
6.3. Κατάταξη σταλακτών ανάλογα με τη ρύθμιση της παροχής.....	102
6.4. Κατάταξη σταλακτών ανάλογα με τον αριθμό των εξόδων .....	103
6.5. Σταλακτοφόροι σωλήνες .....	103
Περίληψη .....	104
Ερωτήσεις .....	104

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΦΙΛΤΡΑ ΝΕΡΟΥ

7.1. Φίλτρα.....	107
7.1.1. Φίλτρα σίτας .....	108
7.1.1.1. Φίλτρα σίτας απλά .....	109
7.1.1.2. Φίλτρα σίτας ημιαυτόματα .....	109
7.1.1.3. Φίλτρα σίτας αυτόματα.....	109
7.1.2. Φίλτρα δίσκων .....	110
7.1.3. Φίλτρα άμμου .....	110
7.2. Υδροκυκλώνες .....	111
Περίληψη .....	112
Ερωτήσεις .....	112

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

8.1. Ρυθμιστές πίεσης .....	115
8.1.1. Οι πιεζοθραύστρες.....	115
8.1.2. Οι σταθεροί ρυθμιστές πίεσης ή σταθεροποιητές πίεσης ή μειωτήρες πίεσης.....	116

8.1.3. Οι μεταβλητοί (ρυθμιζόμενοι) ρυθμιστές πίεσης .....	116
8.2. Βαλβίδες εξαερισμού ή εξαεριστικά εξαρτήματα.....	116
8.3. Μηχανισμοί αποτροπής αντιστροφής της ροής ή βαλβίδες αντεπιστροφής .....	117
8.4. Προληπτικά μέτρα προστασίας αρδευτικών δικτύων κατά του παγετού .....	117
Περίληψη .....	118
Ερωτήσεις .....	118

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ

9.1. Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος .....	122
9.2. Ηλεκτρική τάση .....	123
9.3. Ηλεκτρική αντίσταση .....	124
9.4. Ισχύς .....	125
9.5. Καλώδια.....	126
9.5.1. Κριτήρια επιλογής διατομής καλωδίων .....	128
9.6. Ομοιότητες και διαφορές στους βασικούς ηλεκτρολογικούς και υδραυλικούς όρους.....	129
Περίληψη .....	130
Ερωτήσεις .....	130

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΒΑΝΕΣ

10.1. Χειροκίνητες βάνες.....	133
10.2. Αυτόματες βάνες .....	133
10.2.1. Διαφραγματικές ηλεκτρικές βαλβίδες ή ηλεκτροβάνες .....	134
10.2.1.1. Περιγραφή λειτουργίας ηλεκτρικής βαλβίδας (ηλεκτροβάνα) .....	135
10.3. Διαφραγματικές υδραυλικές βάνες.....	136
10.4. Ρυθμιστικά ροής .....	136
10.5. Τύποι ηλεκτροβανών .....	137
10.5.1. Γραμμική ηλεκτροβάνα.....	137
10.5.2. Γωνιακή ηλεκτροβάνα .....	138
10.6. Κριτήρια επιλογής ηλεκτροβανών.....	138
10.7. Χωροθέτηση των ηλεκτροβανών.....	139
Περίληψη .....	140
Ερωτήσεις .....	140

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΕΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

11.1. Τύποι προγραμματιστών.....	143
11.1.1. Ηλεκτρικός προγραμματιστής.....	143
11.1.1.1. Ηλεκτρικός προγραμματιστής (220V AC - 24V AC) .....	144
11.1.2. Υδραυλικός προγραμματιστής .....	152
11.2. Προγραμματιστές και οικονομία νερού.....	152
11.3. Κεντρικά / Δορυφορικά συστήματα ελέγχου.....	152
Περίληψη .....	154
Ερωτήσεις .....	154

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: ΑΝΤΛΙΕΣ - ΠΙΕΣΤΙΚΑ

12.1. Τρόπος λειτουργίας των αντλιών .....	157
12.2. Χαρακτηριστικά φυγοκεντρικών αντλιών .....	158
12.3. Είδη φυγοκεντρικών αντλιών .....	159
12.3.1. Οριζόντια φυγοκεντρική αντλία .....	159
12.3.2. Κατακόρυφη φυγοκεντρική αντλία .....	160
12.3.3. Πολυβάθμια αντλία .....	161
12.3.4. Υποβρύχια αντλία .....	162
12.4. Πιεστικά δοχεία .....	164
Περίληψη .....	166
Ερωτήσεις .....	166

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13: ΣΧΕΔΙΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

13.1. Σύμβολα χρησιμοποιούμενα στα αρδευτικά σχέδια .....	169
13.2. Τελικά κατασκευαστικά σχέδια .....	169
Περίληψη .....	175
Ερωτήσεις .....	175
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	176
Άσκηση 1: Αναγνώριση υλικών .....	176
Άσκηση 2: Λύση και αρμολόγηση αυτοανυψούμενων εκτοξευτήρων .....	176
Άσκηση 3: Λύση και αρμολόγηση ηλεκτροβάνας .....	176

# ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ

## ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ

14.1. Συγκέντρωση υλικών - εργαλείων - οργάνων .....	181
14.2. Εγκατάσταση σωλήνων .....	181
14.3. Τοποθέτηση υλικών συνδεσμολογίας .....	185
14.4. Τοποθέτηση εκτοξευτήρων .....	186
14.5. Τοποθέτηση ηλεκτροβανών και κατασκευή συλλεκτών ηλεκτροβανών (κολλεκτέρ) .....	187
14.6. Τοποθέτηση φρεατίων .....	188
14.7. Καλωδίωση .....	189
14.8. Σύνδεση με την κεντρική παροχή .....	189
14.8.1. Σύνδεση από δίκτυο πόλης .....	189
14.8.2. Σύνδεση με αντλία .....	190
14.9. Εγκατάσταση προγραμματιστή .....	190
14.10. Δοκιμή λειτουργίας .....	191
14.11. Ηλεκτρολογικός έλεγχος .....	192
14.12. Επίχωση ορυγμάτων .....	193
14.13. Ρύθμιση ακροφυσίων .....	194

Περίληψη .....	195
Ερωτήσεις .....	195

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΑΓΟΝΑΣ**

15.1. Τύποι εδαφών και τοποθέτηση των διανεμητών νερού.....	200
15.2. Εγκατάσταση σωληνώσεων και ειδικών εξαρτημάτων συνδεσμολογίας .....	201
15.2.1. Κύριοι (ή πρωτεύοντες) και δευτερεύοντες σωλήνες .....	201
15.3. Εγκατάσταση διανεμητών νερού (σταλακτών, μικροεκτοξευτήρων) και σταλακτοφόρων σωλήνων.....	203
15.3.1. Εγκατάσταση διανεμητών νερού .....	203
15.3.2. Εγκατάσταση σταλακτοφόρων σωλήνων .....	205
15.4. Συσσώρευση αλάτων και τοποθέτηση των διανεμητών.....	205
Περίληψη .....	206
Ερωτήσεις .....	206

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16: ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ**

16.1. Προβλήματα δικτύων άρδευσης.....	210
16.1.1. Εκτοξευτήρες και ακροφύσια .....	210
16.1.2. Προβλήματα πίεσης .....	211
16.1.3. Ηλεκτροβάνες.....	213
16.1.4. Αφανείς βλάβες.....	214
16.2. Προγραμματιστής .....	216
16.3. Συντήρηση αντλιών .....	217
16.4. Επισκευή ή αντικατάσταση υλικών .....	217
Περίληψη .....	218
Ερωτήσεις .....	219
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	220
Άσκηση 1: Άπλωμα σωλήνα (Ø12 - Ø40) .....	220
Άσκηση 2: Σύνδεση σωλήνων πολυαιθυλενίου(PE) με σπαρωτά (ΦΙΣ) υλικά.....	220
Άσκηση 3: Σύνδεση σωλήνων πολυαιθυλενίου(PE) με υλικά LOCK.....	220
Άσκηση 4: Σύνδεση σωλήνων πολυαιθυλενίου(PE) με υλικά κοχλιωτά .....	221
Άσκηση 5: Κοπή χαλκοσωλήνων .....	221
Άσκηση 6: Συγκολλήσεις χαλκοσωλήνων .....	222
Άσκηση 7: Τοποθέτηση σέλας.....	223
Άσκηση 8: Τοποθέτηση εκτοξευτήρα.....	223
Άσκηση 9: Επισκευή τμηθέντος σωλήνα .....	223
Άσκηση 10: Μετατόπιση εκτοξευτήρα παλαιού δικτύου.....	224
Άσκηση 11: Επισκευή ηλεκτροβάνας που δεν κλείνει .....	225
Άσκηση 12: Κατασκευή συλλέκτη τεσσάρων ηλεκτροβανών .....	225
Άσκηση 13: Κατασκευή ενός δικτύου σταγόνας σε ένα μπαλκόνι .....	226

## ΜΕΡΟΣ IV

### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17: ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ

17.1. Παροχή λειτουργίας.....	232
17.2. Ακτίνα διαβροχής.....	232
17.3. Επιφάνεια διαβροχής.....	233
17.4. Γωνία εκτόξευσης του νερού.....	233
17.5. Επιλογή εκτοξευτήρα.....	234
17.6. Η χωροθέτηση των εκτοξευτήρων.....	235
Περίληψη.....	238
Ερωτήσεις.....	238

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 18: ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ Ή ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ

18.1. Πίνακας εξατμισοδιαπνοής φυτών.....	241
18.2. Επιλογή ακροφυσίων.....	242
18.2.1. Στατικοί εκτοξευτήρες.....	242
18.2.2. Περιστροφικοί εκτοξευτήρες.....	243
18.3. Υπολογισμός ταχύτητας εφαρμογής.....	244
18.4. Απαιτούμενος εβδομαδιαίος χρόνος άρδευσης.....	245
18.5. Πρόγραμμα άρδευσης.....	245
Περίληψη.....	247
Ερωτήσεις.....	247

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 19: ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΕ ΑΡΔΕΥΤΙΚΕΣ ΣΤΑΣΕΙΣ

19.1. Διαχωρισμός τομέων άρδευσης με βάση τις ανάγκες των φυτών και το έδαφος.....	251
19.2. Διαχωρισμός ζωνών άρδευσης.....	260
Περίληψη.....	262
Ερωτήσεις.....	262

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 20: ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

20.1. Κριτήρια επιλογής διατομής σωλήνων.....	265
20.2. Υπολογισμός της διατομής σωλήνων βάσει της απαιτούμενης παροχής.....	267
Περίληψη.....	270
Ερωτήσεις.....	270

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 21: ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ**

21.1. Πλεονεκτήματα τριγωνικής διάταξης εκτοξευτήρων.....	273
21.2. Τρόπος σχεδίασης τριγωνικών διατάξεων.....	274
21.3. Τριγωνική διάταξη εκτοξευτήρων σε ανεμόπληκτες περιοχές.....	274
21.4. Εφαρμογή τριγωνικής διάταξης σε εκτάσεις ακανόνιστου σχήματος .....	275
21.5. Εφαρμογή τριγωνικής διάταξης σε τετράγωνα και ορθογώνιες εκτάσεις.....	276
21.6. Εφαρμογή τριγωνικής διάταξης σε μικρούς χώρους.....	281
Περίληψη .....	282
Ερωτήσεις .....	282

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 22: ΑΘΛΗΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ ΜΕ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΟΥΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΕΣ**

22.1. Ιδιαιτερότητες αθλητικών γηπέδων.....	285
22.2. Τεχνικές άρδευσης αθλητικών γηπέδων .....	285
22.2.1. Χωροθέτηση των εκτοξευτήρων.....	285
22.2.1.1. Σύστημα διαχωρισμού σε ζώνες.....	286
22.2.1.2. Σύστημα ενσωματωμένης ηλεκτροβάννας.....	287
22.2.2. Άρδευτικός σχεδιασμός αθλητικού γηπέδου .....	289
Περίληψη .....	291
Ερωτήσεις .....	291
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	292
Άσκηση: Μέτρηση ομοιομορφίας διαβροχής.....	292

**ΕΛΛΗΝΟ - ΑΓΓΛΙΚΟ ΛΕΞΙΚΟ .....** 293

**ΑΓΓΛΟ - ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΛΕΞΙΚΟ .....** 295

**ΓΛΩΣΣΑΡΙ .....** 297

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....** 299

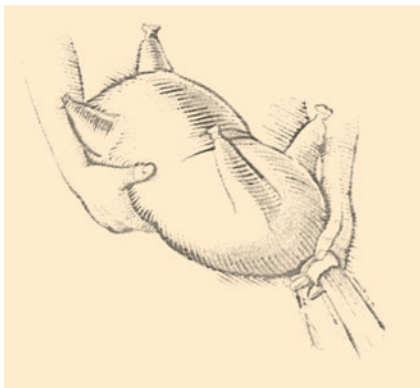
**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....** 303

# Εισαγωγή

## Ιστορική Αναδρομή

Ο άνθρωπος αποτελεί ένα αναπόσπαστο κομμάτι της φύσης. Καθώς όμως εξελίσσεται, νιώθει ότι συνεχώς απομακρύνεται από αυτήν, αφού γίνεται όλο και περισσότερο άνθρωπος της πόλης. Την ανάγκη του για επιστροφή στη φύση την ικανοποιεί δημιουργώντας άλση και κήπους στις πόλεις που ζει, όπως επίσης καλλιεργώντας διάφορα καλλωπιστικά φυτά στους χώρους εργασίας και κατοικίας του.

Σημαντική στιγμή στην ιστορία του ανθρώπου είναι εκείνη κατά την οποία δημιουργεί την πρώτη μόνιμη κατοικία και αρχίζει να καλλιεργεί παραγωγικά φυτά. Αργότερα ο κήπος αλλάζει χαρακτήρα και από αυστηρά παραγωγικός γίνεται και καλλωπιστικός ή βοτανικός. Σήμερα μπορούμε να δούμε κήπους, σε όλους τους χαρακτήρες τους.



**Εικόνα 1**

Ασκός από δέρμα ζώου, από τις πρώτες μεθόδους μεταφοράς νερού σε καλλιεργούμενα φυτά.

Η καλλιέργεια και η ανάπτυξη οποιουδήποτε φυτού είναι αδύνατη χωρίς την απαραίτητη για τις ανάγκες του εδαφική υγρασία, η οποία προέρχεται από το νερό της βροχής. Η προσθήκη νερού στο έδαφος (άρδευση) αυξάνει την παραγωγή των φυτών, αλλά συγχρόνως δίνει και τη δυνατότητα να ευδοκιμήσουν φυτά που οι ανάγκες τους σε νερό υπερβαίνουν αυτές που μπορούν να ικανοποιηθούν με τη βροχή. Η άρδευση, συνεπώς, είναι μια από τις παρεμβάσεις του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον, που επέδρασε σε δύο κυρίως τομείς: στην επάρκεια τροφής και στην οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη του πληθυσμού. Η εξέλιξη της άρδευσης ακολουθεί την εξέλιξη της γεωργίας και της καλλιεργητικής τεχνικής ως φυσικό επακόλουθο. Όσον αφορά την κηποτεχνία, η άρδευση είναι άμεσα συνδεδεμένη με αυτήν και εξελίσσεται μαζί της έτσι ώστε να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της και να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της.

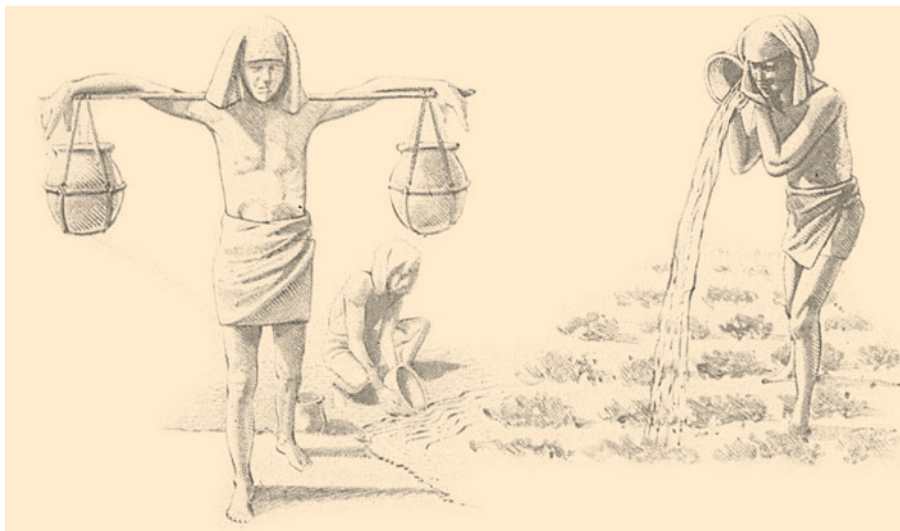




**Εικόνα 2**

Αγγεία μεταφοράς νερού στην αρχαιότητα. α. Αιγυπτιακό αγγείο (2000 π.Χ.). β. Ελληνική υδρία (500 π.Χ.). γ. Ευρωπαϊκό αγγείο σαν ποτιστήρι.

Οι πρώτες κοινωνίες βασίστηκαν στην άρδευση των τεσσάρων μεγάλων ποτάμιων κοιλάδων: του Νείλου στην Αίγυπτο (6000 π.Χ.), του Τίγρη και του Ευφράτη στη Μεσοποταμία (4000 π.Χ.), του Κίτρινου Ποταμού στην Κίνα (3000 π.Χ.) και του Ινδού στην Ινδία (2500 π.Χ.). Σε αυτές τις περιπτώσεις, η άρδευση γινόταν πλημμυρίζοντας με νερό περιοχές, οι οποίες περιβάλλονταν με χωμάτινα φράγματα. Στην Αίγυπτο κατασκευάστηκε το αρχαιότερο φράγμα του κόσμου, μήκους 107 m και ύψους 12m, το οποίο αποθήκευε νερό για άρδευση και ύδρευση. Στην Κίνα, ο επιτυχημένος βασιλέας κρινόταν από τη σοφία με την οποία διαχειριζόταν τα νερά, ενώ στην Ινδία, η ιστορία των αρδεύσεων είναι τόσο αρχαία, όσο και η ιστορία της χώρας. Μάλιστα, υπάρχουν στοιχεία ότι κατά το έτος 300 π.Χ. ολόκληρη η χώρα αρδεύονταν πραγματοποιώντας δύο σοδειές κάθε έτος.



**Εικόνα 3**

Άρδευση στην περιοχή του Τίγρη και του Ευφράτη (5000 π.Χ.).

Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι οι πρώτοι κήποι εμφανίστηκαν στις περιοχές αυτές. Είναι γνωστοί οι κήποι στο Καρνάκ της Αιγύπτου, καθώς και οι κήποι που κοσμούσαν τους Ναούς του θεού Ήλιου. Κήπους επίσης δημιούργησαν οι Αιγύπτιοι και κατά μήκος των καναλιών του Νείλου με παραγωγικό και διακοσμητικό χαρακτήρα. Γνωστοί ήταν και οι κήποι της Μεσοποταμίας, καθώς και οι Περσικοί "παράδεισοι". Αποκορύφωμα των κήπων αυτών αποτελούν οι Κρεμαστοί Κήποι της Βαβυλώνας, οι οποίοι δημιουργήθηκαν από το Ναβουχοδονόσορα το Β' (605 π.Χ.) και αποτελούνταν από πολλές αναβαθμίδες, που καθεμιά είχε τη μορφή τεράστιας ζαρντινιέρας. Η κατασκευή τους δεν ήταν καθό-

λου εύκολη, αφού θα έπρεπε να μελετηθούν και να λυθούν με επιτυχία μια σειρά από τεχνικά προβλήματα, με τρόπο αρκετά πρωτοποριακό για την εποχή (κατασκευές, επιχωματώσεις, στεγανοποιήσεις, αποστραγγίσεις, δίκτυα άρδευσης, εκλογή κατάλληλων φυτών, διάταξη κτλ.).



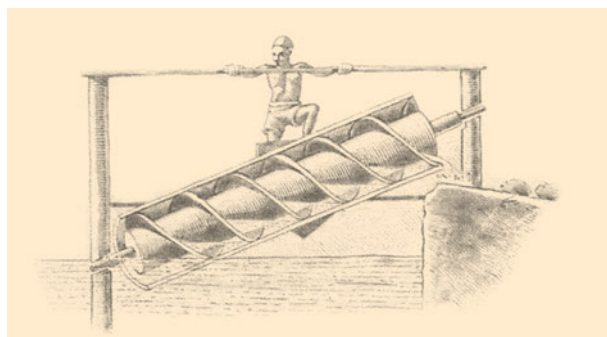
**Εικόνα 4**

Επιφανειακή άρδευση με κανάλι σε ρωμαϊκό κήπο (100 μ.Χ.).



**Εικόνα 5**

Ζωοκίνητη άντληση νερού με τροχό (νερόμυλος, Ελλάδα 500 π.Χ.).



**Εικόνα 6**

Κοχλίας του Αρχιμήδη (Ελλάδα 300 π.Χ.).

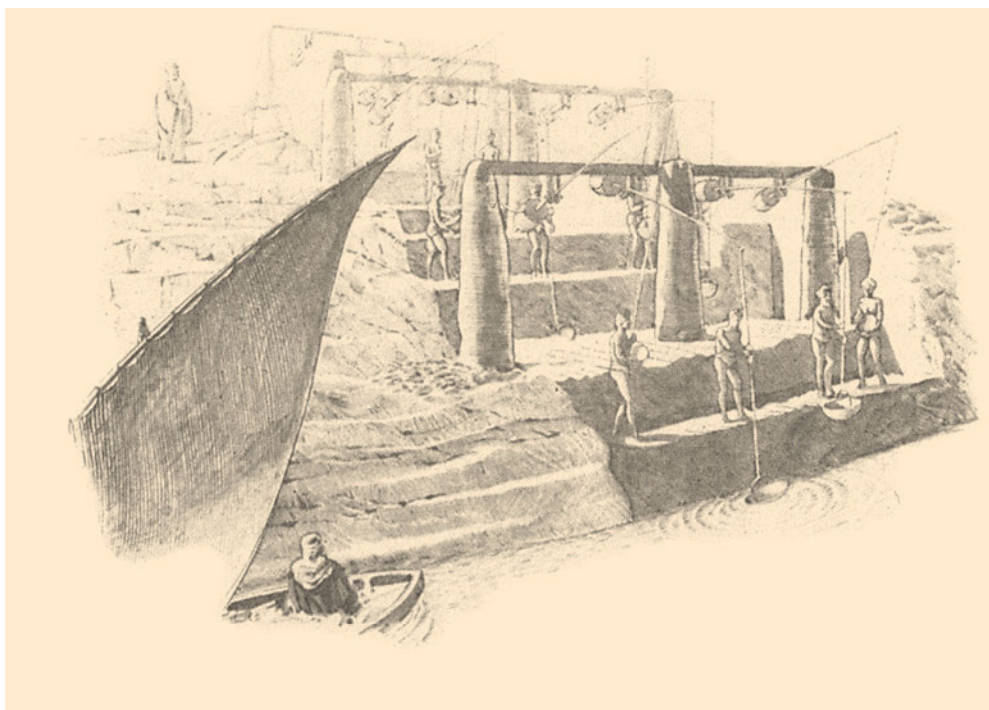
Στο Μεξικό και στη Νότια Αμερική η άρδευση αναπτύχθηκε από τους πολιτισμούς των Μάγια και των Ίνκας, πριν από 2000 χρόνια, και σε πολλές περιοχές συνεχίζεται η εφαρμογή της άρδευσης, με τον ίδιο τρόπο, μέχρι σήμερα. Στην Αμερική οι Ινδιάνοι των νοτιοδυτικών περιοχών εφάρμοσαν την άρδευση γύρω στο 100 π.Χ. Οι Ισπανοί κατακτητές έμαθαν στους Ινδιάνους νέους τρόπους άρδευσης, επιτρέποντάς τους έτσι να δημιουργήσουν οικισμούς και να εξασφαλίσουν μια σίγουρη πηγή τροφής.

Μετά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο η διάδοση της καλλιέργειας των φυτών με εφαρμογή αρδευτικών μεθόδων υπήρξε ταχύτατη, με αποτέλεσμα μια πολύ μεγάλη ανάπτυξη των συστημάτων άρδευσης καθώς και επέκταση του εύρους εφαρμογών τους. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας ήταν αποφασιστικής σημασίας στην εξέλιξη αυτή. Η κηποτεχνία εξελισσόμενη και αυτή γρήγορα και αποκτώντας ποικιλία και πολυπλοκότητα έχει ανάγκη από συνθετότερα και πιο εξελιγμένα συστήματα άρδευσης, τα οποία να ανταποκρίνονται πλήρως στις απαιτήσεις της.

Δεν πρέπει να μας διαφεύγει ότι η ζωή και ο πολιτισμός γεννήθηκαν και εξελίχθηκαν εκεί όπου υπήρχε νερό. Δεν υπάρχει καμία ανθρώπινη δραστηριότητα που να μην εξαρτάται άμεσα ή έμμεσα από το νερό. Η διαθέσιμη όμως ποσότητα, για να καλύψει τις συνολικές μας ανάγκες, δεν υπερβαίνει το 1% της υπάρχουσας ποσότητας πάνω στον πλανήτη. Η κακή διαχείρισή του και η ανεξέλεγκτη σπατάλη του αποτελούν τις βασικές αιτίες που προκαλούν μια συνεχή μείωση του ποσοστού αυτού. Επίσης ένα σημαντικό μέρος του καθίσταται ακατάλληλο για χρήση λόγω της ρύπανσής του.

Τελικά, ίσως να είναι πολλοί αυτοί που θα ισχυριστούν ότι το νερό δε θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε δραστηριότητες «δευτερεύουσας σημασίας» για τον άνθρωπο, προκειμένου να διαφυλαχτούν κάποιες ποσότητες από αυτό, αναφερόμενοι, για παράδειγμα, στην άρδευση των κήπων, των πάρκων και των χώρων πρασί-

νου. Όμως, ο χώρος που μας περιβάλλει αφενός, και η κατάσταση στην οποία βρίσκεται αφετέρου, αντικατοπτρίζουν την ποιότητα της ζωής μας και τον πολιτισμό μας και η λύση δε θα δοθεί με τον εξοβελισμό των παραπάνω δραστηριοτήτων, αλλά με τη σωστή διαχείριση του πολύτιμου φυσικού πόρου, που καλείται **νερό**.



**Εικόνα 7**

Άντληση νερού από ποτάμι (Αίγυπτος 2000 π.Χ.).

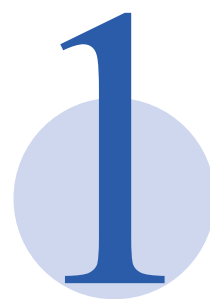
Τα σύγχρονα συστήματα άρδευσης που εφαρμόζονται στην κηποτεχνία είναι δίκτυα που έχουν στόχο την **ομοιόμορφη** και **ορθολογική** κατανομή του νερού, με τρόπο που να εξασφαλίζονται στα φυτά οι καλύτερες δυνατές συνθήκες διαβίωσής τους.

# ΜΕΡΟΣ 1

## Εισαγωγικές Έννοιες

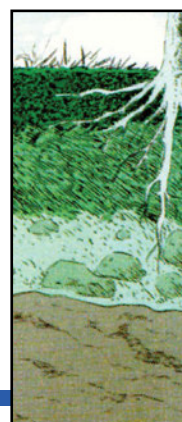
- Βασικοί Παράγοντες Άρδευσης
- Βασικές Αρχές Υδραυλικής





Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

# ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ







# 1 Βασικοί Παράγοντες Άρδευσης

## 1.1 Έδαφος - Σύσταση και δομή

Για να κατασκευαστεί ένα σωστό δίκτυο άρδευσης, είναι αναγκαίες κάποιες βασικές γνώσεις και πληροφορίες σχετικά με τη φύση των εδαφών και τη σχέση που έχει ο παράγοντας "έδαφος" με το ριζικό σύστημα των φυτών. Δεν πρέπει να μας διαφεύγει ότι με την άρδευση, δεν κατανέμουμε απλά νερό πάνω στην επιφάνεια του εδάφους, αλλά αποβλέποντας στην ευζωία των φυτικών οργανισμών που έχουμε να διαχειριστούμε, εφαρμόζουμε την απαραίτητη ποσότητα νερού στον κατάλληλο χρόνο.

☞ Το έδαφος είναι ένας φυσικός σχηματισμός που αναπτύσσεται στην επιφάνεια της γης και προσφέρει στο φυτό τρεις ουσιώδεις παραμέτρους ζωής:

1. στήριξη,
2. θρεπτικά στοιχεία,
3. νερό.

Το έδαφος αποτελείται από τρεις φάσεις: τη στερεά, την υγρή και την αέρια. Η στερεά φάση καταλαμβάνει περίπου το 50% του όγκου του. Τον υπόλοιπο όγκο καταλαμβάνουν η υγρή και η αέρια φάση, δηλαδή το νερό και ο εδαφικός αέρας. Αυτός ο όγκος νερού και εδαφικού αέρα καλείται "πορώδες" του εδάφους.

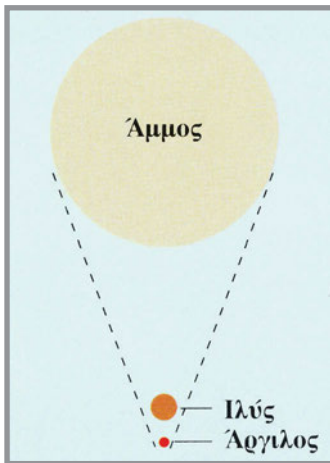
Η στερεά φάση του εδάφους αποτελείται από **ανόργανα** και **οργανικά** συστατικά. Τα ανόργανα συστατικά του εδάφους καταλαμβάνουν το 90 - 98% του συνολικού όγκου της στερεάς φάσης και ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- α) **χαλίκια** και **πέτρες** (με διάμετρο μεγαλύτερη από 2 mm),
- β) **λεπτή** γη (με διάμετρο μικρότερη από 2 mm).

Τα χαλίκια και οι πέτρες αποτελούν το **σκελετό** του εδάφους και συμβάλλουν ελάχιστα έως καθόλου στη θρέψη των φυτών. Η λεπτή γη αποτελείται από τρία κλάσματα:

1. την **άμμο** (Sand),
2. την **ιλύ** (Silt) και
3. την **άργιλο** (Clay).





**Εικόνα 1.1**

Συγκριτική απεικόνιση μεγέθους κόκκων άμμου-ιλύος-αργίλου.

Αναλυτικότερα, η **άμμος** αποτελείται από κόκκους με διάμετρο μεγαλύτερη από 0,05 mm. Το χαρακτηριστικό της άμμου είναι ότι έχει μεγάλους πόρους μεταξύ των κόκκων, κάτι που σημαίνει ότι το νερό διέρχεται μέσα από αυτήν με μεγάλη ταχύτητα. Συνεπώς στην άμμο επικρατούν καλές συνθήκες αερισμού και στράγγισης για την ανάπτυξη των φυτών.

Η **ιλύς** αποτελείται από κόκκους με διάμετρο από 0,002 - 0,05 mm. Έχει μικρότερους πόρους σε σύγκριση με την άμμο, με αποτέλεσμα να προκαλούνται όχι και τόσο ευνοϊκές συνθήκες αερισμού για την ανάπτυξη των φυτών.

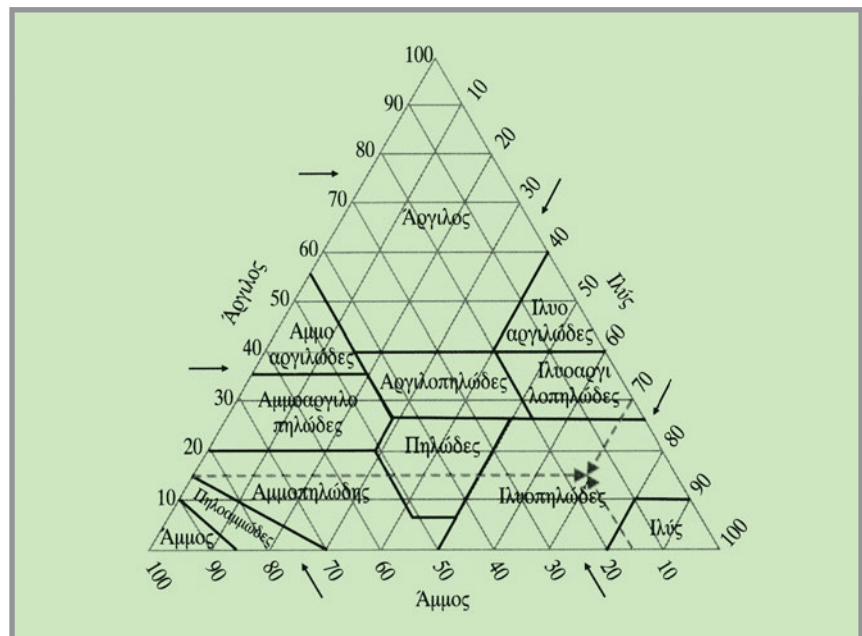
Η **άργιλος** αποτελείται από κόκκους με διάμετρο μικρότερη από 0,002 mm. Έχει την ικανότητα να συγκρατεί θρεπτικά στοιχεία τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών. Επειδή, όμως, έχει μικρούς πόρους το νερό κινείται αργά μέσα σε αυτήν, με αποτέλεσμα να προκαλούνται δυσμενείς συνθήκες αερισμού για την ανάπτυξη των φυτών.

**Δομή του εδάφους** εννοούμε τον τρόπο με τον οποίο οι κόκκοι της άμμου, της ιλύος και της αργίλου είναι συνδεδεμένοι και τοποθετημένοι στο χώρο. Συγκεκριμένα οι κόκκοι συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας εδαφικές ομάδες ορισμένου σχήματος (**συσσωματώματα**). Η ύπαρξη των εδαφικών συσσωματωμάτων οφείλεται σε δυνάμεις, όπως αυτές της *σνοχής* και της *συνάφειας*.

## 1.2 Κατάταξη εδαφών

Το έδαφος περιέχει τα τρία παραπάνω κλάσματα (άμμο, ιλύ και άργιλο) σε διάφορες αναλογίες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό διάφορων τύπων εδαφών, τα οποία τελικά ταξινομούνται, όσον αφορά την κοκκομετρική (μηχανική) τους σύσταση, σε διάφορες κατηγορίες. Οι διάφορες κατηγορίες κοκκομετρικής σύστασης εμφανίζονται στο "**τρίγωνο**" ταξινόμησης της υφής των εδαφών.

Έτσι λοιπόν έχουμε:



**Εικόνα 1.2**

Τρίγωνο ταξινόμησης της υφής του εδάφους.

**Πίνακας 1.1**  
Ταξινόμηση εδαφών (Ευρώπη - FAO<sup>1</sup>)

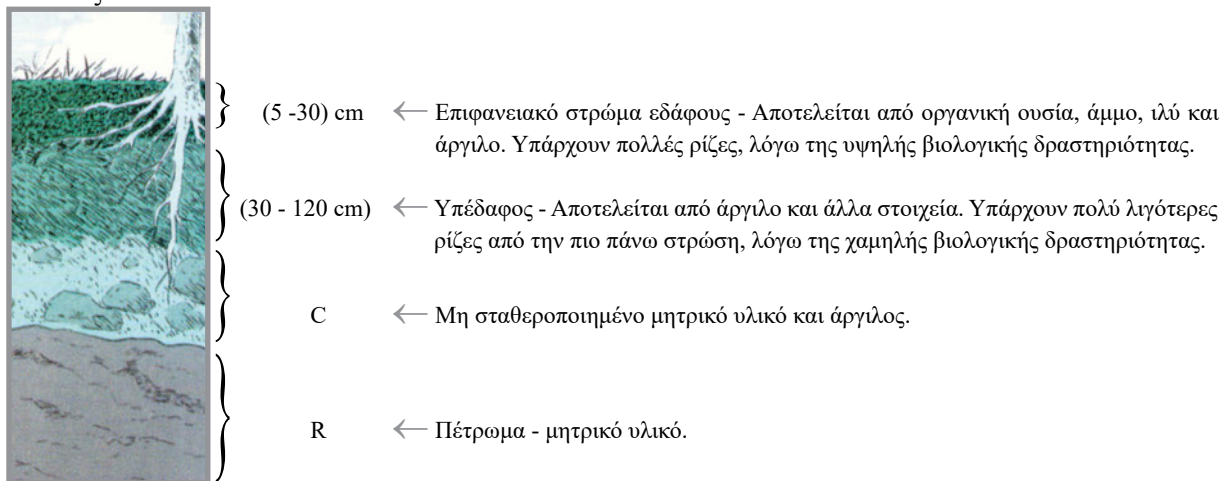
Ταξινόμηση στην Ευρώπη	Ταξινόμηση κατά FAO
Χονδρόκοκκα εδάφη	Αμμώδη (S), Πηλοαμμώδη (LS)
Μετρίως χονδρόκοκκα εδάφη	Αμμοπηλώδη (SL)
Μέσης σύστασης εδάφη	Πηλώδη (L), Ιλοσηλώδη (SiL), Ιλυώδη (Si)
Μετρίως λεπτόκοκκα εδάφη	Αμμοαργιλοπηλώδη (SCL), Αργιλοπηλώδη (CL), Ιλοαργιλοπηλώδη (SiCL)
Λεπτόκοκκα εδάφη	Αμμοαργιλώδη (SC), Αργιλώδη (C), Ιλοαργιλώδη (SiC)



Ένα **ιδανικό έδαφος** για κήπο πρέπει να αποτελείται από τα εξής στοιχεία:

1. **ανόργανα συστατικά** (άμμο, ιλύ και άργιλο),
2. **οργανικά υλικά** (φυτική και ζωική ύλη),
3. **ζωντανούς οργανισμούς** (βακτήρια, μύκητες, σκώληκες),
4. **αέρα,**
5. **νερό.**

Τα παραπάνω πέντε στοιχεία βρίσκονται στα υψηλότερα 15 - 30 cm του εδάφους, που καλούνται "**επιφανειακή εδαφική στρώση**". Αν ανοίγαμε ένα λάκκο βάθους 1,5 m περίπου και εξετάζαμε τις στρώσεις ενός τυπικού εδάφους, θα παρατηρούσαμε κάτι παρόμοιο με αυτό της παρακάτω εικόνας:



**Εικόνα 1.3**  
Κατατομή εδάφους.

1. FAO: Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας. Ιδρύθηκε στα πλαίσια του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (Ο.Η.Ε), μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, με προορισμό να λάβει τα κατάλληλα μέτρα, ώστε όλοι οι άνθρωποι σε όλα τα μέρη της γης να μπορέσουν να ζήσουν ελεύθεροι από στερήσεις.

Το επιφανειακό στρώμα εδάφους είναι εκείνο, στο οποίο παρατηρείται το μεγαλύτερο ποσό της οργανικής ουσίας και η μέγιστη βιολογική δραστηριότητα. Στο στρώμα αυτό παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση οξυγόνου, καθώς επίσης και το μεγαλύτερο πλήθος των ριζών των φυτών. Ένα ιδανικό επιφανειακό στρώμα εδάφους είναι αυτό στο οποίο η αεροχωρητικότητα φθάνει στο 50%. Στην περίπτωση αυτή οι ρίζες πολλαπλασιάζονται και εξαπλώνονται με γοργούς ρυθμούς. Θα πρέπει λοιπόν να επικεντρώσουμε το ενδιαφέρον μας σε αυτό τον εδαφικό ορίζοντα, στον οποίο οι ρίζες των φυτών εξασφαλίζουν εξ ολοκλήρου τα θρεπτικά στοιχεία για τις ανάγκες της θρέψης τους. Επιπλέον έχουμε τη δυνατότητα να επηρεάσουμε το περιβάλλον των ριζών, είτε τροποποιώντας το ήδη υπάρχον επιφανειακό στρώμα εδάφους είτε δημιουργώντας ένα νέο εξαρχής. Έτσι λοιπόν, όταν αναφερόμαστε σε ένα ιδανικό έδαφος, εννοούμε τα πρώτα 15 - 30 cm της επιφανειακής στρώσης του.

Τα μικρόβια του εδάφους βοηθούν, ώστε τα υπολείμματα των μεγαλύτερων φυτών και ζώων να αποσυντίθενται και να μετατρέπονται σε θρεπτικά υλικά του εδάφους. Επιπλέον, οι ζωντανοί οργανισμοί αποβάλλουν κύτταρα και εκκρίνουν σωματικά εκκρίματα, τα οποία γίνονται μέρος του οργανικού περιεχομένου του εδάφους.

Η **προσθήκη** οργανικών υλικών στο έδαφος είναι μια πολύ **βασική** και **χρήσιμη** διαδικασία. Βασικές πηγές οργανικών υλικών είναι η τύρφη, το φυλλόχωμα, το κοπρόχωμα, η κοπριά, φυτά που ενσωματώνονται στο έδαφος κτλ.

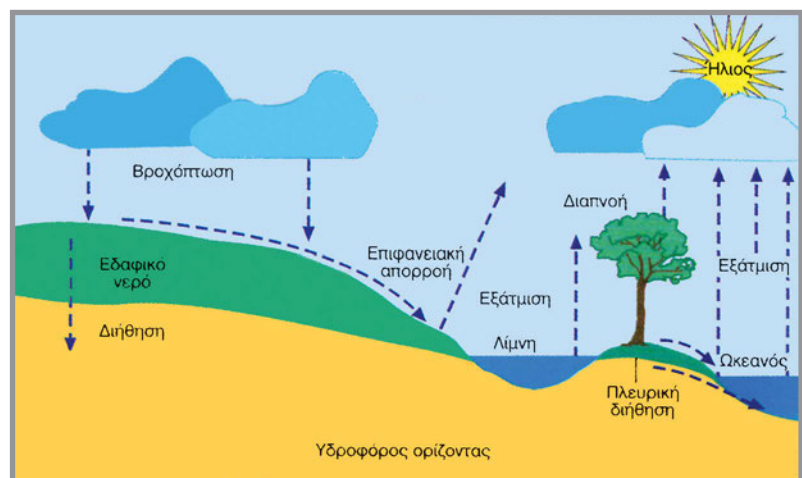
Μερικές από τις σημαντικότερες ωφέλειες της οργανικής ύλης στο έδαφος είναι οι εξής:

1. Αυξάνει το πορώδες του εδάφους.
2. Παρέχει κυρίως άζωτο αλλά και φωσφόρο, όπως επίσης και άλλα θρεπτικά στοιχεία, στα αναπτυσσόμενα φυτά.
3. Συγκρατεί το νερό για μελλοντική χρήση από τα φυτά.
4. Εφοδιάζει με τροφή τους οργανισμούς του εδάφους.
5. Χρησιμεύει σαν αποθήκη θρεπτικών ουσιών.
6. Ελαχιστοποιεί τη διάβρωση.
7. Βελτιώνει τη δομή του εδάφους.

### 1.2.1 Έδαφος και νερό

Το έδαφος και το νερό σχετίζονται μεταξύ τους με πολλούς τρόπους. Το έδαφος στις ψυχρές περιοχές ή στις περιοχές μεγάλου υψόμετρου συγκρατεί υγρασία στην επιφάνειά του με τη μορφή του χιονιού. Αυτή η υγρασία στη συνέχεια απελευθερώνεται σταδιακά, τροφοδοτώντας τους χειμάρρους και τους ποταμούς.

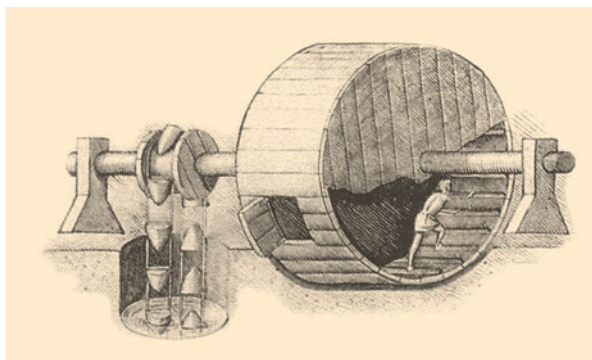
Οι βροχοπτώσεις, οι χιονοπτώσεις και οι χαλαζοπτώσεις (υδάτινα κατακρημνίσματα) προκαλούνται με τη μεταβολή



**Εικόνα 1.4**

Ο κύκλος του νερού (υδρολογικός κύκλος).

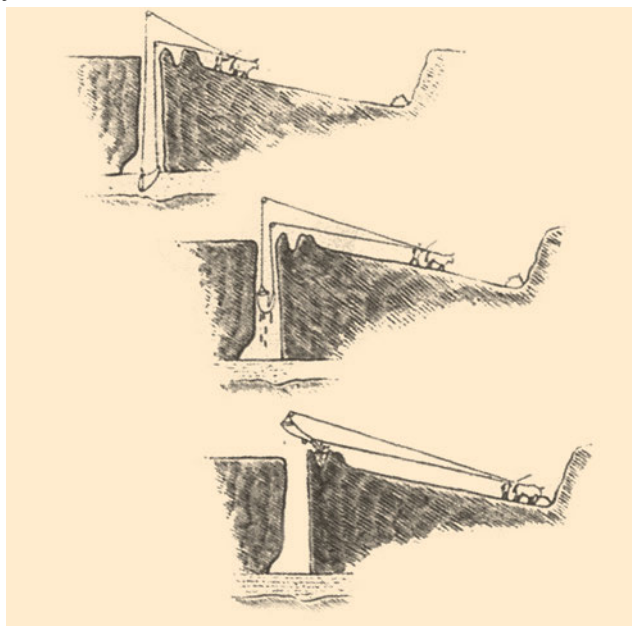
του ατμοσφαιρικού νερού από την αέρια στην υγρή κατάσταση, όταν τα γεμάτα υγρασία σύννεφα έρχονται σε επαφή με ψυχρές αέριες μάζες της ατμόσφαιρας. Τα σύννεφα σχηματίζονται με τη μετατροπή του νερού από την υγρή στην αέρια κατάσταση και την εξάτμισή του, κατά τις μετακινήσεις του αέρα πάνω από την ξηρά και τη θάλασσα.



**Εικόνα 1.5**

Άντληση νερού στην Πομπηία (50 μ.Χ.).

Η εδαφική μάζα χρησιμεύει σα δεξαμενή ή ταμιευτήρας νερού. Το νερό διαπερνά το έδαφος σε βάθος και αποταμιεύεται εάν συναντήσει ένα αδιαπέρατο στρώμα. Το νερό, το οποίο συγκεντρώνεται στο υδροφόρο αυτό στρώμα, μπορεί να έρθει στην επιφάνεια της γης, με τη μορφή πηγών. Αυτές δημιουργούν ή τροφοδοτούν χειμάρρους που στη συνέχεια σχηματίζουν ποτάμια, τα οποία εκβάλλουν σε κόλπους και ωκεανούς. Από την αρχαιότητα, οι άνθρωποι γνώριζαν ότι ανοίγοντας πηγάδια στο βάθος του υδροφόρου ορίζοντα (δηλ. στην ανώτερη επιφάνεια του υδροφόρου στρώματος) θα μπορούσαν να προμηθευτούν νερό καλύπτοντας με αυτό τον τρόπο τις οικιακές και γεωργικές τους ανάγκες.



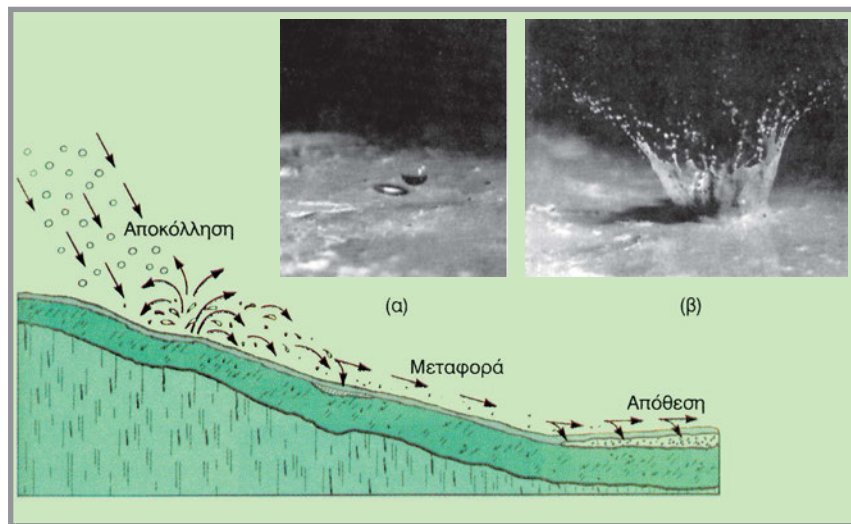
**Εικόνα 1.6**

Άντληση νερού στην Ινδία το 2.000 π.Χ. Ο σάκος ανύψωσης είναι δερμάτινος.

## 1.3 Συμπεριφορά του νερού στο έδαφος

Το έδαφος λέμε ότι είναι κορεσμένο, όταν το νερό έχει γεμίσει όλους τους πόρους του. Αν το έδαφος παραμείνει κορεσμένο με νερό για μεγάλο χρονικό διάστημα, τα φυτά θα πεθάνουν λόγω έλλειψης οξυγόνου γύρω από τις ρίζες τους<sup>2</sup>.

Τα φυτά αναχαιτίζουν την ορμή των σταγόνων της βροχής, προστατεύοντας με αυτό τον τρόπο το έδαφος από τη διάβρωση. Επίσης, δρουν ανασταλτικά στη διάβρωση του εδάφους ακόμα και μετά το πέρας του βιολογικού τους κύκλου, αφού η φυτική μάζα συσσωρεύεται στην επιφάνεια του εδάφους σχηματίζοντας ένα υδατο-απορροφητικό επιφανειακό στρώμα. Τέλος, βοηθούν στη διακίνηση του νερού απορροφώντας το με τις ρίζες και απελευθερώνοντάς το στην ατμόσφαιρα.



**Εικόνα 1.7**

Απεικόνιση του μηχανισμού διάβρωσης του εδάφους από το νερό.

α. Σταγόνα νερού πριν την επαφή με το στεγνό έδαφος.

β. Το αποτέλεσμα (splash) αμέσως μετά την πτώση της σταγόνας πάνω στο ξηρό γυμνό έδαφος.

Το νερό συγκρατείται μέσα στους εδαφικούς πόρους με δυνάμεις ανάλογες με αυτές που δημιουργούνται στους τριχοειδείς σωλήνες. Τα αμμώδη εδάφη διαθέτουν μεγάλους πόρους και γι' αυτό δε συγκρατούν με μεγάλες δυνάμεις το νερό. Τα αργιλώδη εδάφη διαθέτουν πολλούς μικροσκοπικούς πόρους και έτσι συγκρατούν σημαντικά περισσότερο νερό και με ισχυρότερες δυνάμεις από ό,τι τα αμμώδη εδάφη. Συνήθως, τα αργιλώδη εδάφη διαστέλλονται κατά τη διαβροχή τους, ενώ αντίθετα, όταν τα εδάφη αυτά ξηρανθούν, συστέλλονται παρουσιάζοντας ταυτόχρονα επιφανειακές ρωγμές.

2. Όταν το νερό απομακρύνεται, αδειάζουν αρχικά οι μεγαλύτεροι πόροι και μετά οι μικρότεροι. Με την απομάκρυνση του νερού εισέρχεται αέρας και αντιστροφή. Για την απρόσκοπτη ανάπτυξη των φυτών, πρέπει το ισοζύγιο νερού-αέρα στο έδαφος να είναι τέτοιο, ώστε να παρέχεται η απαραίτητη υγρασία και συγχρόνως το απαραίτητο οξυγόνο στις ρίζες. Τα βαριά εδάφη (αργιλώδη) συνήθως δίνουν υπερβολική υγρασία και περιορισμένο αερισμό (οξυγόνο), ενώ αντίθετα τα αμμώδη εδάφη περιορισμένη υγρασία και υπερβολικό αερισμό.



Εικόνα 1.8

Ρωγμές σε αργιλώδες έδαφος.

Όπως προαναφέρθηκε, όταν όλοι οι πόροι ενός εδάφους είναι γεμάτοι με νερό, τότε λέμε ότι το έδαφος αυτό από πλευράς υγρασίας βρίσκεται σε κορεσμό (υγρασία κορεσμού). Αν ένα τέτοιο έδαφος (σε κατάσταση κορεσμού) το αφήσουμε να στραγγίσει, για δύο ή τρεις ημέρες, λέμε ότι το έδαφος βρίσκεται στην **υδατοϊκανότητά** του. Σε αυτή την κατάσταση τα φυτά παίρνουν τις αναγκαίες ποσότητες νερού για να ευδοκιμήσουν, καταβάλλοντας τη μικρότερη δυνατή ενέργεια. Όταν φτάσουμε στο σημείο εκείνο, στο οποίο τα φυτά δεν μπορούν να αντλήσουν την υπάρχουσα υγρασία καταβάλλοντας, έστω, όλες τους τις δυνάμεις, τότε λέμε ότι φθάσαμε στο **σημείο μάρανσης**. Η διαφορά της υγρασίας στο σημείο μάρανσης από την υγρασία υδατοϊκανότητας αποτελεί τη **διαθέσιμη υγρασία**.

Η άρδευση εφαρμόζεται πριν η υγρασία φθάσει στο σημείο μάρανσης, για να μη μαραθούν τα φυτά.

Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι τα εδάφη που περιέχουν πολλή άργιλο συγκρατούν περισσότερο νερό από τα εδάφη, τα οποία είναι κυρίως αμμώδη. Επίσης, τα αργιλώδη εδάφη συγκρατούν το νερό με μεγαλύτερες δυνάμεις, άρα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ό,τι τα αμμώδη. Αν για παράδειγμα, χορηγήσουμε 25 mm νερού, [δηλ. 25 λίτρα (l) κατανεμημένα σε ένα τετραγωνικό μέτρο (m<sup>2</sup>)] σε ένα αμμώδες έδαφος, τα υψηλότερα 30 cm του εδάφους θα ξηρανθούν σε διάστημα πέντε ημερών. Αν όμως χορηγήσουμε 25 mm νερού σε ένα αργιλώδες έδαφος, τα υψηλότερα 30 cm θα ξηρανθούν σε διάστημα 15 ημερών. Συνεπώς, τα αργιλώδη εδάφη απαιτούν τρεις φορές περισσότερο χρόνο για να ξηρανθούν από ό,τι τα αμμώδη εδάφη. Όταν ένα έδαφος στεγνώνει, συστέλλεται και συνήθως παρουσιάζει ρωγμές, ενώ απαιτεί μικρές ποσότητες νερού για να φτάσει πάλι στον κορεσμό. Η ξήρανση και οι ρωγμές στα αργιλώδη εδάφη μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στις ρίζες των φυτών.

Επίσης, το νερό συγκρατείται στην οργανική ουσία του εδάφους. Για παράδειγμα, σάπια φύλλα ή κλαδιά συγκρατούν νερό δρώντας σα σφουγγάρι. Η οργανική ουσία ή ο χούμος αποτελούν απαραίτητα (οργανικά) συστατικά για ένα καλό έδαφος.

## 1.4 Βασικοί παράγοντες προσδιορισμού των υδατικών αναγκών των φυτών

Οι παράγοντες που προσδιορίζουν τις υδατικές ανάγκες των φυτών είναι αρκετοί.

- α. **Το είδος του φυτού.** Υπάρχουν φυτά, που για να ευδοκιμήσουν απαιτούν μεγαλύτερες ποσότητες νερού (χλοοτάπητες κτλ.) από κάποια άλλα φυτά, που για να ευδοκιμήσουν ζητούν πολύ λίγο νερό (θυμάρι, τεύκριο κτλ.).
- β. **Η θέση του φυτού στο χώρο.** Σε περίπτωση που αυτό λούζεται από τον ήλιο όλη την ημέρα, οι ανάγκες του είναι πολύ περισσότερες από ό,τι αν βρίσκεται σε σκιά.
- γ. **Η γεωγραφική περιοχή** στην οποία βρίσκεται και, σε συνάρτηση με αυτήν, το κλίμα που επικρατεί στην περιοχή είναι καθοριστικό για τις υδατικές του ανάγκες. Δεν πρέπει να διαφεύγει της προσοχής μας ότι υπάρχουν περιοχές στον πλανήτη στις οποίες γενικά οι κήποι δεν αρδεύονται (Σκωτία, Φινλανδία, Σουηδία κτλ.).

- δ. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους (όπως προαναφέρθηκε) είναι επίσης ένας άλλος καθοριστικός παράγοντας αυτών των αναγκών.

## 1.5 Εξατμισοδιαπνοή

Τα φυτά ως ζωντανοί οργανισμοί, μέσα από τις λειτουργίες τους, αποβάλλουν και απορροφούν διάφορες ποσότητες νερού.

Ορίζουμε ως **εξατμισοδιαπνοή**<sup>3</sup> το ποσό των απωλειών νερού προς την ατμόσφαιρα, που οφείλονται τόσο στην εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια του εδάφους, όσο και στη διαπνοή των φυτών.

## 1.6 Ποσότητα και συχνότητα άρδευσης

Μέσα από την άρδευση έχουμε σκοπό να καλύψουμε τις απώλειες της εξατμισοδιαπνοής, όταν το έλλειμμα της εδαφικής υγρασίας δεν μπορεί να καλυφθεί με τις βροχές. Ως έλλειμμα εδαφικής υγρασίας χαρακτηρίζεται το νερό που θα πρέπει να προστεθεί στο έδαφος, για να φτάσει η υγρασία του στην υδατοϊκανότητά του. Έτσι λοιπόν, αν υπολογίσουμε αυτές τις απώλειες οι οποίες εξαρτώνται, όπως προαναφέραμε, από το είδος του φυτού, από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής και τα χαρακτηριστικά του εδάφους, μπορούμε να καθορίσουμε τόσο την ημερομηνία έναρξης της άρδευσης, όσο και τον όγκο του νερού, που απαιτείται για αποτελεσματική άρδευση κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου.



Ως **αρδευτική περίοδος** ορίζεται ο χρόνος που μεσολαβεί από την **πρώτη μέχρι την τελευταία άρδευση**, στη διάρκεια του ημερολογιακού έτους.

Φυτά που καλλιεργούνται σε έδαφος με μικρό βάθος (γλάστρες, ζαρντινιέρες κτλ.) έχουν ανάγκη άρδευσης νωρίτερα από ό,τι αν τα ίδια φυτά καλλιεργούνται σε εδάφη με μεγαλύτερο βάθος. Το ίδιο ακριβώς φυτό, όταν καλλιεργείται σε διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες, παρουσιάζει διαφορετική αρδευτική περίοδο. Είναι λοιπόν προφανές ότι για τα ίδια είδη φυτών η αρδευτική περίοδος στη Ρόδο θα διαφέρει από την αρδευτική περίοδο στην περιοχή της Θεσσαλονίκης.

Οι συνδυασμοί των παραπάνω παραγόντων, αν λάβουμε υπόψη μας και το αστάθμητο στοιχείο των ατμοσφαιρικών συνθηκών, καταλαβαίνουμε εύκολα ότι καθιστούν σχεδόν αδύνατο τον επακριβή προσδιορισμό της αρδευτικής περιόδου κάθε φυτού. Η υπόθεσή μας δυσκολεύει όμως ακόμα περισσότερο αν λάβουμε υπόψη μας ότι ο κήπος είναι ένα σύνολο φυτών, που τις περισσότερες φορές απαρτίζεται από φυτά τα οποία έχουν διαφορετικές υδατικές ανάγκες. Με μια γενικότερη και

3. Για την εξατμισοδιαπνοή μπορεί να χρησιμοποιηθούν δύο εκφράσεις : α) η **δυνατή εξατμισοδιαπνοή**, που αναφέρεται στην εξατμισοδιαπνοή η οποία προέρχεται από έδαφος με υψηλό ποσοστό υγρασίας και πλήρη φυτοκάλυψη και β) η **πραγματική εξατμισοδιαπνοή**, που αναφέρεται στην πραγματική ποσότητα υδρατμών που αποδίδεται στην ατμόσφαιρα από συγκεκριμένα φυτά, κάτω από πραγματικές συνθήκες. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ως άθροισμα εξάτμισης και διαπνοής είναι μικρότερη από τη δυνατή, ιδιαίτερα σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές. Για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής υπάρχουν πολλές μέθοδοι μέτρησης, που διακρίνονται σε άμεσες και έμμεσες. Οι άμεσες στηρίζονται στην απευθείας μέτρηση της μεταβολής της υγρασίας του εδάφους. Οι έμμεσες στηρίζονται στην εφαρμογή εμπειρικών σχέσεων ή τύπων, που αναπτύχθηκαν κάτω από **ορισμένες** κλιματολογικές και άλλες συνθήκες.

ευρύτερη προσέγγιση θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε για τη χώρα μας ότι η αρδευτική περίοδος ξεκινά στα μέσα του Μαΐου και τελειώνει στα μέσα του Οκτωβρίου.

### 1.6.1 Δόση, εύρος και διάρκεια άρδευσης

- α. **Δόση άρδευσης.** Με τον όρο αυτό εννοείται η ποσότητα του νερού που εφαρμόζεται στον κήπο, κάθε φορά που αρδεύεται. Στόχος είναι η δόση άρδευσης να είναι κανονική. Στην περίπτωση ελλειμματικής δόσης, το έδαφος διαβρέχεται επιφανειακά, με συνέπεια το νερό να εξατμείται γρήγορα. Στην άλλη περίπτωση της πλεονασματικής δόσης άρδευσης, αφενός μεν υπάρχουν απώλειες νερού, αφετέρου διαλύονται και απομακρύνονται προς τα βαθύτερα στρώματα πολύτιμες θρεπτικές ουσίες για τα φυτά μας. Στην περίπτωση αλατούχων εδαφών, η κατείσδυση του νερού σε βαθύτερα στρώματα είναι επιθυμητή, γιατί απομακρύνει μέρος των αλάτων από το ριζόστρωμα.
- β. **Εύρος άρδευσης.** Με τον όρο εύρος άρδευσης εννοείται το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών αρδεύσεων.
- γ. **Διάρκεια άρδευσης.** Με τον όρο διάρκεια άρδευσης εννοείται ο χρόνος από την έναρξη μέχρι τη λήξη της κάθε άρδευσης.

## 1.7 Ποιοτική ταξινόμηση νερού άρδευσης

### 1.7.1 Φυσική ποιότητα

Μια από τις σημαντικότερες φυσικές ιδιότητες του νερού άρδευσης είναι η **θερμοκρασία** του. Έχει αποδειχθεί ότι η καταλληλότερη για τα φυτά θερμοκρασία του νερού άρδευσης είναι η θερμοκρασία των 25°C, ιδίως όταν αυτά βρίσκονται στο στάδιο της έντονης βλαστικής ανάπτυξης. Αντίθετα, ακραίες θερμοκρασιακές τιμές (κρύο ή ζεστό νερό) μπορούν να καταστρέψουν τα νεαρά κυρίως φυτά. Γι' αυτό πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα νερά των πηγαδιών ή των πηγών, τα οποία συνήθως είναι πολύ κρύα. Σε ένα σωστό προγραμματισμό άρδευσης πρέπει πάντοτε να συσχετίζεται η θερμοκρασία του νερού με τη θερμοκρασία, που επικρατεί στην επιφάνεια του εδάφους κατά την αρδευτική περίοδο.

Επίσης, όσον αφορά τη φυσική συμπεριφορά του νερού άρδευσης, πρέπει να εξετάζεται η ποιότητα της ιλύος (λάσπης) που τυχόν μεταφέρει, καθώς και η ποιότητα των φερτών υλών. Πολλές φορές έχει παρατηρηθεί ότι το νερό μεταφέρει επιζήμιες φερτές ύλες. Ακόμα, στις περιπτώσεις άρδευσης με τεχνητή βροχή ή με σταγόνες, όπου η περιεκτικότητα του νερού σε φερτές ύλες είναι υψηλή, μπορεί να προκληθεί έμφραξη στους εκτοξευτήρες ή στους σταλάκτες.

### 1.7.2 Χημική ποιότητα

Η χημική ποιότητα του νερού άρδευσης εξαρτάται από την περιεκτικότητά του σε διαλυτά άλατα. Τα άλατα που απαντώνται στο νερό είναι αυτά του ασβεστίου, του μαγνησίου, του νατρίου, τα διττανθρακικά, τα θειικά και τα χλωριούχα. Η ολική περιεκτικότητα του νερού σε άλατα κυμαίνεται από 100 έως και πάνω από 5000 ppm (ppm = μέρη στο εκατομμύριο, μάλιστα 1000 ppm



αντιστοιχούν σε 1 gr αλάτων στο λίτρο). Μια περιεκτικότητα του νερού σε άλατα από 100 έως 1500 ppm θεωρείται ανεκτή για τα περισσότερα είδη φυτών. Από όλα τα διαλυτά άλατα, εκείνο που απαντάται συχνότερα στο νερό είναι το χλωριούχο νάτριο (NaCl). Επίσης, η συνεχής άρδευση μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της συγκέντρωσης των αλάτων<sup>4</sup>.

Η παρουσία λευκών στιγμάτων πάνω στο χώμα, στους λάκκους γύρω από δένδρα και θάμνους που αρδεύονται, υποδηλώνει την πιθανή παρουσία αλάτων στο νερό άρδευσης.

## 1.8 Μέθοδοι μέτρησης της υγρασίας εδάφους

### 1.8.1 Μέτρηση της υγρασίας σε δείγματα εδάφους

$$\text{Υγρασία σε βάρος } (Y_{\beta}) = \frac{\text{Βάρος}_{\text{νερού}}}{\text{Βάρος}_{\text{ξηρού εδάφους}}} \times 100 = \frac{B_v}{B_{\xi.e.}} \times 100$$

Παίρνουμε δείγμα εδάφους, το οποίο τοποθετούμε σε ένα ειδικό και καλά καλυμμένο δοχείο, για την αποφυγή κάθε πιθανής απώλειας υγρασίας, λόγω εξάτμισης. Ζυγίζουμε το δοχείο μαζί με το δείγμα σε ζυγό ακριβείας και μετά το τοποθετούμε σε κλίβανο σε θερμοκρασία 105°C μέχρις ότου αποκτήσει σταθερό βάρος, αφού αφαιρέσουμε το κάλυμμα. Η διαφορά του βάρους πριν και μετά την ξήρασή του δείχνει το βάρος του νερού που περιείχε το δείγμα. Η διαφορά αυτή, διαιρούμενη με το βάρος του ξηρού εδάφους και πολλαπλασιαζόμενη επί 100, δίνει την εκατοστιαία αναλογία της περιεχόμενης στο δείγμα υγρασίας προς το βάρος του ξηρού εδάφους.

**Παράδειγμα:** Δίνονται τα στοιχεία:

Βάρος υγρού εδάφους μαζί με το δοχείο 230 gr.

Βάρος ξηρού εδάφους μαζί με το δοχείο 199gr.

Βάρος δοχείου 40gr.

$$\text{Τότε: } Y_{\beta} = \frac{\text{Βάρος}_{\text{νερού}}}{\text{Βάρος}_{\text{ξηρού εδάφους}}} \times 100 = \frac{230 - 199}{199 - 40} \times 100 = \frac{31}{159} \times 100 = 19,5 \text{ gr}$$

Άρα η περιεχόμενη στο δείγμα υγρασία είναι 19,5% του ξηρού βάρους του εδάφους.

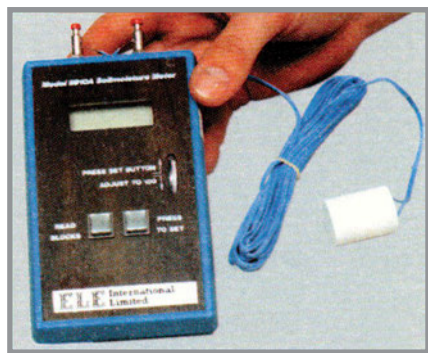
4. Η ποιοτική ταξινόμηση του νερού άρδευσης εκφράζεται με διάφορα συστήματα. Αυτό που επικρατεί περισσότερο είναι το σύστημα που χρησιμοποιείται στις Η.Π.Α., σύμφωνα με το οποίο το νερό άρδευσης κατατάσσεται με βάση την περιεκτικότητά σε άλατα και ιδιαίτερα σε νάτριο. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει πρώτα να προσδιορισθούν εργαστηριακά η **ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)** του νερού σε θερμοκρασία 25°C, που εκφράζεται σε ds/m, και ο **λόγος προσρόφησης νατρίου (S.A.R.)**, που δίνεται από τη σχέση:

$$\text{S.A.R.} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}}$$

Στην παραπάνω σχέση η περιεκτικότητα σε ιόντα Ca, Na και Mg εκφράζεται σε χιλιοσδόναμα ανά λίτρο (meq/l). Εάν στο έδαφος υπάρχουν αρκετά προσροφημένα ιόντα Na<sup>+</sup> (πάνω από 15% του συνόλου των προσροφημένων κατιόντων), τότε καταστρέφεται η δομή του εδάφους και μειώνεται η υδατοπερατότητα. Όταν το νερό άρδευσης έχει μεγάλες τιμές αλατότητας, το έδαφος προοδευτικά θα μετατραπεί σε αλατούχο. Το ίδιο θα συμβεί και με υψηλές τιμές S.A.R., οπότε το έδαφος θα μετατραπεί σε νατριωμένο (αλκαλιωμένο).

## 1.8.2 Μέτρηση της υγρασίας με τη μέθοδο Βουγιούκου

Η συσκευή του Βουγιούκου αποτελείται από ένα γύψινο πλακίδιο που φέρει δύο ανοξείδωτα χαλύβδινα ηλεκτρόδια και ένα μετρητή, στον οποίο καταλήγουν τα δύο καλώδια του γύψινου πλακιδίου. Όσο πιο υγρό είναι το πλακίδιο, τόσο μικρότερη ηλεκτρική αντίσταση παρουσιάζει. Όταν όμως η υγρασία του εδάφους μειώνεται, τότε η ηλεκτρική αγωγιμότητα μειώνεται επίσης.



**Εικόνα 1.9**  
Συσκευή Βουγιούκου

Ο μετρητής δείχνει απευθείας την ηλεκτρική αγωγιμότητα της εδαφικής υγρασίας και όταν αυτή φθάσει σε κάποια προκαθορισμένη τιμή, η οποία είναι δυνατό να βρεθεί από πίνακες, τότε εφαρμόζεται η άρδευση.

## 1.8.3 Μέτρηση της υγρασίας με τη συσκευή νετρονίων

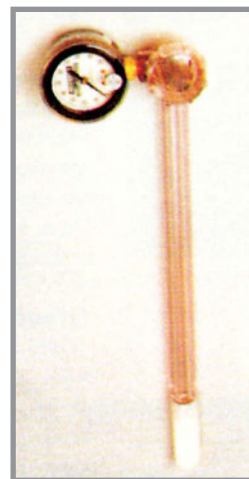
Είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται αποκλειστικά σχεδόν στη γεωργική έρευνα<sup>5</sup>.

## 1.8.4 Μέτρηση της υγρασίας με τασίμετρα

Το τασίμετρο είναι ένας σωλήνας, που φέρει στο κάτω άκρο ένα πορώδες κύπελλο και στο επάνω άκρο ένα μανόμετρο.

Γεμίζουμε το σωλήνα με νερό και τοποθετούμε το όργανο μέσα στο έδαφος έτσι ώστε το πορώδες κύπελλο να βρίσκεται στο βάθος, στο οποίο θέλουμε να μετρήσουμε την υγρασία. Το νερό του τασίμετρου μέσω του πορώδους έρχεται σε υδραυλική επικοινωνία με το νερό που βρίσκεται στο έδαφος.

Όσο η υγρασία του χώρου που βρίσκεται το πορώδες κύπελλο πλησιάζει τον κορεσμό, η ένδειξη του μανόμετρου πλησιάζει το μηδέν. Λόγω της εξατμισοδιαπνοής το έδαφος ξηραίνεται και το βρισκόμενο μέσα στο έδαφος νερό βγαίνει από τα τοιχώματα του πορώδους κυπέλλου, οπότε μέσα στο σωλήνα δημιουργείται ανάλογο κενό που μετρίεται από το μανόμετρο. Από τη βιβλιογραφία μπορούμε να βρούμε τιμές ενδεικτικές των τασίμετρων για διάφορα φυτά. Επομένως μπορούμε να προσδιορίσουμε πότε μπορεί να εφαρμοστεί άρδευση.



**Εικόνα 1.10**  
Τασίμετρο.

5. Η μέθοδος βασίζεται στη μείωση της ταχύτητας ταχέων νετρονίων, που προκαλείται κατά κύριο λόγο από τις συγκρούσεις τους με πυρήνες υδρογόνου που αφθονούν στο έδαφος.

Όταν ένα σωματίδιο υποστεί μια ελαστική σύγκρουση με άλλο πολύ μεγαλύτερης μάζας σωματίδιο, τότε κινείται σε αντίθετη κατεύθυνση από την αρχική με μικρή απώλεια της κινητικής ενέργειάς του. Αν συγκρουστεί με σωματίδιο της ίδιας περίπου μάζας, μέρος της ενέργειάς του μεταδίδεται στο δεύτερο σωματίδιο και συνεπώς η ταχύτητά του μειώνεται σημαντικά. Ο πυρήνας υδρογόνου έχει περίπου την ίδια μάζα με το νετρόνιο και η σύγκρουσή τους προκαλεί σημαντική μείωση της ταχύτητας του νετρονίου.

Το περισσότερο υδρογόνο στο έδαφος βρίσκεται σε μορφή ύδατος, ιδιαίτερα στα μη οργανικά εδάφη. Έτσι η αποτελεσματικότητα του εδάφους στο να μειώνει την ενέργεια ταχέων νετρονίων αποτελεί μέτρο της περιεκτικότητας του εδάφους σε νερό.

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Οι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την άρδευση είναι το **είδος του φυτού**, το **κλίμα**, το **έδαφος** και η **θέση του στο χώρο**.

Καλείται **πορώδες** του εδάφους ο συνολικός όγκος νερού και αέρα που περιέχει. Η **σύσταση** και η **δομή** του εδάφους αποτελούν απαραίτητες γνώσεις.

**Εξατμισοδιαπνοή** είναι το ποσό των απωλειών του νερού προς την ατμόσφαιρα, που οφείλεται τόσο στην εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια του εδάφους, όσο και στη διαπνοή των φυτών. Οι παράγοντες προσδιορισμού των υδατικών αναγκών ενός φυτού είναι το είδος του φυτού, το κλίμα, το έδαφος και η θέση του στο χώρο.

**Δόση άρδευσης** είναι η ποσότητα του νερού που εφαρμόζουμε στον κήπο κάθε φορά που αρδεύουμε.

**Εύρος άρδευσης** καλείται το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών αρδεύσεων.

**Διάρκεια άρδευσης** καλείται ο χρόνος που μεσολαβεί από την έναρξη μέχρι τη λήξη της άρδευσης.

Οι **μέθοδοι μέτρησης της υγρασίας του εδάφους** είναι: 1) με δείγματα εδάφους, 2) με τη μέθοδο του Βουγιούκου, 3) με τη συσκευή νετρονίων και 4) με τασίμετρα.

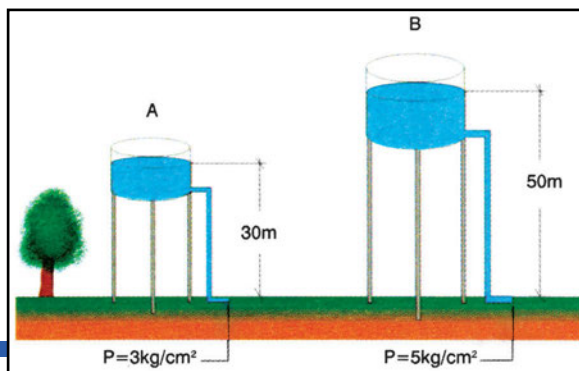
Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Τι είναι έδαφος και από ποιες φάσεις αποτελείται;
2. Ποια είναι τα τρία κλάσματα από τα οποία αποτελείται το έδαφος; Αναλύστε τα βασικά χαρακτηριστικά τους.
3. Τι καλείται δομή του εδάφους;
4. Από τι αποτελείται ένα ιδανικό έδαφος για κήπο;
5. Τι καλείται επιφανειακό στρώμα εδάφους και ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά του;
6. Πώς συγκρατείται το νερό στο έδαφος;
7. Σε τι διαφέρουν τα αργιλώδη από τα αμμώδη εδάφη, όσον αφορά τη συγκράτηση του νερού;
8. Τι καλείται εξατμισοδιαπνοή και τι αρδευτική περίοδος;
9. Τι είναι εύρος, δόση και διάρκεια άρδευσης;
10. Τι είναι τα τασίμετρα;
11. Τι γνωρίζετε για τη φυσική ποιότητα του νερού άρδευσης;
12. Τι γνωρίζετε για τη χημική ποιότητα του νερού άρδευσης;

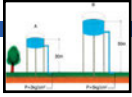


Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

# ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ







## 2 Βασικές Αρχές Υδραυλικής

**Υδραυλική** είναι η επιστήμη που μελετά τη συμπεριφορά του νερού, είτε αυτό κινείται είτε είναι στάσιμο (σε ηρεμία). Το νερό που κινείται μέσα στους σωλήνες που χρησιμοποιούνται για την άρδευση των κηποτεχνικών έργων έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά (διαφορετική συμπεριφορά) από αυτό που κινείται σε ανοικτά αυλάκια ή παραμένει ακίνητο.

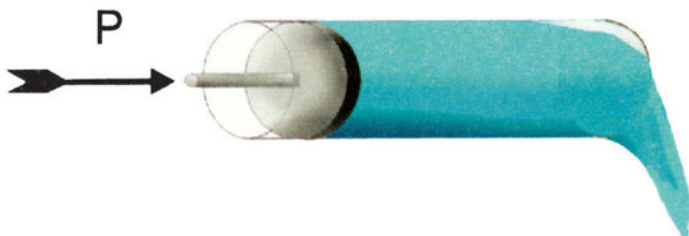
Σημαντική παράμετρος σε ένα καλά σχεδιασμένο δίκτυο άρδευσης αποτελεί η γνώση δυο βασικών παραγόντων της Υδραυλικής, της **πίεσης** και της **παροχής** του νερού. Τα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν από έναν κακό σχεδιασμό ενός αρδευτικού δικτύου είναι πολλά και ξεκινούν από την ελλιπή και ανομοιόμορφη άρδευση και μπορεί να φθάσουν στην πλήρη αποτυχία (μη λειτουργία) του δικτύου. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι ότι το κόστος του νερού μας υποχρεώνει να σχεδιάζουμε και να εγκαθιστούμε συστήματα άρδευσης αποδοτικά και οικονομικά. Δεν πρέπει να διαφεύγει της προσοχής μας ότι το νερό είναι ένα "φυσικό αγαθό σε ανεπάρκεια" και ως τέτοιο όλοι μας πρέπει να το αντιμετωπίζουμε μέσα από την καθημερινή πρακτική μας.

Με βάση τα παραπάνω κρίνουμε σκόπιμο να παραθέσουμε ορισμένες βασικές αρχές της Υδραυλικής.

### 2.1 Πίεση (P) ή φορτίο πίεσης (h)



**Πίεση (P)** είναι η δύναμη η οποία ωθεί το νερό να κινηθεί μέσα στους σωλήνες.



**Εικόνα 2.1**

Πίεση είναι η δύναμη που ωθεί το νερό να κινηθεί μέσα στο σωλήνα.

Αυτή η δύναμη μπορεί να δημιουργηθεί με δύο τρόπους:

- α. Με τη **βαρύτητα**. Όσο πιο ψηλά βρίσκεται η πηγή του νερού από το σημείο κατανάλωσης, τόσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της πίεσης. Οι υδατόπυργοι<sup>1</sup> (εικ. 2.3.) λειτουργούν ως παραδείγματα για τον τρόπο με τον οποίο η πίεση, η οποία προκαλείται από το ίδιο το βάρος του νερού, επηρεάζεται από το ύψος. Όσο μεγαλύτερο ύψος έχει ο υδατόπυργος, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η τιμή της πίεσης. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι η **πίεση (P)** του νερού σε μια συγκεκριμένη θέση είναι μια δύναμη η οποία προκαλείται από το βάρος της στήλης του νερού πάνω από αυτή τη θέση και εκφράζεται με το γινόμενο της υψομετρικής διαφοράς του σημείου από την ελεύθερη επιφάνεια **h** (ή του φορτίου πίεσης) και του ειδικού βάρους του υγρού  $\gamma$ :

$$P = h \cdot \gamma$$

Όπου: P = η πίεση σε συγκεκριμένο σημείο

$\gamma$  = το ειδικό βάρος του νερού

h = η απόσταση του συγκεκριμένου σημείου από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού

Η πίεση εκφράζεται σε μέτρα στήλης νερού (m) ή χιλιόγραμμα βάρους ανά τετραγωνικό εκατοστό ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) ή σε τόνους ανά τετραγωνικό μέτρο ( $\text{t}/\text{m}^2$ ) στο μετρικό σύστημα μονάδων και σε λίμπρες ανά τετραγωνική ίντσα (psi) στο αγγλοσαξωνικό σύστημα μονάδων. Συχνά η πίεση αναφέρεται σε φυσικές ατμόσφαιρες (At).

Θα πρέπει επίσης να γνωρίζουμε τα εξής:

1  $\text{m}^3$  νερού ζυγίζει 1000 kg

1  $\text{m}^3 = 1000 \text{ l}$

1 at (τεχνητή ατμόσφαιρα) = 1  $\text{kg}/\text{cm}^2$

1 Atm (φυσική ατμόσφαιρα) = 1,033  $\text{kg}/\text{cm}^2$

1  $\text{kg}/\text{cm}^2 = 0.98 \text{ bar}$

1  $\text{kg}/\text{cm}^2 = 14.223 \text{ psi}$

Η πίεση μιας στήλης νερού ύψους 10 m = 1 at = 1  $\text{kg}/\text{cm}^2 = 10 \text{ t}/\text{m}^2$

Επειδή στις αρδεύσεις διαχειριζόμαστε πάντοτε νερό με ειδικό βάρος  $\gamma = 1 \text{ gr}/\text{cm}^3$ , η πίεση (P) και το φορτίο πίεσης (h) συνδέονται με την απλή σχέση:

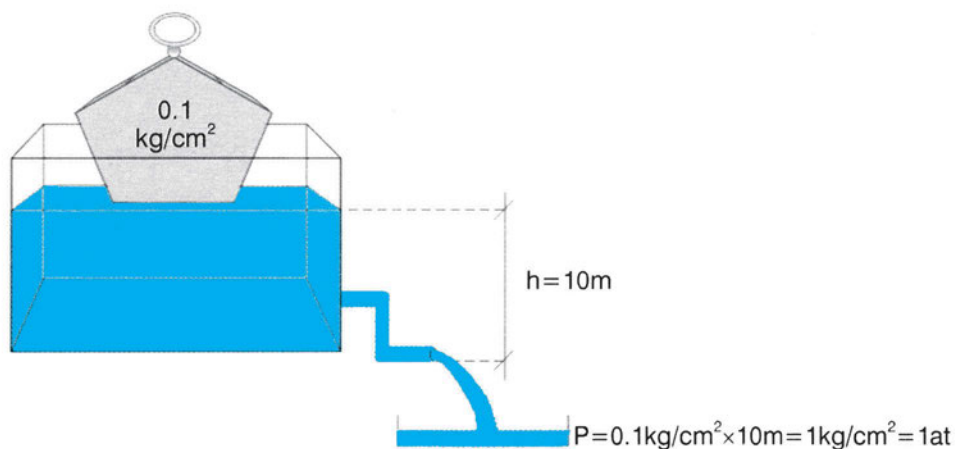
$$P = h$$

Στις πρακτικές εφαρμογές χρησιμοποιείται ο όρος τεχνική ατμόσφαιρα (at):

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kg}/\text{cm}^2 = 10 \text{ m.}$$

Το βάρος του νερού (δύναμη) έχει άμεση σχέση με το ύψος της στήλης του νερού, όπως προαναφέρθηκε. Μια στήλη νερού ύψους 10 m ασκεί πίεση 1  $\text{kg}/\text{cm}^2$  στη βάση της.

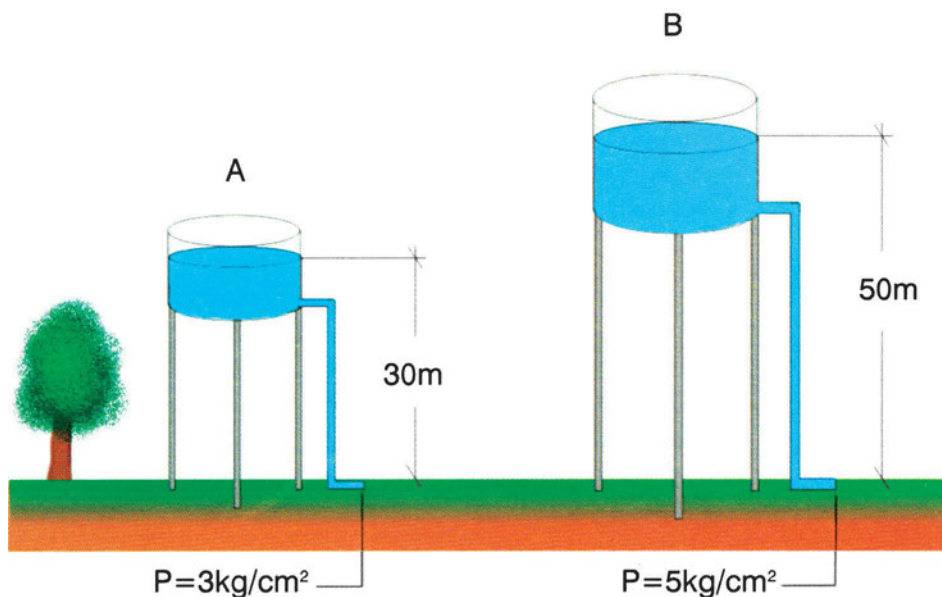
1. Υδατόπυργος: υπερυψωμένη δεξαμενή νερού.



**Ε ι κ ό ν α 2 . 2**

Για κάθε ένα μέτρο αλλαγής της στάθμης του νερού στον υδατόπυργο προστίθεται ή αφαιρείται  $(0,099910) \approx 0,1 \text{ kg/cm}^2$

Σε μια δεξαμενή ύδατος, αν υπολογίσουμε την κατακόρυφη απόσταση από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού μέσα στη δεξαμενή μέχρι το σημείο όπου το νερό αρχίζει να τρέχει οριζόντια στο έδαφος - έστω για παράδειγμα ότι η κατακόρυφη απόσταση είναι 30 m - και πολλαπλασιάσουμε την τιμή αυτή με  $0,1 \text{ kg/cm}^2$ , θα υπολογίσουμε την πίεση που υπάρχει στη βάση αυτής της στήλης νερού.



**Ε ι κ ό ν α 2 . 3**

Δημιουργία πίεσης από τη βαρύτητα (υδατόπυργος).

Στην περίπτωση αυτή, η πίεση του νερού είναι  $3 \text{ kg/cm}^2$ , όπως φαίνεται στην εικόνα. Ενώ για 50 m ύψος, η πίεση στη βάση είναι  $5 \text{ kg/cm}^2$ .



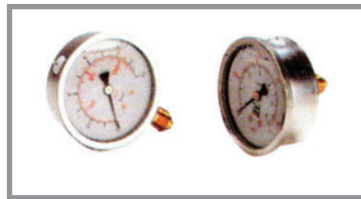
β. Με τη χρήση **αντλίας**. Είναι ο δεύτερος τρόπος, με τον οποίο μπορεί να διοχετευθεί νερό στο αρδευτικό δίκτυο, το οποίο θα έχει προδιαγραφές πίεσης και παροχής που θα καλύπτουν τις απαιτήσεις.

Η **μέτρηση της πίεσης** γίνεται με μανόμετρα. Υπάρχουν μανόμετρα αέρος και μανόμετρα γλυκερίνης. Είναι βαθμονομημένα σε  $\text{kg}/\text{cm}^2$  ή atm ή bar ή psi.



**Εικόνα 2.4**

Μανόμετρα αέρος.



**Εικόνα 2.5**

Μανόμετρα γλυκερίνης.

### 2.1.1 Στατική πίεση του νερού

Η στατική πίεση του νερού μέσα στο σωλήνα υπολογίζεται όταν το νερό παραμένει ακίνητο. Στην περίπτωση αυτή, απαιτείται μόνο ο υπολογισμός της πίεσης στο σωλήνα που προκαλείται από τη βαρύτητα (υψομετρική διαφορά) ή από μια αντλία.

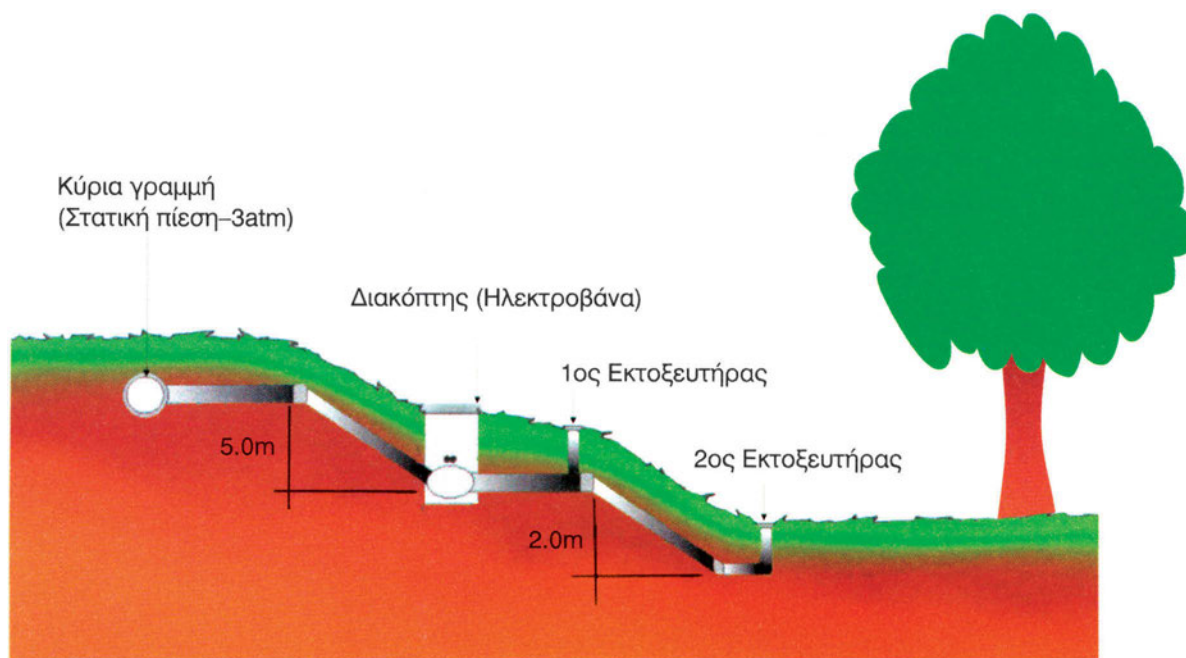
Ας δούμε τώρα ένα παράδειγμα υπολογισμού στατικής πίεσης. Η εικόνα 2.6 δείχνει ένα υπόγειο σύστημα άρδευσης το οποίο αποτελείται από μια κύρια γραμμή (σωλήνα), ένα διακόπτη (ηλεκτροβάννα) και δύο εκτοξευτήρες νερού. Η κύρια γραμμή πριν από το διακόπτη διατηρεί μια σταθερή πίεση νερού, ίση με 3 atm. Η πίεση στο διακόπτη θα είναι μεγαλύτερη λόγω της υψομετρικής διαφοράς.

Θέλοντας λοιπόν να υπολογίσουμε τη στατική πίεση στο διακόπτη (ηλεκτροβάννα), θα πρέπει πρώτα να βεβαιωθούμε ότι σημειώσαμε την υψομετρική διαφορά. Συγκεκριμένα, υπάρχει μια πτώση ύψους 5 m από την κύρια γραμμή στο διακόπτη. Αν θεωρήσουμε αυτή την υψομετρική διαφορά ως μια κατακόρυφη στήλη νερού ύψους 5 m, αναμένουμε αύξηση της στατικής πίεσης στο διακόπτη εξαιτίας του βάρους της στήλης αυτής στο σωλήνα.

$$5 \text{ m} \times 0,1 \text{ atm} = 0,5 \text{ atm}$$

Αρα η πίεση στο διακόπτη (ηλεκτροβάννα) θα είναι:

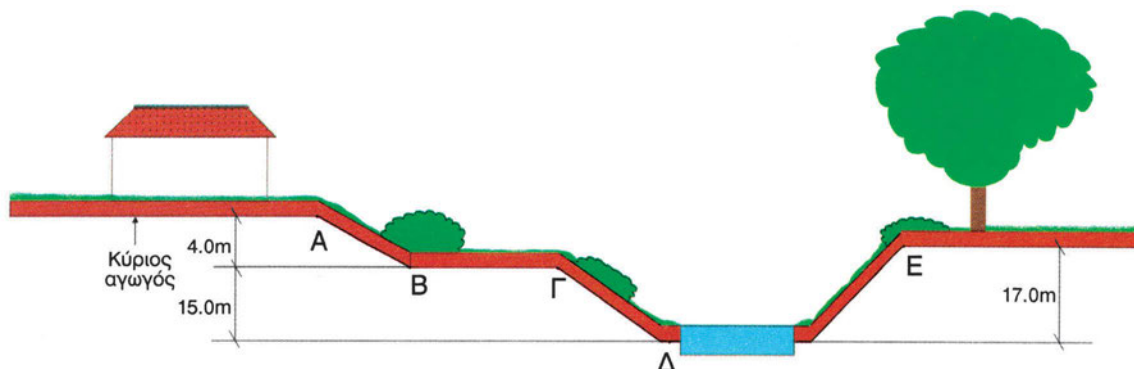
$3 \text{ atm} + 0,5 \text{ atm} = 3,5 \text{ atm}$   
 όπου 3 atm είναι η πίεση της κύριας γραμμής στο άνω επίπεδο.



**Ε ι κ ό ν α 2 . 6**  
 Υπόγειο δίκτυο άρδευσης με μια ηλεκτροβάννα και δύο εκτοξευτήρες.

**Ασκήσεις**

1. Με τον ίδιο τρόπο να υπολογιστεί η υποτιθέμενη στατική πίεση στο δεύτερο εκτοξευτήρα της εικόνας 2.6.
2. Στην εικόνα 2.7, φαίνεται σε τομή ο περιβάλλον χώρος μιας οικίας. Σε αυτόν, λόγω των μεγάλων υψομετρικών διαφορών, έχουν δημιουργηθεί αναβαθμίδες. Η στατική πίεση, που δίνει το δίκτυο ύδρευσης της περιοχής στο σημείο Α, είναι 5,6 atm. Να υπολογιστούν οι στατικές πιέσεις στα σημεία Β, Γ, Δ, και Ε, προκειμένου να αρδεύουμε τα επιμέρους τμήματα του περιβάλλοντος την οικία χώρου, χωρίς να ληφθούν υπόψη οι απώλειες των σωλήνων.



**Ε ι κ ό ν α 2 . 7**  
 Τομή οικοπέδου.

## 2.1.2 Δυναμική πίεση του νερού

Δυναμική πίεση είναι η δύναμη που ασκείται από το νερό σε κάποιο σημείο μέσα στο σωλήνα, όταν αυτό κινείται και καταλαμβάνει ολόκληρη τη διατομή του σωλήνα<sup>2</sup>. Όταν το νερό κινείται μέσα στο σωλήνα παρουσιάζει απώλειες πίεσης. Η τραχύτητα των εσωτερικών τοιχωμάτων του σωλήνα δυσχεραίνει την κίνηση των μορίων του νερού. Επομένως, στον υπολογισμό της δυναμικής πίεσης του νερού πρέπει να συμπεριληφθούν τόσο οι απώλειες που προέρχονται από τη ροή του νερού μέσα στο σωλήνα, όσο και οι απώλειες πίεσης του νερού καθώς διέρχεται από τους διακόπτες και τα υπόλοιπα εξαρτήματα του δικτύου (οι παράμετροι αυτές θα μελετηθούν εκτενέστερα στα επόμενα κεφάλαια), γνωστές και ως τοπικές απώλειες πίεσης.

## 2.2 Χαρακτηριστικά ροής

### 2.2.1 Ροή και ταχύτητα ροής

Όταν χρησιμοποιείται ο όρος **ροή**, εννοείται η κίνηση του νερού μέσα σε ένα σωλήνα.

**Ταχύτητα ροής (U)** είναι το πόσο γρήγορα περνά το νερό από ένα ορισμένο σημείο των σωλήνων και εκφράζεται σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/sec). Ανάλογα με τον όγκο του νερού που υπάρχει στην πηγή και τη διατομή του σωλήνα που χρησιμοποιείται, το είδος της ροής του νερού μέσα στο σωλήνα μπορεί να μεταβάλλεται. Έτσι λοιπόν, υπάρχουν δύο καταστάσεις ροής: η **στρωτή** ή **παράλληλη** και η **στροβιλώδης** ροή<sup>3</sup>.

Στην πρώτη περίπτωση, η ροή γίνεται κατά παράλληλες στρώσεις χωρίς ανάμειξή τους, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η ροή γίνεται ακανόνιστα και υπάρχει έντονη ανάμειξη των υγρών στρώσεων κατά την κίνησή τους.

2. Αν δεν καταλαμβάνει ολόκληρη τη διατομή του σωλήνα, άρα παρουσιάζει ελεύθερη επιφάνεια σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα, τότε έχουμε **ελεύθερη ροή** και ο σωλήνας ονομάζεται σωλήνας ελεύθερης ροής.

3. Ο Reynolds υπολόγισε τον λόγο  $\frac{V \cdot D}{\nu}$  όπου:

$V$  = η ταχύτητα του νερού

$D$  = η διάμετρος του σωλήνα

$\nu$  = συντελεστής κινηματικού ιξώδους

Ο παραπάνω λόγος παριστά έναν αδιάστατο αριθμό, που είναι γνωστός ως αριθμός Reynolds ( $Re$ ):

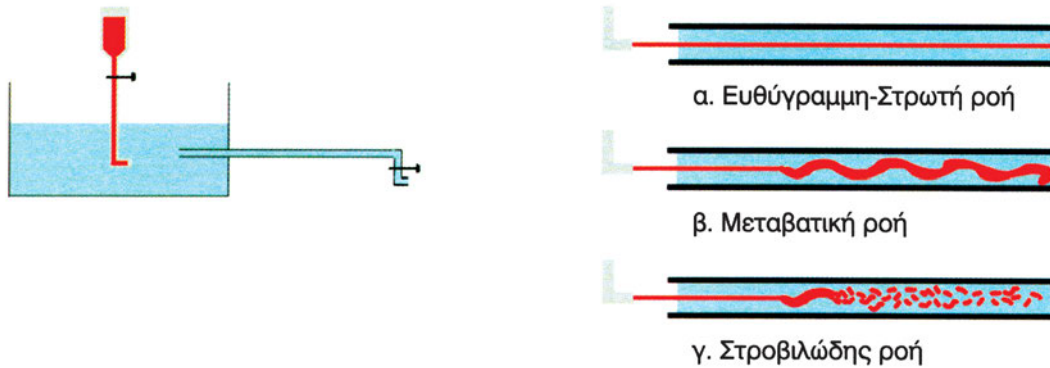
$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

Έτσι, από τα πειράματα της εικόνας 2.8 προέκυψε ότι για μικρές τιμές του αριθμού  $Re$  ( $Re < 2000$ ) η ροή είναι παράλληλη (στρωτή). Για τιμές  $Re > 2300$  η ροή είναι στροβιλώδης.

Στην πράξη, χρησιμοποιείται για απλοποίηση μια μέση τιμή των ταχυτήτων ( $U_m$ ) η οποία είναι:

$$U_m = \frac{1}{2} U_{\max} \text{ για την παράλληλη ροή, και}$$

$$U_m = 0,8 U_{\max} \text{ για τη στροβιλώδη ροή.}$$



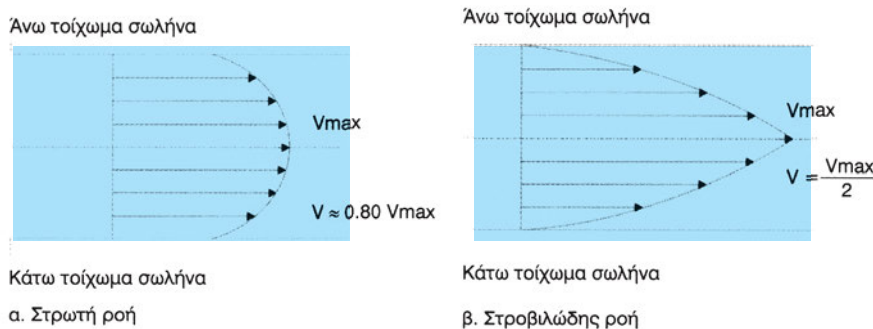
**Ε ι κ ό ν α 2 . 8**  
Συσκευή Reynolds.

Στη μελέτη της ροής μέσα σε κλειστούς αγωγούς υπό πίεση συνέβαλε ουσιαστικά ο Reynolds (1883). Συγκεκριμένα μελέτησε τη ροή μέσα σε γυάλινους σωλήνες διάφορων διατομών, μέσα στους οποίους έτρεχε νερό. Στην είσοδο των σωλήνων άφηνε να τρέξει έγχρωμο υγρό, το οποίο για μικρές ταχύτητες ροής του σχημάτιζε μια ευδιάκριτη ευθεία γραμμή σε όλο το μήκος του σωλήνα (στρωτή ροή). Αυξάνοντας βαθμιαία την ταχύτητα ροής (με την αύξηση της παροχής), η αρχικά ευθεία έγχρωμη γραμμή γινόταν κυματοειδής, έως ότου ολόκληρη η ροή μέσα στο σωλήνα γινόταν έγχρωμη (στροβιλώδης ροή)<sup>4</sup>.

### 2.2.2 Παροχή

**Παροχή (Q)** καλείται ο όγκος του νερού που διέρχεται από μια κάθετη προς τον άξονα ροής επιφάνεια (διατομή) στη μονάδα του χρόνου. Εκφράζεται σε λίτρα ανά δευτερόλεπτο (l/sec) ή κυβικά μέτρα ανά ώρα (m<sup>3</sup>/h)<sup>5</sup>.

4. Η μορφή κατανομής της ταχύτητας παρουσιάζεται στα παρακάτω σχήματα:



Εικ. 2.9 Μορφή κατανομής ταχύτητας ροής μέσα στο σωλήνα.

5. Η παροχή (Q) συνδέεται με τη διατομή του αγωγού (S) και τη μέση ταχύτητα ροής του νερού (U<sub>m</sub>), σύμφωνα με τη σχέση:

$$Q = U_m \cdot S$$

Από αυτή τη σχέση ορίζεται και η μέση ταχύτητα ροής (U<sub>m</sub>) ως ο λόγος της παροχής Q προς τη διατομή του αγωγού S:

$$U_m = \frac{Q}{S}$$



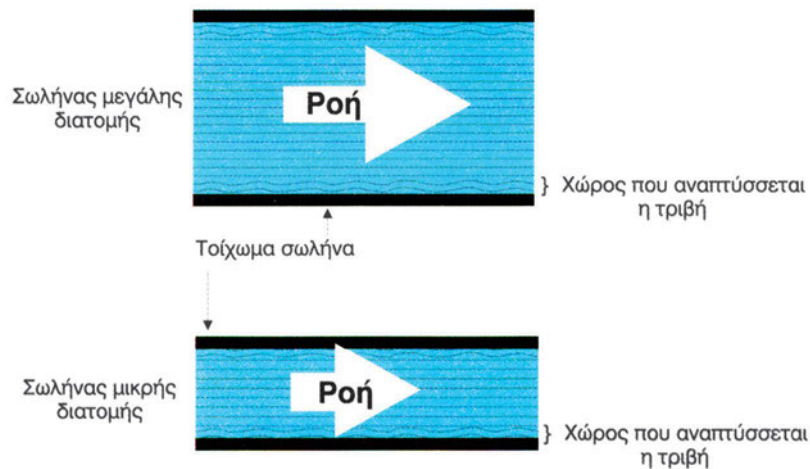
**Εικόνα 2.10**  
Όργανο μέτρησης πίεσης-παροχής.

Η παροχή μετριέται με ειδικά όργανα που λέγονται **παροχόμετρα**.

Για να μετρήσουμε το ζεύγος πίεσης-παροχής, συνδέουμε σε σειρά ένα μανόμετρο, μια βάνα και ένα παροχόμετρο.

## 2.3 Απώλειες πίεσης (ενέργειας) λόγω τριβών

Οι απώλειες ενέργειας λόγω τριβών είναι ουσιαστικά απώλειες πίεσης καθώς το νερό κινείται και οφείλονται, ως επί το πλείστον, στις τριβές του νερού τόσο με τα τοιχώματα των σωλήνων, όσο και μεταξύ των κινούμενων μορίων του υγρού, που καλούνται **γραμμικές απώλειες**, αλλά και σε αυτές που οφείλονται σε τοπικά αίτια (παρεμβολή εξαρτημάτων συνδεσμολογίας, στενώσεις και διευρύνσεις σωλήνων κτλ.) και καλούνται **τοπικές απώλειες**. Εκφράζονται σε χιλιόγραμμα ανά τετραγωνικό εκατοστό ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).



**Εικόνα 2.11**

Η ροή του νερού μέσα στο σωλήνα. Η τριβή αναπτύσσεται στα τοιχώματα των σωλήνων. Στους σωλήνες με μεγαλύτερη διατομή, ο χώρος που διατίθεται για να κινηθεί το νερό, χωρίς να αναπτύσσονται τριβές, είναι μεγαλύτερος από το χώρο που διαθέτουν οι στενότεροι σωλήνες. Στους σωλήνες μεγαλύτερης διατομής έχουμε λιγότερες τριβές και άρα λιγότερες απώλειες πίεσης. Στους σωλήνες μικρότερης διατομής ισχύει το αντίστροφο: μεγαλύτερες τριβές, επομένως μεγαλύτερες απώλειες πίεσης.

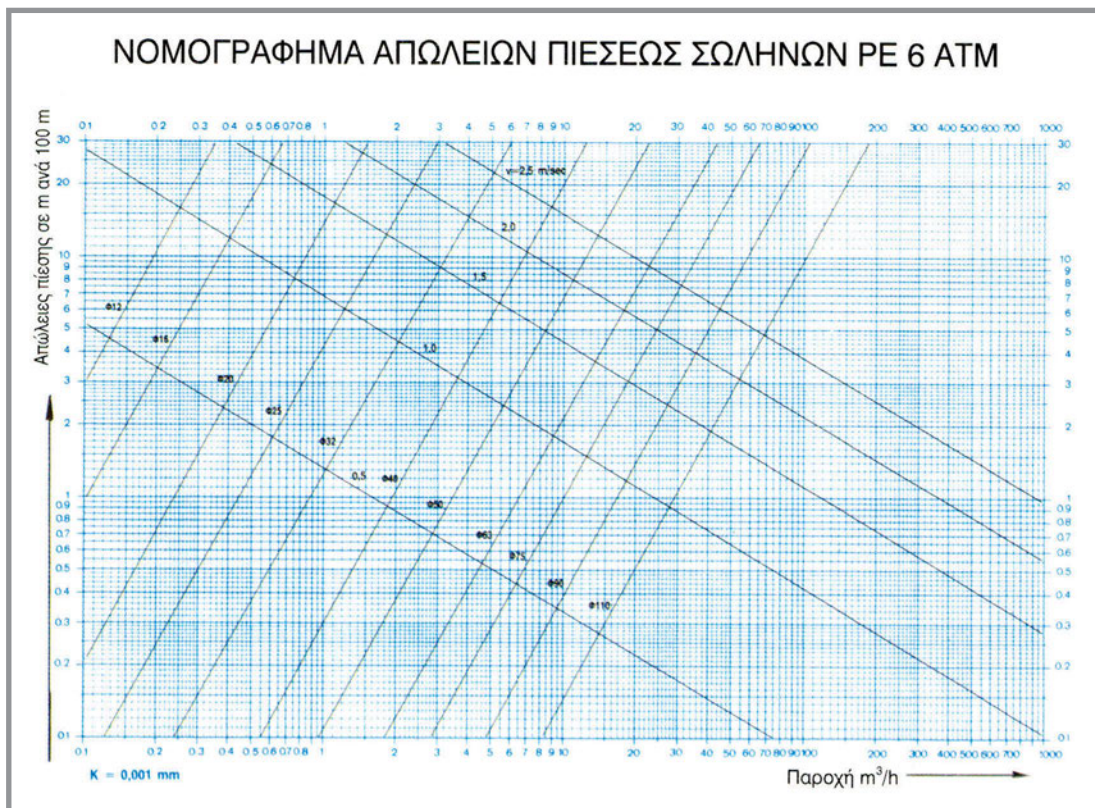


Οι **απώλειες** αυτές εκδηλώνονται με μείωση της πίεσης, καθώς το νερό κινείται μέσα στους σωλήνες και είναι **ανάλογες**:

- του **μήκους** του σωλήνα ( $L$ ),
- της **τραχύτητας** των εσωτερικών τοιχωμάτων του σωλήνα και
- της **ταχύτητας ροής** του νερού ( $V$ ).

Αντίθετα, οι απώλειες αυτές μπορούν να μειωθούν αυξάνοντας τη διατομή του σωλήνα, μειώνοντας την ταχύτητα ροής του νερού ή χρησιμοποιώντας σωλήνες από πιο λείο υλικό.

Για κάθε τύπο σωλήνα υπάρχει από το εργοστάσιο παραγωγής του και ένας πίνακας υπολογισμού των απωλειών ενέργειας, λόγω τριβών. Οι πίνακες αυτοί βοηθούν στο να υπολογισθούν οι απώλειες αυτές, καθώς το νερό κινείται μέσα στους σωλήνες. Έτσι λοιπόν, υπολογίζεται και η διατομή του σωλήνα που απαιτείται, ανάλογα με την υπάρχουσα παροχή. Οι υπολογισμοί αυτοί μπορούν να δίνονται είτε σε πίνακες είτε σε νομογραφήματα.



Εικόνα 2.12

Νομογράφημα σωλήνων πολυαιθυλενίου (PE) 6 atm.

Παρατηρούμε λοιπόν ότι μπορούμε να υπολογίσουμε τις απώλειες ενέργειας λόγω τριβών, για οποιαδήποτε παροχή.

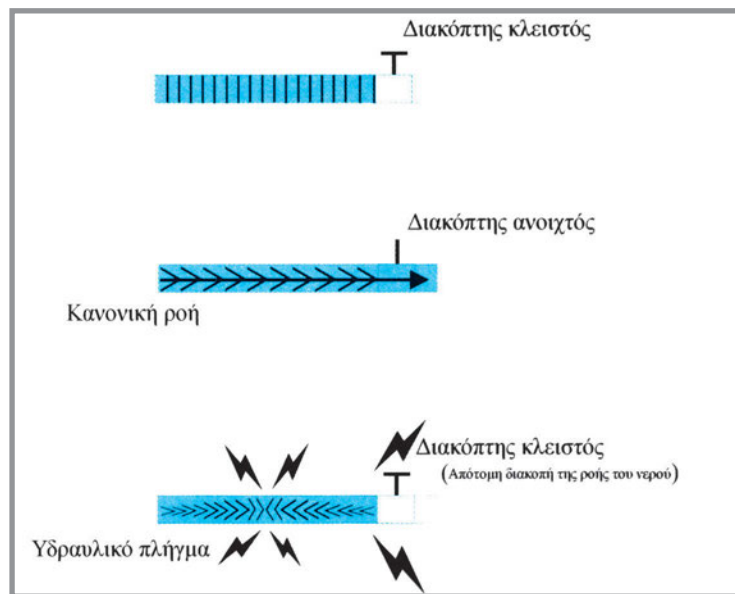
Έστω για παράδειγμα ότι έχουμε μια παροχή νερού 10 m<sup>3</sup>/h, η οποία διοχετεύεται σε ένα σωλήνα πολυαιθυλενίου (PE) Ø63<sup>6</sup>, 6 atm. Τότε οι απώλειες ενέργειας λόγω τριβών ανά 100 m σωλήνα είναι 2,1 m, δηλαδή 0,21 atm.

6. Η διατομή ενός σωλήνα συμβολίζεται με το σύμβολο Ø. Ακολουθεί ένας αριθμός που υποδηλώνει τη διάμετρο εκφρασμένη σε χιλιοστά (mm), π.χ. Ø63 σημαίνει διάμετρο σωλήνα 63 mm.

## 2.4 Υδραυλικό πλήγμα

Είναι το φαινόμενο που παρατηρείται με την απότομη διακοπή της ροής του νερού μέσα σε ένα σωλήνα.

Πολλές φορές έχουμε ακούσει τα υδραυλικά δίκτυα στο σπίτι μας να "χτυπάνε" (θόρυβοι από χτυπήματα, όπως και δονήσεις σε σωλήνες), όταν η παροχή σε κάποιο σωλήνα διακοπεί απότομα από το κλείσιμο ενός διακόπτη (αυτόματου ή χειροκίνητου). Συγκεκριμένα, με την απότομη διακοπή της παροχής, η κινητική ενέργεια, που έχει το νερό λόγω της κίνησής του, μετατρέπεται σε θλιπτική ενέργεια και αυξάνει απότομα η πίεση στον αγωγό.



Εικόνα 2.13

Υδραυλικό πλήγμα.

Όσο πιο απότομα κλείσει ο διακόπτης, τόσο πιο έντονο είναι το φαινόμενο, ενώ, αν το κλείσιμο γίνει προοδευτικά, έχουμε ηπιότερα αποτελέσματα. Στην πραγματικότητα δημιουργούνται κύματα υπερπίεσης και υποπίεσης. Η μέγιστη υπερπίεση παρατηρείται στο διακόπτη, ενώ εξασθενεί όσο απομακρυνόμαστε προς την αρχή του σωλήνα. Μάλιστα, η πίεση που δημιουργείται από το απότομο κλείσιμο του διακόπτη μπορεί να είναι 4 φορές μεγαλύτερη από τη δυναμική πίεση του νερού.

Άλλες συχνές αιτίες εκδήλωσης του φαινομένου είναι το μεγάλο μήκος του δικτύου, όπως επίσης και η διακοπή και η έναρξη λειτουργίας των αντλιών.

Το υδραυλικό πλήγμα μπορεί να προκαλέσει θραύση του σωλήνα, ενώ οι κίνδυνοι είναι μεγαλύτεροι όταν ο σωλήνας έχει υψηλές πιέσεις. Έχει παρατηρηθεί ότι μια ταχύτητα του νερού μεγαλύτερη από 1,5 μέτρο ανά δευτερόλεπτο (1,5 m/sec) μπορεί να προκαλέσει υδραυλικό πλήγμα. Αυτή η παράμετρος είναι ένα πρόσθετο στοιχείο, που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην επιλογή της διατομής του σωλήνα.

Τα μέτρα που συνήθως λαμβάνονται για την προστασία από το υδραυλικό πλήγμα είναι:

- Η τοποθέτηση βαλβίδων που κλείνουν με κάποια βραδύτητα.
- Η τοποθέτηση ειδικών "αντιπληγματικών συσκευών" (δεξαμενή εκτόνωσης, αεροκόδωνας κτλ.).

**Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η**

**Υδραυλική** είναι η επιστήμη που μελετά τη συμπεριφορά του νερού, είτε αυτό κινείται είτε είναι στάσιμο (σε ηρεμία). Το νερό που κινείται μέσα στους σωλήνες, που χρησιμοποιούνται για την άρδευση των κηποτεχνικών έργων, έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά (διαφορετική συμπεριφορά) από αυτό που κινείται σε ανοικτά αυλάκια ή παραμένει ακίνητο.

**Πίεση (P)** είναι η δύναμη η οποία ωθεί το νερό να κινηθεί μέσα από τους σωλήνες και δημιουργείται είτε λόγω βαρύτητας είτε με τη χρήση αντλίας.

Η **στατική πίεση** του νερού μέσα στο σωλήνα υπολογίζεται όταν το νερό παραμένει ακίνητο.

**Δυναμική πίεση** του νερού είναι η πίεση που ασκείται από το νερό σε κάποιο σημείο μέσα στο σωλήνα, όταν αυτό κινείται και καταλαμβάνει ολόκληρη τη διατομή του σωλήνα.

Με τον όρο **ροή** εννοούμε την κίνηση του νερού μέσα σε ένα σωλήνα και διακρίνεται σε παράλληλη και στροβιλώδη.

**Παροχή (Q)** καλείται ο όγκος του νερού που διέρχεται από μια κάθετη προς τον άξονα ροής επιφάνεια (διατομή) στη μονάδα του χρόνου. Εκφράζεται σε λίτρα ανά δευτερόλεπτο (l/sec) ή κυβικά μέτρα ανά ώρα (m<sup>3</sup>/h).

**Υδραυλικό πλήγμα** είναι το φαινόμενο που παρατηρείται από την απότομη διακοπή της ροής του νερού μέσα σε ένα σωλήνα.

**Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ**

1. Τι είναι η Υδραυλική;
2. Τι είναι πίεση και ποιες οι μονάδες μέτρησής της;
3. Με τι όργανα μετριέται η πίεση;
4. Σε ποια είδη διακρίνεται η πίεση;
5. Τι είναι ροή και ταχύτητα ροής;
6. Τι είναι παροχή και ποιες οι μονάδες μέτρησής της;
7. Πού οφείλονται οι απώλειες ενέργειας κατά την κίνηση του νερού μέσα σε ένα σωλήνα;
8. Πώς υπολογίζονται οι απώλειες ενέργειας λόγω τριβών;
9. Τι είναι υδραυλικό πλήγμα;
10. Ποια είναι τα μέτρα που λαμβάνονται για την προστασία του αρδευτικού δικτύου από το υδραυλικό πλήγμα;



## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 1 άσκηση

#### Δειγματοληψία εδάφους

**Σκοπός:** Να γίνει ικανός ο μαθητής να λαμβάνει δείγματα εδάφους.

#### Υλικά και μέσα:

1. Δειγματολήπτης.
2. Φτυάρι.
3. Μέτρο.
4. Πλαστικές σακούλες.
5. Πινακίδες.
6. Λεπτό σχοινί.
7. Μολύβι.

#### Διαδικασία:

1. Εκτιμούμε μακροσκοπικά την ομοιογένεια του εδάφους.
2. Παίρνουμε δείγμα εδάφους.
3. Τοποθετούμε τα δείγματα στις αντίστοιχες σακούλες.

### 2 άσκηση

#### Υφή εδάφους

**Σκοπός:** Να προσδιορίζει ο μαθητής με τη μέθοδο της αφής διάφορους τύπους εδαφών.

#### Υλικά και μέσα:

1. Έδαφος.
2. Νερό.

#### Διαδικασία:

1. Φτιάχνουμε ένα μικρό σκληρό βόλο εδάφους με μία κουταλιά της σούπας έδαφος και 5-6 σταγόνες νερό.
2. Πλάθουμε το βόλο με το δείκτη και τον αντίχειρα.
3. Παρατηρούμε το βαθμό τραχύτητας και αίσθησης άμμου εξαιτίας των κλασμάτων της άμμου.

### 3 άσκηση

#### Μέτρηση της στατικής πίεσης μιας βρύσης

**Σκοπός:** Να μετρά ο μαθητής τη στατική πίεση.

**Υλικά και μέσα:**

1. Λάστιχο ποτίσματος.
2. Ταυ μεταλλικό.
3. Μαστός μανόμετρου.
4. Συστολικός μαστός μανόμετρου.
5. Σφαιρικός διακόπτης.
6. Ταχυσύνδεσμος πλαστικός.
7. Ρακόρ πλαστικό.
8. Μανόμετρο (1 - 10 Atm).
9. Μαστός μεταλλικός.
10. Τεφλόν.
11. Παροχή νερού.
12. Χαρτί.
13. Μολύβι.

**Διαδικασία:**

Συναρμολογούμε τα παραπάνω υλικά και μετράμε τη στατική πίεση μιας βρύσης.

### 4 άσκηση

#### Μέτρηση παροχής

**Σκοπός:** Να προσδιορίζει ο μαθητής την παροχή νερού μιας βρύσης.

**Υλικά και μέσα:**

1. Παροχή νερού.
2. Δοχείο που έχει ογκομετρηθεί (κουβάς).
3. Χρονόμετρο (ή ρολόι με δείκτη δευτερολέπτων).
4. Χαρτί.
5. Μολύβι.

**Διαδικασία:**

1. Τοποθετούμε τον κουβά κοντά και κάτω από τη βρύση.
2. Κρατούμε το χρονόμετρο και μετρούμε σε πόσα δευτερόλεπτα γεμίζει ο κουβάς, με το διακόπτη τελείως ανοικτό.

3. Υπολογίζουμε την παροχή ανά ώρα: 
$$\text{Παροχή} = \frac{\text{Όγκος}_{\text{δοχείου}} \times 3600}{\text{Χρόνος}_{\text{γεμίματος}} \text{ h}}$$

## 5 άσκηση

### Μέτρηση ζεύγους πίεσης - παροχής

**Σκοπός:** Να μετρά ο μαθητής τα ζεύγη πίεσης-παροχής σε μια βρύση.

#### Υλικά και μέσα:

Παροχόμετρο με μανόμετρο.

1 m λάστιχο ποτίσματος.

Ταχυσύνδεσμοι και ρακόρ προσαρμογής λάστιχου ποτίσματος στη βρύση.

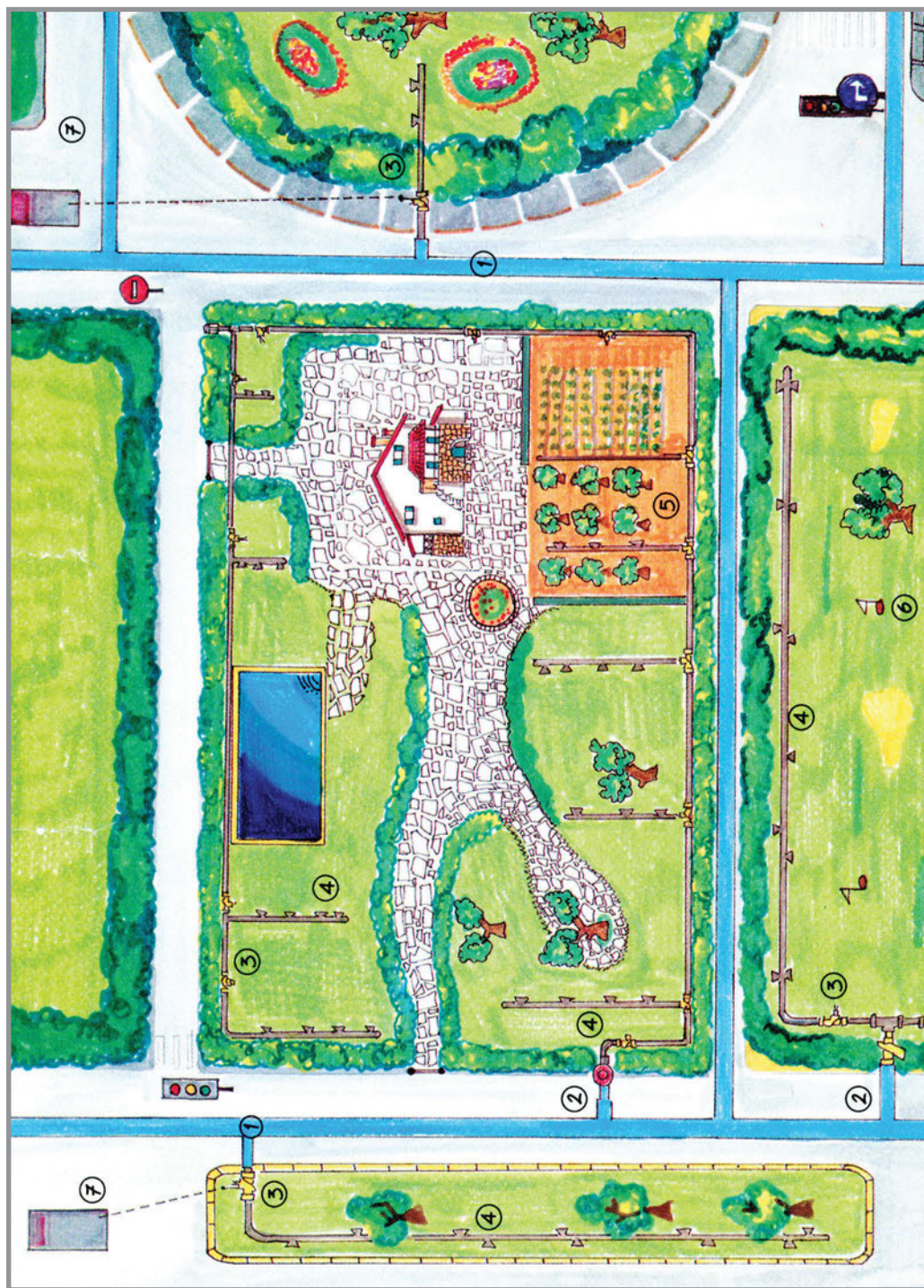
#### Διαδικασία:

Προσαρμόζουμε το όργανο σε μια βρύση και μετράμε τα ζεύγη πίεσης - παροχής.

# ΜΕΡΟΣ 2

## Συνθετικά Μέρη Αρδευτικών Δικτύων και Αρδευτικός Εξοπλισμός Κήπου

- Σωλήνες
- Εξαρτήματα Συνδεσμολογίας
- Εκτοξευτήρες
- Σταλάκτες
- Φίλτρα
- Συστήματα Προστασίας Δικτύων
- Καλωδίωση
- Βάνες
- Προγραμματιστές
- Αντλίες - Πιεστικά
- Σχέδια Δικτύων



1. Δίκτυο ύδρευσης πόλης.
2. Κεντρική παροχή.
3. Ηλεκτροβιάνα.
4. Εκτοξευτήρας.
5. Άρδευση με σταγόνια.
6. Αθλητικός χώρος.
7. Δορυφορικοί προγραμματιστές.

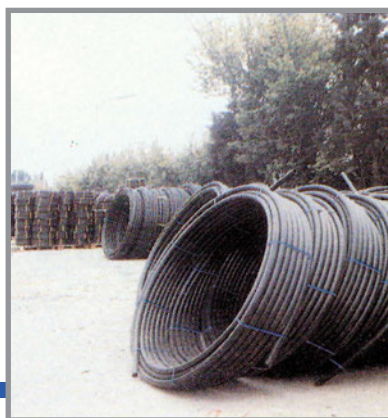
## Εικόνα 8

Άρδευση οικίας, κοινοχρήστων και αθλητικών χώρων.



Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

# ΣΩΛΗΝΕΣ







## 3 Σωλήνες

### 3.1 Σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE)

Σωλήνας είναι το μέσο με το οποίο μεταφέρεται το νερό από την υδροληψία μέχρι και την τελευταία έξοδό του (σταλάκτης ή εκτοξευτήρας).

Ορίζουμε ως **κεντρικό ή κύριο ή πρωτεύοντα σωλήνα** το σωλήνα που ξεκινά από την κεντρική υδροληψία (δίκτυο πόλης ή δεξαμενή ή γεώτρηση) και μεταφέρει το νερό με τη βοήθεια των **δευτερευόντων σωλήνων** στους πλευρικούς σωλήνες ή σωλήνες εφαρμογής. Οι κύριοι σωλήνες είναι πάντοτε μεγαλύτερης διατομής από τους δευτερεύοντες και μπορεί να είναι ένας ή περισσότεροι σε ένα δίκτυο, ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες του κήπου. Οι δευτερεύοντες μπορεί να τροφοδοτούν με νερό έναν αριθμό εκτοξευτήρων ή έναν αριθμό πλευρικών σωλήνων ή σωλήνων εφαρμογής.

Οι **σωλήνες** είναι **κυκλικής διατομής**, τοποθετούνται επιφανειακά ή υπόγεια και μάλιστα σε αξιόλογο βάθος (30 cm), ώστε να προστατεύονται από τυχόν ζημιές. Τα δίκτυα άρδευσης κήπων κατασκευάζονται στη χώρα μας αποκλειστικά σχεδόν από σωλήνα πολυαιθυλενίου (PE)<sup>1</sup>.



**Εικόνα 3.1**  
Σωλήνες πολυαιθυλενίου



Ο **σωλήνας πολυαιθυλενίου (PE)** είναι ένας **μαύρος, εύκαμπτος, πλαστικός σωλήνας**.

Οι σωλήνες, οι οποίοι παράγονται από οποιαδήποτε κατηγορία πολυαιθυλενίου (PE), διακρίνονται για τα σημαντικά τους τεχνικά πλεονεκτήματα. Τα πιο σημαντικά είναι:

- Μικρό βάρος. Συνέπεια αυτού είναι το μικρό κόστος μεταφοράς και εγκατάστασης.

1. Οι δυο παράμετροι που χαρακτηρίζουν τους κυριότερους τύπους πολυαιθυλενίου είναι: το μοριακό βάρος και η πυκνότητα. Σε συνάρτηση με την πυκνότητα διακρίνονται οι δυο κατηγορίες πολυαιθυλενίου (PE):

- πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE): 0,910 έως 0,925 g/cm<sup>3</sup>,
- πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE): 0,945 έως 0,965 g/cm<sup>3</sup>.



- Εύκολη σύνδεση - εγκατάσταση. Οι σωλήνες παραδίδονται σε μεγάλα μήκη, τα οποία είναι συνάρτηση της διαμέτρου που έχουν και μπορούν να φθάσουν μέχρι 300 συνεχόμενα μέτρα. Οι τρόποι σύνδεσης είναι απλοί και πραγματοποιούνται με μεγάλη ταχύτητα.
- Υψηλή χημική αντοχή στα πιο σημαντικά διαβρωτικά ρευστά.
- Ικανοποιητικές μηχανικές αντοχές σε συνάρτηση με την κατηγορία του πολυαιθυλενίου (PE) από το οποίο παράγεται ο σωλήνας.
- Σημαντικά μικρές απώλειες τριβών λόγω των λείων εσωτερικών τοιχωμάτων. Το λείο της εσωτερικής επιφάνειας και η χημική αδράνεια της πρώτης ύλης συντελούν ώστε να μην εναποτίθενται άλατα (π.χ. ανθρακικά) στα τοιχώματα, όπως συμβαίνει σε σωλήνες από συμβατικά μη πλαστικά υλικά (π.χ. χαλκός).
- Υψηλή αντοχή στη γήρανση-αποσύνθεση, λόγω έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία και της δράσης του ατμοσφαιρικού οξυγόνου.

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) παράγονται και ελέγχονται με βάση διεθνείς προδιαγραφές για πιέσεις λειτουργίας 4, 6 και 10 atm στους 20°C.

Οι τύποι σωλήνων πολυαιθυλενίου που χρησιμοποιούνται, κατά διάμετρο και πίεση λειτουργίας, είναι LDPE και HDPE και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 3.1**

Τύποι σωλήνων ως προς τη χρήση τους, κατά διάμετρο και πίεση λειτουργίας.

Εξωτερική διάμετρος (mm)	Πίεση (ATM)		
	4	6	10
<b>Κατηγορίες πυκνότητας πολυαιθυλενίου (PE)</b>			
12	LDPE	LDPE	
16	"	"	"
20	"	"	"
25	"	"	"
32	"	"	HDPE
40	HDPE	HDPE	"
50	"	"	"
63	"	"	"
75	"	"	"
90	"	"	"
110	"	"	"

Ο επόμενος πίνακας περιλαμβάνει τις διαμέτρους που παράγονται, το πάχος τοιχώματος και το βάρος, ανά μέτρο σωλήνα, για κάθε διάμετρο και για πιέσεις λειτουργίας 4, 6, και 10 atm.

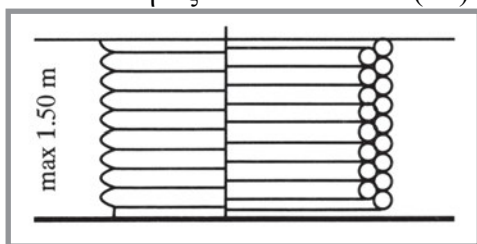
## Πίνακας 3.2

Προδιαγραφές σωλήνων πολυαιθυλενίου (PE), ως προς την εξωτερική διάμετρο, το πάχος και το βάρος τους.

Εξωτερική διάμετρος	Επιτρεπτή διακύμανση διαμέτρου (mm)		Πάχος τοιχώματος (mm)			Βάρος (kg/m)		
	(mm)	Min	Max	4 ATM	6 ATM	10 ATM	4 ATM	6 ATM
12	12	12,4	1,3	1,5				
16	16	20,5	1,3	1,5		0,09		
20	20	20,5	2,0	2,0		0,12		
25	25	25,6	2,2	2,2		0,15	0,19	
32	32	32,7	2,2	2,8		0,19	0,31	0,28
40	40	40,4	2	2,3	3,7	0,25	0,28	0,43
50	50	50,5	2	2,9	4,6	0,31	0,44	0,67
63	63	63,6	2,5	3,6	5,8	0,49	0,69	1,05
75	75	75,7	2,9	4,3	6,9	0,67	0,98	1,48
90	90	90,9	3,5	5,1	8,2	0,98	1,39	2,12
110	110	111	4,3	6,3	10	2,1	3,14	

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) φέρουν τους χαρακτηριστικούς κωδικούς τους τυπωμένους πάνω στην εξωτερική επιφάνεια. Οι χαρακτηριστικοί κωδικοί περιλαμβάνουν τη διατομή (Ø), την ποιότητα (LD ή HD), την εταιρεία παραγωγής και την πίεση αντοχής τους. Επίσης ορισμένες φορές φέρουν αρίθμηση ανά μέτρο μήκους.

Ο σωλήνας πολυαιθυλενίου (PE) διατίθεται σε ρόλους (κουλούρες) 250m μέχρι τη διάμετρο Ø25, 200m για τη διάμετρο Ø32 και 100m για τις μεγαλύτερες διαμέτρους. Είναι τόσο εύκαμπτος που δίνει την ευχέρεια να κάνουμε καμπύλες χωρίς να χρησιμοποιούμε γωνίες 90°. Διαθέτει στο υλικό του σταθεροποιητές υπεριωδών ακτινοβολιών, που τον κάνουν πιο ανθεκτικό στην ηλιακή ακτινοβολία έναντι των σωλήνων πολυβινυλοχλωριδίου (PVC). Επίσης, ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των σωλήνων πολυαιθυλενίου PE είναι η αντίστασή τους στη δημιουργία ρωγμών από την παγοποίηση του νερού.



Εικόνα 3.2  
Σωρός σωλήνων.

Οι σωλήνες πρέπει να μεταφέρονται με κατάλληλο όχημα, να φορτώνονται και να ξεφορτώνονται προσεκτικά, ώστε να αποφεύγονται ζημιές κατά τη διάρκεια της μεταφοράς. Δεν πρέπει να σύρονται στο έδαφος ή να στοιβάζονται σε επιφάνειες βραχώδεις ή με ανωμαλίες ή με κοφτερές ακμές. Οι σωροί των σωλήνων δεν πρέπει να υπερβαίνουν το μέγιστο ύψος, που είναι 1,5 m.

Ο τόπος αποθήκευσής τους πρέπει να είναι επίπεδος και οι ρόλοι να αποθηκεύονται οριζόντια. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτούν τα άκρα των σωλήνων, ώστε να μην υποστούν φθορά και να είναι έτοιμα για σύνδεση. Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) δεν πρέπει να έρχονται σε επαφή με υλικά όπως το πετρέλαιο, η βενζίνη, διαλυτικά κτλ.



Εικόνα 3.3

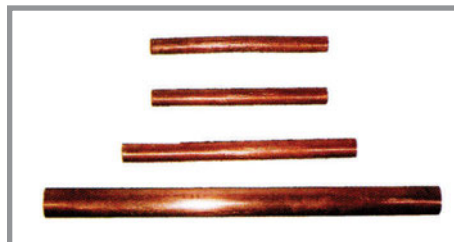
Φόρτωση σωλήνων πολυαιθυλενίου (PE).

## 3.2 Άλλοι τύποι σωλήνων

Η χρήση **σιδηροσωλήνων** γαλβανιζέ στα δίκτυα που αφορούν τα κηποτεχνικά έργα είναι πλέον **ανύπαρκτη**, λόγω κόστους.

Ορισμένες φορές είναι πιθανό να χρησιμοποιηθεί **χαλκοσωλήνας**, αλλά και αυτό μόνο στο τμήμα του δικτύου από την υδροληψία μέχρι την κεφαλή του δικτύου ή και πολύ σπάνια σε άλλα σημεία του δικτύου. Οι χαλκοσωλήνες πλεονεκτούν έναντι των σιδηροσωλήνων, διότι είναι τελείως λείοι (άρα παρουσιάζουν λιγότερη αντίσταση στη ροή), είναι ελαφριοί, αντέχουν σε υψηλές πιέσεις και συνδέονται εύκολα. Οι διατομές που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι Ø10, Ø12, Ø15, Ø18, Ø22, Ø28, Ø35 κτλ.

Η χρήση πλαστικών σωλήνων πολυβινυλοχλωριδίου (P.V.C.) στη χώρα μας είναι πολύ μικρή, λόγω της επικράτησης του πολυαιθυλενίου (PE). Οι διατομές του είναι ίδιες με αυτές των σωλήνων πολυαιθυλενίου (12, 16, 20, 32, 40 κτλ.). Κυκλοφορούν στο εμπόριο σε μήκη 3 m και 6 m.



Εικόνα 3.4

Χαλκοσωλήνες.

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Σωλήνας είναι το μέσο μεταφοράς νερού σε όλα τα δίκτυα άρδευσης. Στη χώρα μας βρίσκουν ευρεία εφαρμογή **οι σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE)**. Είναι μαύροι, εύκαμπτοι πλαστικοί σωλήνες. Με βάση την πυκνότητά τους διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τους σωλήνες **χαμηλής πυκνότητας (LDPE)** και τους σωλήνες **υψηλής πυκνότητας (HDPE)**. Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) φέρουν τους χαρακτηριστικούς κωδικούς τους τυπωμένους πάνω στην εξωτερική επιφάνεια. Οι χαρακτηριστικοί κωδικοί περιλαμβάνουν τη **διατομή (Ø)**, την **ποιότητα (LD ή HD)**, την **εταιρεία παραγωγής** και την **πίεση αντοχής τους**. Επίσης ορισμένες φορές φέρουν αρίθμηση ανά μέτρο μήκους. Οι σωλήνες πρέπει να μεταφέρονται με κατάλληλο όχημα, να φορτώνονται και να ξεφορτώνονται προσεκτικά, ώστε να αποφεύγονται ζημιές κατά τη διάρκεια της μεταφοράς. Δεν πρέπει να σύρονται στο έδαφος ή να στοιβάζονται σε επιφάνειες βραχώδεις ή με ανωμαλίες ή με κοφτερές ακμές. Οι σωροί των σωλήνων δεν πρέπει να υπερβαίνουν το μέγιστο ύψος που είναι 1,5 m. Η χρήση σιδηροσωλήνων γαλβανιζέ στα δίκτυα που αφορούν τα κηποτεχνικά έργα είναι πλέον ανύπαρκτη, λόγω κόστους. Ορισμένες φορές είναι πιθανό να χρησιμοποιηθεί χαλκοσωλήνας, αλλά και αυτό μόνο στο τμήμα του δικτύου από την υδροληψία μέχρι την κεφαλή του δικτύου ή σπανιότερα σε άλλα σημεία του δικτύου.

Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Τι είναι σωλήνας; Ποιοι τύποι σωλήνων χρησιμοποιούνται στα αρδευτικά δίκτυα της κηποτεχνίας στη χώρα μας;
2. Σε πόσες κατηγορίες διακρίνονται οι σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) σε συνάρτηση με την πυκνότητά τους;
3. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα των σωλήνων πολυαιθυλενίου (PE);
4. Ποιοι τύποι σωλήνων πολυαιθυλενίου (PE), κατά διάμετρο και πίεση λειτουργίας, χρησιμοποιούνται ευρέως;
5. Τι εκφράζουν οι χαρακτηριστικοί κωδικοί που είναι τυπωμένοι στην εξωτερική επιφάνεια των σωλήνων πολυαιθυλενίου (PE);





Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

# ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑΣ







## 4 Εξαρτήματα Συνδεσμολογίας

### 4.1 Εξαρτήματα πολυαιθυλενίου (PE)

Τα εξαρτήματα συνδεσμολογίας αποτελούν το συνδετικό μέσο όλου του αρδευτικού δικτύου. Αυτά συνδέουν τους αρδευτικούς σωλήνες ίδιων ή διαφορετικών διατομών και επιτρέπουν την προσθήκη βαλβίδων, εκτοξευτήρων και άλλων αρδευτικών υλικών.

#### Περιγραφή των εξαρτημάτων

Τα εξαρτήματα συνδεσμολογίας χρησιμοποιούνται για να κάνουμε γωνίες (90°) και διακλαδώσεις (ταυ), να μειώνουμε τις διατομές, να κλείνουμε και να επισκευάζουμε σωλήνες. Επίσης μπορούμε να συνδέουμε τους εκτοξευτήρες και τις βαλβίδες με τους σωλήνες, όπως επίσης και να συνδέουμε σωλήνες μεταξύ τους.

☞ Τα εξαρτήματα από πολυαιθυλένιο (PE) συνδέονται στους σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με **στροφή** (κοχλίωση ή βίδωμα) ή με **σύσφιξη**.

Θα εξετάσουμε τώρα λεπτομερώς τα διάφορα εξαρτήματα και τους τρόπους με τους οποίους χρησιμοποιούνται. Τα εξαρτήματα καταρχήν διαχωρίζονται σε **υδραυλικά εξαρτήματα** και σε **εξαρτήματα σύνδεσης σωλήνων**.

#### 4.1.1 Υδραυλικά εξαρτήματα

##### 1. Μαστός

Φέρει αρσενική κοχλίωση (σπείρωμα) και στις δύο οπές του.

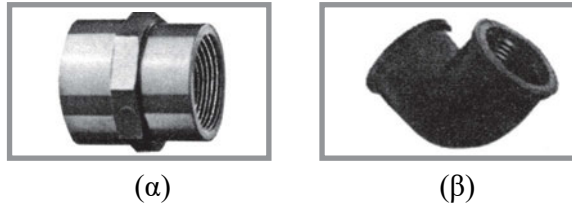


Εικόνα 4.1  
Μαστοί.



## 2. Μούφα

Φέρει ίδιο θηλυκό σπείρωμα και στις δύο οπές του.



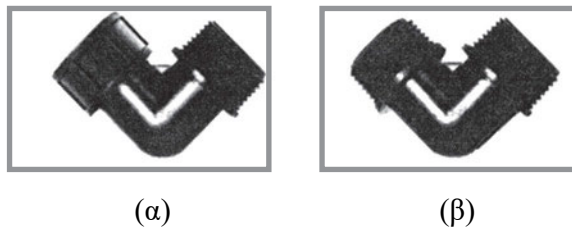
**Ε ι κ ό ν α 4 . 2**  
α. Μούφα, β. Γωνία θηλυκή.

## 3. Γωνία θηλυκή

Έχει μορφή γωνίας 90° και φέρει ίδιο θηλυκό σπείρωμα και στις δύο οπές του.

## 4. Γωνία θηλυκή - αρσενική

Έχει μορφή γωνίας και φέρει αρσενικό σπείρωμα από τη μια οπή και θηλυκό από την άλλη.



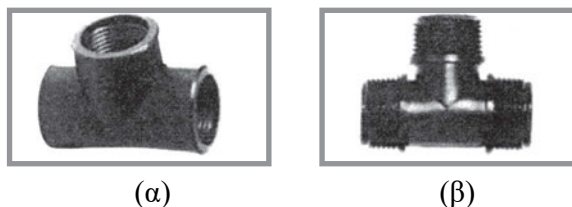
**Ε ι κ ό ν α 4 . 3**  
α. Γωνία θηλυκή - αρσενική, β. Γωνία αρσενική.

## 5. Γωνία αρσενική

Έχει μορφή γωνίας και φέρει ίδιο αρσενικό σπείρωμα και στις δύο οπές του.

## 6. Ταυ θηλυκό

Είναι εξάρτημα κάθετης διακλάδωσης, που φέρει θηλυκό σπείρωμα και στις τρεις οπές.



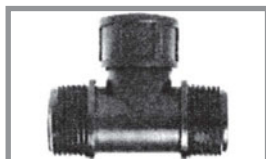
**Ε ι κ ό ν α 4 . 4**  
α. Ταυ θηλυκό, β. Ταυ αρσενικό.

## 7. Ταυ αρσενικό

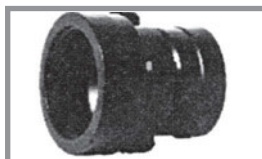
Είναι εξάρτημα διακλάδωσης, που φέρει αρσενικό σπείρωμα και στις τρεις οπές.

### 8. Ταυ αρσενικό - θηλυκό - αρσενικό

Είναι εξάρτημα διακλάδωσης, που φέρει θηλυκό σπείρωμα στην κεντρική οπή και αρσενικά σπειρώματα στις πλευρικές.



(α)



(β)

**Ε ι κ ό ν α 4 . 5**

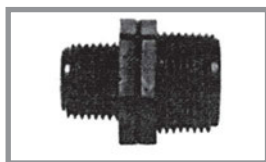
α. Ταυ αρσενικό - θηλυκό - αρσενικό, β. Μούφα συστολική.

### 9. Μούφα συστολική

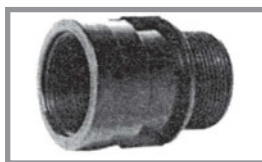
Φέρει θηλυκά σπειρώματα διαφορετικής διατομής.

### 10. Μαστός συστολικός

Φέρει αρσενικά σπειρώματα διαφορετικής διατομής.



(α)



(β)

**Ε ι κ ό ν α 4 . 6**

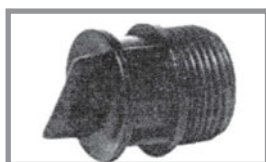
α. Μαστός συστολικός, β. Συστολή αμερικής.

### 11. Συστολή Αμερικής

Φέρει εξωτερικά αρσενικό σπείρωμα μιας διατομής και εσωτερικά θηλυκό σπείρωμα μικρότερης διατομής.

### 12. Τάπα αρσενική

Απομονώνει ένα άλλο υδραυλικό εξάρτημα.



(α)



(β)

**Ε ι κ ό ν α 4 . 7**

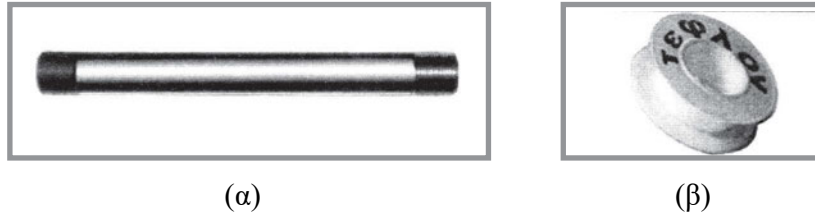
α. Τάπα αρσενική, β. Τάπα θηλυκή.

### 13. Τάπα θηλυκή

Απομονώνει ένα άλλο υδραυλικό εξάρτημα.

#### 14. Σωλήνες ανύψωσης - ορθοστάτες

Είναι εξαρτήματα πάνω στα οποία προσαρμόζονται εκτοξευτήρες ή ακροφύσια. Είναι κατασκευασμένοι από σκληρό πολυαιθυλένιο (PE) ή πολυβινιλο-χλωρίδιο (PVC) και διατίθενται σε διάφορα μήκη. Τα σπειρώματα κατασκευάζονται στον τόπο του έργου με κατάλληλη τεχνική (σπειροτόμηση).



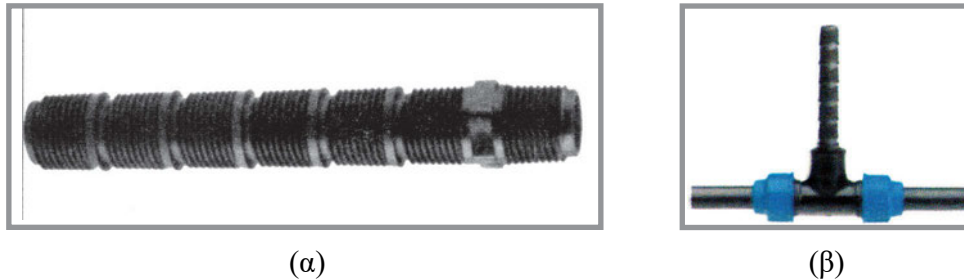
**Ε ι κ ό ν α 4 . 8**  
α. Σωλήνας ανύψωσης, β. Τεφλόν

#### 15. Τεφλόν (teflon)

Είναι ταινία στεγανωτική που τυλίγεται πάνω στα αρσενικά σπειρώματα.

#### 16. Μαστός μεταβλητός (σωληνομαστός)

Είναι ένας μαστός μεγάλου μήκους (20 cm), ο οποίος μπορεί να κοπεί στο ύψος που θέλουμε.



**Ε ι κ ό ν α 4 . 9**  
α. Σωληνομαστός, β. Σωληνομαστός τοποθετημένος.

### 4.1.2 Εξαρτήματα σύνδεσης σωλήνων

#### 4.1.2.1 Εξαρτήματα μηχανικής σύσφιγξης (ρακόρ) τύπου lock

Χρησιμοποιούνται για συνδέσεις σωλήνων με διατομές από Ø12-Ø32. Τοποθετούνται με ώθηση και σύσφιγξη.

##### 1. Ρακόρ lock - αρσενικό

Συνδέει ένα σωλήνα με ένα υδραυλικό εξάρτημα θηλυκού σπειρώματος.



(α)



(β)

**Ε ι κ ό ν α 4 . 1 0**

α. Σύνδεσμος lock - lock, β. Ρακόρ lock αρσενικό.

## 2. Σύνδεσμος lock - lock

Συνδέει σωλήνες ίδιας διαμέτρου.

## 3. Γωνία lock - θηλυκή

Συνδέει σωλήνα με υδραυλικό εξάρτημα αρσενικού σπειρώματος, σε γωνία 90°.



(α)



(β)



(γ)



(δ)

**Ε ι κ ό ν α 4 . 1 1**

α. Γωνία lock - θηλυκή, β. Γωνία lock - αρσενική, γ. Γωνία lock - lock, δ. Ταυ lock - θηλυκό - lock.

## 4. Γωνία lock - αρσενική

Συνδέει σωλήνα με υδραυλικό εξάρτημα θηλυκού σπειρώματος, σε γωνία 90°.

## 5. Γωνία lock - lock

Συνδέει δύο σωλήνες ίδιας διαμέτρου, σε γωνία 90°.

## 6. Ταυ lock - θηλυκό - lock

Συνδέει δύο σωλήνες ίδιας διαμέτρου με υδραυλικό εξάρτημα αρσενικού σπειρώματος.

## 7. Ταυ lock - αρσενικό - lock

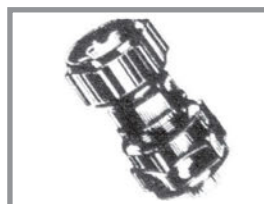
Συνδέει δύο σωλήνες ίδιας διαμέτρου με υδραυλικό εξάρτημα θηλυκού σπειρώματος.



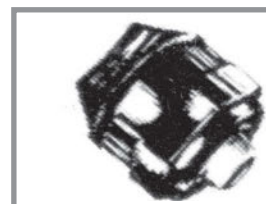
(α)



(β)



(γ)



(δ)

**Ε ι κ ό ν α 4 . 1 2**

α. Τάπα θηλυκή β. Ταυ lock - lock - lock, γ. Τάπα lock, δ. Stopper.

**8. Ταυ lock - lock - lock**

Συνδέει τρεις σωλήνες ίδιας διαμέτρου.

**9. Τάπα lock**

Απομονώνει ένα σωλήνα.

**10. Stopper**

Κλείνει-απομονώνει ένα σωλήνα.

**4.1.2.2 Εξαρτήματα μηχανικής σύσφιγξης (ρακόρ) κοχλιωτά**

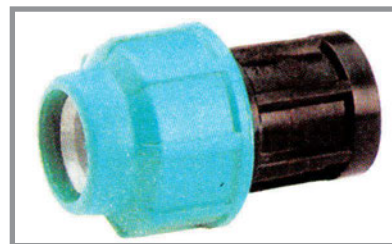
Χρησιμοποιούνται για συνδέσεις σωλήνων με διατομή από Ø25-Ø110. Τοποθετούνται με ώθηση και σύσφιγξη.

**1. Ρακόρ κοχλιωτό αρσενικό**

Συνδέει σωλήνα με υδραυλικό εξάρτημα θηλυκού σπειρώματος.



(α)



(β)

**Ε ι κ ό ν α 4 . 1 3**

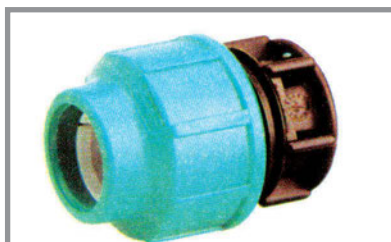
α. Ρακόρ κοχλιωτό αρσενικό, β. Ρακόρ κοχλιωτό θηλυκό.

**2. Ρακόρ κοχλιωτό θηλυκό**

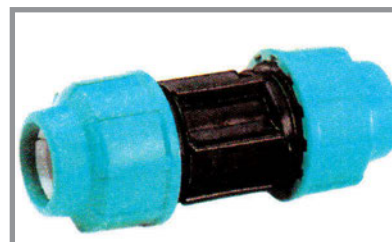
Συνδέει σωλήνα με υδραυλικό εξάρτημα αρσενικού σπειρώματος.

**3. Τάπα ρακόρ κοχλιωτή**

Κλείνει - απομονώνει σωλήνες.



(α)



(β)

**Ε ι κ ό ν α 4 . 1 4**

α. Τάπα ρακόρ κοχλιωτή, β. Σύνδεσμος κοχλιωτός.

**4. Σύνδεσμος κοχλιωτός**

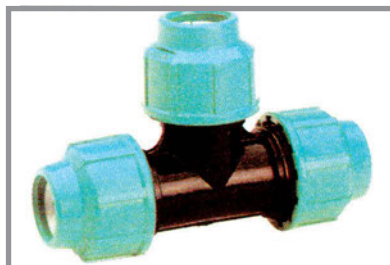
Συνδέει δύο σωλήνες ίδιας διατομής.

**5. Γωνία κοχλιωτή θηλυκή**

Συνδέει σωλήνα με υδραυλικό εξάρτημα αρσενικού σπειρώματος, σε γωνία 90°.



(α)



(β)

**Ε ι κ ό ν α 4 . 1 5**

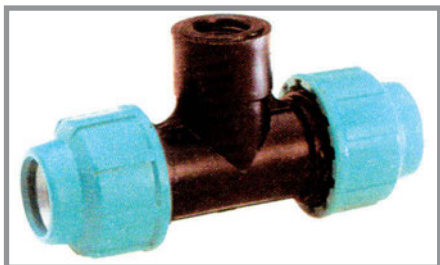
α. Γωνία κοχλιωτή θηλυκή, β. Ταυ κοχλιωτό.

**6. Ταυ κοχλιωτό**

Συνδέει τρεις σωλήνες ίδιας διατομής.

**7. Ταυ κοχλιωτό θηλυκό**

Συνδέει δυο σωλήνες ίδιας διατομής με υδραυλικό εξάρτημα αρσενικού σπειρώματος.



(α)



(β)

**Ε ι κ ό ν α 4 . 1 6**

α. Ταυ κοχλιωτό θηλυκό, β. Γωνία κοχλιωτή.

**8. Γωνία κοχλιωτή**

Συνδέει δυο σωλήνες ίδιας διατομής, σε γωνία 90°.

**9. Γωνία κοχλιωτή αρσενική**

Συνδέει σωλήνα με υδραυλικό εξάρτημα θηλυκού σπειρώματος, σε γωνία 90°.

**10. Ταυ κοχλιωτό αρσενικό**

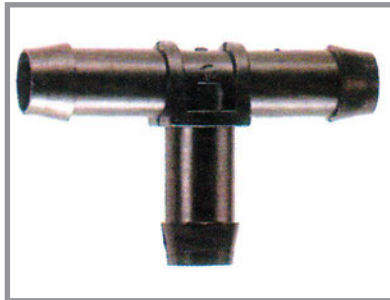
Συνδέει δύο σωλήνες ίδιας διατομής με υδραυλικό εξάρτημα θηλυκού σπειρώματος.

### 4.1.2.3 Εξαρτήματα με ακίδες (σπαρωτά - φις)

Χρησιμοποιούνται για σύνδεση σωλήνων με διατομές από  $\varnothing 4$ - $\varnothing 32$  και τοποθετούνται με ώθηση.

#### 1. Ταυ σπαρωτό

Συνδέει τρεις σωλήνες ίδιας διατομής.



(α)



(β)

**Εικόνα 4.17**

α. Ταυ σπαρωτό, β. Τρόπος τοποθέτησης.

#### 2. Γωνία σπαρωτή

Συνδέει δύο σωλήνες ίδιας διατομής, σε γωνία  $90^\circ$ .



(α)



(β)

**Εικόνα 4.18**

α. Γωνία σπαρωτή, β. Τρόπος τοποθέτησης.

#### 3. Σύνδεσμος σπαρωτός

Συνδέει δύο σωλήνες ίδιας διατομής.



(α)



(β)

**Ε ι κ ό ν α 4 . 1 9**

α. Σύνδεσμος σπαρωτός, β. Τρόπος τοποθέτησης.

#### 4. Διόφθαλμο

Απομονώνει ένα σωλήνα με την αναστροφή του ακραίου τμήματός του.



(α)



(β)

**Ε ι κ ό ν α 4 . 2 0**

α. Διόφθαλμα, β. Τάπα σπαρωτή.

#### 5. Τάπα σπαρωτή

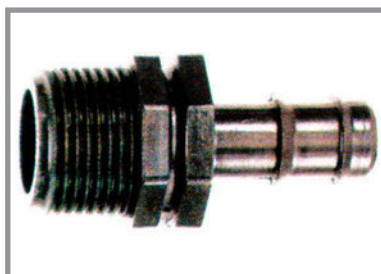
Απομονώνει ένα σωλήνα.

#### 6. Γωνία (ακροσωλήνιο)

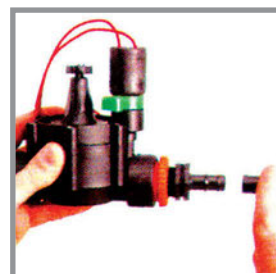
Συνδέει σωλήνα με υδραυλικό εξάρτημα, σε γωνία 90°.



(α)



(β)



(γ)

**Ε ι κ ό ν α 4 . 2 1**

α. Γωνία Φ16/1/2", β. Μαστός σπαρωτός, γ. Τοποθέτηση μαστού σπαρωτού σε ηλεκτροβάνα.

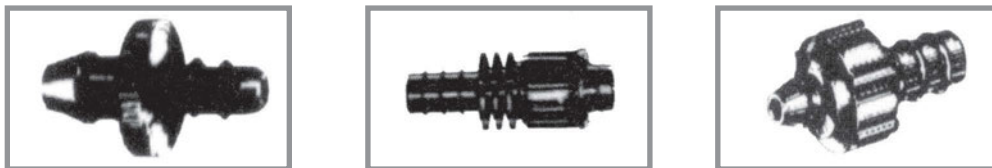


## 7. Μαστός σπαρωτός

Συνδέει σωλήνα με υδραυλικό εξάρτημα.

## 8. Λήψη

Είναι εξάρτημα, με το οποίο κάνουμε διακλάδωση σε μικρότερης διατομής σωλήνα.

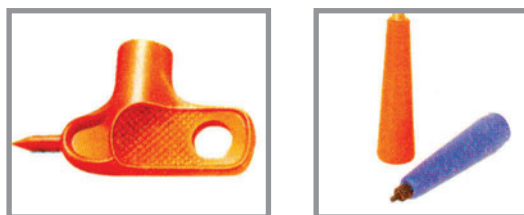


Εικόνα 4.22

Διάφορες λήψεις.

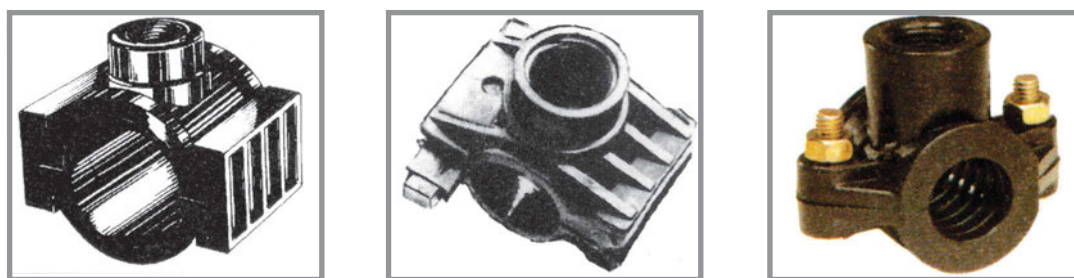
### 4.1.3 Σέλες

Χρησιμοποιούνται για την ασφαλή, από άποψη στεγανότητας, λήψη του νερού από τους σωλήνες. Προσαρμόζονται με διάφορους τρόπους πάνω σε αυτούς. Φέρουν διάφορα θηλυκά σπειρώματα, όπως:  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{4}$ ", 1",  $1\frac{1}{4}$ ",  $1\frac{1}{2}$ ", κτλ. Πάνω στις σέλες προσαρμόζονται οι ηλεκτροβάνες, οι εκτοξευτήρες, οι διάφοροι σωλήνες που χρειάζεται να πάρουν νερό και οι σωλήνες ανύψωσης. Οι σέλες τοποθετούνται πάνω στο σωλήνα πολυαιθυλενίου (PE), στον οποίο διανοίγεται μια οπή με τη βοήθεια ειδικού διατρητικού εργαλείου ("σγρόμπια"). Υπάρχουν διάφοροι τύποι σελών, όπως: Σέλα συρταρωτή, σέλα σφήνας, σέλα με βίδες και διπλή σέλα συρταρωτή.



Εικόνα 4.23

Σγρόμπιας.



(α)

(β)

(γ)

Εικόνα 4.24

α. Σέλα συρταρωτή, β. Σέλα σφήνας, γ. Σέλα με βίδες

## 4.1.4 Φρεάτια

Τα εξαρτήματα αυτά είναι προστατευτικά καλύμματα των ηλεκτροβανών και άλλων εξαρτημάτων, στα οποία προβλέπεται να υπάρχει άμεση επισκευσιμότητα (ενώσεις καλωδίων, εξαεριστικά κτλ.). Τοποθετούνται μέσα στο έδαφος έτσι ώστε το σκέπασμά τους να βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια του εδάφους. Υπάρχουν σε διάφορα σχήματα και διαστάσεις, όπως τα παρακάτω:

1. **Φρεάτιο στρογγυλό 6"**  
Χρησιμοποιείται συνήθως για κάλυψη μιας ηλεκτροβάνας.
2. **Φρεάτιο στρογγυλό 9"**  
Χρησιμοποιείται συνήθως για κάλυψη δύο ηλεκτροβανών.
3. **Παραλληλόγραμμο φρεάτιο 12"**  
Χρησιμοποιείται συνήθως για κάλυψη κόμβου ηλεκτροβανών (κολλεκτέρ).

## 4.2 Εξαρτήματα χαλκού

Η τοποθέτηση των χαλκοσωλήνων διευκολύνεται πολύ, χάρη στα εξαρτήματα **τριχοειδούς συγκόλλησης**.

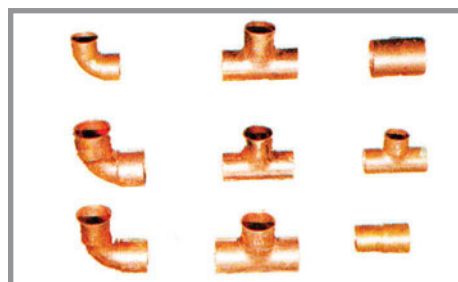
Οι διάμετροι των εξαρτημάτων και του σωλήνα δε διαφέρουν περισσότερο από ένα δέκατο του χιλιοστού. Πριν την τριχοειδή συγκόλληση, τα προς σύνδεση άκρα καθαρίζονται μηχανικά με **ατσαλόμαλλο** ή **γυαλόχαρτο**. Μετά επαλείφονται με μια **αλοιφή** για χημικό καθαρισμό των επιφανειών και εφαρμόζονται τα δύο τεμάχια για τη σύνδεση. Στη συνέχεια θερμαίνουμε τα τεμάχια με τη φλόγα από ένα φλόγιστρο και μετά πλησιάζουμε στον τριχοειδή αρμό συγκόλλησης την **κόλληση**, που απορροφάται αμέσως. Οι συνδέσεις χαλκοσωλήνων με αυτή τη μέθοδο εκτελούνται γρήγορα και κοστίζουν ελάχιστα.

## 4.3 Εξαρτήματα πολυβινιλοχλωριδίου (PVC)

Η συνδεσμολογία των σωλήνων PVC γίνεται με υλικά συνδεσμολογίας PVC. Η συγκόλληση αυτών επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικών ρευστών συγκολλητικών ουσιών.



**Εικόνα 4.28**  
Διάφοροι τύποι φρεατίων.



**Εικόνα 4.29**  
Εξαρτήματα σύνδεσης χαλκοσωλήνων.

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Με τα εξαρτήματα αυτά συναρμολογείται και εγκαθίσταται πλήρως το αρδευτικό δίκτυο. Διακρίνουμε διάφορες κατηγορίες εξαρτημάτων, όπως: τα **υδραυλικά εξαρτήματα**, τα **εξαρτήματα μηχανικής σύσφιξης (ρακόρ) τύπου lock**, τα **κοχλιωτά εξαρτήματα μηχανικής σύσφιξης (ρακόρ)**, τα **σπαρωτά εξαρτήματα**, τις **σέλες** και τα **φρεάτια**. Τα εξαρτήματα πολυαιθυλενίου (PE) ενώνονται με τους σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με **ώθηση ή σύσφιξη**. Τα **εξαρτήματα χαλκού** συνενώνονται με τους **σωλήνες χαλκού** με **τριχοειδείς συγκολλήσεις**. Τα **εξαρτήματα PVC** συνενώνονται με τους **σωλήνες PVC** με **ειδική κόλλα**.

Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Τι είναι τα εξαρτήματα συνδεσμολογίας και πώς χρησιμοποιούνται;
2. Να αναφέρετε ονομαστικά τα εξαρτήματα μηχανικής σύσφιξης (ρακόρ) τύπου lock.
3. Να αναφέρετε ονομαστικά τα κοχλιωτά εξαρτήματα μηχανικής σύσφιξης (ρακόρ).
4. Να αναφέρετε ονομαστικά τα υδραυλικά εξαρτήματα.
5. Τι είναι οι σέλες και ποια είδη αυτών χρησιμοποιούνται;
6. Να αναφέρετε ονομαστικά τα σπαρωτά εξαρτήματα.
7. Τι είναι τα φρεάτια και πώς τοποθετούνται;



Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

# ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ







## 5 Εκτοξευτήρες

Οι εκτοξευτήρες είναι οι μηχανισμοί των δικτύων άρδευσης, που εκτοξεύουν το νερό σε μια επιφάνεια καλυμμένη συνήθως με χλοοτάπητα. Με τους μηχανισμούς που διαθέτουν διασπούν και διασκορπίζουν το νερό σε μορφή σταγονιδίων στο έδαφος.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν πολλοί τύποι εκτοξευτήρων με διαφορετικά μορφολογικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά.

### Τύποι εκτοξευτήρων

Διακρίνονται σε δύο ομάδες, τους **στατικούς** και τους **δυναμικούς** εκτοξευτήρες. Σε καθεμιά από αυτές τις ομάδες συναντάμε διάφορους τύπους εκτοξευτήρων τόσο **υπόγειους αυτοανυψούμενους** (τύπου **pop-up**), όσο και **υπέργειους**.

Επίσης, σε όλους αυτούς τους τύπους των εκτοξευτήρων ποικίλλει και ο αριθμός των ακροφυσίων που φέρουν. Διακρίνουμε τους απλούς εκτοξευτήρες που λειτουργούν με ένα ακροφύσιο, τους εκτοξευτήρες που λειτουργούν με δύο ακροφύσια, τα οποία είναι συνήθως αντίθετα τοποθετημένα, και τέλος τους εκτοξευτήρες, που λειτουργούν με πολλά χωριστά ακροφύσια.

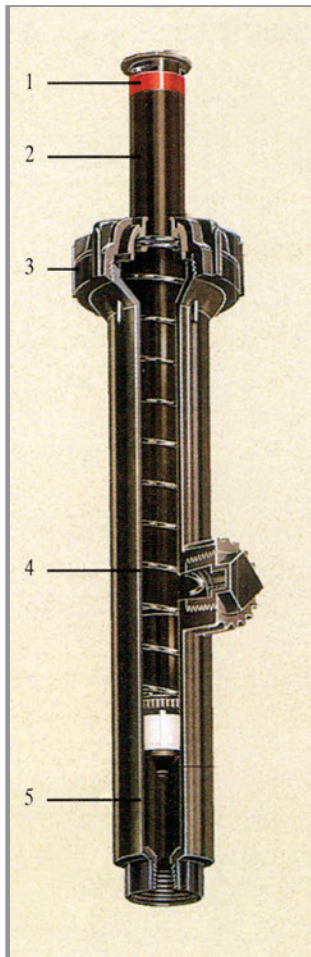
Στην κατηγορία των εκτοξευτήρων θα μπορούσαμε να συμπεριλάβουμε τους **μικροεκτοξευτήρες** και τους **διάτρητους σωλήνες**.

## 5.1 Στατικοί εκτοξευτήρες

### 5.1.1 Υπόγειοι αυτοανυψούμενοι εκτοξευτήρες (τύπου pop-up)

Οι εκτοξευτήρες αυτής της κατηγορίας δεν έχουν περιστρεφόμενα τμήματα. Αποτελούνται από έξι μέρη: το **σώμα**, το **έμβολο**, το **άνω μέρος**, το **φίλτρο**, το **ελατήριο επαναφοράς** και το **ακροφύσιο**.

Έχουν τη δυνατότητα να διασκορπίζουν αναλογικά το νερό, σε μικρές σχετικά αποστάσεις (μέχρι 5 m), σε κύκλους ή τμήματα κύκλου, όπως επίσης και σε ορθογώνια μικρά σχήματα ή λωρίδες. Λειτουργούν με χαμηλή πίεση. Τοποθετούνται υπόγεια, με τέτοιο τρόπο, ώστε το άνω μέρος τους να βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια του εδάφους.

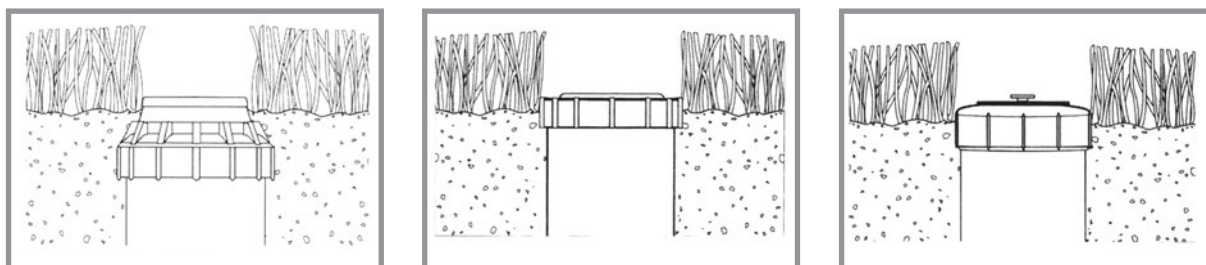


1. ακροφύσιο
2. έμβολο
3. άνω μέρος
4. ελατήριο επαναφοράς
5. σώμα

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ											
Σειρά 10 με γωνία εκτόξευσης 12°					Σειρά 8 με γωνία εκτόξευσης 5°						
Ακρο- φύσιο	Πίεση Bar	Παροχή LPM	Ακτίνα m	Ταχ. Εφαρμογής: □ mm/hr ▲	Ακρο- φύσιο	Πίεση Bar	Παροχή LPM	Ακτίνα m	Ταχ. Εφαρμογής: □ mm/hr ▲		
10-Q	1,5	1,20	2,8	37,1	42,7	8-Q	1,5	0,69	2,2	34,5	39,9
	2,0	1,48	3,0	39,1	45,1		2,0	0,88	2,4	36,6	42,3
	2,5	1,75	3,2	40,2	46,4		2,5	0,96	2,5	35,9	41,6
	3,0	2,03	3,5	40,8	47,1		3,0	1,02	2,6	35,3	40,8
10-T	3,5	2,30	3,7	41,1	47,2	8-T	3,5	1,11	2,8	35,3	40,6
	1,5	1,66	2,8	38,4	44,2		1,5	0,92	2,2	34,5	40,1
	2,0	1,93	3,0	38,4	44,4		2,0	1,11	2,4	34,5	39,9
	2,5	2,28	3,2	39,1	45,2		2,5	1,28	2,5	36,0	41,5
10-H	3,0	2,59	3,5	39,2	45,3	8-H	3,0	1,42	2,6	36,7	42,3
	3,5	2,87	3,7	38,2	44,3		3,5	1,53	2,8	36,5	42,1
	1,5	2,34	2,8	36,3	41,9		1,5	1,49	2,3	33,3	38,6
	2,0	2,65	3,0	35,2	40,6		2,0	1,84	2,4	37,7	43,7
10-TT	2,5	3,02	3,2	34,7	40,1	8-TT	2,5	2,08	2,5	39,1	45,2
	3,0	3,40	3,4	35,2	40,6		3,0	2,29	2,6	39,6	45,7
	3,5	3,79	3,5	36,5	42,1		3,5	2,48	2,8	39,6	45,7
	1,5	2,86	2,8	32,9	38,0		1,5	2,21	2,2	41,9	48,4
10-TQ	2,0	3,57	3,0	35,5	41,0	8-TQ	2,0	2,60	2,4	40,6	46,9
	2,5	3,98	3,1	36,4	42,0		2,5	2,89	2,5	40,7	47,1
	3,0	4,28	3,3	36,7	42,2		3,0	3,13	2,6	40,6	46,9
	3,5	4,53	3,4	36,3	41,8		3,5	3,35	2,8	40,0	46,1
10-F	1,5	3,25	2,8	33,4	38,5	8-F	1,5	2,47	2,2	41,6	48,1
	2,0	3,85	3,0	34,0	39,3		2,0	2,83	2,4	39,2	45,3
	2,5	4,32	3,1	35,1	40,5		2,5	3,11	2,5	39,0	45,1
	3,0	4,74	3,3	36,1	41,5		3,0	3,35	2,6	38,6	44,6
12-Q	3,5	5,15	3,4	36,6	42,2	8-F	3,5	3,54	2,8	37,5	43,3
	1,5	4,45	2,7	37,6	43,5		1,5	2,97	2,2	37,3	43,2
	2,0	5,50	3,0	36,7	42,5		2,0	3,69	2,4	38,2	44,3
	2,5	5,92	3,1	36,3	41,8		2,5	4,16	2,5	39,1	45,2
12-T	3,0	6,41	3,3	36,6	42,1	15-Q	3,0	4,58	2,6	39,6	45,7
	3,5	7,07	3,4	37,7	43,5		3,5	4,96	2,8	39,6	45,7
	1,5	1,58	3,4	32,8	37,9		1,5	2,69	4,3	34,6	40,0
	2,0	1,85	3,6	34,1	39,2		2,0	3,15	4,5	36,8	42,6
12-TT	2,5	2,13	3,8	35,4	40,8	15-T	2,5	3,67	4,8	38,8	45,0
	3,0	2,31	4,0	36,2	41,9		3,0	4,19	4,9	42,5	49,2
	3,5	2,39	4,0	36,7	42,5		3,5	4,71	4,9	47,8	55,2
	1,5	2,26	3,4	35,2	40,6		1,5	3,70	4,2	38,2	44,0
12-TQ	2,0	2,67	3,6	36,6	42,4	15-TT	2,0	4,11	4,5	36,3	41,9
	2,5	3,08	3,8	39,5	45,7		2,5	4,64	4,7	38,4	44,5
	3,0	3,43	3,9	41,6	48,0		3,0	5,12	4,7	41,5	48,1
	3,5	3,70	4,0	42,5	49,1		3,5	5,53	4,7	44,8	51,9
12-H	1,5	3,69	3,4	38,4	44,4	15-H	1,5	5,37	4,1	38,9	44,9
	2,0	4,07	3,6	37,5	43,1		2,0	6,14	4,5	36,9	42,5
	2,5	4,62	3,8	37,7	43,4		2,5	7,12	4,8	38,0	43,9
	3,0	5,25	4,1	38,2	44,1		3,0	7,81	4,9	39,7	45,8
12-TT	3,5	5,94	4,3	38,9	45,0	15-TQ	3,5	8,13	4,9	41,3	47,7
	1,5	4,46	3,4	34,8	40,0		1,5	7,02	4,3	35,2	40,6
	2,0	5,36	3,6	36,8	42,6		2,0	8,17	4,5	36,0	41,5
	2,5	5,91	3,8	38,0	43,9		2,5	9,42	4,8	37,5	43,2
12-F	3,0	6,40	3,9	38,9	44,8	15-F	3,0	10,31	4,9	39,2	45,3
	3,5	6,86	4,0	39,4	45,5		3,5	10,80	4,9	41,1	47,4
	1,5	4,31	3,3	32,0	36,9		1,5	8,28	4,1	40,4	46,4
	2,0	5,68	3,6	34,9	40,4		2,0	9,65	4,5	38,2	44,0
12-TQ	2,5	6,10	3,8	34,8	40,4	15-F	2,5	10,79	4,7	39,8	45,9
	3,0	6,44	3,9	34,7	40,2		3,0	11,89	4,8	41,9	48,3
	3,5	6,86	4,0	35,0	40,4		3,5	12,98	4,9	43,8	50,5
	1,5	6,67	3,4	34,6	39,8		1,5	11,29	4,1	41,0	47,6
12-F	2,0	8,09	3,6	37,0	42,8	15-F	2,0	13,34	4,5	39,6	45,7
	2,5	8,67	3,8	37,2	42,9		2,5	15,05	4,8	40,0	46,3
	3,0	9,36	3,9	37,9	43,6		3,0	16,40	4,9	41,6	48,2
	3,5	10,32	4,0	39,5	45,6		3,5	17,45	4,9	44,2	51,1

Εικόνα 5.1

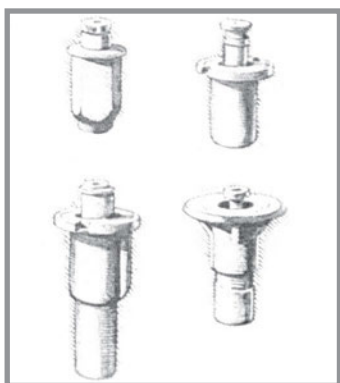
Υπόγειος αυτοανυψούμενος στατικός εκτοξευτήρας (τύπου pop-up) με πίνακα αποδόσεων (Πηγή: TORO).



Εικόνα 5.2

Το άνω μέρος των εκτοξευτήρων ευθυγραμμίζεται με την επιφάνεια του εδάφους (Πηγή: Hunter).

Το έμβολο, που φέρει στην άκρη του ένα ακροφύσιο, ανυψώνεται με τη βοήθεια της πίεσης του νερού μόνο όταν λειτουργεί το δίκτυο και επανέρχεται με τη βοήθεια του ελατηρίου επαναφοράς στη θέση του, μόλις διακοπεί η ροή του νερού. Εφαρμόζονται ευρέως σε μικρούς κήπους και μερικές φορές σε παρτέρια με θάμνους.



Εικόνα 5.3

Στατικοί αυτοανυσούμενοι εκτοξευτήρες (έτους 1930).

Η διάσπαση της δέσμης του νερού συνήθως γίνεται με την πρόσκρουσή της σε κατάλληλα διαμορφωμένο (εσωτερικά) ακροφύσιο. Η διάμετρος του ακροφύσιου ποικίλλει στους διάφορους εκτοξευτήρες. Το άνοιγμα όμως του ακροφύσιου έχει κυκλική διατομή και εκφράζεται συνήθως σε χιλιοστά (mm).

Οι εκτοξευτήρες συνήθως διατίθενται στο εμπόριο χωρίς τα ακροφύσια και υπάρχουν σε διάφορα μεγέθη, μερικά από τα οποία είναι τα παρακάτω:

1. 2" (50,8 mm) για χαμηλού ύψους χλοοτάπητα και για τοποθέτηση σε σημεία του δικτύου, που δε διατίθεται ικανοποιητικό βάθος εκσκαφής.
2. 3" (76,2 mm) για χαμηλού ύψους χλοοτάπητα και για άρδευση κάτω από το φύλλωμα ψηλών θάμνων.
3. 4" (101,6 mm) για ψηλότερα είδη χλοοτάπητα και για χαμηλά παρτέρια. Είναι το πλέον διαδεδομένο μέγεθος.
4. 5" (127,0 mm) για ψηλό χλοοτάπητα και παρτέρια.
5. 6" (152,4 mm) για ψηλό χλοοτάπητα και παρτέρια. Συνήθως διαθέτουν και δεύτερη πλάγια οπή εισόδου του νερού.
6. 12" (304,8 mm) για παρτέρια, λουλούδια και κάλυψη με χαμηλούς θάμνους.



Εικόνα 5.4

Ακροφύσιο υπόγειου στατικού αυτοανυσούμενου εκτοξευτήρα, (Πηγή: TORO).





**Εικόνα 5.5**

Διάφορα μεγέθη υπόγειων στατικών αυτοανυψούμενων εκτοξευτήρων (τύπου pop-up)

Οι στατικοί εκτοξευτήρες προσδιορίζονται από το μέγεθος του κύκλου διαβροχής, που μπορούν να επιτύχουν. Συνήθως η **ακτίνα διαβροχής** τους κυμαίνεται από 0,8 έως 5,0 m. Κάθε κατασκευαστικός οίκος παράγει αρκετές "οικογένειες" ακροφυσίων, που τοποθετούνται (βιδώνονται) στο έμβολο του εκτοξευτήρα. Οι οικογένειες αυτές διαχωρίζονται με βάση κυρίως την **ταχύτητα εφαρμογής** τους. Γι' αυτό κάθε σειρά εκτοξευτήρων συνοδεύεται και από πίνακα αποδόσεων που αναγράφει τις προδιαγραφές κάθε ακροφύσιου. Στους πίνακες αυτούς κάθε ακροφύσιο έχει δοκιμασθεί σε διάφορες πιέσεις λειτουργίας και έχουν μετρηθεί η ακτίνα διαβροχής του, η ταχύτητα εφαρμογής του και η απαιτούμενη παροχή λειτουργίας του.

Στη συνέχεια παρατίθενται υπόγειοι στατικοί αυτοανυψούμενοι εκτοξευτήρες (τύπου pop-up), με τους πίνακες αποδόσεων των ακροφυσίων που τους συνοδεύουν, από διάφορους κατασκευαστικούς οίκους.

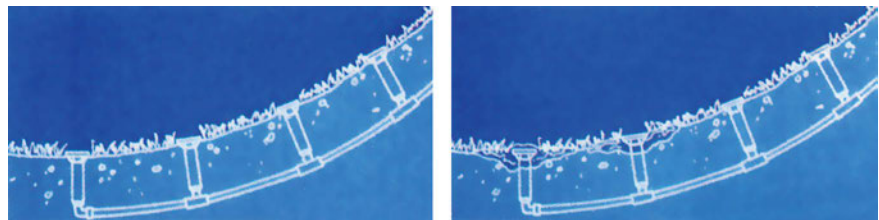
Άλλοι στατικοί εκτοξευτήρες διατίθενται με ακροφύσια σταθερής γωνίας (90°, 120°, 150°, 180°, 240°, 270°, 360°) και άλλοι με ακροφύσια μεταβλητής γωνίας.

Επίσης τα ακροφύσια αυτού του τύπου φέρουν ρυθμιστή στο ανώτατο σημείο τους, που δίνει τη δυνατότητα να μειώσουμε την ακτίνα διαβροχής μέχρι και 25%.



**Εικόνα 5.6**

Ρύθμιση ακτίνας διαβροχής (Πηγή: Hunter).

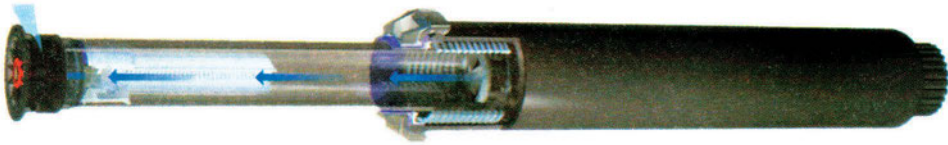


**Εικόνα 5.7**

Με τη βοήθεια της αντιστραγγιστικής βαλβίδας οι εκτοξευτήρες που βρίσκονται πιο χαμηλά δεν πλημμυρίζουν (Πηγή: Rainbird).

Οι περισσότεροι εκτοξευτήρες δέχονται στην είσοδό τους **αντιστραγγιστική βαλβίδα**. Η βαλβίδα αυτή δεν επιτρέπει στο νερό των σωλήνων να διέλθει μέσα από τον εκτοξευτήρα, όταν σταματήσει να λειτουργεί. Το πρόβλημα αυτό παρουσιάζεται σε δίκτυα που αρδεύουν χώρους πρασίνου που έχουν υψομετρικές διαφορές.

Η ιδανική πίεση λειτουργίας αυτού του τύπου των εκτοξευτήρων είναι 1,5 - 2,5 atm.



**ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ**

Γωνία εκτ.: 5°			Καρό			Γωνία εκτ.: 10°			Κόκκινο			Γωνία εκτ.: 28°			Πράσινο			
Τύπος	Πίεση Bars	Ακτίνα m	Παροχή m³/hr.	l/min	Τεχ. σοφρι. mm/hr.	Τύπος	Πίεση Bars	Ακτίνα m	Παροχή m³/hr.	l/min	Τεχ. σοφρι. mm/hr.	Τύπος	Πίεση Bars	Ακτίνα m	Παροχή m³/hr.	l/min	Τεχ. σοφρι. mm/hr.	
45°	1,4	2,1	0,04	0,6	33	45°	1,4	3,0	0,04	0,6	33	45°	1,4	3,7	0,06	1,0	37	42
▶	1,7	3,0	0,04	0,7	37	▶	1,7	3,4	0,05	1,0	39	▶	1,7	3,7	0,06	1,1	38	44
	2,1	3,4	0,05	1,0	39		2,1	3,4	0,05	1,0	39		2,1	4,0	0,08	1,4	42	48
	2,4	3,4	0,06	1,0	42		2,4	3,4	0,06	1,0	42		2,4	4,3	0,09	1,4	38	44
	2,8	3,7	0,08	1,4	50	10A	2,8	3,7	0,08	1,4	50	10A	2,8	4,6	0,10	1,6	37	42
90°	1,4	3,0	0,08	1,3	33	90°	1,4	3,0	0,08	1,3	33	90°	1,4	3,7	0,12	2,0	36	42
▶	1,7	3,0	0,09	1,5	38	▶	1,7	3,0	0,09	1,5	38	▶	1,7	3,7	0,13	2,1	38	44
▶	2,1	3,4	0,11	1,9	39	▶	2,1	3,4	0,11	1,9	39	▶	2,1	4,0	0,16	2,7	41	47
▶	2,4	2,4	0,06	0,9	38	10Aή	2,4	3,4	0,12	1,9	41	10Aή	2,4	4,3	0,17	2,9	38	44
70	2,8	2,7	0,08	1,4	43	10Q	2,8	3,7	0,17	2,8	50	12Q	2,8	4,6	0,19	3,2	37	42
120°	1,4	2,1	0,05	0,8	33	120°	1,4	3,0	0,10	1,7	33	120°	1,4	3,7	0,16	2,7	36	42
▶	1,7	2,1	0,06	0,9	37	▶	1,7	3,0	0,12	2,0	38	▶	1,7	3,7	0,17	2,8	38	44
▶	2,1	2,1	0,07	1,2	48	▶	2,1	3,4	0,15	2,5	39	▶	2,1	4,0	0,22	3,6	41	48
▶	2,4	2,4	0,07	1,2	38	▶	2,4	3,4	0,15	2,6	41	▶	2,4	4,3	0,23	3,9	38	44
7T	2,8	2,7	0,11	1,8	43	10A	2,8	3,7	0,22	3,7	49	12A	2,8	4,6	0,25	4,2	37	42
180°	1,4	2,1	0,07	1,2	33	180°	1,4	3,0	0,15	2,6	33	180°	1,4	3,7	0,24	4,1	36	42
▶	1,7	2,1	0,09	1,4	38	▶	1,7	3,0	0,18	3,0	38	▶	1,7	3,7	0,25	4,2	38	44
▶	2,1	2,1	0,11	1,8	48	▶	2,1	3,4	0,22	3,7	39	▶	2,1	4,0	0,32	5,4	41	47
7H	2,4	2,4	0,11	1,9	38	10Aή	2,4	3,4	0,23	3,9	41	12Aή	2,4	4,3	0,35	5,8	38	44
240°	2,8	2,7	0,16	2,7	43	10H	2,8	3,7	0,33	5,5	50	12H	2,8	4,6	0,38	6,4	37	42
▶	1,4	3,0	0,21	3,4	33	240°	1,4	3,0	0,21	3,4	33	240°	1,4	3,7	0,32	5,4	36	42
▶	1,7	3,0	0,24	3,9	38	▶	1,7	3,0	0,24	3,9	38	▶	1,7	3,7	0,34	5,7	38	44
▶	2,1	3,4	0,30	4,9	39	▶	2,1	3,4	0,30	4,9	39	▶	2,1	4,0	0,43	7,2	41	48
▶	2,4	3,4	0,31	5,1	41	▶	2,4	3,4	0,31	5,1	41	▶	2,4	4,3	0,46	7,7	38	44
10A	2,8	3,7	0,44	7,4	50	10A	2,8	3,7	0,44	7,4	50	10A	2,8	4,6	0,51	8,5	37	42
270°	1,4	3,0	0,23	3,9	33	270°	1,4	3,0	0,23	3,9	33	270°	1,4	3,7	0,36	6,1	36	42
▶	1,7	3,0	0,27	4,4	38	▶	1,7	3,0	0,27	4,4	38	▶	1,7	3,7	0,38	6,4	38	44
▶	2,1	3,4	0,33	5,5	39	▶	2,1	3,4	0,33	5,5	39	▶	2,1	4,0	0,49	8,1	41	48
▶	2,4	3,4	0,35	5,8	41	▶	2,4	3,4	0,35	5,8	41	▶	2,4	4,3	0,52	8,7	38	44
10A	2,8	3,7	0,50	8,3	50	10A	2,8	3,7	0,50	8,3	50	10A	2,8	4,6	0,57	9,5	36	42
360°	1,4	2,1	0,15	2,5	33	360°	1,4	3,0	0,31	5,1	33	360°	1,4	3,7	0,48	8,1	36	42
▶	1,7	2,1	0,17	2,9	38	▶	1,7	3,0	0,35	5,9	38	▶	1,7	3,7	0,51	8,5	38	44
▶	2,1	2,1	0,22	3,6	47	▶	2,1	3,4	0,44	7,4	39	▶	2,1	4,0	0,65	10,8	41	48
▶	2,4	2,4	0,23	3,8	38	▶	2,4	3,4	0,46	7,7	41	▶	2,4	4,3	0,69	11,5	38	44
7F	2,8	2,7	0,32	5,4	43	10F	2,8	3,7	0,66	11,1	50	12F	2,8	4,6	0,76	12,7	36	42

■ Τετραγωνική διάταξη ▲ Τριγωνική διάταξη

**Ε ι κ ό ν α 5 . 8**  
Υπόγειος αυτοανωσούμενος εκτοξευτήρας (τύπου pop-up) με πίνακα αποδόσεων (Πηγή: Hunter).

### ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ

#### ΣΕΙΡΑ 15:

Παροχή standard - Εκτόξευση: 30°

Τύπος	Πίεση bars	Ακτίνα m	Παροχή m <sup>3</sup> /h	Ταχύτητα εφαρμ.	
				■ mm/h	▲ mm/h
15F	1,0	3,3	0,59	53	61
	1,5	3,6	0,68	51	60
	2,0	4,5	0,84	40	46
15TQ	1,0	3,3	0,44	53	61
	1,5	3,6	0,51	51	60
	2,0	4,5	0,63	40	46
15TT	1,0	3,3	0,40	53	61
	1,5	3,6	0,46	51	60
	2,0	4,5	0,56	40	46
15H	1,0	3,3	0,30	53	61
	1,5	3,6	0,34	51	60
	2,0	4,5	0,42	40	46
15T	1,0	3,3	0,20	53	61
	1,5	3,6	0,23	51	60
	2,0	4,5	0,28	40	46
15Q	1,0	3,3	0,15	53	61
	1,5	3,6	0,17	51	60
	2,0	4,5	0,21	40	46
15SQ	1,0	5,5 x 5,5	0,61	81	-
	1,5	5,8 x 5,8	0,69	83	-
	2,0		0,85	69	-
15EST	1,0	1,2 x 4	0,10	41	-
	1,5	1,2 x 4,2	0,11	44	-
	2,0	1,2 x 4,5	0,14	49	-
15CST	1,0	1,2 x 8	0,20	41	-
	1,5	1,2 x 8,5	0,23	44	-
	2,0	1,2 x 9	0,27	49	-
15SST	1,0	1,2 x 8	0,20	41	-
	1,5	1,2 x 8,5	0,23	44	-
	2,0	1,2 x 9	0,27	49	-

#### ΣΕΙΡΑ 12:

Μικρής Παροχής - Εκτόξευση: 30°

Τύπος	Πίεση bars	Ακτίνα m	Παροχή m <sup>3</sup> /h	Ταχ. Εφαρμ.	
				■ mm/h	▲ mm/h
12F	1,0	2,7	0,41	54	63
	1,5	3,0	0,48	51	59
	2,0	3,6	0,59	44	51
12TQ	1,0	2,7	0,31	54	63
	1,5	3,0	0,36	51	59
	2,0	3,6	0,44	44	51
12TT	1,0	2,7	0,27	54	63
	1,5	3,0	0,32	51	59
	2,0	3,6	0,40	44	51
12H	1,0	2,7	0,20	54	63
	1,5	3,0	0,24	51	59
	2,0	3,6	0,30	44	51
12T	1,0	2,7	0,14	54	63
	1,5	3,0	0,16	51	59
	2,0	3,6	0,20	44	51
12Q	1,0	2,7	0,13	54	63
	1,5	3,0	0,15	51	59
	2,0	3,6	0,18	44	51

■ Τετραγωνική διάταξη

▲ Τριγωνική διάταξη

#### ΣΕΙΡΑ 10:

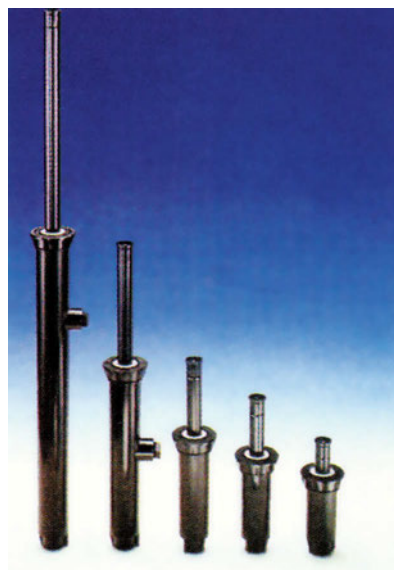
Μικρής Παροχής - Εκτόξευση: 15°

Τύπος	Πίεση bars	Ακτίνα m	Παροχή m <sup>3</sup> /h	Ταχύτητα εφαρμογής	
				■ mm/h	▲ mm/h
10F-LA	1,0	2,1	0,26	58	67
	1,5	2,4	0,30	50	57
	2,0	3,0	0,36	39	44
10H-LA	1,0	2,1	0,13	58	67
	1,5	2,4	0,15	50	57
	2,0	3,0	0,18	39	44
10T-LA	1,0	2,1	0,09	58	67
	1,5	2,4	0,10	50	57
	2,0	3,0	0,12	39	44
10Q-LA	1,0	2,1	0,07	58	67
	1,5	2,4	0,07	50	57
	2,0	3,0	0,09	39	44

#### ΣΕΙΡΑ 8:

Μικρής Παροχής - Εκτόξευση: 5°

Τύπος	Πίεση bars	Ακτίνα m	Παροχή m <sup>3</sup> /h	Ταχ. Εφαρμ.	
				■ mm/h	▲ mm/h
8F-FLT	1,0	1,5	0,26	58	67
	1,5	1,8	0,30	50	57
	2,0	2,4	0,36	39	44
8H-FLT	1,0	1,5	0,13	58	67
	1,5	1,8	0,15	50	57
	2,0	2,4	0,18	39	44
8T-FLT	1,0	1,5	0,09	58	67
	1,5	1,8	0,10	50	57
	2,0	2,4	0,12	39	44
8Q-FLT	1,0	1,5	0,07	58	67
	1,5	1,8	0,08	50	57
	2,0	2,4	0,09	39	44



Εικόνα 5.9

Υπόγειοι αυτοανψυόμενοι εκτοξευτήρες (τύπου pop-up) με πίνακα αποδόσεων (Πηγή: Rainbird).

Τύπος	Πίεση Bars	Παροχή l/m	Ακτίνα m	Ταχ. Εφαρμογής ■ cm/h ▲ cm/h	Τύπος	Πίεση Bars	Παροχή l/m	Ακτίνα m	Ταχ. Εφαρμογής ■ cm/h ▲ cm/h	Τύπος	Πίεση Bars	Παροχή l/m	Ακτίνα m	Ταχ. Εφαρμογής ■ cm/h ▲ cm/h			
HSN-7F	1,25	2,0	1,77	3,86	4,45	HSN-9F	1,25	4,0	2,38	4,19	4,84	HSN-12F	1,25	6,8	2,93	4,76	5,50
	1,50	2,6	1,88	4,37	5,05		1,50	4,3	2,49	4,14	4,78		1,50	7,5	3,15	4,54	5,25
	1,75	3,0	1,99	4,50	5,19		1,75	4,6	2,60	4,09	4,72		1,75	8,2	3,38	4,32	4,99
	2,00	3,1	2,10	4,14	4,78		2,00	4,9	2,71	4,03	4,65		2,00	8,8	3,60	4,08	4,71
	2,25	3,2	2,21	3,89	4,50		2,25	5,3	2,82	3,97	4,58		2,25	9,4	3,82	3,88	4,48
	2,50	3,4	2,32	3,79	4,37		2,50	5,6	2,93	3,91	4,52		2,50	10,0	4,04	3,69	4,26
2,75	3,6	2,44	3,67	4,24	2,75	6,0	3,04	3,86	4,46	2,75	10,6	4,26	3,50	4,04			
HSN-7TQ	1,25	1,8	1,77	4,65	5,37	HSN-9TQ	1,25	3,0	2,38	4,28	4,94	HSN-12TQ	1,25	5,3	2,93	4,90	5,65
	1,50	2,0	1,88	4,41	5,09		1,50	3,2	2,49	4,18	4,83		1,50	5,7	3,15	4,58	5,29
	1,75	2,1	1,99	4,22	4,88		1,75	3,5	2,60	4,10	4,73		1,75	6,1	3,38	4,31	4,98
	2,00	2,3	2,10	4,10	4,74		2,00	3,7	2,71	4,04	4,67		2,00	6,6	3,60	4,09	4,72
	2,25	2,4	2,21	3,94	4,55		2,25	4,0	2,82	3,98	4,60		2,25	7,0	3,82	3,86	4,46
	2,50	2,6	2,32	3,78	4,36		2,50	4,2	2,93	3,92	4,52		2,50	7,5	4,04	3,66	4,22
2,75	2,7	2,44	3,67	4,24	2,75	4,5	3,04	3,85	4,44	2,75	7,9	4,26	3,50	4,04			
HSN-7TT	1,25	1,7	1,77	4,83	5,58	HSN-9TT	1,25	2,6	2,38	4,16	4,80	HSN-12TT	1,25	4,6	2,93	4,76	5,49
	1,50	1,8	1,88	4,56	5,26		1,50	2,8	2,49	4,09	4,73		1,50	5,0	3,15	4,50	5,19
	1,75	1,9	1,99	4,32	4,98		1,75	3,1	2,60	4,06	4,69		1,75	5,4	3,38	4,28	4,95
	2,00	2,0	2,10	4,10	4,73		2,00	3,3	2,71	4,04	4,66		2,00	5,9	3,60	4,09	4,73
	2,25	2,1	2,21	3,90	4,50		2,25	3,5	2,82	3,93	4,54		2,25	6,1	3,82	3,79	4,38
	2,50	2,2	2,32	3,73	4,30		2,50	3,6	2,93	3,77	4,36		2,50	6,4	4,04	3,53	4,08
2,75	2,3	2,44	3,56	4,11	2,75	3,8	3,04	3,67	4,24	2,75	6,9	4,26	3,41	3,94			
HSN-7H	1,25	1,2	1,77	4,56	5,26	HSN-9H	1,25	1,9	2,38	4,10	4,73	HSN-12H	1,25	3,4	2,93	4,75	5,48
	1,50	1,3	1,88	4,41	5,09		1,50	2,1	2,49	4,15	4,79		1,50	3,8	3,15	4,55	5,25
	1,75	1,4	1,99	4,27	4,93		1,75	2,3	2,60	4,12	4,75		1,75	4,1	3,38	4,34	5,01
	2,00	1,5	2,10	4,13	4,77		2,00	2,5	2,71	4,05	4,65		2,00	4,4	3,60	4,11	4,74
	2,25	1,6	2,21	3,99	4,61		2,25	2,8	2,82	4,20	4,85		2,25	4,7	3,82	3,86	4,46
	2,50	1,7	2,32	3,87	4,47		2,50	3,0	2,93	4,24	4,90		2,50	4,9	4,04	3,62	4,18
2,75	1,9	2,44	3,75	4,32	2,75	3,0	3,04	3,92	4,53	2,75	5,1	4,26	3,40	3,92			
HSN-7T	1,25	0,8	1,77	4,83	5,58	HSN-9T	1,25	1,3	2,38	4,15	4,79	HSN-12T	1,25	2,3	2,93	4,82	5,57
	1,50	0,9	1,88	4,56	5,26		1,50	1,4	2,49	4,10	4,74		1,50	2,5	3,15	4,58	5,29
	1,75	1,0	1,99	4,32	4,98		1,75	1,5	2,60	4,05	4,68		1,75	2,7	3,38	4,34	5,01
	2,00	1,0	2,10	4,10	4,73		2,00	1,6	2,71	4,01	4,63		2,00	2,9	3,60	4,09	4,72
	2,25	1,1	2,21	3,91	4,51		2,25	1,7	2,82	3,91	4,51		2,25	3,1	3,82	3,87	4,46
	2,50	1,1	2,32	3,72	4,30		2,50	1,8	2,93	3,78	4,36		2,50	3,3	4,04	3,67	4,23
2,75	1,2	2,44	3,56	4,11	2,75	1,9	3,04	3,67	4,23	2,75	3,5	4,26	3,49	4,02			
HSN-7Q	1,25	0,6	1,77	4,41	5,10	HSN-9Q	1,25	1,0	2,38	4,38	5,05	HSN-12Q	1,25	1,8	2,93	4,94	5,70
	1,50	0,6	1,88	4,28	4,94		1,50	1,1	2,49	4,18	4,83		1,50	1,9	3,15	4,48	5,17
	1,75	0,7	1,99	4,15	4,79		1,75	1,1	2,60	4,05	4,68		1,75	2,0	3,38	4,18	4,83
	2,00	0,7	2,10	4,03	4,65		2,00	1,2	2,71	4,00	4,62		2,00	2,2	3,60	4,05	4,68
	2,25	0,8	2,21	3,93	4,54		2,25	1,3	2,82	3,95	4,56		2,25	2,3	3,82	3,85	4,45
	2,50	0,9	2,32	3,78	4,37		2,50	1,4	2,93	3,88	4,48		2,50	2,5	4,04	3,64	4,21
2,75	0,9	2,44	3,68	4,25	2,75	1,5	3,04	3,81	4,40	2,75	2,6	4,26	3,50	4,04			
HSN-15F	1,25	11,1	3,85	4,50	5,19	HSN-15H	1,25	5,6	3,85	4,53	5,23	HSN-15TQ	1,25	8,4	3,85	4,53	5,23
	1,50	12,0	4,07	4,34	5,01		1,50	6,0	4,07	4,33	5,00		1,50	9,0	4,07	4,35	5,02
	1,75	12,9	4,29	4,19	4,84		1,75	6,4	4,29	4,18	4,82		1,75	9,6	4,229	4,19	4,84
	2,00	13,8	4,51	4,06	4,68		2,00	6,9	4,51	4,06	4,68		2,00	10,3	4,51	4,07	4,70
	2,25	14,6	4,73	3,92	4,52		2,25	7,3	4,73	3,90	4,50		2,25	10,9	4,73	3,90	4,50
	2,50	15,5	4,95	3,79	4,37		2,50	7,7	4,95	3,76	4,34		2,50	11,5	4,95	3,75	4,33
2,75	16,4	5,17	3,68	4,25	2,75	8,2	5,17	3,67	4,24	2,75	12,3	5,17	3,67	4,24			
HSN-15TT	1,25	7,4	3,85	4,50	5,20	HSN-15T	1,25	3,7	3,85	4,50	5,20	HSN-15Q	1,25	2,8	3,85	4,48	5,18
	1,50	8,0	4,07	4,36	5,03		1,50	4,0	4,07	4,36	5,03		1,50	3,0	4,07	4,32	4,99
	1,75	8,6	4,29	4,21	4,86		1,75	4,3	4,229	4,21	4,86		1,75	3,2	4,29	4,18	4,83
	2,00	9,2	4,51	4,06	4,69		2,00	4,6	4,51	4,05	4,68		2,00	3,5	4,51	4,07	4,71
	2,25	9,8	4,73	3,93	4,53		2,25	4,8	4,73	3,90	4,50		2,25	3,7	4,73	3,93	4,53
	2,50	10,3	4,95	3,79	4,38		2,50	5,1	4,95	3,77	4,36		2,50	3,9	4,95	3,77	4,36
2,75	10,9	5,17	3,66	4,23	2,75	5,5	5,17	3,68	4,25	2,75	4,1	5,17	3,66	4,22			

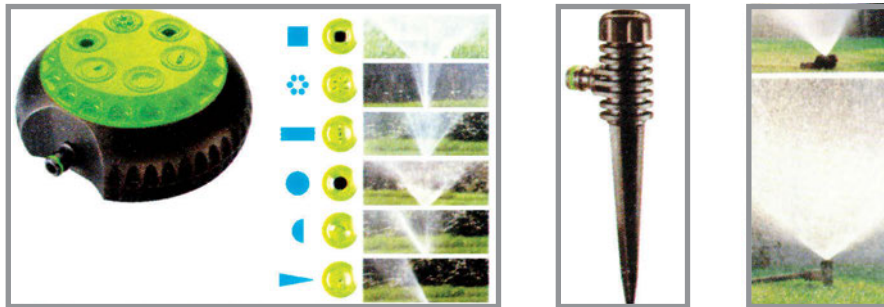


Εικόνα 5.10

Υπόγειος αυτοαννυούμενος εκτοξευτήρας (τύπου pop-up) με πίνακα αποδόσεων, (Πηγή: James Hardie Irrigation).

## 5.1.2 Υπέργειοι εκτοξευτήρες

Πρόκειται για εκτοξευτήρες ερασιτεχνικού τύπου που δε διαθέτουν περιστρεφόμενα τμήματα.



Εικόνα 5.11

Υπέργειοι ερασιτεχνικοί εκτοξευτήρες, (Πηγή: Claber).

Κατά τη λειτουργία τους φέρουν συνήθως ένα ακροφύσιο, χωρίς να αποκλείονται διάφοροι τύποι με περισσότερα. Σε αυτούς τους τύπους των εκτοξευτήρων μπορούμε να συμπεριλάβουμε και διάφορες προεκτάσεις - ορθοστάτες (0,3 m - 1,0 m), που με τη βοήθεια του ανάλογου προσαρμογέα μπορούν να δεχθούν ακροφύσια, τα οποία χρησιμοποιούνται στους υπόγειους αυτοανυψούμενους στατικούς εκτοξευτήρες. Συνήθως δε διαθέτουν πίνακες αποδόσεων ακροφυσίων.



Εικόνα 5.12

Προσαρμογέας ακροφυσίου σε ορθοστάτη 1/2" (πηγή: Rainbird).

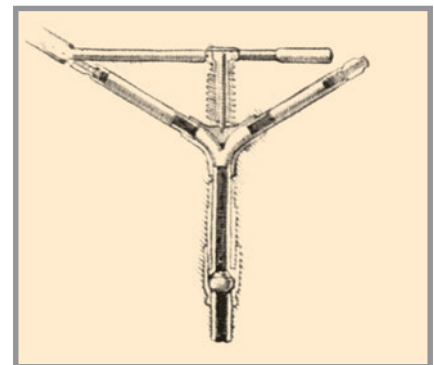
## 5.2 Δυναμικοί εκτοξευτήρες

Οι δυναμικοί εκτοξευτήρες διαθέτουν μηχανισμό, με τον οποίο μπορούν να μεταβάλλουν την κατεύθυνση ροής της δέσμης του νερού κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους. Με βάση τώρα τη μορφή της κίνησης, οι εκτοξευτήρες αυτοί διακρίνονται σε δύο ομάδες: τους **περιστρεφόμενους εκτοξευτήρες** και τους **εκτοξευτήρες τάλαντωσης**.

### 5.2.1 Περιστρεφόμενοι εκτοξευτήρες

Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται όλοι σχεδόν οι τύποι εκτοξευτήρων, που χρησιμοποιούνται σε κήπους μέσης και μεγάλης επιφάνειας, γήπεδα και άλλους αθλητικούς χώρους.

Στην κατηγορία των περιστρεφόμενων εκτοξευτήρων, ανάλογα με το μηχανισμό περιστροφής που διαθέτουν, διακρίνουμε τις εξής ομάδες: α) τους **κρουστικούς εκτοξευτήρες**, β) τους **γρاناζωτούς εκτοξευτήρες** και γ) τους **εκτοξευτήρες αντίδρασης**.



Εικόνα 5.13

Κρουστικός εκτοξευτήρας (έτος 1935).

### 5.2.1.1 Κρουστικοί εκτοξευτήρες

Στους κρουστικούς εκτοξευτήρες διακρίνονται τα εξής κύρια μέρη: ο **μοχλός παλινδρόμησης**, ο οποίος βρίσκεται στο πάνω μέρος του κατακόρυφου άξονα και μπορεί να περιστρέφεται. Το άκρο του μοχλού προεκτείνεται μπροστά και πάνω από το ακροφύσιο σχηματίζοντας ένα λοξό επίπεδο, από το οποίο αρχίζει η διαδικασία περιστροφής του εκτοξευτήρα.

Καθώς η δέσμη του νερού προσκρούει στο λοξό επίπεδο, ο μοχλός απωθείται εκτελώντας περιστροφική κίνηση γύρω από τη βάση του και κατά μια ορισμένη γωνία. Το **ελατήριο επαναφοράς**, το οποίο βρίσκεται γύρω από τον άξονα περιστροφής του μοχλού, επαναφέρει το μοχλό στην περιοχή εκτόξευσης του νερού και, με αυτή την κίνηση, ο σωλήνας εκτόξευσης δέχεται ένα χτύπημα και προωθείται κατά μία θέση. Ταυτόχρονα το λοξό επίπεδο πέφτει στη δέσμη του νερού και προκαλεί παροδική διάσπαση της δέσμης, η οποία έχει σκοπό την καλύτερη κατανομή της βροχής στα πιο κοντινά σημεία της ακτίνας διαβροχής. Αυτή είναι μια πλήρης κίνηση της λειτουργίας του μοχλού παλινδρόμησης, η οποία επαναλαμβάνεται συνέχεια. Η καλή λειτουργία των εκτοξευτήρων αυτών εξαρτάται κυρίως από την ποιότητα του ελατηρίου επαναφοράς.



α



β



γ



δ

#### Εικόνα 5.14

Κρουστικοί εκτοξευτήρες:

α. υπόγειος αυτοανυψούμενος (Πηγή: NELSON), β. υπέργειος πλαστικός (Πηγή: VYRSA),  
γ. υπέργειος μεταλλικός (Πηγή: VYRSA) δ. υπόγειος αυτοανυψούμενος σε λειτουργία (πηγή: NELSON)

Οι εκτοξευτήρες αυτοί διακρίνονται σε **υπόγειους αυτοανυψούμενους** (τύπου **pop-up**) και **υπέργειους**.

Σε γενικές γραμμές οι εκτοξευτήρες αυτοί είναι χαμηλής ή μέσης πίεσης και φέρουν σειρά ακροφυσίων. Κατά τη λειτουργία τους φέρουν ένα ή δύο ακροφύσια.

- **Υπόγειοι αυτοανυψούμενοι κρουστικοί εκτοξευτήρες (τύπου pop-up)**

Είναι κρουστικοί εκτοξευτήρες, που περιβάλλονται από ένα κέλυφος. Αποτελούνται από: 1) τον εκτοξευτήρα, 2) το κέλυφος και 3) το προστατευτικό κάλυμμα. Τοποθετούνται υπόγεια με το προστατευτικό κάλυμμα στο ίδιο επίπεδο με αυτό του εδάφους (όταν δε λειτουργούν). Ανυψώνονται με την πίεση λειτουργίας του δικτύου και παραμένουν ανυψωμένοι για όση ώρα λειτουργεί το δίκτυο.



ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ					
	Πίεση bars	Ακτίνα m	Παροχή m <sup>3</sup> /h	Ταχ. Εφαρμ.	
				■ mm/h	▲ mm/h
<b>06</b> ● 23°	2,0	8,2	0,37	11	9
	2,5	11,3	0,46	7	6
	3,0	11,5	0,51	8	6
	3,5	11,6	0,55	8	7
	4,0	11,6	0,58	9	7
<b>07</b> ● 23°	2,0	10,4	0,55	10	8
	2,5	11,4	0,62	10	8
	3,0	11,8	0,67	10	8
	3,5	12,8	0,72	9	7
	4,0	12,5	0,78	10	8
<b>08</b> ● 23°	2,0	11,2	0,68	11	9
	2,5	11,7	0,76	11	9
	3,0	12,1	0,83	11	9
	3,5	12,7	0,89	11	9
	4,0	12,6	0,95	12	10
<b>10</b> ● 23°	2,0	11,9	1,01	14	11
	2,5	12,5	1,11	14	11
	3,0	12,8	1,21	15	12
	3,5	13,3	1,31	15	12
	4,0	13,2	1,42	16	13
<b>12</b> ● 23°	2,0	12,3	1,33	18	14
	2,5	12,9	1,46	18	14
	3,0	13,3	1,59	18	14
	3,5	13,9	1,72	18	14
	4,0	13,7	1,86	20	16
<b>07LA</b> ● 11°	2,0	6,8	0,38	16	13
	2,5	7,1	0,44	17	14
	3,0	7,5	0,47	17	13
	3,5	7,6	0,50	17	14
	4,0	7,6	0,54	18	15
<b>10LA</b> ● 11°	2,0	8,1	0,83	25	20
	2,5	8,9	0,92	23	19
	3,0	9,4	1,01	23	18
	3,5	9,9	1,09	22	18
	4,0	9,8	1,19	25	20

**Εικόνα 5.15**

Υπόγειος αυτοανυψούμενος κρουστικός εκτοξευτήρας με πίνακα αποδόσεων (Πηγή: Rainbird).

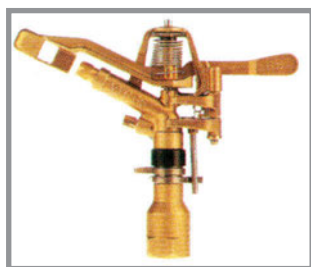
👉 Κάθε τύπος εκτοξευτήρα διαθέτει σειρά ακροφυσίων, που προδιαγράφουν την **ακτίνα** και την **ταχύτητα εφαρμογής** του σε **συγκεκριμένες τιμές πίεσης** και **παροχής**.

Τα ακροφύσια διακρίνονται μεταξύ τους με τη βοήθεια διάφορων χρωμάτων ή με την ανάγλυφη απεικόνιση διάφορων κωδικών. Συνοδεύονται από πίνακα αποδόσεων, στον οποίο καταγράφε-

ται η συμπεριφορά τους σε διάφορες πιέσεις λειτουργίας. Το μειονέκτημα των εν λόγω εκτοξευτήρων είναι ο θόρυβος που προκαλούν κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους. Στην είσοδό τους φέρουν συνήθως θηλυκό σπείρωμα  $\frac{3}{4}$ .

- **Υπέργειοι εκτοξευτήρες**

Είναι εκτοξευτήρες που προέρχονται από την αγροτική χρήση και είναι οι πρόδρομοι των υπόγειων κρουστικών εκτοξευτήρων.



	7/32"		1/4"		9/32"		11/32"		3/8"	
	5,55 mm.		6,35 mm.		7,14 mm.		8,73 mm.		9,52mm.	
Bars	L./h.	Ømts.	L./h.	Ømts.	L./h.	Ømts.	L./h.	Ømts.	L./h.	Ømts.
3,50	2.240	33	2.920	34,20	3.700	36	5.400	39	6.240	40,20
4,20	2.470	34,80	3.220	34,80	4.080	39	5.940	40,40	6.940	43,80
4,90	2.670	36	3.490	37,80	4.220	42	6.460	43,20	7.530	45
5,25	2.760	37,20	3.630	38,40	4.600	42,60	6.710	44,40	7.830	45,60
5,60	2.860	37,80	3.740	39	4.740	43,20	6.940	45,60	8.100	46,10

**Εικόνα 5.16**

Υπέργειος κρουστικός εκτοξευτήρας με πίνακα αποδόσεων (Πηγή: VYRSA).

Χρησιμοποιούνται ευρέως από ερασιτέχνες. Συνήθως δε διαθέτουν πίνακες αποδόσεων. Υπάρχουν τύποι με μεταλλικά μέρη και τύποι με πλαστικά μέρη. Οι ακτίνες διαβροχής τους ποικίλλουν από 4-10 m, χωρίς να αποκλείονται και μεγαλύτερες ακτίνες. Έχουν δυνατότητες ρύθμισης του κύκλου διαβροχής συνήθως από 10° - 350°.

### 5.2.1.2 Γραναζωτοί εκτοξευτήρες

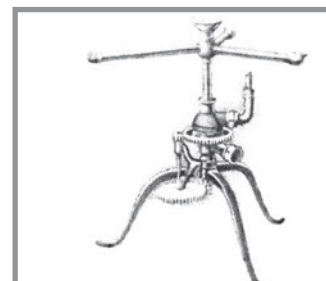
Αποτελούνται από έξι (6) τμήματα: το **σώμα**, το **έμβολο** με γραναζωτό μηχανισμό, το **ακροφύσιο**, το **φίλτρο**, το **άνω κάλυμμα** και το **ελατήριο επαναφοράς**. Οι εκτοξευτήρες αυτής της κατηγορίας έχουν ακτίνα διαβροχής, η οποία κυμαίνεται από 5 m - 35 m ή και μεγαλύτερη.

Το νερό περιστρέφει μια σειρά γραναζιών που υπάρχουν μέσα στο έμβολο του εκτοξευτήρα, εξαναγκάζοντάς τον να περιστραφεί αργά και αθόρυβα. Το επίπεδο του **θορύβου** ενός αρδευτικού δικτύου, το οποίο λειτουργεί σε μια κατοικημένη περιοχή, αποτελεί **σημαντικό** παράγοντα επιλογής υλικού.



**Εικόνα 5.17**

Υπέργειος κρουστικός εκτοξευτήρας (Πηγή: Claber).



**Εικόνα 5.18**

Μεταλλικός γραναζωτός εκτοξευτήρας του 1897.



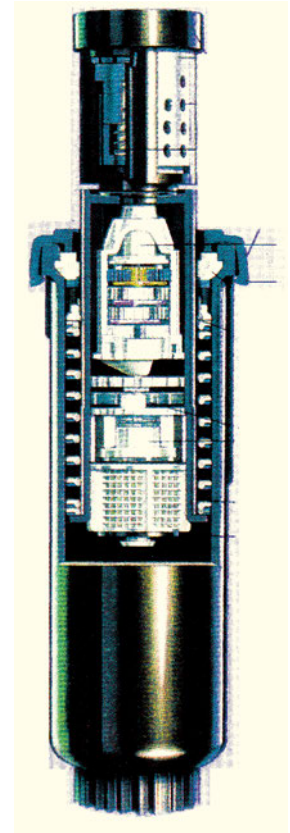
### ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ

Πίεση kg/cm <sup>2</sup>	Σετ ακροφυσίων 4				6				8			
	Ακτίνα m	Παροχή LPM	Ταχ. Εφαρμογής		Ακτίνα m	Παροχή LPM	Ταχ. Εφαρμογής		Ακτίνα m	Παροχή LPM	Ταχ. Εφαρμογής	
			□	Δ			□	Δ			□	Δ
2,0	9,1	3,5	2,53	2,42	8,0	4,2	3,93	3,75	8,7	6,0	4,81	4,59
2,5	9,5	3,9	2,61	2,49	8,9	4,8	3,63	3,47	9,8	6,9	4,35	4,16
3,0	9,5	4,2	2,80	2,68	9,3	5,2	3,62	3,45	10,2	7,7	4,40	4,20
3,5	9,5	4,4	2,97	2,84	9,5	5,6	3,78	3,61	10,4	8,1	4,54	4,34
4,0	9,6	4,6	3,03	2,90	9,3	5,9	4,09	3,91	10,7	8,8	4,65	4,44
4,5	9,8	4,8	3,04	2,90	9,2	6,2	4,48	4,27	10,9	9,3	4,70	4,48
5,0	9,4	5,0	3,40	3,24	9,2	6,5	4,65	4,44	11,0	9,8	4,82	4,60

Πίεση kg/cm <sup>2</sup>	Σετ ακροφυσίων 11				15				17			
	Ακτίνα m	Παροχή LPM	Ταχ. Εφαρμογής		Ακτίνα m	Παροχή LPM	Ταχ. Εφαρμογής		Ακτίνα m	Παροχή LPM	Ταχ. Εφαρμογής	
			□	Δ			□	Δ			□	Δ
2,0	8,3	7,6	6,58	6,28	8,8	11,3	8,81	8,41	8,9	13,4	10,25	9,78
2,5	9,8	8,9	5,60	5,35	10,1	13,2	7,80	7,45	10,4	15,6	8,62	8,23
3,0	10,2	10,0	5,75	5,48	10,5	14,8	8,00	7,64	11,5	17,3	7,92	7,55
3,5	10,4	10,9	6,10	5,82	11,0	16,3	8,13	7,76	11,9	18,8	7,99	7,62
4,0	10,7	11,7	6,15	5,87	11,6	17,4	7,76	7,41	12,2	20,1	8,10	7,73
4,5	10,9	12,4	6,24	5,96	11,8	18,3	7,87	7,51	12,4	21,1	8,20	7,82
5,0	11,0	13,1	6,43	6,14	11,9	19,2	8,18	7,80	12,6	22,2	8,46	8,07

Πίεση kg/cm <sup>2</sup>	Σετ ακροφυσίων 23				30				34			
	Ακτίνα m	Παροχή LPM	Ταχ. Εφαρμογής		Ακτίνα m	Παροχή LPM	Ταχ. Εφαρμογής		Ακτίνα m	Παροχή LPM	Ταχ. Εφαρμογής	
			□	Δ			□	Δ			□	Δ
2,0	9,2	16,6	11,87	11,33	9,2	20,6	14,72	14,05	9,7	22,9	14,65	13,98
2,5	10,7	19,3	10,6	9,60	10,8	24,0	12,43	11,86	11,4	26,6	12,41	11,84
3,0	11,6	21,6	9,65	9,21	12,2	26,9	10,81	10,32	12,4	29,9	11,71	11,17
3,5	12,5	23,7	9,14	8,72	13,1	29,6	10,38	9,90	13,4	33,0	11,07	10,56
4,0	12,9	25,4	9,14	8,72	13,7	31,8	10,14	9,67	14,1	35,6	10,69	10,20
4,5	13,4	26,8	9,03	8,62	13,7	33,7	10,77	10,27	14,8	37,9	10,36	9,89
5,0	13,4	28,3	9,46	9,03	14,1	35,4	10,72	10,23	15,0	39,8	10,68	10,14

□ Τετραγωνική διάταξη  
Δ Τριγωνική διάταξη



**Εικόνα 5.19**

Γραναζωτός υπόγειος εκτοξευτήρας με πίνακα αποδόσεων, (Πηγή: TORO).


Οι γραναζωτοί εκτοξευτήρες τύπου "pop-up" προεξέχουν από το έδαφος κατά τη λειτουργία τους από 60 mm - 100 mm περίπου, ανάλογα με το μέγεθός τους. Αυτό το ύψος είναι ικανοποιητικό για άρδευση χλοοτάπητα. Όταν όμως πρέπει να αρδευτεί μια έκταση, η οποία περιέχει χαμηλούς θάμνους, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε εκτοξευτήρα με μεγάλο σώμα ή να τοποθετήσουμε τον εκτοξευτήρα πάνω σε ορθοστάτη (πλαστικό σωλήνα) με κατάλληλο ύψος, το οποίο διαφέρει ανάλογα με τη χρήση.

Είναι οι πιο σύγχρονοι εκτοξευτήρες και συνοδεύονται και αυτοί με πίνακες αποδόσεων και από σειρά ακροφυσίων. Στην είσοδό τους φέρουν συνήθως θηλυκό σπειρώμα 3/4" - 1 1/2".

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ**

Πίεση Βατ	Τύπος	Ακτίνα m	Παροχή l/m	Ταχ. Εφ.	
				■ mm/h	▲ mm/h
2.0	1	10,06	3,79	8,89	10,41
	2	10,67	5,30	11,18	12,95
	3	11,58	7,19	6,35	7,37
	4	11,58	10,22	9,14	10,67
	5	12,50	14,38	5,59	6,35
	6	12,50	20,82	8,13	9,14
2.75	1	10,36	4,16	9,40	10,67
	2	10,97	6,06	12,19	13,97
	3	11,89	8,33	7,11	8,13
	4	12,19	11,73	9,40	10,92
	5	13,11	17,03	5,84	6,86
	6	13,41	24,61	8,13	9,40
3.5	1	10,67	4,92	10,41	11,94
	2	11,28	6,81	12,95	14,73
	3	12,19	9,46	7,62	8,89
	4	12,50	13,25	10,16	11,68
	5	13,72	18,93	6,10	6,86
	6	14,02	27,25	8,38	9,65
4.25	1	10,96	5,30	10,67	12,19
	2	11,58	7,57	13,46	15,75
	3	12,50	10,22	7,87	9,14
	4	12,50	14,76	11,43	13,21
	5	14,02	20,82	6,35	7,37
	6	14,02	30,28	8,38	9,91

■ Τετραγωνική διάταξη  
 ▲ Τριγωνική διάταξη



**Ε ι κ ό ν α 5 . 2 0**  
 Γραναζωτός υπόγειος εκτοξευτήρας με πίνακα αποδόσεων ακροφυσίων  
 (Πηγή: James Hardie Irrigation).



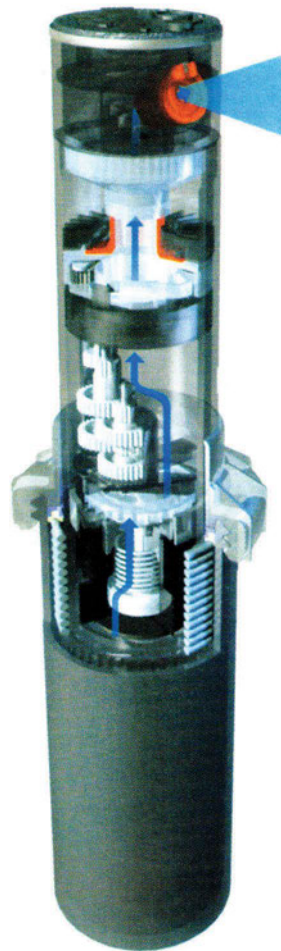
**Ε ι κ ό ν α 5 . 2 1**  
 Διάφορα μεγέθη γραναζωτών εκτοξευτήρων με τα ακροφύσιά τους (Πηγή: TORO).

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ

Ακρ.	Πίεση		Ακτ. m	Παρ.		Ταχ. Εφ	
	Bars	kPa		m <sup>3</sup> /hr	l/min	■	▲
<b>1</b>	2,1	206	8,5	0,11	1,9	1,6	1,8
	2,8	275	8,8	0,14	2,3	1,7	2,0
	3,4	<b>344</b>	<b>8,8</b>	<b>0,16</b>	<b>2,7</b>	<b>2,0</b>	<b>2,3</b>
	4,1	413	9,1	0,18	3,0	2,2	2,5
<b>2</b>	2,1	206	8,8	0,16	2,6	2,0	2,3
	2,8	275	9,1	0,18	3,0	2,2	2,5
	3,4	<b>344</b>	<b>9,1</b>	<b>0,20</b>	<b>3,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,8</b>
	4,1	413	9,4	0,23	3,8	2,5	2,9
<b>3</b>	2,1	206	9,1	0,20	3,4	2,4	2,8
	2,8	275	9,4	0,23	3,8	2,5	2,9
	3,4	<b>344</b>	<b>9,4</b>	<b>0,27</b>	<b>4,5</b>	<b>3,1</b>	<b>3,5</b>
	4,1	413	9,8	0,30	4,9	3,1	3,6
<b>4</b>	2,1	206	9,8	0,27	4,5	2,9	3,3
	2,8	275	10,1	0,32	5,3	3,1	3,6
	3,4	<b>344</b>	<b>10,4</b>	<b>0,36</b>	<b>6,1</b>	<b>3,4</b>	<b>3,9</b>
	4,1	413	10,4	0,41	6,8	3,8	4,4
<b>5</b>	2,1	206	10,4	0,36	6,1	3,4	3,9
	2,8	275	11,0	0,41	6,8	3,8	3,9
	3,4	<b>344</b>	<b>11,6</b>	<b>0,45</b>	<b>7,6</b>	<b>3,4</b>	<b>3,9</b>
	4,1	413	11,6	0,50	8,3	3,7	4,3
<b>6</b>	2,1	206	11,0	0,45	7,6	3,8	4,4
	2,8	275	11,6	0,55	9,1	4,1	4,7
	3,4	<b>344</b>	<b>12,2</b>	<b>0,61</b>	<b>10,2</b>	<b>4,1</b>	<b>4,8</b>
	4,1	413	12,2	0,66	11,0	4,4	5,1
<b>7</b>	2,1	206	11,0	0,59	9,8	4,9	5,7
	2,8	275	12,2	0,68	11,4	4,6	5,3
	3,4	<b>344</b>	<b>12,8</b>	<b>0,77</b>	<b>12,9</b>	<b>4,7</b>	<b>5,4</b>
	4,1	413	12,8	0,84	14,0	5,1	5,9
<b>8</b>	2,1	206	11,3	0,73	12,1	5,7	6,6
	2,8	275	12,2	0,84	14,0	5,7	6,5
	3,4	<b>344</b>	<b>13,1</b>	<b>0,95</b>	<b>15,9</b>	<b>5,6</b>	<b>6,4</b>
	4,1	413	13,4	1,04	17,4	5,8	6,7
<b>9</b>	2,1	206	11,6	0,95	15,9	7,1	8,2
	2,8	275	13,1	1,11	18,5	6,5	7,5
	3,4	<b>344</b>	<b>14,0</b>	<b>1,25</b>	<b>20,8</b>	<b>6,4</b>	<b>7,3</b>
	4,1	413	14,3	1,36	22,7	6,6	7,7
<b>10</b>	2,1	275	13,7	1,36	22,7	7,2	8,4
	2,8	344	14,6	1,54	25,7	7,2	8,3
	3,4	<b>413</b>	<b>14,9</b>	<b>1,73</b>	<b>28,8</b>	<b>7,7</b>	<b>8,9</b>
	4,1	482	15,5	1,86	31,0	7,7	<b>8,9</b>
<b>11</b>	2,1	275	14,0	1,82	30,3	9,2	10,7
	2,8	344	14,6	2,02	33,7	9,4	10,9
	3,4	<b>413</b>	<b>15,2</b>	<b>2,23</b>	<b>37,1</b>	<b>9,6</b>	<b>11,1</b>
	4,1	482	15,5	2,39	39,7	9,9	11,4
<b>12</b>	2,1	275	14,0	2,59	43,2	13,2	15,2
	2,8	344	14,6	2,77	46,2	12,9	14,9
	3,4	<b>413</b>	<b>15,2</b>	<b>3,00</b>	<b>50,0</b>	<b>12,9</b>	<b>14,9</b>
	4,1	482	15,9	3,27	54,5	13,0	15,0



■ Τετραγωνική διάταξη

▲ Τριγωνική διάταξη



Εικόνα 5.22

Γραναζωτός εκτοξευτήρας με πίνακα αποδόσεων ακροφυσίων (Πηγή: Hunter).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ					
Τύπος	Πίεση bars	Ακτίνα m	Παροχή m <sup>3</sup> /h	Ταχ. Εφ. ■ mm/h ▲ mm/h	Ταχ. Εφ. ▲ mm/h
<b>1.5</b> ●	2,0	10,2	0,36	7	8
	2,5	10,4	0,39	7	8
	3,0	10,4	0,44	8	10
	3,5	10,4	0,47	9	10
	4,0	10,4	0,50	9	11
<b>2.0</b> ●	2,0	11,4	0,53	8	9
	2,5	11,6	0,58	9	10
	3,0	11,8	0,63	9	10
	3,5	11,9	0,68	10	11
	4,0	11,9	0,73	10	12
<b>3.0</b> ●	2,0	11,7	0,74	11	13
	2,5	11,9	0,81	11	13
	3,0	12,1	0,93	13	15
	3,5	12,2	1,00	13	15
	4,0	12,2	1,08	14	17
<b>4.0</b> ●	2,0	-	-	-	-
	2,5	11,9	1,11	16	18
	3,0	12,1	1,21	16	19
	3,5	12,7	1,31	16	19
	4,0	12,5	1,39	18	21
<b>6.0</b> ●	2,0	-	-	-	-
	2,5	13,8	1,62	17	20
	3,0	14,5	1,80	17	20
	3,5	15,1	1,95	17	20
	4,0	15,0	2,09	19	21

Εικόνα 5.23

Εκτοξευτήρες με υδροκινούμενο συμπιεστή και πίνακα αποδόσεων ακροφυσιών (Πηγή: Rainbird).

### 5.2.1.3 Εκτοξευτήρες αντίδρασης

Οι εκτοξευτήρες αυτοί έχουν τα ακροφύσια προσανατολισμένα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η δύση του νερού να δημιουργεί ζεύγος δυνάμεων αντίθετης φοράς, θέτοντας το σωλήνα εκτόξευσης σε περιστροφική κίνηση. Είναι εκτοξευτήρες ερασιτεχνικού τύπου και η χρήση τους περιορίζεται σε μεσαίας επιφάνειας χλοοτάπητες.

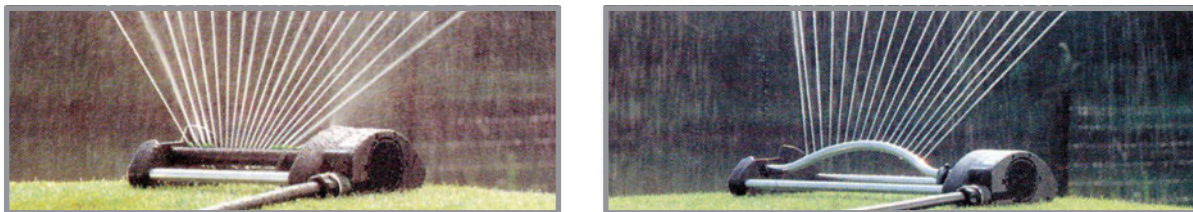


Εικόνα 5.24

Εκτοξευτήρες αντίδρασης (Πηγή: Claber).

## 5.2.2 Εκτοξευτήρες ταλάντωσης

Αποτελούνται από ένα μικρό ευθύγραμμο σωλήνα ή σωλήνα με μορφή τόξου, κατά μήκος του οποίου είναι τοποθετημένα ακροφύσια μικρής διαμέτρου (0,8 - 1,5 mm). Οι εκτοξευτήρες ταλάντωσης μοιάζουν με τους διάτρητους σωλήνες που θα περιγράψουμε παρακάτω, με τη διαφορά ότι οι πρώτοι μπορούν να μετακινούν τη δέσμη του νερού κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους. Η ταλάντωση της δέσμης του νερού γίνεται με τη βοήθεια ενός μικρού εμβόλου, το οποίο είναι τοποθετημένο στην αρχή του σωλήνα και λειτουργεί με την πίεση του νερού. Η περιστροφή του σωλήνα με τα στόμια δε διαγράφει πλήρη κυκλική περιστροφή, αλλά τμηματική (καλύπτει ένα μέρος κύκλου). Για να λειτουργήσουν απαιτούν πίεση 1 - 2,5 Atm.

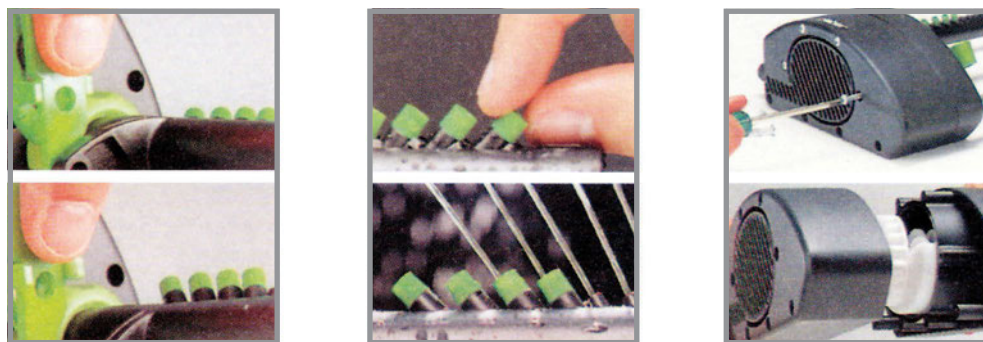


**Ε ι κ ό ν α 5.25**

Εκτοξευτήρας ταλάντωσης

α. με ευθύγραμμο τμήμα σε λειτουργία, β. με τόξο σε λειτουργία (Πηγή: Claber).

Οι εκτοξευτήρες ταλάντωσης βρίσκουν ευρεία **ερασιτεχνική** εφαρμογή σε κήπους, ιδιαίτερα ο εκτοξευτήρας τύπου **βεντάλιας** (εικ. 5.25). Ο αριθμός των ακροφυσίων που φέρουν είναι μεγάλος (10-20) και η έκταση που μπορούν να εξυπηρετήσουν είναι 100-300 τετραγωνικά μέτρα. Τοποθετούνται στην παροχή του δικτύου, μέσω σωλήνων που συνδέονται με ταχυσυνδέσμους και η είσοδός τους έχει σπειρώματα  $\frac{3}{4}$  ή  $\frac{1}{2}$ .



(α)

(β)

(γ)

**Ε ι κ ό ν α 5.26**

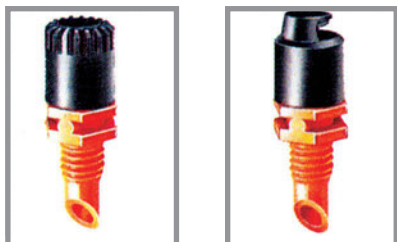
Ρυθμίσεις βεντάλιας

α. Ρύθμιση τομέα διαβροχής, β. Ρύθμιση ακροφυσίων, γ. Έλεγχος μηχανισμού κίνησης (Πηγή: Claber).

## 5.3 Μικροεκτοξευτήρες

Οι εκτοξευτήρες αυτοί χρησιμοποιούνται για άρδευση σε παρτέρια με μικρούς ή μεγάλους θάμνους. Λειτουργούν σε **χαμηλές πιέσεις** που, ανάλογα με τον τύπο, κυμαίνονται από 1 - 3 atm. Εκτοξεύουν νερό σε ακτίνα μέχρι 6 m περίπου και δίνουν παροχές από 20-300 l/h.

Ανάλογα με το αν διαθέτουν σύστημα περιστροφής ή όχι, διακρίνονται σε **περιστρεφόμενους** και σε **στατικούς**.

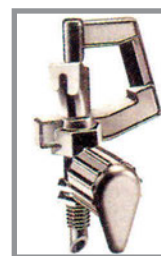


**Εικόνα 5.27**

Μικροεκτοξευτήρες στατικοί  
(Πηγή: Claber).

Οι περιστρεφόμενοι μικροεκτοξευτήρες διαθέτουν ένα κινητό τμήμα, που περιστρέφεται κατά τη λειτουργία τους και εκτοξεύει το νερό κυκλικά, ενώ οι στατικοί δεν έχουν κινητά μέρη και εκτοξεύουν το νερό σταθερά, σε σχήμα κυκλικό ή ημικυκλικό.

Η σύνδεση των μικροεκτοξευτήρων με τους σωλήνες γίνεται είτε με απευθείας τοποθέτησή τους πάνω σε αυτούς (κάρφωμα) είτε με τη βοήθεια ειδικών εύκαμπτων σωληνίσκων, διατομών Ø4 - Ø7, που μεταφέρουν το νερό από τον πλευρικό σωλήνα στο μικροεκτοξευτή. Στην περίπτωση αυτή, ο μικροεκτοξευτής τοποθετείται για στερέωση πάνω σε ειδικό υποστήριγμα (λόγχι), το οποίο καρφώνεται στο έδαφος.



**Εικόνα 5.28**

Διάφοροι μικροεκτοξευτήρες περιστροφικοί  
(Πηγές: Rainbird, James Hardie Irrigation, Antelco).

Τελευταία, κάποιες εταιρείες έχουν τοποθετήσει περιστροφικούς μικροεκτοξευτήρες μέσα σε ένα κέλυφος και έχουν κατασκευάσει με αυτόν τον τρόπο υπόγειους αυτοανυψούμενους μικροεκτοξευτήρες (τύπου pop-up).

Οι μικροεκτοξευτήρες πλεονεκτούν έναντι των σταλακτών, γιατί δεν παρουσιάζουν συνήθως σοβαρά προβλήματα εμφράξεων, αφού η ταχύτητα ροής του νερού σε αυτούς είναι μεγαλύτερη από αυτή των σταλακτών.

Ως μειονεκτήματα αναφέρουμε το πολύ μικρό μέγεθος σταγονιδίων, που μπορεί να δημιουργήσει υγρό νέφος και να διευκολύνει την ανάπτυξη ασθενειών, τη μετατόπιση των σταγονιδίων από τον αέρα, με συνέπεια την ανομοιόμορφη άρδευση και τέλος τη μεγαλύτερη απώλεια νερού, λόγω αυξημένης εξάτμισης.



**Εικόνα 5.29**

Μικροεκτοξευτήρες τύπου pop-up με διάφορους τομείς διαβροχής  
(Πηγή: Claber).

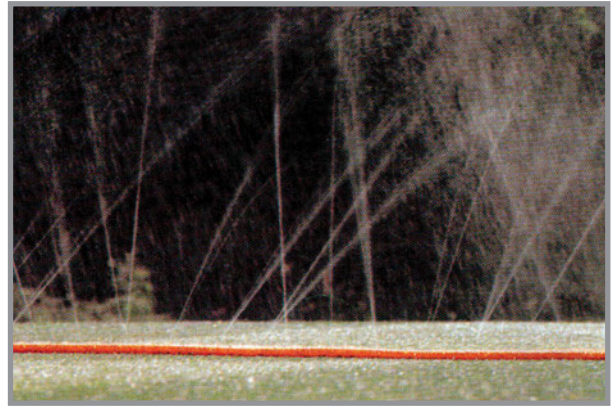
## 5.4 Οι διάτρητοι σωλήνες

Πρόκειται για σωλήνες πλαστικούς διάτρητους, που τοποθετούνται πάνω στο έδαφος.

Το πλάτος της λωρίδας που καλύπτουν οι μικροί πίδακες (ακτίνες διαβροχής) κυμαίνεται μεταξύ 5 και 15 μέτρων, εξαρτώμενο πάντοτε από την πίεση λειτουργίας.

Οι διάτρητοι σωλήνες λειτουργούν με χαμηλή πίεση (0,3-2,5 Atm).

Είναι σύστημα **ερασιτεχνικού** τύπου για επίπεδα εδάφη, χωρίς ισχυρούς ανέμους και έχει περιορισμένη εφαρμογή.



**Εικόνα 5.30**  
Διάτρητοι σωλήνες (Πηγή: Claber).

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Οι εκτοξευτήρες είναι μηχανισμοί που εκτοξεύουν νερό. Διακρίνονται στους **στατικούς** και στους **δυναμικούς**. Καθεμιά από αυτές τις ομάδες έχει διάφορους τύπους: **υπόγειους (pop-up)** και **υπέργειους**. Διακρίνουμε τους **υπόγειους αυτοανυψούμενους στατικούς** εκτοξευτήρες (τύπου **pop-up**) και τους **υπέργειους στατικούς** εκτοξευτήρες. Οι δυναμικοί εκτοξευτήρες περιλαμβάνουν τους εκτοξευτήρες **ταλάντωσης** και τους **περιστρεφόμενους** εκτοξευτήρες. Στους περιστρεφόμενους εκτοξευτήρες ανήκουν 3 ομάδες: οι **κρουστικοί**, οι **γρاناζωτοί** και οι εκτοξευτήρες **αντίδρασης**. Μια άλλη ομάδα εκτοξευτήρων είναι οι **μικροεκτοξευτήρες**, ενώ στους εκτοξευτήρες τεχνητής βροχής συγκαταλέγονται και οι **διάτρητοι σωλήνες**.

Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Τι είναι εκτοξευτήρες;
2. Να αναφέρετε ονομαστικά τους διάφορους τύπους εκτοξευτήρων.
3. Από πόσα μέρη αποτελείται ένας υπόγειος αυτοανυψούμενος στατικός εκτοξευτήρας (τύπου pop-up); Σε πόσα μεγέθη διατίθεται το σώμα των εκτοξευτήρων αυτών στο εμπόριο;
4. Οι υπέργειοι στατικοί εκτοξευτήρες διαθέτουν ή όχι πίνακες αποδόσεων για τα ακροφύσιά τους;
5. Ποιος είναι ο τρόπος λειτουργίας των εκτοξευτήρων ταλάντωσης;
6. Σε πόσες και ποιες ομάδες εκτοξευτήρων διακρίνονται οι περιστρεφόμενοι εκτοξευτήρες;
7. Ποια είναι τα μέρη και ο τρόπος λειτουργίας των κρουστικών εκτοξευτήρων;
8. Ποιος είναι ο τρόπος λειτουργίας των γρاناζωτών εκτοξευτήρων; Ποιο είναι το βασικό πλεονέκτημα των γρاناζωτών εκτοξευτήρων έναντι των κρουστικών εκτοξευτήρων;
9. Πού χρησιμοποιούνται οι μικροεκτοξευτήρες; Σε πόσες και ποιες ομάδες διακρίνονται;
10. Ποια είναι τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα των μικροεκτοξευτήρων;
11. Τι είναι οι διάτρητοι σωλήνες;







Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

# ΣΤΑΛΑΚΤΕΣ





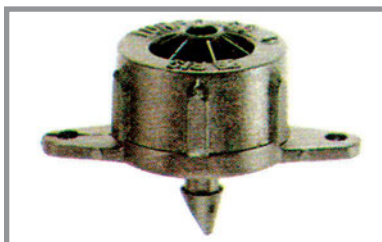
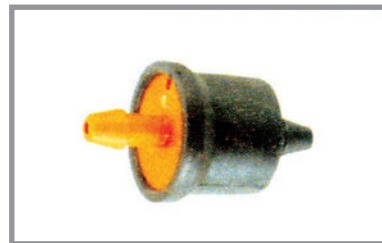
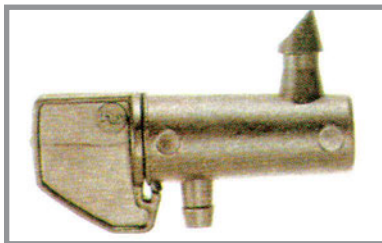


## 6 Σταλάκτες

### Γενική περιγραφή σταλάκτη

**Σταλάκτες** ονομάζονται οι διανεμητές νερού που χρησιμοποιούνται για τον εξοπλισμό των συστημάτων εντοπισμένης άρδευσης με σταγόνες. Τα συστήματα στάγδην άρδευσης χρησιμοποιούνται για την άρδευση δένδρων και θάμνων, όπως επίσης ποαδών και εποχικών φυτών, είτε αυτά βρίσκονται φυτεμένα στη γη είτε βρίσκονται φυτεμένα σε γλάστρες ή ζαρντινιέρες.

Κατασκευάζονται συνήθως από σκληρή πλαστική ύλη πολυπροπυλενίου ή πολυαιθυλενίου. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία ειδών και τύπων σταλακτών. Το κοινό χαρακτηριστικό τους είναι ότι επιτρέπουν την εκροή του νερού με τη μορφή ελεύθερων σταγόνων και λειτουργούν σε χαμηλή πίεση (1-2 atm).



Εικόνα 6.1

Διάφοροι σταλάκτες (Πηγή: Claber).

Η εκροή του νερού με τη μορφή ελεύθερων σταγόνων επιτυγχάνεται με την απώλεια πίεσης, που προκαλείται κατά τη διέλευση του νερού μέσα από το σταλάκτη. Η ονομαστική τους παροχή, για πίεση λειτουργίας 1 atm, κυμαίνεται από 0,3-12 l/h. Οι πιο συνηθισμένοι σταλάκτες έχουν ονομαστικές παροχές 2, 4, 6, 8, ή 10 l/h. Τελευταία, στην αγορά έχουν κυκλοφορήσει σταλάκτες ρυθμιζόμενης παροχής από 0 l/h - 50 l/h (η παροχή 0 l σημαίνει ότι ο σταλάκτης μετά από κατάλληλη ρύθμιση είναι κλειστός).



**Εικόνα 6.2**

Οι ίδιοι σταλάκτες τοποθετημένοι σε σωλήνες  
(Πηγή: Claber).

Με τη χρήση των σταλακτών για άρδευση έχουμε τη δυνατότητα να εφαρμόσουμε την παροχή νερού στην περιοχή των κύριων ριζών των φυτών, σε μικρές δόσεις και με αργό ρυθμό, επιτυγχάνοντας με αυτό τον τρόπο τη διατήρηση του εδάφους σε συνθήκες σταθερής υγρασίας. Ταυτόχρονα, ελαχιστοποιούνται οι απώλειες νερού από εξάτμιση, απορροή και διήθηση σε βαθύτερα στρώματα του εδάφους.

Ένα άλλο σημαντικό όφελος της άρδευσης με σταλάκτες είναι η εξοικονόμηση του νερού.

Οι σταλάκτες, ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους, διακρίνονται σε σταλάκτες **μεγάλης** και **μικρής** διαδρομής.

## 6.1 Σταλάκτες μεγάλης διαδρομής

Σε αυτούς το νερό περνά από διόδους πολύ μικρής διατομής, που έχουν συνολικό μήκος 1 m περίπου. Με αυτό τον τρόπο προκαλείται απώλεια φορτίου. Στην ομάδα αυτή ανήκουν οι εξής τύποι σταλακτών:

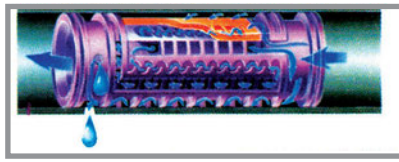
### α) Οι μικροσωλήνες

Οι μικροσωλήνες είναι λεπτοί σωληνίσκοι κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο (PE), με εσωτερική διάμετρο 0,5-1,1 mm και μήκος 0,25-1,5 m. Η παροχή τους κατά την άρδευση εξαρτάται από την πίεση λειτουργίας τους, την εσωτερική διάμετρο και το μήκος τους και δίνεται στους πίνακες αποδόσεών τους.

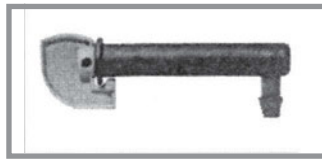
Τοποθετούνται σε οπές, οι οποίες ανοίγονται με ειδικό εργαλείο ("σγρόμπια") σε επιθυμητά διαστήματα πάνω στα τοιχώματα των πλευρικών σωλήνων.

### β) Οι σταλάκτες με μαιανδρική διαδρομή

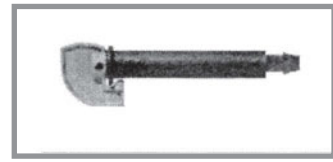
Σε αυτούς το νερό περνά από εναλλασσόμενες διευρύνσεις και στενώσεις, που το σχήμα τους μοιάζει με μαιάνδρο.



(α)



(β)



(γ)

**Εικόνα 6.3**

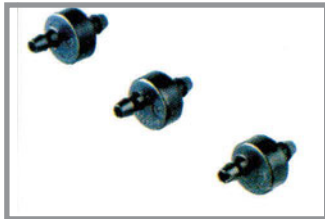
α. Σταλάκτης μαιανδρικής διαδρομής (Πηγή: Rainbird),  
β. γ. Σταλάκτες ελικοειδούς διαδρομής (Πηγή: Palaplast).

### γ) Οι σταλάκτες ελικοειδούς διαδρομής

Σε αυτούς οι δίοδοι του νερού μοιάζουν με ελικώσεις.

### δ) Οι σταλάκτες μεικτής διαδρομής

Σε αυτούς οι δίοδοι του νερού είναι ελικοειδείς στην αρχή και ευθύγραμμοι στο τέλος.



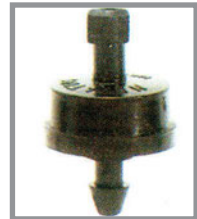
(α)



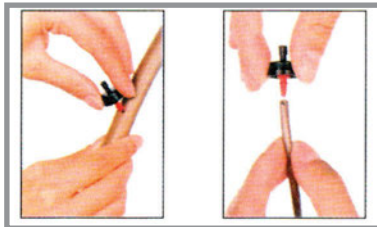
(β)



(γ)



(δ)



(ε)

**Εικόνα 6.4**

α. β. γ. δ. Σταλάκτες μεικτής διαδρομής (Πηγή: Rainbird, NETAFIM).  
ε. Τρόποι τοποθέτησης σε σωλήνες Ø16 και Ø4.

## 6.2 Σταλάκτες μικρής διαδρομής

Στους σταλάκτες αυτούς το νερό εξέρχεται από μια οπή πολύ μικρής διατομής. Με αυτό τον τρόπο προκαλείται απώλεια πίεσης. Στην ομάδα αυτή ανήκουν οι εξής τύποι σταλακτών:

### α) Οι σταλάκτες τύπου οπής

Οι σταλάκτες αυτοί, για την έξοδο του νερού, έχουν μια μικρή οπή με σχετικό κάλυμμα. Το νερό που εξέρχεται αρχικά από την οπή σε μορφή μικρού πίδακα, προσκρούει στο κάλυμμα και μετατρέπεται σε σταγόνες.

### β) Οι σταλάκτες τύπου στροβίλου

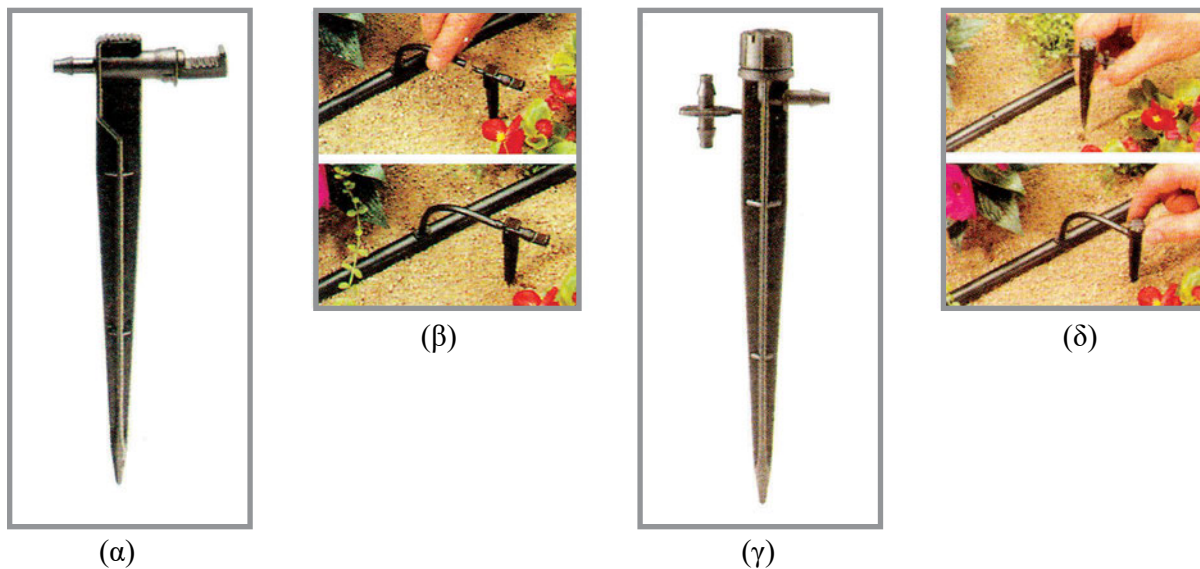
Σε αυτούς το νερό περνά αρχικά από μια οπή σε ένα θαλαμίσκο κυλινδρικού σχήματος, όπου με τη δημιουργία τυρβώδους κίνησης προκαλείται πτώση της πίεσης και στη συνέχεια ωθείται σε δεύτερο θαλαμίσκο από όπου εκρέει σε μορφή σταγόνων.

## 6.3 Κατάταξη σταλακτών ανάλογα με τη ρύθμιση της παροχής

Γενικά οι σταλάκτες ανάλογα με τη δυνατότητα ρύθμισης της παροχής τους διακρίνονται σε:

### α) Σταλάκτες σταθερής παροχής

Οι σταλάκτες αυτοί διατηρούν την παροχή τους ορισμένη και σταθερή, σε δεδομένη πίεση.



Εικόνα 6.5

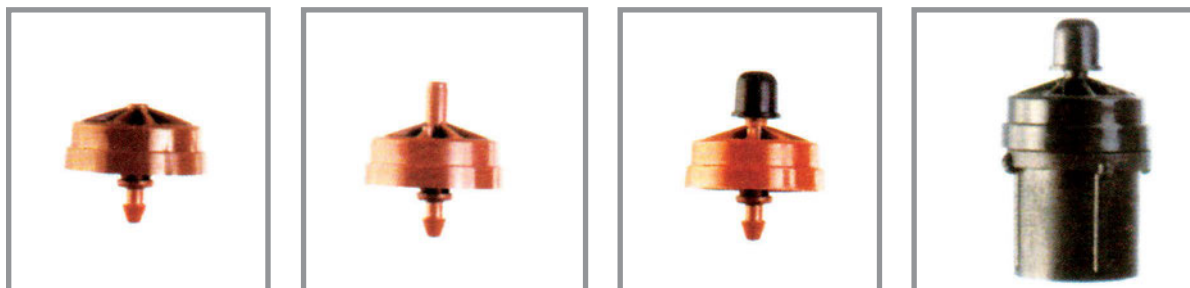
α. Σταλάκτης σταθερής παροχής με λόγχη, β. Τρόπος τοποθέτησης  
γ. Σταλάκτης ρυθμιζόμενης παροχής με λόγχη, δ. Τρόπος τοποθέτησης (Πηγή: Claber).

### β) Σταλάκτες ρυθμιζόμενης παροχής

Οι σταλάκτες αυτοί για ορισμένη πίεση μεταβάλλουν την παροχή τους με ειδικό χειρισμό, είτε αυξάνοντας το μήκος της διαδρομής, είτε μειώνοντας τη διατομή της οπής εκροής.

### γ) Αυτορρυθμιζόμενοι σταλάκτες

Οι σταλάκτες αυτοί διατηρούν την παροχή τους σταθερή, όταν η πίεση μεταβάλλεται. Αυτό το πετυχαίνουν με κατάλληλους μηχανισμούς, οι οποίοι μειώνουν τη διατομή εκροής, όταν η πίεση αυξάνεται.

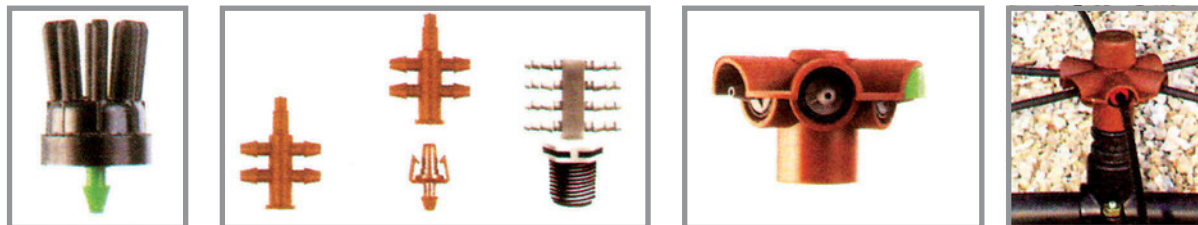


Εικόνα 6.6

Αυτορρυθμιζόμενοι σταλάκτες (Πηγή: NETAFIM).

## 6.4 Κατάταξη σταλακτών ανάλογα με τον αριθμό των εξόδων

Ανάλογα με τις εξόδους που φέρουν, διακρίνονται σε σταλάκτες απλής και πολλαπλής εξόδου.



Εικόνα 6.7

Κεφαλές πολλαπλών εξόδων (Πηγή: NETAFIM).



Εικόνα 6.8

Σταλακτοφόρος σωλήνας (Πηγή: Claber).



Εικόνα 6.9

Σωλήνας εφίδρωσης ή πορώδης σωλήνας (Πηγή: Claber).

## 6.5 Σταλακτοφόροι σωλήνες

Είναι σωλήνες από εύκαμπτο μαύρο πολυαιθυλένιο (PE), με αντοχή σε πιέσεις 4-6 Atm και εξωτερική διάμετρο 16-20 mm, που φέρουν ενσωματωμένους σταλάκτες. Χρησιμοποιούνται για να διανέμουν το νερό στην έκταση που πρόκειται να αρδευτεί. Η διανομή γίνεται μέσω των σταλακτών. Χρησιμοποιούνται σαν σωλήνες εφαρμογής σε γραμμικές φυτεύσεις.

Το επιτρεπόμενο μήκος τους ποικίλλει ανάλογα με τη διάμετρό τους, τον αριθμό και την παροχή των σταλακτών που φέρουν, καθώς και τον επιδιωκόμενο βαθμό ομοιομορφίας εκροής. Συνοδεύονται πάντοτε από πίνακες προδιαγραφών λειτουργίας.

Οι σταλακτοφόροι σωλήνες τοποθετούνται πάντοτε κάθετα προς τους δευτερεύοντες σωλήνες και παράλληλα προς τις γραμμές φύτευσης (σειρές φυτών ή δένδρων). Έχουν χρώμα μαύρο, για να είναι αδιαπέρατοι στο φως και να εμποδίζεται έτσι η ανάπτυξη μικροοργανισμών στο εσωτερικό τους, που μπορεί να προκαλέσουν εμφράξεις των σταλακτών.

Τα άκρα των σωλήνων αυτών κλείνουν με ειδικό εξάρτημα (διόφθαλμο), ώστε να ανοίγονται κατά διαστήματα και να καθαρίζονται από τις ακαθαρσίες, που συγκεντρώνονται μέσα σε αυτούς.

Τα προβλήματα που δημιουργούνται στους σταλάκτες προέρχονται από τη συσσώρευση αλάτων τόσο στους μαιάνδρους, όσο και στις εκροές.

Τελευταία, στην αγορά υπάρχουν **ειδικοί σταλακτοφόροι** σωλήνες, οι οποίοι με παράλληλη χρήση ειδικών φίλτρων χρησιμοποιούνται για την υπόγεια άρδευση χλοοταπήςτων. Πρόκειται για νέα μέθοδο άρδευσης για χλοοτάπητες, η οποία όμως υπόσχεται και προδιαγράφει πολλά για το μέλλον.



Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Οι **σταλάκτες**, ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους, διακρίνονται σε σταλάκτες **μεγάλης** και **μικρής διαδρομής**. Οι σταλάκτες μεγάλης διαδρομής περιλαμβάνουν: τους **μικροσωλήνες**, τους σταλάκτες **μαιανδρικής διαδρομής**, **ελικοειδούς διαδρομής** και **μεικτής διαδρομής**. Οι σταλάκτες μικρής διαδρομής περιλαμβάνουν τους σταλάκτες **τύπου οπής** και **τύπου στροβίλου**. Επίσης, οι σταλάκτες ανάλογα με τη ρύθμιση της παροχής διακρίνονται σε **σταθερής παροχής**, **ρυθμιζόμενης παροχής** και σε **αυτορρυθμιζόμενους σταλάκτες**. Οι **σταλακτοφόροι σωλήνες** είναι σωλήνες με ενσωματωμένους σταλάκτες, που χρησιμοποιούνται σε γραμμικές φυτεύσεις.

Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Τι είναι σταλάκτες και πού χρησιμοποιούνται;
2. Οι σταλάκτες, ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους, διακρίνονται σε δύο μεγάλες ομάδες. Ποιες είναι αυτές;
3. Ποιοι είναι οι σταλάκτες μεγάλης διαδρομής; Να αναφέρετε τους τύπους σταλακτών μεγάλης διαδρομής.
4. Ποιοι είναι οι σταλάκτες μικρής διαδρομής; Να αναφέρετε τους τύπους σταλακτών μικρής διαδρομής.
5. Σε ποιες ομάδες διακρίνονται οι σταλάκτες ανάλογα με τη ρύθμιση της παροχής;
6. Τι είναι οι σταλακτοφόροι σωλήνες και πού χρησιμοποιούνται;
7. Πώς τοποθετούνται οι σταλακτοφόροι σωλήνες;



Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

# ΦΙΛΤΡΑ ΝΕΡΟΥ

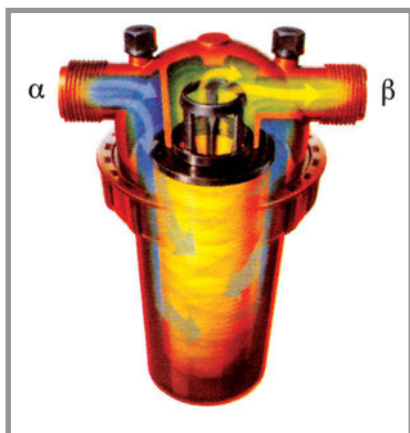






## 7 Φίλτρα Νερού

Ένα από τα πιο σοβαρά προβλήματα που παρουσιάζονται στα αρδευτικά δίκτυα και ιδιαίτερα στα συστήματα άρδευσης με σταγόνες (στάγδην άρδευση) είναι το πρόβλημα της έμφραξης των διανεμητών (σταλακτών, μικροεκτοξευτήρων κτλ.), από ξένες ύλες (ανόργανες και οργανικές), που περιέχονται συνήθως στο αρδευτικό νερό.



**Εικόνα 7.1**  
Εγκάρσια τομή φίλτρου  
(Πηγή: NETAFIM).  
α. Είσοδος, β. Έξοδος.

Η καθαρότητα του νερού καθορίζεται συνήθως από την περιεκτικότητά του σε ξένες ύλες (ανόργανες και οργανικές) και ποικίλλει ανάλογα με την προέλευση και τον τρόπο μεταφοράς. Έτσι, για παράδειγμα, τα νερά των ποταμών περιέχουν οργανικές ύλες, ενώ σπάνια παρουσιάζουν μεγάλη αναλογία ανόργανων υλών, όπως λεπτής άμμου, ιλύος και αργίλου. Τα νερά των γεωτρήσεων είναι απαλλαγμένα από οργανικές ύλες, αλλά περιέχουν λεπτή άμμο, ιλύ και άργιλο. Τα νερά των κλειστών αγωγών περιέχουν διάφορες ξένες ύλες, που εξαρτώνται από την πηγή της προέλευσής τους.

Για την προληπτική αντιμετώπιση των εμφράξεων, χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα που έχουν ως σκοπό τον καθαρισμό του νερού από τις ξένες ύλες. Τα μέσα αυτά είναι τα διάφορα είδη **φίλτρων** και οι **υδροκυκλώνες** ή **διαχωριστές άμμου**.

### 7.1 Φίλτρα

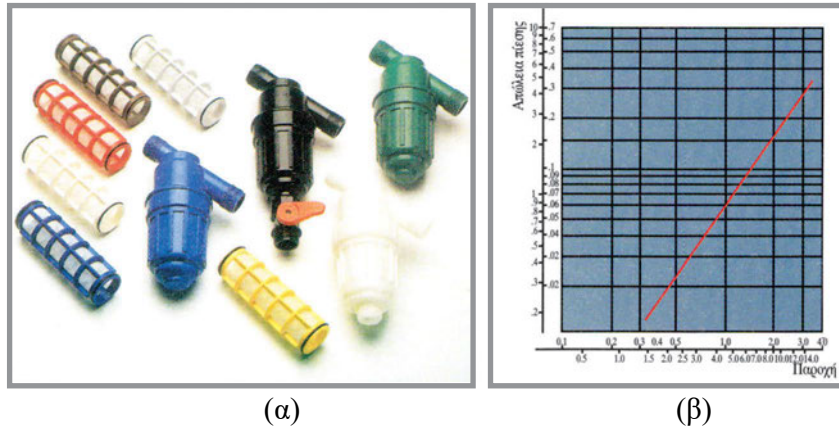
Τα φίλτρα είναι ειδικά εξαρτήματα ή συσκευές που κατά κανόνα αποτελούνται από ένα μεταλλικό ή πλαστικό περίβλημα, στο εσωτερικό του οποίου τοποθετείται με κατάλληλη διάταξη ένα διηθητικό μέσο, από το οποίο διέρχεται αναγκαστικά το νερό, προκειμένου να καθαριστεί.

Τα φίλτρα, ανάλογα με το είδος του διηθητικού μέσου, διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

1. φίλτρα σίτας,
2. φίλτρα δίσκων και
3. φίλτρα άμμου.

### 7.1.1 Φίλτρα σίτας

Στα φίλτρα σίτας, το διηθητικό μέσο αποτελείται από ένα πλέγμα με μεταλλικά ή πλαστικά νήματα, που είναι λεπτό και πυκνό.



Εικόνα 7.2

α. Διάφορα φίλτρα και πλέγματα φίλτρων, β. Διάγραμμα απωλειών πίεσης (Πηγή: Amiad).

Για το χαρακτηρισμό των διάφορων πλεγμάτων χρησιμοποιείται ο αριθμός MESH (αριθμός νημάτων ανά ίντσα), όπως επίσης το άνοιγμα (μάτι) μεταξύ δύο διαδοχικών νημάτων, το πάχος των νημάτων και το ποσοστό (%) της συνολικής επιφάνειας του πλέγματος που μένει ελεύθερη.

Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός MESH, τόσο μικρότερα είναι τα ανοίγματα του πλέγματος του φίλτρου. Γενικά τα ανοίγματα του πλέγματος των φίλτρων σίτας πρέπει να είναι μικρότερα από το μέγεθος των ξένων υλών που φέρει το νερό, για να έχουν τη δυνατότητα να συγκρατήσουν τα ξένα υλικά.

Επίσης, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι τα φίλτρα σίτας, ανάλογα με τον **τρόπο καθαρισμού** τους από τις ξένες ύλες που συγκρατούν, διακρίνονται στις εξής κατηγορίες: τα **απλά**, τα **ημιαυτόματα** και τα **αυτόματα**.



(α)

(β)

Χρώμα	Γκρι	Πράσινο	Μπλε	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

(γ)

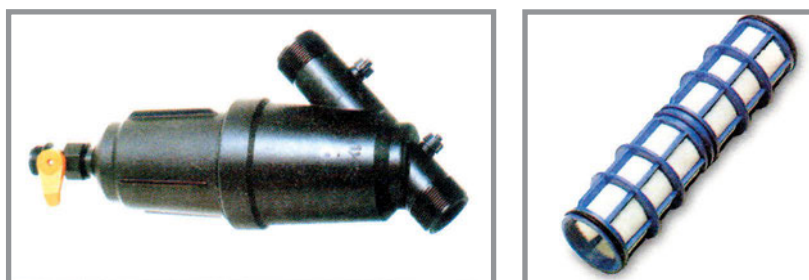
Εικόνα 7.3

α. Διάφορες σίτες, β. Τρόπος τοποθέτησης της σίτας στο φίλτρο.

γ. Πίνακας αντιστοιχίας χρωμάτων σίτας και προδιαγραφών καθαρισμού (Πηγή: Amiad).

### 7.1.1.1 Φίλτρα σίτας απλά

Στα απλά φίλτρα (εικ. 7.4), το πλέγμα για να καθαριστεί ανασύρεται έξω από τη συσκευή κατά διαστήματα, καθαρίζεται επιμελώς με ένα σκληρό βουρτσάκι, πλένεται με καθαρό νερό και επανατοποθετείται. Σε περίπτωση που το πλέγμα έχει έστω και ένα μικρό άνοιγμα, το αντικαθιστούμε με καινούργιο πλέγμα.



Ε ι κ ό ν α 7 . 4

Φίλτρα σίτας απλά (Πηγή: Amiad).

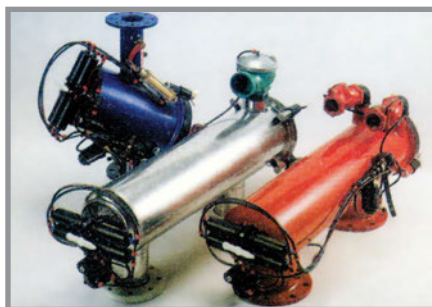
### 7.1.1.2 Φίλτρα σίτας ημιαυτόματα

Στα ημιαυτόματα φίλτρα, ο καθαρισμός επιτυγχάνεται είτε με μια ειδική βούρτσα, που είναι τοποθετημένη στο εσωτερικό τους και κινείται κατακόρυφα και περιστροφικά με τη βοήθεια εξωτερικού μοχλού, είτε με τη δημιουργία αντίστροφης ροής νερού, που επιτυγχάνεται με κατάλληλους χειρισμούς διάφορων βανών.

Συνεπώς, ο καθαρισμός του πλέγματος (σίτας) γίνεται χωρίς να απαιτείται προηγουμένως η αποσυναρμολόγηση των φίλτρων αυτών. Τα φίλτρα αυτά μειονεκτούν, επειδή ο καθαρισμός που κάνουν δεν είναι ικανοποιητικός και έχουν μεγάλο κόστος συντήρησης (φθείρονται σχετικά γρήγορα οι βούρτσες και οι σίτες).

### 7.1.1.3 Φίλτρα σίτας αυτόματα

Αυτά καθαρίζονται αυτόματα, με ειδικές ηλεκτρομηχανικές μεθόδους, χωρίς καμία εξωτερική επέμβαση. Παρουσιάζουν τα ίδια μειονεκτήματα με τα ημιαυτόματα.

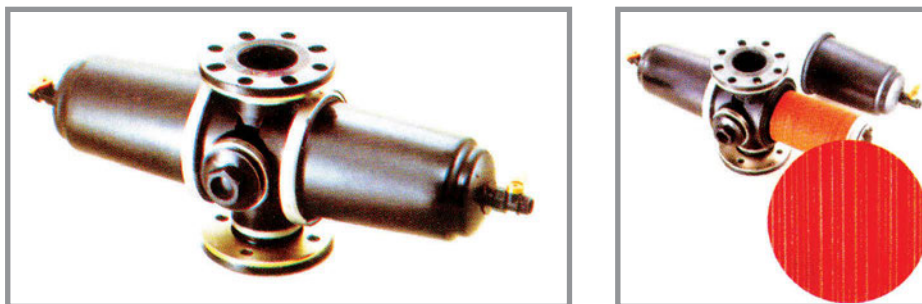


Ε ι κ ό ν α 7 . 5

Φίλτρα σίτας αυτόματα (Πηγή: Amiad).

### 7.1.2 Φίλτρα δίσκων

Στα φίλτρα αυτά ο καθαρισμός του νερού επιτυγχάνεται με την παρουσία δεκάδων λεπτών ομοαξονικών δίσκων, που φέρουν λεπτές ραβδώσεις και μικρές οπές πάνω στις πλευρές τους. Τα αιωρούμενα σωματίδια συγκρατούνται μέσα σε αυτές τις ραβδώσεις. Πολλά από αυτά τα φίλτρα μπορούν να δεχθούν και σίτες. Καθαρίζονται με την ίδια μέθοδο καθαρισμού των απλών φίλτρων σίτας.



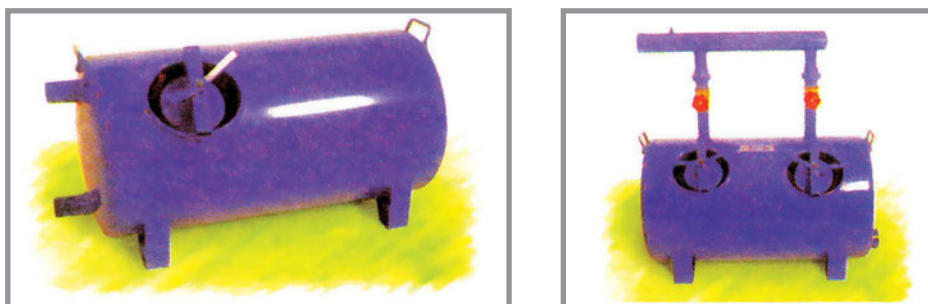
Εικόνα 7.6

Φίλτρα δίσκων (Πηγή: Amiad).

### 7.1.3 Φίλτρα άμμου

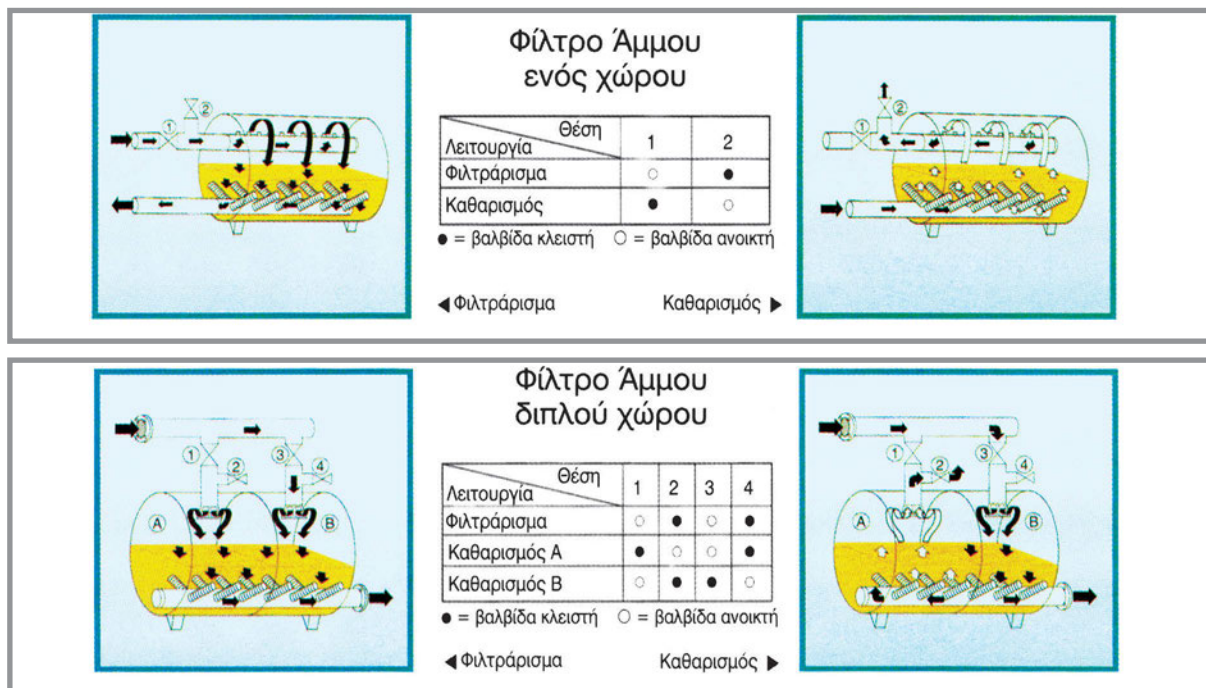
Τα φίλτρα αυτά αποτελούνται από ένα μεταλλικό εξωτερικό περίβλημα, στο εσωτερικό του οποίου υπάρχει το διηθητικό μέσο, το οποίο αποτελείται από στρώματα χαλικιών και άμμου διάφορων μεγεθών, τα οποία εναλλάσσονται μεταξύ τους. Τα στρώματα αυτά έχουν τη δυνατότητα να συγκρατούν τις ξένες ύλες που περιέχει το νερό.

Τα φίλτρα άμμου χρησιμοποιούνται κυρίως για τη συγκράτηση λεπτής άμμου ή οργανικών υλών. Ο καθαρισμός των φίλτρων αυτών γίνεται με διοχέτευση νερού αντίστροφης ροής.



Εικόνα 7.7

Φίλτρα άμμου (Πηγή: TORO Ag.).



Εικόνα 7.8

Διαδικασίες φιλτραρίσματος του νερού και καθαρισμού του διηθητικού μέσου (Πηγή: TORO Ag.).

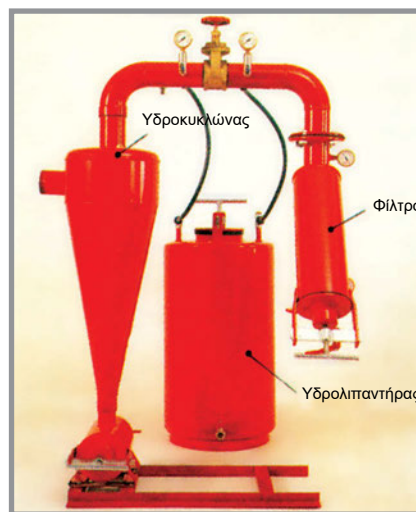
## 7.2 Υδροκυκλώνες

Οι υδροκυκλώνες ή διαχωριστές άμμου, όπως ονομάζονται, χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση της άμμου που περιέχει συνήθως το νερό. Αποτελούνται από ένα μεταλλικό δοχείο, του οποίου το πάνω τμήμα είναι κυλινδρικό, ενώ το κάτω είναι κωνικό.

Το νερό, καθώς εισέρχεται στον υδροκυκλώνα, εκτελεί περιστροφική κίνηση με την ενέργεια της υδραυλικής πίεσης και εξέρχεται αξονικά από σπή, η οποία βρίσκεται στο πάνω μέρος.

Η άμμος, με τη φυγόκεντρη δύναμη που αναπτύσσεται κατά την περιστροφική κίνηση του νερού, απωθείται προς τα τοιχώματα της συσκευής και συγκεντρώνεται σε ειδικό θάλαμο, που βρίσκεται στη βάση της. Από εκεί αποβάλλεται κατά διαστήματα με το άνοιγμα ειδικής θυρίδας.

Οι υδροκυκλώνες απομακρύνουν, συνήθως σε ποσοστό μεγαλύτερο του 98%, την άμμο που περιέχεται στο νερό. Δεν μπορούν όμως να αφαιρέσουν τις οργανικές ύλες. Γι' αυτό το λόγο είναι απαραίτητος ο συνδυασμός τους με ένα φίλτρο σίτας.



Εικόνα 7.9

Υδροκυκλώνας με μεταλλικό φίλτρο σίτας και υδρολιπαντήρα.



Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Τα **φίλτρα** και οι **υδροκυκλώνες** είναι συσκευές με τις οποίες επιτυγχάνεται η προληπτική αντιμετώπιση των εμφράξεων. Τα φίλτρα είναι ειδικά εξαρτήματα ή συσκευές, που κατά κανόνα αποτελούνται από ένα μεταλλικό ή πλαστικό περίβλημα, στο εσωτερικό του οποίου τοποθετείται με κατάλληλη διάταξη ένα διηθητικό μέσο, από το οποίο διέρχεται αναγκαστικά το νερό, προκειμένου να καθαριστεί.

Τα φίλτρα, ανάλογα με το είδος του διηθητικού μέσου, διακρίνονται σε **φίλτρα σίτας**, **φίλτρα δίσκων** και **φίλτρα άμμου**. Επίσης, τα φίλτρα σίτας υποδιαιρούνται σε **φίλτρα απλά** και **φίλτρα ημιαυτόματα** και **αυτόματα**, ανάλογα με τον τρόπο αυτοκαθαρισμού τους.

Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Πώς επιτυγχάνεται η προληπτική αντιμετώπιση των εμφράξεων των σταλακτών, μικροεκτοξευτήρων κτλ. στα αρδευτικά δίκτυα;
2. Τι είναι τα φίλτρα και σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται;
3. Τι είναι ο αριθμός MESH;
4. Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται τα απλά φίλτρα σίτας;
5. Πώς επιτυγχάνεται ο καθαρισμός στα ημιαυτόματα φίλτρα;
6. Από ποια υλικά αποτελείται το διηθητικό μέσο στα φίλτρα άμμου;
7. Τι είναι υδροκυκλώνες και ποιος είναι ο τρόπος λειτουργίας τους;



Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

# ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ







## 8 Συστήματα Προστασίας Αρδευτικών Δικτύων

Υπάρχουν διάφορα συστήματα προστασίας και βελτίωσης των δικτύων άρδευσης, τα οποία περιλαμβάνουν εξαρτήματα και μηχανισμούς που έχουν ως σκοπό τον έλεγχο και την εξασφάλιση της ομαλής λειτουργίας των δικτύων αυτών, καθώς επίσης και την προστασία τους από τυχόν βλάβες, αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο τη διάρκεια ζωής τους.



### 8.1 Ρυθμιστές Πίεσης

Τα όργανα αυτά έχουν ως σκοπό τη μείωση της πίεσης λειτουργίας του δικτύου, στα επίπεδα που επιθυμούμε. Τέτοια όργανα είναι:

#### 8.1.1 Οι πιεζοθραύστες

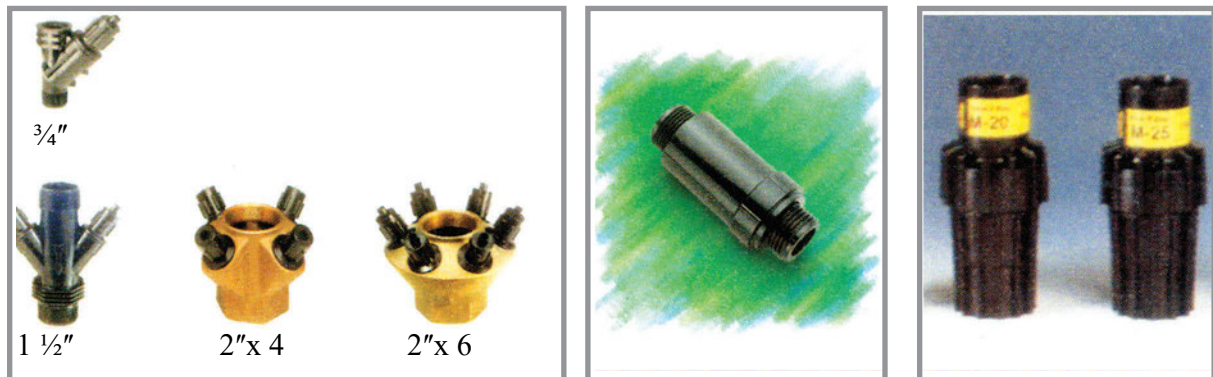
Οι πιεζοθραύστες είναι συνήθως διακόπτες (πεταλούδες ή βάνες). Με τα εξαρτήματα αυτά δημιουργείται τεχνητή στένωση στο σωλήνα, με αποτέλεσμα την αύξηση των τοπικών απωλειών πίεσης του διερχόμενου νερού και την πρόκληση ανάλογης πτώσης της πίεσης. Η ύπαρξη μανόμετρου θεωρείται απαραίτητη, για να ρυθμίζεται η τεχνητή στένωση στο σωλήνα ανάλογα με την επιθυμητή πίεση.

Εικόνα 8.1

Εξαρτήματα ρυθμιστή πίεσης (Πηγή: NETAFIM).

### 8.1.2 Οι σταθεροί ρυθμιστές πίεσης ή σταθεροποιητές πίεσης ή μειωτήρες πίεσης

Πρόκειται για εξαρτήματα, τα οποία μειώνουν μια κυμαινόμενη πίεση εισόδου και τη διατηρούν σταθερή στην έξοδό τους σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο (συνήθως 1,2 έως 1,4 atm). Τοποθετούνται συνήθως στην αρχή των δευτερευόντων σωλήνων, που ελέγχουν τη στάγδην άρδευση.

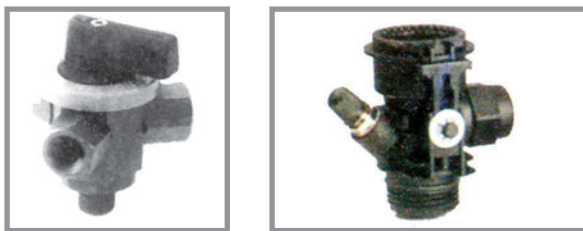


Εικόνα 8.2

Ρυθμιστές πίεσης (Πηγές: NETAFIM, James Hardie Irrigation, Rainbird).

### 8.1.3 Οι μεταβλητοί (ρυθμιζόμενοι) ρυθμιστές πίεσης

Είναι εξαρτήματα, τα οποία μπορούν να μειώνουν μια κυμαινόμενη πίεση εισόδου και διατηρούν σταθερή την πίεση εξόδου, ανάλογα με τη ρύθμιση που δέχονται. Η ύπαρξη μανόμετρου είναι υποχρεωτική.



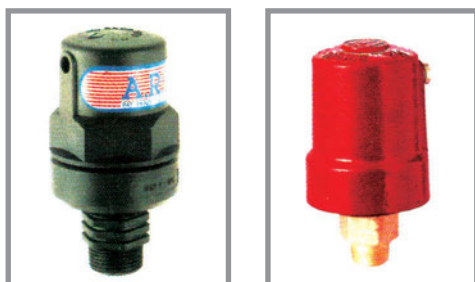
Εικόνα 8.3

Μεταβλητοί ρυθμιστές πίεσης  
(Πηγές: BERMAD, Rainbird).

## 8.2 Βαλβίδες εξαερισμού ή εξαεριστικά εξαρτήματα

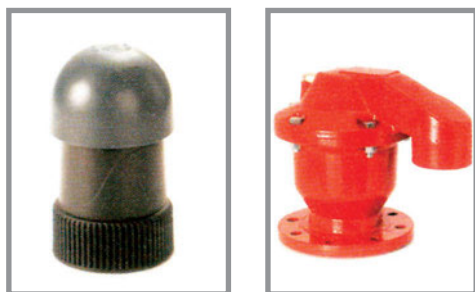
Χρησιμεύουν στην απομάκρυνση του αέρα που εγκλωβίζεται στους σωλήνες του δικτύου, στην εξασφάλιση κανονικής ροής του νερού και στην ελαχιστοποίηση των προβλημάτων ενός πιθανού υδραυλικού πλήγματος. Οι βαλβίδες αυτές

είναι απαραίτητες, κυρίως για τον εξοπλισμό των δικτύων, που εγκαθίστανται σε περιοχές με ανώμαλο ανάγλυφο. Σε ορισμένα έργα, κάποια τμήματα των κύριων ή δευτερευόντων σωλήνων βρίσκονται σε μεγαλύτερο υψόμετρο, από το υπόλοιπο δίκτυο. Καθώς το νερό γεμίζει τους σωλήνες, ο αέρας που υπήρχε μέσα σε αυτούς συγκεντρώνεται στα υψηλότερα αυτά σημεία, συμπιέζεται και εμποδίζει ή διακόπτει τη ροή του νερού. Είναι απαραίτητο λοιπόν να τοποθετηθούν σε αυτά τα σημεία των σωλήνων βαλβίδες εξαερισμού, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να επιτρέπουν την έξοδο του αέρα, όχι όμως και του νερού.



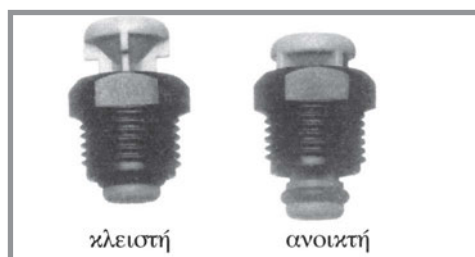
Εικόνα 8.4

Βαλβίδες αυτόματου εξαερισμού (Πηγή: BERMAD, ARI).



Εικόνα 8.5

Κινητικές βαλβίδες (αυτόματη είσοδος και έξοδος αέρα), (Πηγή: BERMAD, ARI).



κλειστή

ανοικτή

Εικόνα 8.6

Βαλβίδα αποφυγής εισόδου αέρα (Πηγή: BERMAD).



Εικόνα 8.7

Βαλβίδα αντεπιστροφής (Πηγή: TORO).

Στο εμπόριο υπάρχουν επίσης και οι **κινητικές βαλβίδες**, που επιτρέπουν την είσοδο και έξοδο μεγάλων ποσοτήτων αέρα κατά την έναρξη και παύση της λειτουργίας του δικτύου, όπως επίσης και **βαλβίδες διπλής ενέργειας** που συνδυάζουν τη λειτουργία των κινητικών βαλβίδων και των βαλβίδων εξαερισμού.

Εκτός αυτών, υπάρχουν επίσης **βαλβίδες αποφυγής εισόδου αέρα**, που τοποθετούνται στα υψηλότερα σημεία των δικτύων, με σκοπό την απαγόρευση εισόδου του αέρα στο δίκτυο, την ώρα που σταματά να λειτουργεί.

### 8.3 Μηχανισμοί αποτροπής αντιστροφής της ροής ή βαλβίδες αντεπιστροφής

Είναι μηχανισμοί και εξαρτήματα, που τοποθετούνται στην αρχική υδροληψία και δεν επιτρέπουν την επιστροφή του νερού από τους σωλήνες άρδευσης προς την υδροληψία. Αυτό μπορεί να συμβεί, όταν η πίεση του νερού εντός των σωλήνων, που μας προμηθεύουν νερό (πριν από το δίκτυο άρδευσης), πέσει σε χαμηλότερα επίπεδα από την πίεση που επικρατεί μέσα στους σωλήνες του δικτύου άρδευσης.

### 8.4 Προληπτικά μέτρα προστασίας αρδευτικών δικτύων κατά του παγετού

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) χρησιμοποιούνται ευρύτατα στα αρδευτικά δίκτυα, αλλά, αν το νερό παγώσει στο εσωτερικό του, ο σωλήνας πιθανόν να διαρραγεί. Σε περιοχές όπου ο παγετός εισχωρεί σε βάθος 15 cm ή περισσότερο, θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προετοιμασίας του δικτύου για το χειμώνα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, είτε αφαιρώντας το νερό από τους αρδευτικούς σωλήνες με τη βοήθεια πίεσης αέρα, είτε χρησιμοποιώντας βαλβίδες αποστράγγισης τοποθετημένες σε χαμηλό επίπεδο. Στη χώρα μας τέτοια προβλήματα δεν είναι συνηθισμένα.

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Η μείωση της πίεσης λειτουργίας των δικτύων άρδευσης γίνεται με τους **ρυθμιστές πίεσης**. Υπάρχουν ρυθμιστές πίεσης σταθεροί, οι οποίοι μειώνουν μια κυμαινόμενη πίεση εισόδου και τη διατηρούν σταθερή στην έξοδό του, όπως επίσης υπάρχουν και οι **μεταβλητοί ρυθμιστές πίεσης**, στους οποίους ρυθμίζεται η επιθυμητή πίεση εξόδου. Χρησιμοποιούν στην απομάκρυνση του αέρα που εγκλωβίζεται στους σωλήνες του δικτύου, στην εξασφάλιση κανονικής ροής του νερού και στην ελαχιστοποίηση των προβλημάτων ενός πιθανού υδραυλικού πλήγματος. Είναι μηχανισμοί και εξαρτήματα, που τοποθετούνται στην αρχική υδροληψία και δεν επιτρέπουν την επιστροφή του νερού από τους σωλήνες άρδευσης προς την υδροληψία.

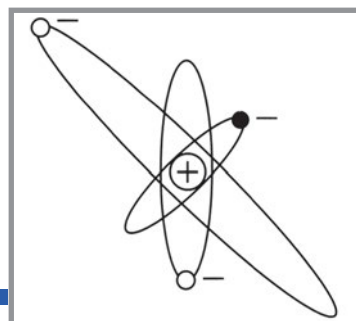
Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Τι είναι οι ρυθμιστές πίεσης και ποια είδη αυτών απαντώνται στην αγορά;
2. Τι είναι οι πιεζοθραύστες;
3. Τι είναι οι σταθεροί ρυθμιστές πίεσης;
4. Τι είναι οι μεταβλητοί ρυθμιστές;
5. Τι γνωρίζετε για τις βαλβίδες εξαέρωσης και τις βαλβίδες αντεπιστροφής;
6. Ποια είναι τα προληπτικά μέτρα προστασίας των αρδευτικών δικτύων κατά του παγετού;



Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

# ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ









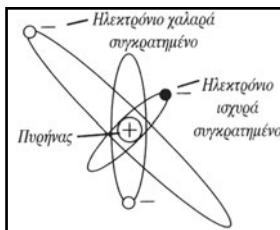
## 9 Καλωδίωση

Τα περισσότερα αρδευτικά δίκτυα σήμερα ελέγχονται από προγραμματιστές, ηλεκτροβάνες και αισθητήρες που ενεργοποιούνται με ηλεκτρικό ρεύμα. Οι καλωδιώσεις αυτών των εξαρτημάτων θα πρέπει να είναι σωστά διαστασιοποιημένες (διατομή και μήκος) και συνδεδεμένες, ώστε να εξασφαλίζεται τόσο η καλή, όσο και η ασφαλής λειτουργία του αρδευτικού δικτύου. Οι περισσότεροι προγραμματιστές δέχονται ρεύμα τάσης 220V AC και στέλνουν στις ηλεκτροβάνες, μέσω μετασχηματιστή (εσωτερικού ή εξωτερικού), ρεύμα τάσης 24V AC. Αυτό γίνεται για να μην έχουμε προβλήματα ηλεκτροπληξίας, αφού είναι γνωστό ότι η τάση των 24V είναι ασφαλής.

Τα καλώδια μεταφέρουν τα ηλεκτρικά σήματα που απαιτούνται για τη λειτουργία των παραπάνω εξαρτημάτων. Αν η διατομή του καλωδίου είναι πολύ μικρή, η ένταση του ρεύματος που μεταφέρεται προς τις ηλεκτροβάνες μπορεί να μην επαρκεί για τη σωστή λειτουργία τους.

Κρίνουμε σκόπιμο, πριν παρουσιάσουμε τις συσκευές και τα εξαρτήματα των αρδευτικών δικτύων που χρησιμοποιούν ηλεκτρικό ρεύμα, να κάνουμε μια ανασκόπηση βασικών ηλεκτρολογικών μεγεθών. Ένας επιπρόσθετος και σοβαρός λόγος που γίνεται αυτό είναι η προσωπική ασφάλεια των ανθρώπων που έρχονται σε επαφή με ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, αφού είναι γνωστό ότι το ηλεκτρικό ρεύμα είναι επικίνδυνο για τους ανθρώπους που δε γνωρίζουν τα "μυστικά του"<sup>1</sup>.

1. Είναι αλήθεια ότι κανένας μας δεν έχει δει ποτέ τον **ηλεκτρισμό** (άτομο και ηλεκτρόνια). Όλοι μας, όμως, έχουμε δει τα αποτελέσματα του ηλεκτρισμού. Όλα τα σώματα (στερεά, υγρά και αέρια) αποτελούνται από μόρια και άτομα. Στην εικ. 9.1, βλέπουμε τη δομή ενός ατόμου.



Τα ηλεκτρόνια είναι αρνητικά φορτισμένα σωματίδια, που γυρίζουν σε τροχιά γύρω από το θετικά φορτισμένο πυρήνα του ατόμου. Τα πιο απομακρυσμένα ηλεκτρόνια είναι πολύ χαλαρά συνδεδεμένα με τους πυρήνες των ατόμων και πολύ εύκολα αποσυνδέονται από τα άτομα. Αυτά τα ηλεκτρόνια ονομάζονται "ελεύθερα ηλεκτρόνια" ή "**ηλεκτρόνια αγωγιμότητας**". Έχει αποδειχθεί ότι τα ηλεκτρόνια όλων των σωμάτων είναι όμοια μεταξύ τους και ότι είναι αρνητικά φορτισμένα.

Πρώτος ο Θαλής ο Μιλήσιος, γύρω στο 600 π.Χ., παρατήρησε ότι το κεχριμπάρι (ήλεκτρο), όταν τριφτεί σε ένα στεγνό ύφασμα, αποκτά την ικανότητα να έλκει διάφορα ελαφρά αντικείμενα. Ο Γάλλος φυσικός C. DuFay, το 1733, διέκρινε ότι υπάρχουν δύο είδη ηλεκτρισμού και έτσι τα διάφορα σώματα, ύστερα από τριβή, μπορούν να χωρισθούν σε δύο ομάδες. Αντιπροσωπευτικά δείγματα από κάθε ομάδα είναι το γυαλί και το καουτσούκ. Όταν πλησιάσουμε μεταξύ τους δύο κομμάτια γυαλιού, που έχουν τριφτεί με στεγνό ύφασμα, απωθούνται, όπως επίσης απωθούνται και δύο κομμάτια καουτσούκ. Αντίθετα, το γυαλί και το καουτσούκ έλκονται. Ο ηλεκτρισμός που εμφανίζεται στο γυαλί ύστερα από τριβή ονομάζεται θετικός και ο ηλεκτρισμός του καουτσούκ αρνητικός. "**Ηλεκτρικό φορτίο**" ονομάζεται η ποσότητα του ηλεκτρισμού ενός σώματος. Τα ομόνυμα ηλεκτρικά σώματα απωθούνται και τα ετερόνυμα έλκονται.

Τι συμβαίνει όμως και εμφανίζεται ηλεκτρισμός σε κάποιο σώμα ύστερα από τριβή; Με την τριβή δύο διαφορετικών σωμάτων, π.χ. γυαλί με μάλλινο ύφασμα, αποχωρίζονται τα ηλεκτρόνια από το ένα σώμα και πηγαίνουν στο άλλο, με αποτέλεσμα να δημιουργήσουν στο ένα σώμα θετικά ιόντα, δηλαδή, έλλειμμα ηλεκτρονίων και στο άλλο αρνητικά, δηλαδή, πλεόνασμα ηλεκτρονίων. Έτσι, όταν αποχωρισθούν τα δύο σώματα, το ένα εμφανίζεται με θετικό φορτίο και το άλλο με αρνητικό.

**Ηλεκτρισμός** εμφανίζεται όταν διαχωρίσουμε, με οποιονδήποτε τρόπο, ετερόνυμα φορτία,

υπερνικώντας τις ελκτικές δυνάμεις που τα κρατούν ενωμένα, ώστε να δημιουργηθεί στο ένα σώμα έλλειμμα ηλεκτρονίων και στο άλλο πλεόνασμα.

Τα ηλεκτρικά φορτία κινούνται και η κίνησή τους ονομάζεται **ηλεκτρική ροή**. **Ηλεκτρική πηγή** είναι μια συσκευή ή μηχανή, η οποία είναι σε θέση να διατηρεί δύο αγωγούς, που ονομάζονται "πόλοι" της πηγής, συνεχώς φορτισμένους με αντίθετα ηλεκτρικά φορτία. Ο θετικά φορτισμένος αγωγός ονομάζεται "**θετικός πόλος**" και συμβολίζεται με (+), ενώ ο αρνητικά φορτισμένος αγωγός ονομάζεται "**αρνητικός πόλος**" και συμβολίζεται με (-), (να παρατηρήσετε τα παραπάνω σύμβολα σε μια οποιαδήποτε μπαταρία).

Ένα μεταλλικό σώμα, π.χ. ένα σύρμα, αποτελείται από ένα μεγάλο πλήθος ατόμων. Αν συνδέσουμε στα άκρα του σύρματος αυτού μια ηλεκτρική πηγή, τότε το νέφος των ηλεκτρονίων (τα ελεύθερα ηλεκτρόνια που προείπαμε) απωθείται από τον αρνητικό πόλο της πηγής και έλκεται από το θετικό.



Μια τέτοια ομαδική και προσανατολισμένη κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων μέσα σε ένα σώμα καλείται **ηλεκτρικό ρεύμα**.

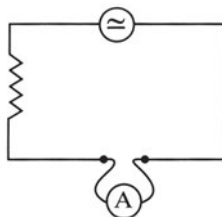
Το ηλεκτρικό ρεύμα που παρέχεται από μια μπαταρία ονομάζεται **συνεχές ρεύμα** και συμβολίζεται με **DC** ή (-). Το ηλεκτρικό ρεύμα που παρέχεται από τη Δ.Ε.Η. (πρίζα) ονομάζεται **εναλλασσόμενο** και συμβολίζεται με **AC** ή (~).

Ορίζουμε ως **ηλεκτρικό κύκλωμα** ένα σύνολο συσκευών και διατάξεων, που συνδέονται μεταξύ τους, επιτρέποντας τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος. Το κύκλωμα περιλαμβάνει εκτός από τους **αγωγούς** και διάφορα εξαρτήματα, όπως **διακόπτες**, για τη διακοπή του ρεύματος, **ασφάλειες** για την προστασία, ηλεκτρικές συσκευές (π.χ. ένα σωληνοειδές πηνίο, ένα ψυγείο, μια ηλεκτρική κουζίνα, έναν προγραμματιστή άρδευσης κτλ.) στις οποίες καταναλώνεται το ρεύμα, όργανα μέτρησης κτλ. [έναν προγραμματιστή συνδεδεμένος με το ηλεκτρικό δίκτυο (Δ.Ε.Η.) και μια ηλεκτροβάννα αποτελούν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα].

## 9.1 Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος

Έχουμε ένα απλό κύκλωμα με μια πηγή ρεύματος  $E$ , ένα συρμάτινο μεταλλικό αγωγό και μια κατανάλωση. Θεωρούμε μια διατομή  $S$  του αγωγού. Έστω  $Q$  το ηλεκτρικό φορτίο, που περνά από

2. Τα αμπερόμετρα έχουν 2 ακροδέκτες. Για να μετρήσουμε την ένταση του ρεύματος, που περνά από έναν αγωγό, πρέπει να διακόψουμε το κύκλωμα και να παρεμβάλουμε το αμπερόμετρο με τέτοιο τρόπο, ώστε το ρεύμα του αγωγού να περνά μέσα από το αμπερόμετρο (σύνδεση σε σειρά).



Εικ. 9.2 Κύκλωμα με σύνδεση αμπερομέτρου.

τη διατομή  $S$  σε χρονικό διάστημα  $t$ . Το ηλεκτρικό φορτίο, που περνά από τη διατομή  $S$  σε ένα δευτερόλεπτο (1sec), δηλαδή  $Q/t$ , ονομάζεται **ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος** ή απλά **ρεύμα** και παριστάνεται με το γράμμα  $I$ . Η μονάδα έντασης του ρεύματος είναι το Αμπέρ (A). Μάλιστα,  $1\text{mA} = 0,001\text{ A}$ . Το όργανο με το οποίο μετράμε την ένταση ονομάζεται αμπερόμετρο<sup>2</sup>.

## 9.2 Ηλεκτρική τάση

Είναι γνωστό ότι τα ομώνυμα φορτία απωθούνται και τα ετερόνυμα φορτία έλκονται.

👉 Λέμε ότι μεταξύ δύο σωμάτων υπάρχει **ηλεκτρική τάση** (ή τάση) και με αυτό εννοούμε ότι τα αρνητικά ηλεκτρικά φορτία του ενός τείνουν, δηλ. προσπαθούν, να κινηθούν προς το άλλο που είναι θετικά φορτισμένο, όπως επίσης και το αντίθετο<sup>3</sup>.

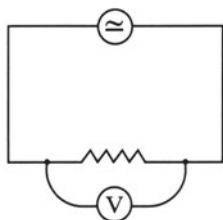
Η **διαφορά δυναμικού** μεταξύ δύο σημείων ενός αγωγού, μέσα από τον οποίο περνά ρεύμα, μας δίνει την τάση μεταξύ των σημείων αυτών.

Όταν το ρεύμα φθάσει σε μια κατανάλωση τα ηλεκτρόνια "ξοδεύουν" την ενέργειά τους και παράγουν έργο (φως, θέρμανση, μαγνητισμό κτλ.)

Μονάδα ηλεκτρικής τάσης είναι το Volt και συμβολίζεται με V.

Τα όργανα μέτρησης της ηλεκτρικής τάσης (διαφοράς δυναμικού) ονομάζονται βολτόμετρα<sup>4</sup>.

3. Όσο μεγαλύτερο είναι το περίσσειμα ηλεκτρονίων που έχει το πρώτο σώμα, καθώς και όσο μεγαλύτερο είναι το έλλειμμα που υπάρχει στο δεύτερο, τόσο μεγαλύτερες είναι οι ελκτικές δυνάμεις, που εξασκούν αμοιβαία το ένα πάνω στο άλλο, δηλαδή τόσο μεγαλύτερη είναι η τάση που υπάρχει μεταξύ τους.  
Χρησιμοποιώντας όλη αυτή την κίνηση μεταξύ των φορτίων, οι ηλεκτρικές πηγές (γεννήτριες, μπαταρίες κτλ) παράγουν μια δύναμη που ωθεί τα ηλεκτρόνια σε κίνηση. Πρώτα από όλα μετακινούν τα ηλεκτρόνια από την έξοδο του κυκλώματος, αφήνοντας στην έξοδο ένα θετικό φορτίο. Στη συνέχεια εισάγουν ηλεκτρόνια στην είσοδο του κυκλώματος φορτίζοντας αρνητικά την είσοδο.  
Απαιτείται όμως ενέργεια για να δημιουργηθούν όλα αυτά που προείπαμε (το νέφος των ηλεκτρονίων των ατόμων κτλ). Η τάση λοιπόν είναι αυτή που δημιουργεί τη ροή των ηλεκτρονίων σε ένα κύκλωμα, δηλαδή το ηλεκτρικό ρεύμα. Άρα η τάση είναι η "αιτία" και το ρεύμα είναι το "αποτέλεσμα". **Ρεύμα χωρίς τάση δεν μπορεί να υπάρχει.** Αντίθετα τάση χωρίς ρεύμα μπορεί να υπάρχει, όταν το κύκλωμα είναι ανοικτό οπότε εμποδίζεται το ρεύμα να κυκλοφορήσει λόγω του παρεμβαλλόμενου μονωτικού (αέρας κτλ). Η τάση μετριέται πάντοτε μεταξύ δύο σημείων. Η έκφραση "**τάση ενός σημείου**" είναι λάθος.
4. Τα **βολτόμετρα** έχουν δύο ακροδέκτες που χρησιμεύουν για τη σύνδεση. Παρατηρούμε στην εικόνα 9.3 ότι το βολτόμετρο συνδέεται παράλληλα με το τμήμα του κυκλώματος, στα άκρα του οποίου θέλουμε να μετρήσουμε την **τάση**.

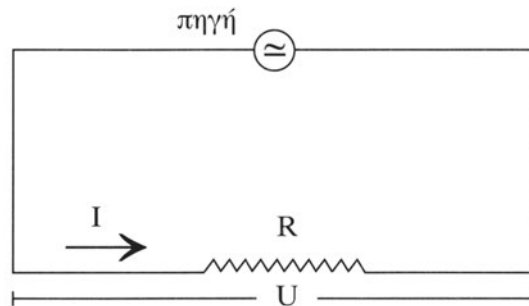


**Εικ. 9.3** Κύκλωμα με σύνδεση βολτομέτρου.

## 9.3 Ηλεκτρική αντίσταση

Ονομάζουμε γενικά **ηλεκτρική αντίσταση** την ιδιότητα που παρουσιάζουν τα διάφορα σώματα να εμποδίζουν, άλλα λίγο και άλλα πολύ, τη δημιουργία ή διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος σε αυτά<sup>5</sup>.

### Νόμος του Ohm



Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα εφαρμόζουμε ορισμένη τάση  $U$ . Τότε, θα εμφανιστεί στο σύρμα ορισμένη ένταση  $I$ . Αφού η **τάση είναι το αίτιο και το ρεύμα είναι το αποτέλεσμα**, υπάρχει ποσοτική σχέση μεταξύ των δύο μεγεθών, η οποία εκφράζεται από το νόμο του Ohm:

$$I = \frac{U}{R}$$

όπου:

$I$  = ένταση ρεύματος

$U$  = τάση ρεύματος

$R$  = αντίσταση αγωγού



**Η ένταση ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό είναι ανάλογη της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα και αντιστρόφως ανάλογη της αντίστασής του.**

Το γινόμενο  $I \cdot R$  μας δίνει την τάση που επικρατεί στα άκρα ενός αγωγού με αντίσταση  $R$ , όταν αυτός διαρρέεται από ρεύμα  $I$ .

$$U = I \cdot R$$

5. Αν ανατρέξουμε στο τι είναι ρεύμα, θα καταλάβουμε ότι η αντίσταση εξαρτάται από τον αριθμό των ελεύθερων ηλεκτρονίων που διαθέτει ένα σώμα και είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μικρότερος είναι ο αριθμός των ελεύθερων ηλεκτρονίων. Τα σώματα που παρουσιάζουν μικρή ηλεκτρική αντίσταση ονομάζονται αγωγοί. Οι αγωγοί που χρησιμοποιούμε είναι τα διάφορα μεταλλικά σύρματα. Τα σώματα που παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ηλεκτρική αντίσταση ονομάζονται μονωτές ή μονωτικά. Τα μονωτικά που χρησιμοποιούνται είναι το λάστιχο, το γυαλί, η πορσελάνη, το ορυκτέλαιο κτλ. Ανάμεσα σε αυτές τις δυο κατηγορίες υπάρχουν και σώματα που παρουσιάζουν σχετικά μεγάλη ηλεκτρική αντίσταση. Αυτά τα ονομάζουμε ημιαγωγό, π.χ. η γη, το υγρό χαρτί κτλ. Βέβαια έχει αποδειχθεί ότι κανένα σώμα δεν μπορεί να θεωρηθεί τέλειος αγωγός, όπως επίσης κανένα σώμα δεν μπορεί να είναι τέλειος μονωτής.

Γενικά, αντίσταση  $R$  ενός αγωγού ονομάζουμε το πηλίκο της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του προς την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει:

$$R = \frac{U}{I}$$

Το μέγεθος  $R$  εκφράζει ποσοτικά την αντίσταση που συναντά το ρεύμα, καθώς περνά μέσα από τον αγωγό. Όσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση του αγωγού, τόσο μικρότερο είναι το ρεύμα που τον διαρρέει, αν η τάση στα άκρα του είναι σταθερή<sup>6</sup>.

Μονάδα μέτρησης της αντίστασης είναι το  $\Omega$  ( $\Omega$ ) όπου:

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

Αντίσταση  $1\Omega$  έχει εκείνο το σώμα που, όταν παρεμβάλλεται ανάμεσα σε δύο σημεία με διαφορά δυναμικού  $1V$ , αφήνει να περνά μέσα από αυτό ρεύμα ενός Αμπέρ ( $1A$ ).

$$1K\Omega = 1000\Omega = 10^3\Omega$$

### Άσκηση

Μια ηλεκτροβάνα συνδέεται σε ένα προγραμματιστή (Τάση =  $24V$  AC). Όταν η ηλεκτροβάνα είναι ανοιχτή, η κατανάλωσή της είναι  $200$  mA. Να βρεθεί η αντίσταση του πηνίου της ηλεκτροβάνας.

Τα  $200$  mA =  $0.2$  A, οπότε έχουμε:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{24V}{0.2A} = 120\Omega$$

Άρα, η αντίσταση του πηνίου της ηλεκτροβάνας είναι  $120\Omega$ .

## 9.4 Ισχύς

**Ισχύς** είναι το ποσό της ενέργειας που μπορεί να αποδοθεί ή να καταναλωθεί στη μονάδα του χρόνου. Είναι χαρακτηριστικό μέγεθος μιας πηγής ή μιας κατανάλωσης, διότι αποτελεί μέτρο για το πόσο γρήγορα μπορεί να αποδώσει ενέργεια μια πηγή ή να καταναλώσει ενέργεια μια κατανάλωση.

6. Η αντίσταση ενός αγωγού επηρεάζεται από:

α. Το υλικό κατασκευής του: Ο χαλκός έχει μικρότερη αντίσταση από το πλαστικό.

β. Το μήκος του: Όσο μεγαλύτερο μήκος έχει ο αγωγός, τόσο μεγαλύτερη αντίσταση παρουσιάζει.

γ. Τη διατομή του: Όσο μικρότερη είναι η διατομή, τόσο μεγαλύτερη η αντίσταση. Όσο μικρότερος (λεπτότερος) ο αγωγός, τόσο λιγότερος χώρος υπάρχει για να κινηθούν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Ας θυμηθούμε ότι όλα αυτά είναι αρνητικά φορτισμένα και απωθούνται. Αρνούνται να στριμωχθούν μεταξύ τους. Η απαίτηση για χώρο ή ελευθερία κινήσεων εμποδίζει πάρα πολλά ηλεκτρόνια να κινηθούν μαζί σε ένα λεπτό αγωγό την ίδια στιγμή. Δεν ξεχνάμε ότι ρεύμα είναι η ποσότητα των ηλεκτρονίων που διέρχονται ανά δευτερόλεπτο από ένα σημείο.

Η υπερβολική ροή των ηλεκτρονίων μέσα από τον αγωγό προκαλεί θέρμανση που τελικά μπορεί να προκαλέσει καταστροφή (κάψιμο) του ίδιου του αγωγού που περνούν. Παρατηρήστε τη διαφορά της διατομής ενός αγωγού που δίνει ρεύμα σε μια λάμπα δωματίου και ενός αγωγού που δίνει ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό καλοριφέρ ή σε ένα ηλεκτρικό σίδερο. Θα δείτε ότι το καλώδιο της λάμπας είναι σαφέστατα λεπτότερο από τα άλλα. Η τάση που είναι διαθέσιμη σε ένα κύκλωμα εξαρτάται από το μέγεθος της ηλεκτρικής πηγής. Εν τούτοις, το ποσό του ρεύματος (η ένταση) που περνά μέσα από ένα κύκλωμα μεταβάλλεται και εξαρτάται από τη συνολική αντίσταση των αγωγών και των συσκευών που καταναλώνουν αυτό το ρεύμα.

$$P = U \cdot I$$

Ορίζεται ως ισχύς ηλεκτρικού ρεύματος το γινόμενο της τάσης στους πόλους μιας πηγής ή στα άκρα μιας κατανάλωσης επί το ρεύμα που παράγει η τάση αυτή.

Μονάδα ισχύος είναι το Watt και συμβολίζεται με W

$$1W = 1V \cdot 1A$$

Έτσι,

✎ Ισχύ 1W έχει ηλεκτρικό ρεύμα τάσης 1V και έντασης 1A.

Επίσης, 1KW=1000 W και 1mW = 0,001 W

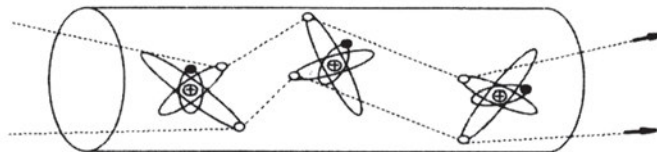
Μια άλλη μονάδα ισχύος είναι ο ίππος (PS ή HP ή CV).

$$1PS=0,736 KW$$

$$1KW=1,36 PS$$

## 9.5 Καλώδια

✎ Είναι το σύνολο δύο ή περισσότερων μονωμένων χάλκινων αγωγών, που βρίσκονται μέσα στο ίδιο μονωτικό περίβλημα και χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά του ηλεκτρικού ρεύματος.



Εικόνα 9.4

Χάλκινος αγωγός.

Ο τύπος των καλωδίων που χρησιμοποιούνται στα αρδευτικά δίκτυα είναι NYΥ ή J1VΥ (με συμπαγείς χάλκινους αγωγούς) και η μορφή που διατίθεται στο εμπόριο μπορεί να είναι δύο αγωγών (διπολικό), τριών αγωγών (τριπολικό), τεσσάρων αγωγών (τετραπολικό), πέντε αγωγών (πενταπολικό) και επτά αγωγών (επταπολικό). Η ονομαστική τάση των αγωγών αυτών είναι μέχρι 1000V. Τα τελευταία χρόνια στην αγορά κυκλοφορούν καλώδια αμερικανικής προέλευσης γνωστά ως UF με δύο έως δεκαπέντε αγωγούς και ονομαστική τάση 600V. Οι μονώσεις των αγωγών μέσα στα καλώδια έχουν διαφορετικούς χρωματισμούς, για να ξεχωρίζουν εύκολα.

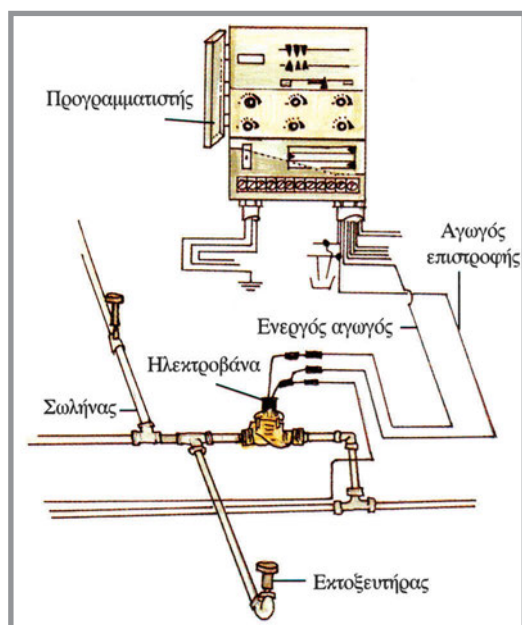
Ένα άλλο χαρακτηριστικό των καλωδίων είναι η επιφάνεια της διατομής των αγωγών τους. Στον πιο κάτω πίνακα φαίνονται ορισμένες διατομές αγωγών και η αντίσταση που παρουσιάζουν για κάθε 1000 m μήκους.

## Πίνακας 9.1

Η αντίσταση που παρουσιάζουν οι χάλκινοι αγωγοί ανά 1000 m μήκος.

Μέγεθος αγωγού (καρέ) (mm <sup>2</sup> )	Αντίσταση ανά 1000 m μήκος (Ω)
0,5	36,20
0,75	24,13
1,0	18,10
1,5	12,10
2,5	7,41
4,0	4,61
6,0	3,08

Ο προγραμματιστής στέλνει ρεύμα τάσης 24 V AC δια μέσου ενός αγωγού, ο οποίος ξεκινά από αυτόν, περνά από τις ηλεκτροβάνες και επιστρέφει πάλι σε αυτόν. Αυτό το κύκλωμα είναι γνωστό ως ηλεκτρικό κύκλωμα.



Εικόνα 9.5

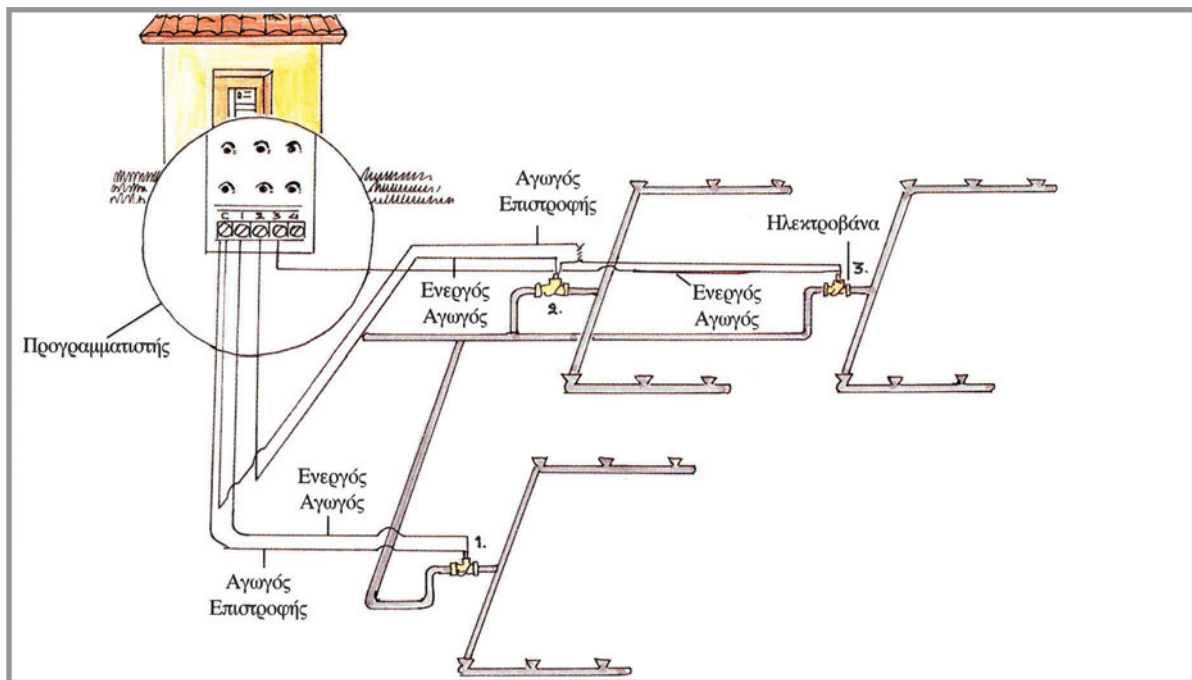
Ηλεκτρικό κύκλωμα προγραμματιστή και μιας ηλεκτροβάνας.

Όλα τα ηλεκτρικά κυκλώματα πρέπει να είναι κλειστά, ώστε να παρέχεται ενέργεια εκεί όπου χρειάζεται, και στη συνέχεια το ηλεκτρικό ρεύμα να επιστρέφει. Ο ηλεκτρισμός ή η ροή των ηλεκτρονίων μεταφέρεται από έναν αγωγό, ο οποίος ονομάζεται **ενεργός αγωγός**, προς τις ηλεκτροβάνες. Το κύκλωμα ολοκληρώνεται από έναν άλλο αγωγό, ο οποίος επιστρέφει στον προγραμματιστή και ονομάζεται **συδότερος αγωγός ή αγωγός επιστροφής ή επιστροφή**.

Δε θα πρέπει όλες οι βαλβίδες να συνδέονται με τον ίδιο ενεργό αγωγό, διότι τότε όλες οι ηλεκτροβάνες θα ενεργοποιούνται ταυτόχρονα μόλις περνά το ηλεκτρικό ρεύμα από αυτόν. Κάθε ηλεκτροβάννα συνδέεται με τον προγραμματιστή με ξεχωριστό αγωγό.

Ο συδότερος αγωγός συνδέει όλες τις ηλεκτροβάνες με τον προγραμματιστή.





Εικόνα 9.6

Σύνδεση προγραμματιστή με τρεις ηλεκτροβάνες.

### 9.5.1 Κριτήρια επιλογής διατομής καλωδίων

Για την **επιλογή** της διατομής των καλωδίων υπάρχουν τρία κριτήρια που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη:

1. Η **απόσταση** των ηλεκτροβαλβίδων από τον προγραμματιστή,
2. Η **στατική πίεση** του νερού στις ηλεκτροβάνες,
3. Ο **αριθμός** των **ηλεκτροβανών** που συνδέονται στον ίδιο σταθμό του προγραμματιστή.

Όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος του καλωδίου από τον προγραμματιστή προς την ηλεκτροβάνη, τόσο αυξάνει η πιθανότητα πτώσης της τάσης κατά τη διαδρομή του ηλεκτρικού ρεύματος.

Όπως ακριβώς θα χρησιμοποιούσαμε ένα μεγάλο σωλήνα, για να μειώσουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών, κατά τον ίδιο τρόπο χρησιμοποιούμε ένα μεγαλύτερης διατομής αγωγό, για τη μείωση των απωλειών τάσης σε μεγάλες αποστάσεις<sup>7</sup>.

7. Ο υπολογισμός του μήκους ή της διατομής των αγωγών που θα χρησιμοποιήσουμε γίνεται με τη βοήθεια του τύπου που μας δίνει την ωμική αντίσταση των αγωγών:  $R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$

όπου:  $R$  = ωμική αντίσταση ( $\Omega$ ),  $\ell$  = μήκος αγωγού (m),  $S$  = διατομή αγωγού ( $mm^2$ ),  $\rho$  = ειδική αντίσταση (για χαλκό  $0,018 \Omega \times mm^2 \times m^{-1}$ ).

Η ωμική αντίσταση  $R = \frac{\Delta U}{I}$ , όπου:  $\Delta U$  = η επιτρεπόμενη πτώση τάσης (3V) των 24 V,  $I$  = η ένταση του ρεύματος που καταναλώνεται στις ηλεκτροβάνες.

Τα περισσότερα αρδευτικά δίκτυα δεν απαιτούν καλωδιώσεις μήκους μεγαλύτερου των 400 m. Χρησιμοποιώντας λοιπόν καλώδια με διατομή 1,5 mm<sup>2</sup>, έχουμε καλύψει με μεγάλη ασφάλεια τις ηλεκτρικές απαιτήσεις του δικτύου μας.

## 9.6 Ομοιότητες και διαφορές στους βασικούς ηλεκτρολογικούς και υδραυλικούς όρους



**Τάση** είναι η δύναμη που σπρώχνει τα ηλεκτρόνια να κινηθούν πάνω σε έναν αγωγό.

**Πίεση** είναι η δύναμη που σπρώχνει το νερό να κινηθεί μέσα σε ένα σωλήνα.

**Ένταση ρεύματος** είναι η ποσότητα των ηλεκτρονίων που ρέει σε έναν αγωγό στη μονάδα του χρόνου.

**Παροχή** είναι η ποσότητα του νερού που ρέει σε έναν αγωγό στη μονάδα του χρόνου.

Η **αντίσταση** στη ροή του ρεύματος μπορεί να παρομοιαστεί με τις απώλειες πίεσης που προκαλούνται από τη ροή του νερού μέσα στο σωλήνα.

Η αντίσταση προκαλεί πτώση τάσης.

Η τριβή προκαλεί μείωση της πίεσης.

Η αντίσταση εξαρτάται από το μήκος του αγωγού και τη διατομή του.

Η τριβή εξαρτάται από το μήκος του σωλήνα και τη διατομή του.



Ο χάλκινος **ηλεκτρικός αγωγός** λειτουργεί όπως και ο **αρδευτικός σωλήνας**: όσο **μικρότερη** διατομή έχει ο αγωγός (ή ο σωλήνας), τόσο **μικρότερη** θα είναι η ροή των ηλεκτρονίων (ή του νερού) που θα μεταφέρει και αντίστροφα.

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Ορίζουμε ως **ηλεκτρικό κύκλωμα**, ένα σύνολο συσκευών και διατάξεων, που συνδέονται μεταξύ τους, επιτρέποντας τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος. Το **κύκλωμα** περιλαμβάνει εκτός από τους **αγωγούς** και διάφορα εξαρτήματα, όπως **διακόπτες**, για τη διακοπή του ρεύματος, **ασφάλειες** για την προστασία, ηλεκτρικές συσκευές (π.χ. ένα σωληνοειδές πηνίο, ένα ψυγείο, μια ηλεκτρική κουζίνα, έναν προγραμματιστή άρδευσης κτλ.) στις οποίες καταναλώνεται το ρεύμα, **όργανα μέτρησης** κτλ. [έναν προγραμματιστή συνδεδεμένος με το ηλεκτρικό δίκτυο (Δ.Ε.Η.) και μια ηλεκτροβάννα αποτελούν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα).

**Καλώδια** είναι το σύνολο δύο ή περισσότερων μονωμένων χάλκινων αγωγών, που βρίσκονται μέσα στο ίδιο μονωτικό περίβλημα και χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά του ηλεκτρικού ρεύματος.

Ο ηλεκτρισμός ή η ροή των ηλεκτρονίων μεταφέρεται από έναν αγωγό, ο οποίος ονομάζεται **ενεργός αγωγός**, προς τις ηλεκτροβάνες. Το κύκλωμα ολοκληρώνεται από έναν άλλο αγωγό, ο οποίος επιστρέφει στον προγραμματιστή και ονομάζεται **ουδέτερος αγωγός ή αγωγός επιστροφής ή επιστροφή**.

Για την επιλογή της διατομής των καλωδίων υπάρχουν τρία κριτήρια που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη:

1. η απόσταση των ηλεκτροβαλβίδων από τον προγραμματιστή,
2. η στατική πίεση του νερού στις ηλεκτροβάνες,
3. ο αριθμός των ηλεκτροβανών που συνδέονται στον ίδιο σταθμό του προγραμματιστή.

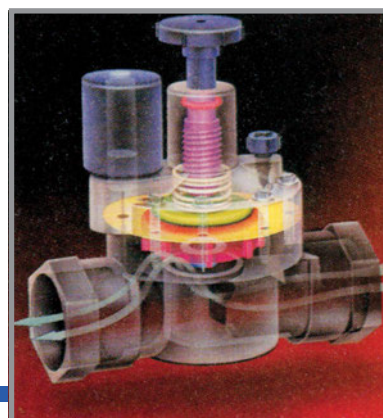
Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Τι γνωρίζετε για την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος;
2. Τι γνωρίζετε για την ηλεκτρική τάση;
3. Τι γνωρίζετε για την ηλεκτρική αντίσταση;
4. Να αναφέρετε τους παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται η αντίσταση ενός αγωγού.
5. Να αναφέρετε και να περιγράψετε τον τύπο των καλωδίων που χρησιμοποιούνται στα αρδευτικά δίκτυα.
6. Ποια είναι τα κριτήρια επιλογής της διατομής των καλωδίων;
7. Να αναφέρετε τις ομοιότητες και τις διαφορές, που υπάρχουν ανάμεσα στους βασικούς ηλεκτρολογικούς και υδραυλικούς όρους.

# 10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## ΒΑΝΕΣ







## 10 Βάνες

**Βάνα** είναι ένας μηχανισμός, ο οποίος συνδέεται σε ένα δίκτυο σωλήνων, με προορισμό να ελέγχει την παροχή του δικτύου και να διακόπτει τη ροή του νερού, όταν χρειάζεται.

Είναι φυσικό, λοιπόν, οι βάνες να τοποθετούνται τόσο στην αρχή του δικτύου (κεντρική βάνα), όσο και στην αρχή των δευτερευόντων σωλήνων.

👉 Η **αποστολή** μιας **βάνας** σε ένα αρδευτικό δίκτυο είναι να **επιτρέπει** στο νερό να ρέει μέσα σε ένα **τμήμα** (κύκλωμα ή ζώνη) του αρδευτικού δικτύου, με εντολή του προγραμματιστή ή έπειτα από χειροκίνητη ενέργεια.

Ένας βασικός διαχωρισμός έγκειται στον τρόπο λειτουργίας τους. Έτσι λοιπόν έχουμε:

### 10.1 Χειροκίνητες βάνες

Είναι βάνες που για να λειτουργήσουν απαιτούν την ανθρώπινη παρουσία και επέμβαση. Είναι οι γνωστοί σε όλους μας κρουνοί ή σφαιρικοί διακόπτες ή σφαιρικές βάνες.

Υπάρχουν σε διάφορες διατομές που ξεκινούν από 1/2" με αρσενικά ή θηλυκά ή αρσενικά και θηλυκά σπειρώματα.

### 10.2 Αυτόματες βάνες

Είναι βάνες που επιτρέπουν ή διακόπτουν τη ροή του νερού μετά από εντολή του προγράμματος. Ονομάζονται και **διαφραγματικές βαλβίδες** και διακρίνονται σε **ηλεκτρικές** και **υδραυλικές**. Στα αρδευτικά δίκτυα κηποτεχνικών έργων στη χώρα μας χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον οι **διαφραγματικές ηλεκτρικές βαλβίδες**, που ονομάζονται και **ηλεκτροβάνες**.



(α)



(β)



(γ)

### Εικόνα 10.1

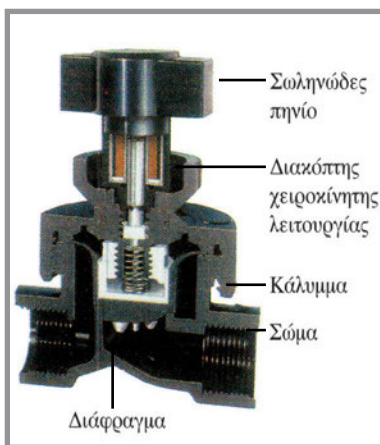
Σφαιρικοί διακόπτες

α. Μεταλλικός, β. Πλαστικός, γ. Διακόπτης για μικροσωλήνες.

## 10.2.1 Διαφραγματικές ηλεκτρικές βαλβίδες ή ηλεκτροβάνες

Οι βαλβίδες αυτού του τύπου αποτελούνται από:

- α. το σώμα,
- β. το σωληνοειδές πηνίο,
- γ. το διάφραγμα,
- δ. το διακόπτη χειροκίνητης λειτουργίας,
- ε. το κάλυμμα.



(α)

### Πίνακας Απωλειών λόγω Τριβής (Βατ)

Παροχή (l/m)	20	50	75	100	115
25 mm (1") Γραμμικού τύπου	0,3	0,3	0,3	0,5	0,6
25 mm (1") Γωνιακού, τύπου φιν	0,3	0,3	0,3	0,5	0,6

(β)

\* Οι τιμές δίνονται σε Bar.

Για μετατροπές σε  $\text{kgf/cm}^2$ , πολλαπλασιάστε τις τιμές του πίνακα με το 1,02.

### Εικόνα 10.2

α. Ηλεκτροβάνα σε τομή, β. Πίνακας απωλειών πίεσης  
(Πηγή: TORO).

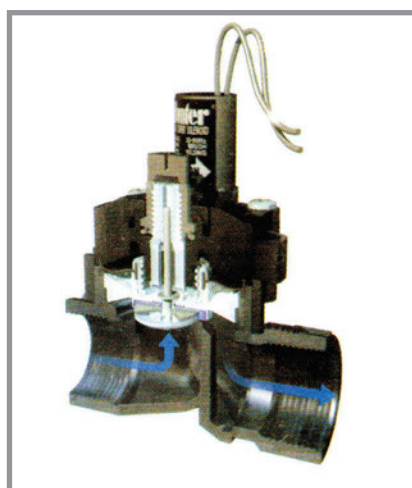
### 10.2.1.1 Περιγραφή λειτουργίας ηλεκτρικής βαλβίδας (ηλεκτροβάνα)

Η ηλεκτροβάνα διατηρείται κλειστή, επειδή ωθείται το διάφραγμα προς τα κάτω, ως αποτέλεσμα της διαφοράς πίεσης που ασκείται σε αυτό, η οποία προκύπτει λόγω της μεγαλύτερης επιφάνειας του διαφράγματος προς τα πάνω. Σε πολλούς τύπους ηλεκτροβανών ένα ελατήριο υποβοηθά την προς τα κάτω ώθηση του διαφράγματος.

Το διάφραγμα, του οποίου η επιφάνεια είναι μεγαλύτερη προς την άνω πλευρά, σφραγίζει την οπή εισόδου δημιουργώντας έτσι ένα 'θάλαμο' μεταξύ διαφράγματος και καλύμματος.

Όταν η πίεση στο θάλαμο γίνει χαμηλότερη, το διάφραγμα ωθείται προς τα πάνω και η βάνα ανοίγει. Η πίεση στο θάλαμο μπορεί να γίνει χαμηλότερη μέσω μιας εσωτερικής οπής ή διόδου ή ενός εξωτερικού σωληνίσκου, που ελέγχεται (ανοίγει ή κλείνει) από ένα έμβολο που βρίσκεται στο εσωτερικό του σωληνοειδούς πηνίου.

Οι ηλεκτρικές βάνες λειτουργούν συνήθως με ρεύμα χαμηλής τάσης (24 volt, AC) που δέχονται από τον προγραμματιστή. Όταν το σωληνοειδές δέχεται ρεύμα, ενεργεί σαν μαγνήτης και ανυψώνει ένα μικρό έμβολο, το οποίο βρίσκεται στο εσωτερικό του και επιτρέπει στο νερό να περάσει από τη δίοδο επικοινωνίας του άνω θαλάμου με την κάτω πλευρά του διαφράγματος.



Πίνακας απωλειών πίεσης λόγω τριβής		
Παροχή m <sup>3</sup> /hr.	1" Σφαιρική	1" Γωνιακή
0,23	0,1	0,1
1,14	0,1	0,1
2,27	0,1	0,1
3,41	0,1	0,1
4,54	0,2	0,1
5,68	0,2	0,1
6,81	0,4	0,2
7,95	0,5	0,3
9,09	0,7	0,4

**Ε ι κ ό ν α 1 0 . 3**

Ηλεκτροβάνα σε τομή, με πίνακα απωλειών πίεσης (Πηγή: Hunter).

Όταν ο προγραμματιστής σταματά τη ροή ηλεκτρικού ρεύματος προς το σωληνοειδές πηνίο, η μαγνητική έλξη σταματά να υφίσταται και το έμβολο επιστρέφει στην αρχική του θέση, υποβοηθούμενο από ένα μικρό ελατήριο, διακόπτοντας με αργό ρυθμό τη ροή του νερού μέσα από τη βάνα.

Ορίζουμε, από τον τρόπο λειτουργίας τους, ως ηλεκτροβάνες **φυσιολογικά κλειστές** αυτές που στη φυσιολογική τους κατάσταση δεν επιτρέπουν τη διέλευση του νερού. Για να ανοίξει αυτή η ηλεκτροβάνα θα πρέπει να στείλουμε ηλεκτρικό σήμα στο σωληνοειδές. Υπάρχουν όμως και ηλεκτροβάνες που είναι **φυσιολογικά ανοιχτές** και που λειτουργούν με τον τελείως αντίθετο τρόπο.

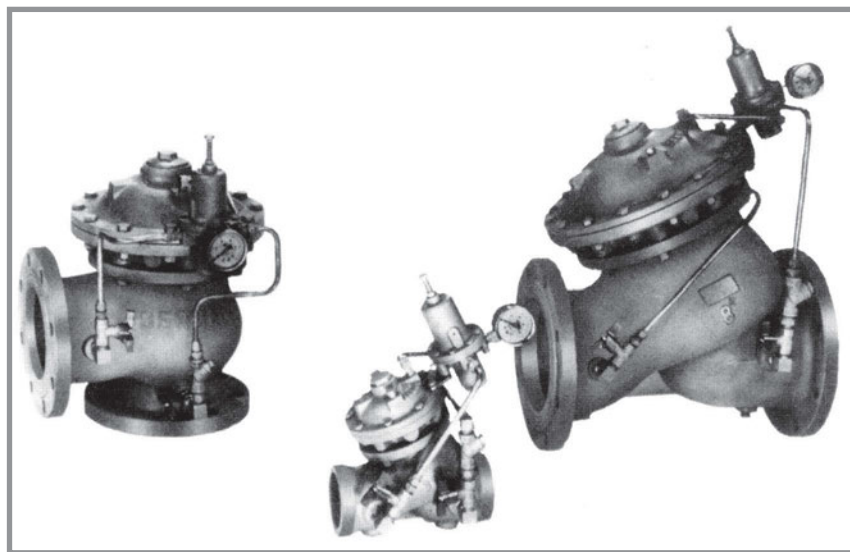


👉 **Εισερχόμενο ρεύμα** ή **ρεύμα ενεργοποίησης** ή **ρεύμα οπλισμού** είναι η ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος σε Αμπέρ, που απαιτείται για να ενεργοποιηθεί το σωληνοειδές πηνίο της ηλεκτροβάνας. **Ρεύμα διατήρησης** είναι η ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος σε Αμπέρ, που απαιτείται για να διατηρηθεί το σωληνοειδές πηνίο ενεργοποιημένο κατά τη διάρκεια της άρδευσης.

### 10.3 Διαφραγματικές υδραυλικές βάνες

Τα περισσότερα αρδευτικά δίκτυα κηποτεχνίας στη χώρα μας κάνουν χρήση ηλεκτροβανών. Σε περιοχές όμως με έντονο το φαινόμενο των κεραυνών, τα καλώδια ελέγχου τα οποία είναι θαμμένα στο έδαφος μπορεί να έλξουν τον κεραυνό με αποτέλεσμα να υποστούν βλάβη ο προγραμματιστής, τα σωληνοειδή και οι ηλεκτροβάνες. Σε περιοχές λοιπόν που έχουν έντονα και συχνά τέτοια προβλήματα χρησιμοποιούνται **υδραυλικές βάνες**, οι οποίες ενεργοποιούνται χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα (διαθέτουν σύστημα μικρών σωληνώσεων που περιέχουν νερό υπό πίεση).

Τα αρδευτικά δίκτυα που λειτουργούν με υδραυλικό τρόπο κάνουν χρήση της πίεσης του νερού, για να ανοίγουν και να κλείνουν τις βάνες. Συνήθως, στις σωληνώσεις μετάδοσης εντολών του προγραμματιστή διοχετεύεται καθαρό πόσιμο νερό.



Εικόνες 10.4

Βάνες υδραυλικές (Πηγή: BERMAD).

### 10.4 Ρυθμιστικά ροής

Μερικές ηλεκτροβάνες διαθέτουν στην κορυφή τους ένα **ρυθμιστή ροής**, ο οποίος μπορεί να περιστραφεί με το χέρι και να μειώσει τη ροή του νερού δημιουργώντας παράλληλα περισσότερες απώλειες, λόγω τριβών. Με το ρυθμιστή αυτό μπορούμε να πετύχουμε τη σωστή κατανομή της πίεσης στους εκτοξευτήρες, ενώ ακόμα διευκολύνονται και οι επισκευές, καθώς ο τεχνικός μπορεί

να ανοίξει ή να κλείσει το κύκλωμα χρησιμοποιώντας το ρυθμιστικό ροής, χωρίς να χρειάζεται να καταφύγει στον προγραμματιστή.

Στην κορυφή των περισσότερων ηλεκτροβανών υπάρχει μια μικρή **βελόνη διαφυγής**, η οποία εκτελεί την ίδια λειτουργία, όπως και το σωληνοειδές. Όταν η βελόνη διαφυγής ανοίγει, το νερό περνά από το διάφραγμα, εισέρχεται στο σωλήνα και ενεργοποιούνται οι εκτοξευτήρες. Όταν η βελόνη διαφυγής κλείνει, σταματά η διέλευση του νερού από το διάφραγμα και το κύκλωμα κλείνει.



Πίνακας Απωλειών λόγω Τριβής (Βατ)*								
Παροχή (l/m)	2	25	50	75	100	125	150	175
20 mm (¾") Ηλεκτρική	<0,1	0,1	0,4	0,7				
25 mm (1") Ηλεκτρική		0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8

\* Οι τιμές δίνονται σε Bar.

Για μετατροπές σε kg/cm<sup>2</sup>, πολλαπλασιάστε τις τιμές του πίνακα με το 1,02.

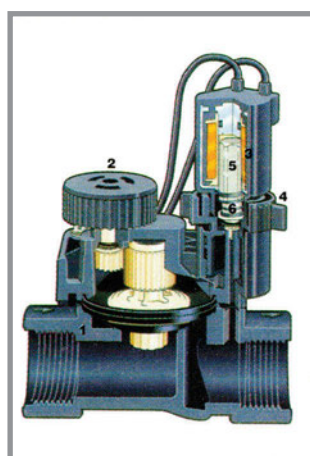
**Ε ι κ ό ν α 1 0 . 5**

Γραμμική ηλεκτροβάνα με ρυθμιστή ροής και πίνακα απωλειών πίεσης (Πηγή: TORO).

## 10.5 Τύποι ηλεκτροβανών

### 10.5.1 Γραμμική ηλεκτροβάνα

Η γραμμική ηλεκτροβάνα χρησιμοποιείται γενικά, όταν όλοι οι αρδευτικοί σωλήνες - ο κεντρικός αγωγός παροχής και οι δευτερεύουσες γραμμές - βρίσκονται στο ίδιο βάθος. Το νερό διέρχεται μέσα από τη γραμμική ηλεκτροβάνα, όπως υποδεικνύεται στην εικόνα 10.7. Κατασκευάζονται σε διάφορες διατομές (από 3/4" - 8") με θηλυκές και αρσενικές κοχλιώσεις (σπειρώματα).



Παροχή	Απώλειες Πίεσης	
	Γωνιακή 1"	Σφαιρική 1"
m <sup>3</sup> /hr	BAR	BAR
3,41	0,1	0,1
4,54	0,1	0,1
6,81	0,2	0,2
9,08	0,2	0,3
11,35	0,4	0,4
13,62	0,5	0,5
15,89	0,6	0,8
18,16	0,7	0,7
20,43	0,8	1,8
22,70	1,0	1,0
24,97	1,2	1,2
27,24	1,3	1,3

**Ε ι κ ό ν α 1 0 . 6**

Γραμμική ηλεκτροβάνα με πίνακα απωλειών πίεσης (Πηγή: NELSON).

1. Σώμα. 2. Ρυθμιστής ροής. 3. Πηνίο. 4. Διακόπτης χειροκίνητος λειτουργίας.
5. Έμβολο. 6. Ελατήριο επαναφοράς εμβόλου.



(α)

Παροχή l/m	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΙΕΣΗΣ 1"
	Bar
40	0,16
60	0,14
80	0,23
100	0,37
120	0,52
140	0,71

(β)

**Εικόνα 10.7**

α. Πορεία του νερού μέσα στην ηλεκτροβάννα, β. Πίνακας απωλειών πίεσης.  
(Πηγή: James Hardie Irrigation).

## 10.5.2 Γωνιακή ηλεκτροβάννα

Η ηλεκτροβάννα γωνιακής ροής ονομάζεται έτσι, διότι το νερό κατά τη διέλευσή του μέσα από το σωλήνα και στη συνέχεια από την ηλεκτροβάννα αλλάζει διεύθυνση ροής κατά 90 μοίρες, όπως απεικονίζεται στην εικόνα 10.8. Κατασκευάζονται σε διάφορες διατομές (1", 1 1/2", 2", 2 1/2") με θηλυκά και αρσενικά σπειρώματα.

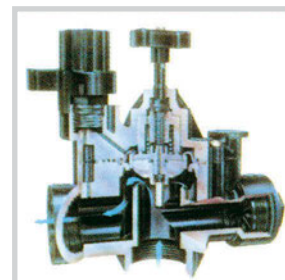
**Εικόνα 10.8**

Γωνιακές ηλεκτροβάννες (Πηγή: TORO).

## 10.6 Κριτήρια επιλογής ηλεκτροβανών

Η επιλογή των ηλεκτροβανών γίνεται με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

1. την παροχή του νερού που απαιτεί το κύκλωμα,
2. τα ανεκτά όρια απωλειών πίεσης,
3. τον τρόπο τοποθέτησης των αρδευτικών σωλήνων. Αν έχουμε τοποθετήσει την κύρια γραμμή παροχής βαθύτερα από ό,τι τις δευτερεύουσες γραμμές, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε γωνιακή βάννα.

**Εικόνα 10.9**

Ηλεκτροβάννες δύο εισόδων (γραμμική ή γωνιακή) (Πηγές: Rainbird-TORO).

Ο κατασκευαστής συνοδεύει την κάθε ηλεκτροβάννα με πίνακα απωλειών πίεσης.

Καθώς το νερό περνά μέσα από τη γραμμική ηλεκτροβάννα, έχει **μεγαλύτερη** απώλεια πίεσης, από ό,τι αν περνούσε η ίδια ποσότητα νερού μέσα από μια γωνιακή ηλεκτροβάννα.

Οι ηλεκτροβάννες επιλέγονται με βάση την παροχή του νερού που απαιτείται σε κάθε ζώνη του αρδευτικού δικτύου. Η διατομή της ηλεκτροβάννας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με τη διατομή του πλευρικού σωλήνα με τον οποίο θα συνδεθεί (π.χ. αν ο πλευρικός σωλήνας είναι διατομής Ø25, θα χρησιμοποιηθεί ηλεκτροβάννα διατομής 1").

## 10.7 Χωροθέτηση των ηλεκτροβανών

Οι ηλεκτροβάννες θα πρέπει να τοποθετούνται σε τέτοια θέση στο χώρο, ώστε να έχουμε τη δυνατότητα του "άνετου" οπτικού ελέγχου λειτουργίας της ζώνης άρδευσης, όταν τη δοκιμάζουμε με χειροκίνητη έναρξη λειτουργίας, απευθείας από την ηλεκτροβάννα.



**Εικόνα 10.10**  
Ορειγάλκινες ηλεκτροβάννες  
(Πηγή: TORO).

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

**Βάνα** είναι ένας μηχανισμός ο οποίος συνδέεται σε ένα δίκτυο σωλήνων, με προορισμό να ελέγχει την παροχή του δικτύου και να διακόπτει τη ροή του νερού, όταν χρειάζεται. Οι αυτόματες βάνες είναι βάνες που επιτρέπουν ή διακόπτουν τη ροή του νερού μετά από εντολή του προγράμματος. Ονομάζονται επίσης **διαφραγματικές βαλβίδες** και διακρίνονται σε **ηλεκτρικές** και **υδραυλικές**. Στα αρδευτικά δίκτυα κηποτεχνικών έργων στην χώρα μας χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον οι **διαφραγματικές ηλεκτρικές βαλβίδες**, που ονομάζονται και **ηλεκτροβάνες**. Οι διαφραγματικές ηλεκτρικές βαλβίδες ηλεκτροβάνες αποτελούνται από:

- α. το σώμα,
- β. το σωληνοειδές πηνίο,
- γ. το διάφραγμα,
- δ. το διακόπτη χειροκίνητης λειτουργίας,
- ε. το κάλυμμα.

Οι τύποι των βανών που χρησιμοποιούνται είναι: η **γραμμική ηλεκτροβάνα** και η **γωνιακή ηλεκτροβάνα**. Η επιλογή τους γίνεται ανάλογα με την παροχή νερού που έχουμε, τα ανεκτά όρια απωλειών πίεσης και τον τρόπο τοποθέτησης των σωλήνων. Τοποθετούνται σε τέτοιο σημείο, ώστε να έχουμε οπτικό έλεγχο σε περίπτωση χειροκίνητης λειτουργίας.

Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Τι είναι βάνα και ποια είναι η αποστολή της σε ένα αρδευτικό δίκτυο;
2. Να περιγράψετε τη λειτουργία μιας ηλεκτροβάνας.
3. Τι είναι ο ρυθμιστής ροής μιας ηλεκτροβάνας και ποιος ο ρόλος του;
4. Τι γνωρίζετε για τη γωνιακή ηλεκτροβάνα;
5. Τι γνωρίζετε για τη γραμμική ηλεκτροβάνα;
6. Ποια είναι τα κριτήρια βάσει των οποίων επιλέγουμε μια ηλεκτροβάνα;
7. Πώς γίνεται η χωροθέτηση των ηλεκτροβανών;



Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

# ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΕΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ







# 11 Προγραμματιστές Άρδευσης

Ο προγραμματιστής είναι ο ‘εγκέφαλος’ του αρδευτικού δικτύου. Χρησιμοποιείται στα πλήρως αυτοματοποιημένα αρδευτικά δίκτυα. Ρυθμίζει την εκκίνηση και τη διακοπή της λειτουργίας των ηλεκτροβανών σε σύστημα διαδοχικής λειτουργίας, συνήθως.



**Ο προγραμματιστής, εφαρμόζοντας ένα πρόγραμμα άρδευσης, στέλνει ηλεκτρικές εντολές στις ηλεκτροβάνες κάθε κυκλώματος (ζώνης).**

Όταν μια ηλεκτροβάνα λάβει το σήμα, ανοίγει αργά και επιτρέπει στο νερό να κινηθεί προς τους σωλήνες του συγκεκριμένου κυκλώματος (ζώνης) και τους εκτοξευτήρες. Όταν ο χρόνος άρδευσης για το συγκεκριμένο κύκλωμα εκπνεύσει, ο προγραμματιστής διακόπτει την ηλεκτρική εντολή και η ηλεκτροβάνα κλείνει αργά.

Όταν καταστρώνουμε ένα αρδευτικό σχέδιο, πρώτα επιλέγουμε τους εκτοξευτήρες, μετά καθορίζουμε τις ζώνες άρδευσης και τέλος επιλέγουμε τον προγραμματιστή, σύμφωνα με τις δυνατότητες προγραμματισμού που ταιριάζουν τόσο στις συνθήκες του έργου, όσο και στην τεχνική υποδομή των χρηστών.

## 11.1 Τύποι προγραμματιστών

Υπάρχουν βασικά δύο τύποι προγραμματιστών: οι **ηλεκτρικοί** και οι **υδραυλικοί**. Όλοι οι προγραμματιστές απαιτούν ηλεκτρισμό για να λειτουργήσουν. Η διαφορά μεταξύ του ηλεκτρικού και του υδραυλικού προγραμματιστή έγκειται στον τύπο του σήματος που στέλνουν στις βάνες.

### 11.1.1 Ηλεκτρικός προγραμματιστής

Οι ηλεκτρικοί προγραμματιστές διακρίνονται σε δύο ομάδες. Έχουμε αυτούς οι οποίοι λειτουργούν με ρεύμα 220 V AC και χρησιμοποιούνται εκεί όπου παρέχεται ηλεκτρικό ρεύμα από τη Δ.Ε.Η. Υπάρχουν όμως δίκτυα σε περιοχές που δεν υπάρχει δίκτυο της Δ.Ε.Η. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούμε προγραμματιστές που λειτουργούν με μπαταρία.





**Εικόνα 11.1**

Διάφοροι προγραμματιστές.

### 11.1.1.1 Ηλεκτρικός προγραμματιστής 220 V AC - 24 V AC

Ο ηλεκτρικός προγραμματιστής αυτού του τύπου συνδέεται με τις ηλεκτροβάνες του δικτύου με ηλεκτρικά καλώδια. Ο προγραμματιστής στέλνει ηλεκτρική τάση στο σωληνοειδές, που είναι προσαρμοσμένο στην ηλεκτροβάνη. Όταν το σωληνοειδές λάβει την ηλεκτρική τάση μαγνητίζεται και έλκει προς τα πάνω ένα έμβολο, που βρίσκεται στο εσωτερικό του. Τότε η ηλεκτροβάνη ανοίγει και με αυτό τον τρόπο το νερό διοχετεύεται μέσα από το δίκτυο.

- **Τύποι ηλεκτρικών προγραμματιστών 220 V AC - 24 V AC**

Στην αγορά έχουν επικρατήσει πλέον οι **ηλεκτρονικοί-υβριδικοί προγραμματιστές**. Για την ιστορία μπορούμε να αναφέρουμε ότι κυκλοφόρησαν και άλλοι δύο τύποι ηλεκτρικών προγραμματιστών: ο **ηλεκτρομηχανικός προγραμματιστής** και ο **προγραμματιστής με τρανζίστορ**.

Καθένας από αυτούς τους προγραμματιστές στέλνει μια ηλεκτρική τάση 24 V στο σωληνοειδές πηνίο, που είναι προσαρμοσμένο στην ηλεκτροβάνη για να λειτουργήσει την ανάλογη ζώνη άρδευσης.

#### **α. Ηλεκτρομηχανικός προγραμματιστής**

Είναι ο πρώτος τύπος προγραμματιστή που βγήκε στο εμπόριο και είναι αρκετά εύκολος στον προγραμματισμό του.

Με τη διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος δε "χάνει" το πρόγραμμά του. Είναι δύσκολο να συναντήσουμε τέτοιους προγραμματιστές, αν και παράγονται ακόμα και σήμερα από ορισμένες εταιρείες.



**Εικόνα 11.2**

Ηλεκτρομηχανικός προγραμματιστής (Πηγή: Rainbird).

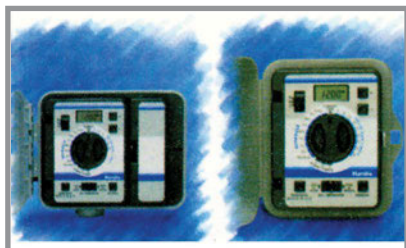
### β. Προγραμματιστής με τρανζίστορ

Αυτός ο τύπος προγραμματιστή είναι σχεδιασμένος με τρανζίστορ και έχει ψηφιακή οθόνη ανάγνωσης και πλήκτρα σε ένα πληκτρολόγιο.

Δεν έχει κινούμενα μέρη, εκτός από τα πλήκτρα. Αν υπάρξει διακοπή ηλεκτρικού ρεύματος, μια μπαταρία θα διατηρήσει το πρόγραμμα για μια χρονική περίοδο 3 έως 9 ωρών. Θεωρείται πιο δύσκολος από τους προηγούμενους, όσον αφορά τον προγραμματισμό του.

### γ. Ηλεκτρονικός - Υβριδικός προγραμματιστής

Αυτός ο τύπος προγραμματιστή έχει επικρατήσει κατά τα τελευταία χρόνια. Είναι προγραμματιστής ιδιαίτερα εύχρηστος, με πολλές δυνατότητες και μικρό όγκο.



**Εικόνα 11.3**

Ηλεκτρονικοί προγραμματιστές

#### δ. Προγραμματιστής μπαταρίας

Πρόκειται για προγραμματιστές άρδευσης, που λειτουργούν με μπαταρίες και προορίζονται για κήπους που κατασκευάζονται σε περιοχές που δεν υπάρχει δίκτυο της Δ.Ε.Η. ή σε περιοχές που ταλαιπωρούνται από πολύ συχνές διακοπές ρεύματος.

Τους προγραμματιστές αυτούς μπορούμε να τους διακρίνουμε:

- α) σε προγραμματιστές που στέλνουν ηλεκτρικό σήμα σε ειδικά σωληνοειδή πηνία που τοποθετούνται στις κοινές ηλεκτροβάνες. Λειτουργούν συνήθως με μια μπαταρία 9V.



Εικόνα 11.4

Προγραμματιστής άρδευσης μπαταρίας. Οι προγραμματιστές αυτοί διαθέτουν όλα τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών προγραμματιστών ρεύματος 220 V AC.

- β) Σε προγραμματιστές μιας στάσης, που τοποθετούνται πάνω σε ηλεκτροβάνες αντικαθιστώντας το σωληνοειδές τους. Οι προγραμματιστές αυτοί δεν έχουν την ευελιξία των υπόλοιπων προγραμματιστών. Λειτουργούν συνήθως με μια μπαταρία 9V.



Εικόνα 11.5

Προγραμματιστές άρδευσης μπαταρίας μιας στάσης.

- γ) Σε προγραμματιστές που τοποθετούνται πάνω σε μια βρύση και ελέγχουν έναν ή και μερικές

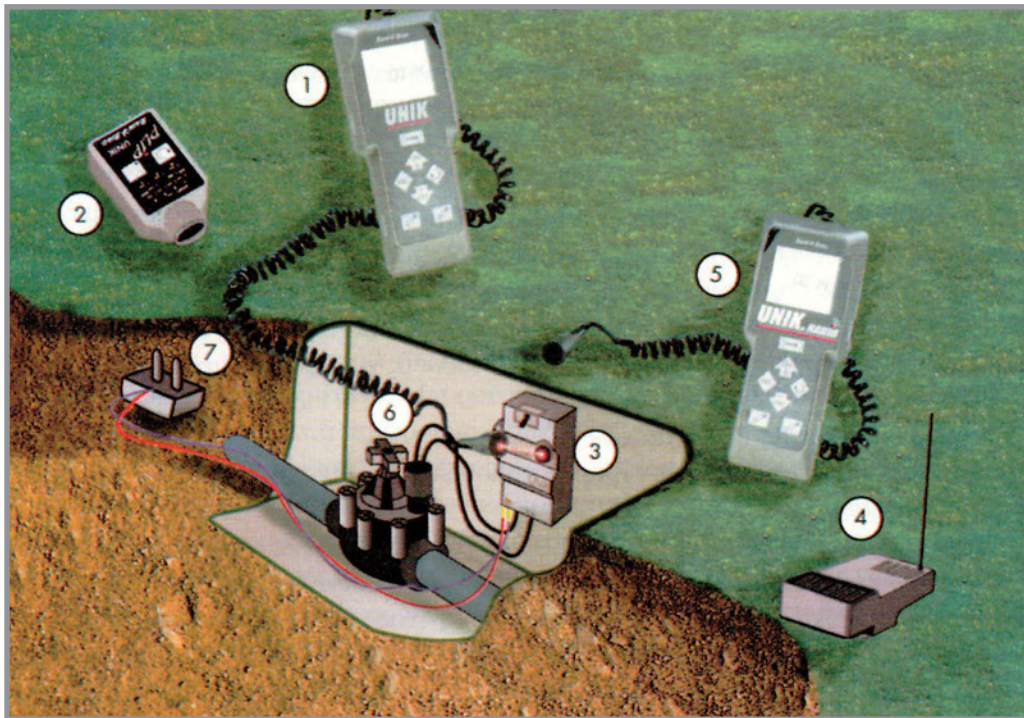
φορές δύο ή περισσότερους σωλήνες άρδευσης. Πρόκειται για μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται από ερασιτέχνες. Λειτουργούν με μπαταρίες.



**Εικόνα 11.6**

Προγραμματιστές άρδευσης μπαταρίας.

Τελευταία, στην αγορά έχουν κυκλοφορήσει διάφορα ηλεκτρονικά συστήματα προγραμματισμού για περιοχές που δεν υπάρχει δίκτυο της Δ.Ε.Η. Ένα τέτοιο σύστημα υπάρχει στην εικ. 11.7.



**Εικόνα 11.7**

Αυτόματο σύστημα άρδευσης. Σε αυτή την εικόνα βλέπουμε ότι το ειδικό σωληνοειδές (6) της ηλεκτροβάνας έχει συνδεθεί με τον προγραμματιστή (3), ο οποίος συνδέεται (μόνο την ώρα του προγραμματισμού) με τον κωδικοποιητή (1). Ο κωδικοποιητής αυτός προγραμματίζεται από τον τεχνικό που εγκαθιστά το δίκτυο. Η μεταφορά του προγράμματος μπορεί να γίνει και ασύρματα χρησιμοποιώντας τον κωδικοποιητή Νο (5) και τον ασύρματο προγραμματιστή Νο (4). Η συσκευή (2) χρησιμοποιείται για χειροκίνητους χειρισμούς. Το εξάρτημα με κωδικό (7) είναι ένας αισθητήρας υγρασίας (Πηγή: Rainbird).

### ε. Βασικά χαρακτηριστικά προγραμματιστών

Υπάρχουν πολλοί τύποι προγραμματιστών ρεύματος με πολλές και ποικίλες δυνατότητες προγραμματισμού. Ο προγραμματισμός γίνεται με διακόπτες:

- **Διακόπτης έναρξης λειτουργίας (ON/OFF/ ⏻ )**  
Σχεδόν όλοι οι προγραμματιστές έχουν ένα διακόπτη, που μας επιτρέπει να κλείσουμε τον προγραμματιστή όταν γίνονται επισκευές ή όταν αρχίσει να βρέχει, χωρίς να ακυρώνονται τα προγράμματα που έχουμε θέσει. Συνήθως, ο διακόπτης αυτός έχει διαφορετικό χρώμα από τους υπόλοιπους.
- **Διακόπτης τρέχουσας ώρας-ημέρας-τρέχοντος μήνα-έτους (time/day/ ⌚ )**  
Με αυτόν ρυθμίζουμε τον προγραμματιστή να δείχνει την τρέχουσα ώρα και ημέρα, τον τρέχοντα μήνα και το έτος. Αυτό γίνεται την πρώτη φορά που τοποθετείται ο προγραμματιστής, όπως επίσης και μετά από μακροχρόνια διακοπή ρεύματος.
- **Σταθμοί (Στάσεις, stations/Zones)**  
Ένας σταθμός μέσα σε έναν προγραμματιστή συνδέεται συνήθως με ένα κύκλωμα ή ζώνη ηλεκτροβάνας. Αν έχουμε έξι κυκλώματα ή ζώνες, τότε θα χρησιμοποιήσουμε έναν προγραμματιστή έξι σταθμών. Ο σταθμός ελέγχει τότε και σε πόση ώρα διεκπεραιώνεται η άρδευση στη συγκεκριμένη ζώνη. Αν και ένας σταθμός ελέγχει συνήθως μια ηλεκτροβάνα, κάποιοι προγραμματιστές μπορούν να ανοίγουν δύο ή περισσότερες ηλεκτροβάνες, εφόσον βέβαια πληρούνται οι κατάλληλες προδιαγραφές (ρεύματος και καλωδίωσης).
- **Διάρκεια άρδευσης (Run time/ ⌚ )**  
Στη θέση αυτή ορίζεται η διάρκεια άρδευσης κάθε στάσης.  
Οι προγραμματιστές συνήθως έχουν την ικανότητα να λειτουργούν τους σταθμούς τους από 1-120 λεπτά κάθε φορά. Μερικοί προγραμματιστές έχουν έναν ή δύο σταθμούς που μπορούν να μετατρέψουν το χρόνο λειτουργίας τους από λεπτά σε ώρες (1 έως 120 λεπτά σε 0,5 έως 18 ώρες). Έχουμε δηλαδή τη δυνατότητα να χρησιμοποιούμε αυτούς τους σταθμούς για άρδευση με σταγόνες, φωτισμό κτλ.
- **Χρόνος έναρξης άρδευσης (start times/ ⌚ )**  
Απαραίτητο και βασικό στοιχείο προγραμματισμού είναι να θέσουμε την ώρα έναρξης λειτουργίας του δικτύου μας.  
Ο αριθμός των εκκινήσεων ποικίλλει από εταιρεία σε εταιρεία. Κάποιοι προγραμματιστές έχουν λίγους αριθμούς εκκίνησης, ενώ υπάρχουν προγραμματιστές που διαθέτουν μέχρι και 20 εκκινήσεις. Όταν μιλάμε για αριθμούς εκκίνησης, εννοούμε απλά πόσες φορές ένας προγραμματιστής θα δώσει σήμα στους σταθμούς του, ώστε να αρδεύουν **κάθε μέρα**. Αν ένας προγραμματιστής έχει δέκα αριθμούς εκκίνησης, οι σταθμοί μπορούν να μπου σε λειτουργία δέκα φορές την ημέρα, αν αυτό βέβαια είναι επιθυμητό.  
Οι πολλοί αριθμοί εκκίνησης είναι χρήσιμοι όταν εγκαθιστούμε νέο χλοοτάπητα ή πρόσφατα έχουμε φυτέψει ετήσια φυτά. Σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να θέλουμε να λειτουργούν οι σταθμοί μας τρεις ή τέσσερις φορές την ημέρα, ώστε να διατηρούν την υγρασία του εδάφους σε επιθυμητά επίπεδα. Οι πολλοί αριθμοί εκκίνησης είναι επίσης χρήσιμοι, όταν το έδαφος είναι αργιλώδες με μικρή διηθητικότητα. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να θέλουμε να ρυθμίσουμε το πρόγραμμά μας να ποτίζει τις ζώνες του χλοοτάπητα σε τέτοιους χρόνους, ώστε να υπάρχουν χρονικά περιθώρια απορρόφησης του νερού από το έδαφος. Αυτός ο τρόπος άρδευσης προστατεύει το έδαφος από διάβρωση, ενώ ταυτόχρονα δεν έχουμε σπατάλη νερού.

- **Ημέρες άρδευσης (water days/ )**

Αφού έχουμε προγραμματίσει την ώρα και το χρόνο που θα λειτουργεί, πρέπει να προγραμματίσουμε και τις ημέρες που θέλουμε να λειτουργεί.

Κάποιοι προγραμματιστές θα δεχθούν ένα πρόγραμμα επτά ημερών και μετά θα επαναλάβουν τον κύκλο. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε προγραμματίσει τις ημέρες τις οποίες επιθυμούμε να λειτουργήσει στο χρονικό ορίζοντα της εβδομάδας και μετά ο κύκλος θα επαναλαμβάνεται για κάθε εβδομάδα. Με έναν κύκλο άρδευσης επτά ημερών μπορούμε να αρδεύουμε καθημερινά, αλλά όχι κάθε δεύτερη ημέρα ή κάθε τρίτη ημέρα. Ένας επταήμερος κύκλος άρδευσης δεν είναι πολύ ευέλικτος (ο αριθμός 7 δε διαιρείται ακριβώς από τους αριθμούς 2 και 3).

Τελευταία, οι προγραμματιστές που κυκλοφορούν στην αγορά μπορούν να δεχθούν, εκτός από τους προηγούμενους προγραμματισμούς, και προγραμματισμούς με αριθμητικό κύκλο άρδευσης. Δηλαδή μπορούν να αρδεύουν κάθε ημέρα (ανά μία ημέρα) ή ανά δύο ημέρες ή ανά τρεις ημέρες ή ανά τέσσερις ημέρες ή ανά ... τριάντα ημέρες.

Επίσης δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι, όσο πιο πολλές ημέρες υπάρχουν στον κύκλο άρδευσης, τόσο περισσότερες εναλλακτικές λύσεις θα έχουμε για τη συχνότητα άρδευσης.

- **Αριθμός προγραμμάτων (programs/P)**

Ένα "πρόγραμμα" είναι ένα σύνολο εντολών άρδευσης ή ένα πρόγραμμα άρδευσης για σταθμούς, το οποίο θα λειτουργεί τις ίδιες ημέρες. Όταν προγραμματίζουμε τον προγραμματιστή, ορίζουμε τις ημέρες που θέλουμε να ξεκινήσουν οι σταθμοί μας, την ώρα της ημέρας που θέλουμε να ξεκινήσει η άρδευση και τη διάρκεια της άρδευσης.

Κάποιοι προγραμματιστές έχουν περισσότερα του ενός προγράμματα, που επιτρέπουν μια πιο ευέλικτη άρδευση. Έτσι, για παράδειγμα, αναφέρουμε ότι, επειδή οι θάμνοι έχουν πιο μεγάλο και εκτεταμένο ριζικό σύστημα από το χλοοτάπητα, δε χρειάζεται να αρδεύονται τόσο συχνά. Αν ένας προγραμματιστής διαθέτει περισσότερα από ένα προγράμματα, ο χλοοτάπητας μπορεί να αρδεύεται κάθε μέρα από το ένα πρόγραμμα και οι θάμνοι κάθε δεύτερη μέρα από το δεύτερο πρόγραμμα. Αντίθετα, ένας προγραμματιστής ενός προγράμματος δεν έχει αυτή την ικανότητα. Σε αυτή την περίπτωση, μπορούμε να αρδεύουμε τους θάμνους για λιγότερο χρόνο από ό,τι το χλοοτάπητα, αλλά η άρδευση θα γίνεται καθημερινά. Μπορούμε λοιπόν να αρδεύουμε διαφορετικούς σταθμούς σε διαφορετικές ημέρες, μόνο αν ο προγραμματιστής μας έχει δύο ή περισσότερα προγράμματα.

Όταν ένας προγραμματιστής εφαρμόζει ένα δεδομένο πρόγραμμα, εκτελεί όλο το πρόγραμμα πριν το σταματήσει ή το επαναλάβει. Ένα κλασσικό πρόγραμμα μπορεί να αρχίσει στις 04:00, όταν η πίεση του νερού στον κεντρικό αγωγό της πόλης είναι ικανοποιητική και δεν έχουμε απώλειες λόγω εξάτμισης. Ο προγραμματιστής θα δώσει σήμα στους διάφορους σταθμούς να ξεκινήσουν, ο ένας μετά τον άλλον. Κάθε σταθμός θα αρδεύσει στο χρονικό περιθώριο που έχουμε καθορίσει. Υπάρχουν προγραμματιστές των οποίων ο κάθε σταθμός έχει τη δυνατότητα να προγραμματίζεται ανεξάρτητα από τους υπόλοιπους.

- **Χειροκίνητος διακόπτης ελέγχου (manual/ )**

Οι περισσότεροι προγραμματιστές έχουν ένα διακόπτη που μας δίνει χειροκίνητο έλεγχο λειτουργίας. Σε κάποιους άλλους προγραμματιστές υπάρχει διακόπτης για κάθε σταθμό και σε άλλους, ο ίδιος διακόπτης μας δίνει έλεγχο επί όλων των σταθμών.

- **Ποσοστιαία αυξομείωση χρόνου άρδευσης (water budget/ )**

Κάποιοι προγραμματιστές διαθέτουν αυτή την πολύτιμη εναλλακτική λύση, η οποία επιτρέπει την αύξηση ή τη μείωση του χρόνου άρδευσης, που έχουμε προγραμματίσει για τα κυκλώματά

μας, σε ποσοστό (10%-200%). Όλοι οι σταθμοί των προγραμματιστών μπορούν να αυξήσουν ή να μειώσουν το χρόνο άρδευσης με μια μόνο κίνηση. Αυτό βοηθά στο να ελαχιστοποιήσουμε την κατανάλωση, όταν χρειαζόμαστε λιγότερο νερό, όπως κατά τη διάρκεια κρύων και υγρών καιρικών συνθηκών. Αντίθετα, κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων, μπορούμε να αυξήσουμε τα ποσοστά άρδευσης.

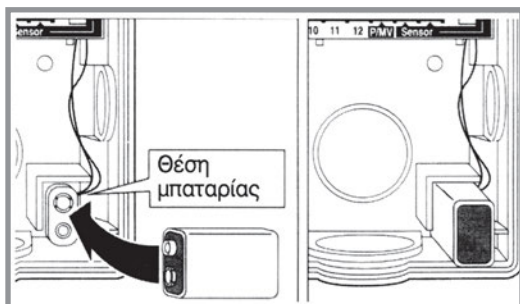
Στις περισσότερες περιοχές, τα προγράμματα άρδευσης πρέπει να αλλάζουν πέντε με οκτώ φορές κατά τη διάρκεια του έτους, διότι οι ανάγκες των φυτών διαφοροποιούνται, ιδιαίτερα την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο.

- **Πρόγραμμα ασφάλειας**

Όταν για κάποιο λόγο συμβεί διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος, κάποιοι προγραμματιστές μπορούν να διατηρήσουν το πρόγραμμά τους χωρίς μπαταρίες και κάποιοι άλλοι έχουν ένα σύστημα μπαταριών που διατηρεί το πρόγραμμα για λίγες ώρες. Ο χρόνος διατήρησης του προγράμματος εξαρτάται από το είδος της μπαταρίας που χρησιμοποιείται. Αν η μπαταρία εξασθενήσει, όλα τα προγράμματα θα μηδενιστούν. Οι περισσότεροι προγραμματιστές διαθέτουν ένα ενσωματωμένο πρόγραμμα ασφάλειας, το οποίο θα ενεργοποιηθεί όταν επανέλθει το ηλεκτρικό ρεύμα (π.χ. θα λειτουργήσουν όλες οι στάσεις για 10', δύο φορές την ημέρα). Έτσι, ο προγραμματιστής θα λειτουργεί σύμφωνα με αυτό, μέχρι να επαναπρογραμματιστεί.

- **Κύκλωμα αντλίας / κεντρικής ηλεκτροβάνας (Pump start/Master valve)**

Οι προγραμματιστές μπορούν να συνδεθούν με τέτοιο τρόπο, ώστε, όταν ενεργοποιούν



**Εικόνα 11.8**

Θέση μπαταρίας.

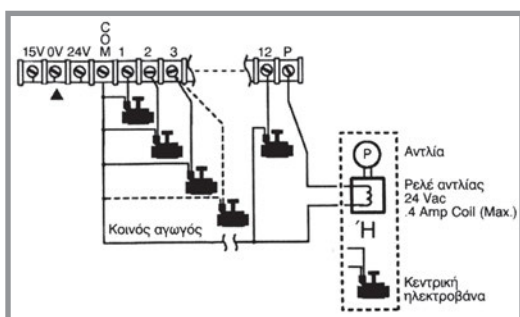
ένα σταθμό για άρδευση, ταυτόχρονα να ενεργοποιούν μια αντλία να μπει σε λειτουργία ή μια κεντρική ηλεκτροβάνα (master valve) να ανοίξει. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η κεντρική ηλεκτροβάνα είναι τοποθετημένη μπροστά από όλες τις ηλεκτροβάνες του κυκλώματος, ανοίγει με το άνοιγμα της πρώτης στάσης και κλείνει με το κλείσιμο της τελευταίας στάσης.

- **Δυνατότητα σύνδεσης αισθητήρων (Auto Rain)**

Η πιο ολοκληρωμένη μορφή αυτόματης άρδευσης περιλαμβάνει τη σύνδεση με τον προγραμματιστή διάφορων οργάνων που καλούνται αισθητήρες. Μερικοί από τους πιο ευρέως χρησιμοποιούμενους αισθητήρες είναι οι εξής:

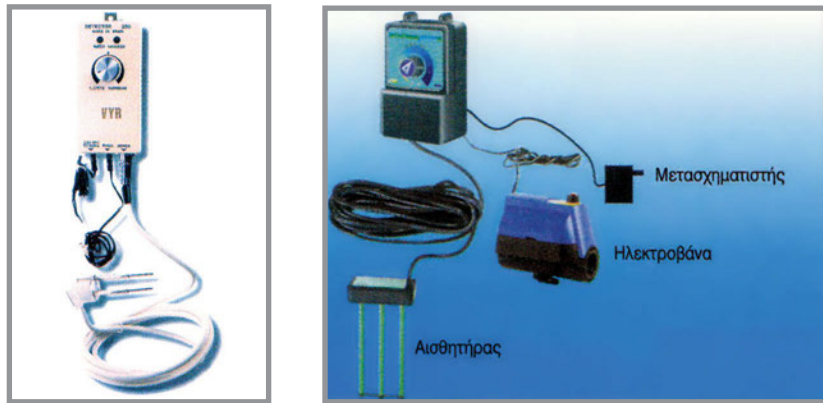
**α) Μετρητές υγρασίας (Humidity meters)**

Είναι ηλεκτρονικά όργανα που μετρούν, μέσω ενός αισθητήρα που τοποθετείται στον κήπο (μέσα στο έδαφος), την υγρασία του εδάφους. Όταν το έδαφος είναι ξηρό, επιτρέπει στον προγραμματιστή, με τον οποίο συνδέεται, να λειτουργεί. Όταν το έδαφος φθάσει στα επίπεδα υγρασίας που επιθυμούμε και έχουμε ρυθμίσει, διακόπτει τη λειτουργία του προγραμματιστή.



**Εικόνα 11.9**

Σύνδεση αντλίας ή κεντρικής ηλεκτροβάνας στον προγραμματιστή.



**Εικόνα 11.10**  
Ηλεκτρονικοί αισθητήρες υγρασίας (Πηγή: VYRSA - NETAFIM).

**β) Αισθητήρες βροχής (Rain sensors)**

Είναι ηλεκτρονικά όργανα που υπολογίζουν το συνολικό όγκο του νερού που πέφτει μετά από μια βροχή, μετρώντας το ύψος βροχής. Ανάλογα με την ένδειξη που παίρνουν, επιτρέπουν ή δεν επιτρέπουν στον προγραμματιστή να ξεκινήσει.

Υπάρχουν επίσης άλλοι αισθητήρες, οι οποίοι "αναγνωρίζουν" μια έντονη βροχόπτωση και διακόπτουν τη λειτουργία του προγραμματιστή.



**Εικόνα 11.11**  
Αισθητήρες βροχής.



### γ) Τασίμετρα

Το τασίμετρο συνδέεται με τον προγραμματιστή και δίνει το σύνθημα εκκίνησης λειτουργίας του συστήματος. Το όργανο αυτό μετρά την εδαφική υγρασία και ο προγραμματιστής ενεργοποιείται, όταν η υγρασία του εδάφους πέσει κάτω από ορισμένα όρια.

### δ) Μετρητές ροής

Τα όργανα αυτά χρησιμοποιούνται στα αρδευτικά δίκτυα για τον υπολογισμό της ποσότητας νερού που αποδίδεται και για τον εντοπισμό μεγάλων παροχών ή διαρροών, καθώς επίσης και για την καταγραφή της συνολικής κατανάλωσης νερού.

Οι αισθητήρες ροής μπορούν αυτόματα να κλείσουν την κεντρική ηλεκτροβάννα, σε περίπτωση διαρροής του κύριου σωλήνα παροχής. Επίσης, αν μια εγκάρσια γραμμή παροχής διαρραγεί ή αν κάποιο ακροφύσιο φύγει από τη θέση του, η ζώνη άρδευσης θα απομονωθεί αυτόματα.

Με τη χρήση ενός τέτοιου οργάνου επιτυγχάνεται τεράστια εξοικονόμηση νερού.

## 11.1.2 Υδραυλικός προγραμματιστής

Ο υδραυλικός προγραμματιστής συνδέεται με τις βάνες του κυκλώματος μέσω μικρών σωληνώσεων, από τις οποίες διέρχεται νερό (η χρήση τους στη χώρα μας πρακτικά δεν υφίσταται).

## 11.2 Προγραμματιστές και οικονομία νερού

Οι χειριστές των προγραμματιστών θα πρέπει να ρυθμίζουν το χρόνο άρδευσης σωστά και να προσαρμόζουν τα προγράμματα άρδευσης με τις τρέχουσες κλιματολογικές συνθήκες.

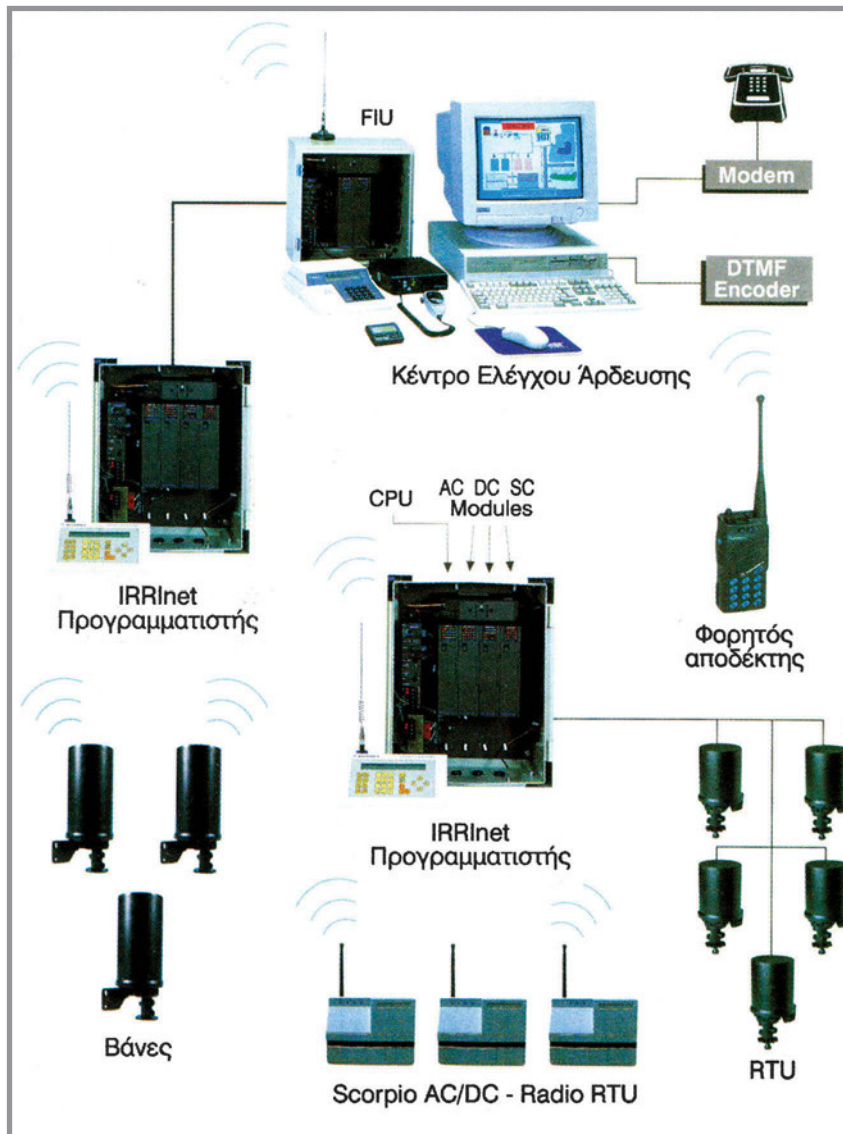
Οι προγραμματιστές είναι απλώς εργαλεία ελέγχου του νερού. Απαιτείται σωστή διαχείριση των συστημάτων, για να επιτευχθεί άρδευση χωρίς σπατάλη νερού.

Η σωστή διαχείριση απαιτεί εκείνοι που λειτουργούν τα αυτόματα συστήματα να έχουν υπόψη τους τα εξής:

- τις τιμές διηθητικότητας του εδάφους,
- τις συνθήκες ηλιοφάνειας (ήλιος ή σκιά),
- τα είδη φυτών και τις ανάγκες τους σε νερό,
- την κλίση του εδάφους (επίπεδες ή επικλινείς περιοχές) και
- τα ποσοστά βροχόπτωσης κάθε αρδευτικής ζώνης.

## 11.3 Κεντρικά / Δορυφορικά συστήματα ελέγχου

Πρόκειται για τα πλέον εξελιγμένα συστήματα διαχείρισης του νερού άρδευσης. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολύ μεγάλες περιοχές πρασίνου. Με τη χρήση Η/Υ επεξεργάζονται, με πολύ μεγάλη ταχύτητα, τεράστιο όγκο πληροφοριών (π.χ. μετεωρολογικά δεδομένα, εξατμισοδιαπνοές κτλ.) και ελέγχουν ασύρματα ή ενσύρματα πολλές περιφερειακές περιοχές πρασίνου. Έχουν ήδη αρχίσει και εγκαθίστανται στη χώρα μας σε μεγάλους Δήμους.



**Εικόνα 11.12**

Δίκτυο κεντρικού ελέγχου άρδευσης μεγάλων εκτάσεων (Πηγή: TORO).

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Ο προγραμματιστής είναι ο “εγκέφαλος” του αρδευτικού δικτύου. Χρησιμοποιείται στα πλήρως αυτοματοποιημένα αρδευτικά δίκτυα. Ρυθμίζει την εκκίνηση και τη διακοπή της λειτουργίας των ηλεκτροβανών σε σύστημα διαδοχικής λειτουργίας, συνήθως.

Υπάρχουν **ηλεκτρικοί** και **υδραυλικοί προγραμματιστές**. Οι ηλεκτρικοί περιλαμβάνουν τους **ηλεκτρομηχανικούς προγραμματιστές**, τους **προγραμματιστές με τρανζίστορ** και τους **ηλεκτρονικούς - υβριδικούς προγραμματιστές**. Στα βασικά χαρακτηριστικά των προγραμματιστών συγκαταλέγονται τα εξής: οι **σταθμοί**, ο **αριθμός προγραμμάτων**, ο **αριθμός εκκινήσεων**, οι **κύκλοι άρδευσης**, ο **χειροκίνητος διακόπτης ελέγχου**, ο **διακόπτης που ανοιγοκλείνει το σύστημα**, οι **χρόνοι άρδευσης**, το **κύκλωμα αντλίας / κεντρικής βαλβίδας**, το **πρόγραμμα ασφάλειας**, η **ποσοστιαία αυξομείωση του χρόνου άρδευσης** και η **δυνατότητα σύνδεσης αισθητήρων**. Τέλος, υπάρχουν και προγραμματιστές που λειτουργούν με μπαταρία.

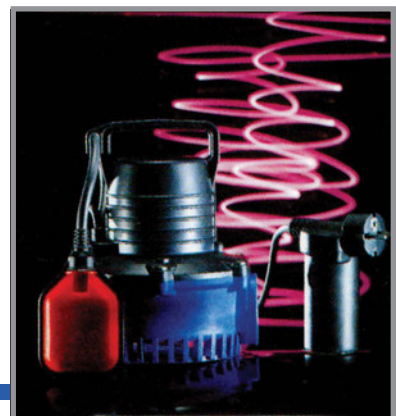
Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Τι είναι ο προγραμματιστής άρδευσης;
2. Ποιοι είναι οι τύποι των προγραμματιστών και ποιοι από αυτούς χρησιμοποιούνται ευρέως;
3. Ποιοι είναι οι βασικοί τύποι των ηλεκτρικών προγραμματιστών;
4. Τι γνωρίζετε για τον υβριδικό προγραμματιστή;
5. Να αναφέρετε ονομαστικά τα βασικά χαρακτηριστικά των προγραμματιστών.
6. Σε τι διευκολύνει η ύπαρξη περισσότερων του ενός προγραμμάτων;
7. Ποια είναι η χρησιμότητα των πολλών αριθμών εκκίνησης;
8. Τι είναι ο χειροκίνητος διακόπτης ελέγχου;
9. Γιατί σε έναν προγραμματιστή υπάρχει διακόπτης που ανοιγοκλείνει το σύστημα;
10. Τι είναι οι χρόνοι άρδευσης;
11. Τι γνωρίζετε για το κύκλωμα αντλίας / κεντρικής βαλβίδας;
12. Τι εξυπηρετεί το πρόγραμμα ασφάλειας που διαθέτουν οι προγραμματιστές;
13. Τι γνωρίζετε για την ποσοστιαία αυξομείωση του χρόνου άρδευσης και τη δυνατότητα σύνδεσης αισθητήρων;
14. Τι απαιτεί μια σωστή διαχείριση του νερού από τους χρήστες του;

# 12

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

## ΑΝΤΛΙΕΣ - ΠΙΕΣΤΙΚΑ







## 12 Αντλίες - Πιεστικά

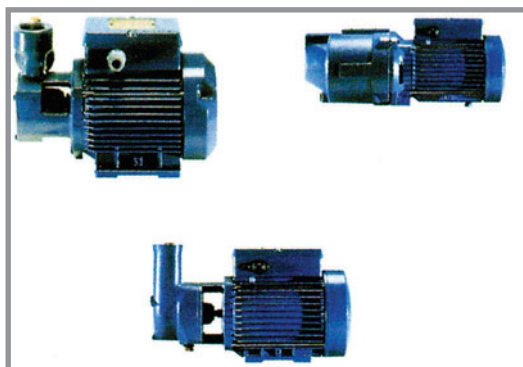
Σε πολλές περιπτώσεις, η πίεση του νερού δεν επαρκεί για τη σωστή λειτουργία των εκτοξευτήρων, οπότε γίνεται χρήση αντλίας για να αυξηθεί η πίεσή του. Ο ρόλος της αντλίας είναι να αναρροφά νερό από μια πηγή (δεξαμενή, ποτάμι, δίκτυο πόλης κτλ.) και να το στέλνει (καταθλίβει) στο αρδευτικό δίκτυο, με τις προδιαγραφές της πίεσης και της παροχής που έχουν προκαθορισθεί. Επίσης, οι αντλίες χρησιμοποιούνται για την αύξηση της πίεσης, σε περιπτώσεις που υπάρχουν μεγάλες υψομετρικές διαφορές.

Ένας τεχνικός εγκατάστασης αρδευτικών δικτύων θα πρέπει να γνωρίζει τους διάφορους τύπους αντλιών, καθώς και την καταλληλότητά τους για διάφορες εφαρμογές. Η επιλογή της αντλίας γίνεται συνήθως από το γεωπόνο - μελετητή του δικτύου, καθώς υπάρχουν διάφορες μεταβλητές, οι οποίες πρέπει να εξετάζονται κατά την επιλογή του κατάλληλου τύπου και μεγέθους αντλίας.

Οι αντλίες χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία του αρδευτικού δικτύου με νερό από πηγάδι, δεξαμενή ή γεώτρηση.

### 12.1 Τρόπος λειτουργίας των αντλιών

Όλες οι αντλίες, που χρησιμοποιούνται σε αρδευτικές εφαρμογές έργων κηποτεχνίας, χρησιμοποιούν τη φυγόκεντρο δύναμη για να αυξήσουν την πίεση (φυγόκεντρικές αντλίες).



Εικόνα 12.1

Φυγόκεντρικές αντλίες με ηλεκτροκινητήρες (Πηγή: Calpeda).



Η λειτουργία τους είναι ασφαλής, καθώς δεν έχουν βαλβίδες και πολλά κινούμενα στοιχεία.

Η φτερωτή τους λειτουργεί καλύτερα σε μεγάλο αριθμό στροφών και μπορούν να χρησιμοποιούνται σε απευθείας ζεύξη ηλεκτροκινητήρες.

Η παροχή τους είναι σταθερή ή μεταβάλλεται πολύ λίγο, διότι έχουν ομοιόμορφη και συνεχή κίνηση.

Το κόστος αγοράς τους είναι σχετικά χαμηλό. Εργάζονται ικανοποιητικά σε μεγάλες περιοχές λειτουργίας και μπορούν να δώσουν χαμηλές ή μέτριες πιέσεις στο σωλήνα εξαγωγής του νερού (σωλήνας κατάθλιψης).

Σε πολύ μικρές παροχές και ιδιαίτερα όταν το νερό είναι ακάθαρμο με ξένες στερεές ύλες, υπάρχουν δυσκολίες στη λειτουργία και μειώνεται ο βαθμός απόδοσής τους.

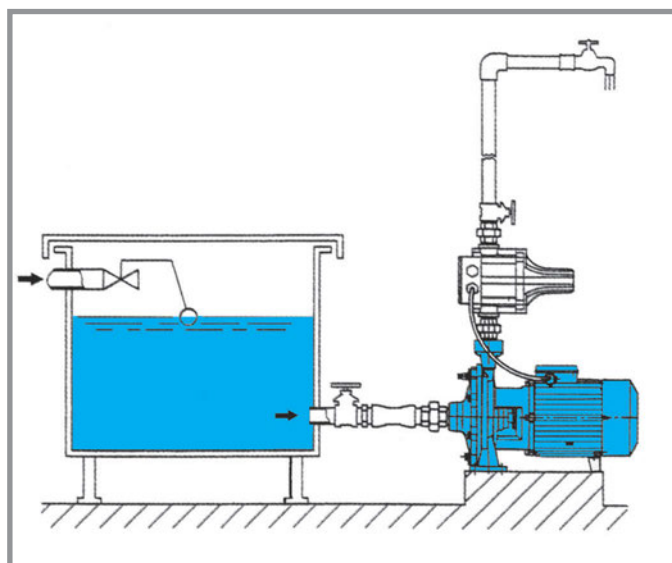
## 12.3 Είδη φυγοκεντρικών αντλιών

Υπάρχουν δύο βασικά είδη φυγοκεντρικών αντλιών, που χρησιμοποιούνται στα αρδευτικά συστήματα της κηποτεχνίας. Αυτά είναι η **οριζόντια φυγοκεντρική αντλία** και η **υποβρύχια αντλία**. Υπάρχουν επίσης και οι **κατακόρυφες φυγοκεντρικές αντλίες**, των οποίων όμως η χρήση είναι μηδαμινή.

### 12.3.1 Οριζόντια φυγοκεντρική αντλία

Οι οριζόντιες φυγοκεντρικές αντλίες είναι φθηνότερες και λιγότερο αποδοτικές σε σύγκριση με τις κατακόρυφες αντλίες.

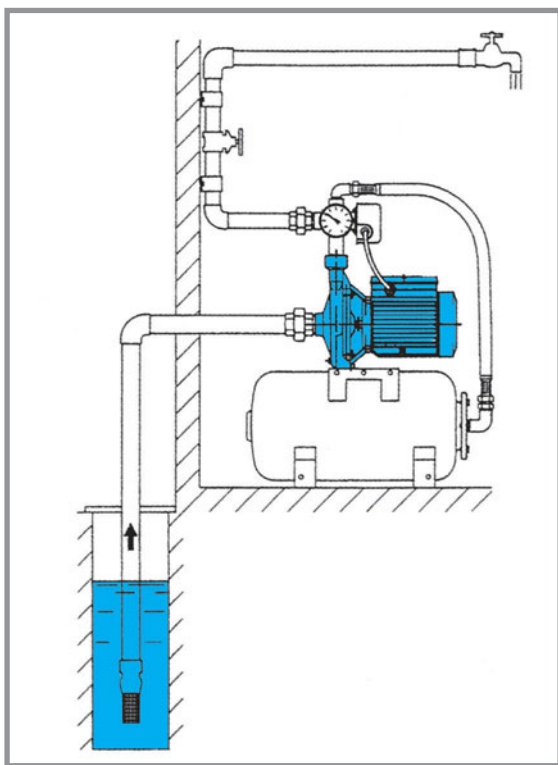
Η εικόνα 12.3, απεικονίζει μια οριζόντια φυγοκεντρική αντλία, που αναρροφά νερό από μια δεξαμενή και το στέλνει σε ένα δίκτυο, ενώ στην εικόνα 12.4 απεικονίζεται μια αντλία, που αναρροφά νερό ή από ένα πηγάδι ή από την πάνω πλευρά μιας δεξαμενής και το στέλνει επίσης σε ένα δίκτυο.



Εικόνα 12.3

Οριζόντια φυγοκεντρική αντλία που αναρροφά νερό από δεξαμενή.  
(Πηγή: Calpeda).





**Εικόνα 12.4**

Οριζόντια φυγοκεντρική αντλία που αναρροφά νερό από πηγάδι ή από την άνω πλευρά μιας δεξαμενής (Πηγή: Calpeda).

Στις αντλίες αυτές, ο κινητήριος άξονας είναι οριζόντια τοποθετημένος (από όπου και το όνομά τους).

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ρηχά πηγάδια που το ύψος αναρρόφησης δεν ξεπερνά τα 6,5 μέτρα.

Αν η απόσταση μεταξύ της αντλίας και της στάθμης του νερού (ύψος αναρρόφησης) είναι μεγαλύτερη, τότε χρησιμοποιείται κατακόρυφη αντλία.

Μια από τις περιπτώσεις όπου μπορεί να αξιοποιηθεί καλά μια φυγοκεντρική αντλία είναι όταν υπάρχει η ανάγκη να αυξηθεί η πίεση του δικτύου τροφοδοσίας και αυτή δεν είναι επαρκής ή όταν το αρδευτικό δίκτυο βρίσκεται σε κάποιο υψόμετρο. Σε αυτές τις περιπτώσεις συνδέεται η αντλία σε "σειρά" ή κατά μήκος της γραμμής παροχής, στην οποία υπάρχει η ανάγκη να αυξηθεί η πίεση.

Ένα μειονέκτημα των οριζόντιων φυγοκεντρικών αντλιών είναι η ανάγκη, που προκύπτει ορισμένες φορές, να συμπληρώνεται με νερό ο σωλήνας αναρρόφησης και ο χώρος της περωτής (θάλαμος), πριν από την έναρξη λειτουργίας της αντλίας (εξαέρωση). Και αυτό διότι η ποδοβαλβίδα, που συγκρατεί ποσότητα νερού από την τελευταία λειτουργία της, μπορεί να παρουσιάζει απώλεια.



Η **αντλία** θα πρέπει να **επιλεγεί** βάσει εκείνου του τμήματος του αρδευτικού δικτύου, το οποίο έχει τη **μεγαλύτερη απαίτηση σε παροχή και πίεση**.



**Εικόνα 12.5**

Κατακόρυφη φυγοκεντρική αντλία (Πηγή: Calpeda).

### 12.3.2 Κατακόρυφη φυγοκεντρική αντλία

Για την άντληση νερού από πηγάδια και δεξαμενές, όπου συνήθως η στάθμη του νερού βρίσκεται σε βάθος μέχρι 6,5 μέτρα, χρησιμοποιούνται οι οριζόντιες φυγοκεντρικές αντλίες.

Για άντληση νερού από μεγαλύτερα βάθη (π.χ. γεωτρήσεις) χρησιμοποιούνται οι κατακόρυφες φυγοκεντρικές αντλίες, όπου το βάθος άντλησης μπορεί να φθάσει μέχρι τα 170 μέτρα.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των αντλιών της κατηγορίας αυτής είναι:

- Έχουν επιμήκη μορφή για να μπορούν να τοποθετούνται μέσα στις σωληνώσεις των υδρογεωτρήσεων, των οποίων η διάμετρος είναι συνήθως 8-10".
- Τοποθετούνται και λειτουργούν μέσα στο νερό και γι' αυτό δεν είναι απαραίτητο να έχουν σωλήνα αναρρόφησης.
- Είναι πολυβάθμιες αντλίες (έχουν περισσότερες από μια φτερωτές).

### 12.3.3 Πολυβάθμια αντλία

Μια αντλία μπορεί να έχει περισσότερες από μία φτερωτές στο ίδιο περίβλημα, τοποθετημένες στον ίδιο κινητήριο άξονα. Κάθε φτερωτή με το χώρο που καταλαμβάνει μέσα στην αντλία αποτελεί μια βαθμίδα. Έτσι λοιπόν, η αντλία αυτή καλείται **πολυβάθμια**.

Όταν οι φτερωτές των πολυβάθμιων αντλιών τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε η αναρρόφηση της μιας να είναι κατάθλιψη της προηγούμενης και το νερό να περνά διαδοχικά από όλες τις φτερωτές στην ίδια πάντα ποσότητα για όλες τις βαθμίδες, λέμε ότι η σύνδεση των φτερωτών είναι **"σε σειρά"**.

Μια οριζόντια πολυβάθμια αντλία δεν μπορεί να έχει πολύ μεγάλο αριθμό βαθμίδων, γιατί ο κινητήριος άξονας δεν μπορεί να υπερβεί ένα ορισμένο μήκος. Αντίθετα, στις κατακόρυφες φυγοκεντρικές αντλίες ο αριθμός των βαθμίδων είναι μεγαλύτερος.

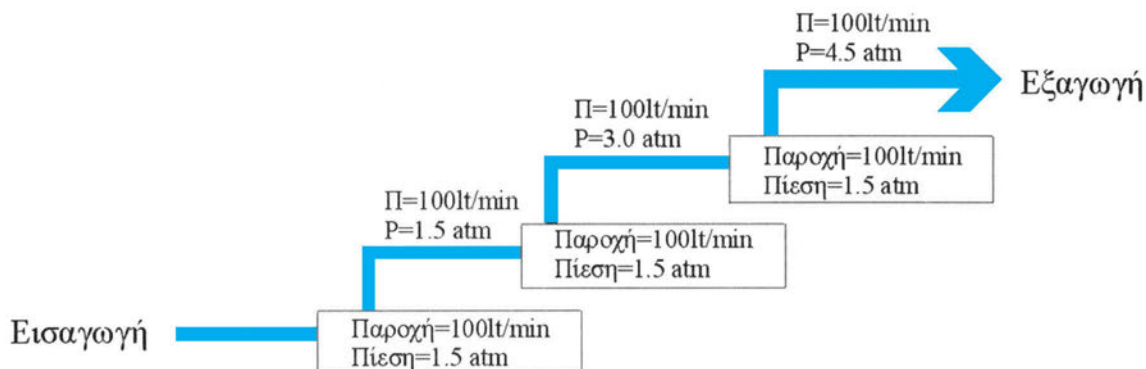
Όταν οι φτερωτές των πολυβάθμιων αντλιών τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να υπάρχουν χωριστά στόμια αναρρόφησης και κοινή κατάθλιψη και ο σωλήνας κατάθλιψης να συγκεντρώνει τελικά τις παροχές κάθε βαθμίδας, τότε λέμε ότι έχουμε σύνδεση φτερωτών **"παράλληλη"**.

Με μια πολυβάθμια αντλία, με σύνδεση φτερωτών "σε σειρά" επιτυγχάνουμε αύξηση της πίεσης, ενώ έχουμε σταθερή παροχή. Έτσι, καλύπτουμε τις ανάγκες διάφορων αρδευτικών δικτύων, τα οποία απαιτούν μεγαλύτερη πίεση αλλά σταθερή παροχή.

Αντίθετα, με μια πολυβάθμια αντλία, με "παράλληλη" σύνδεση φτερωτών, επιτυγχάνουμε μεγαλύτερες παροχές με σταθερή πίεση.

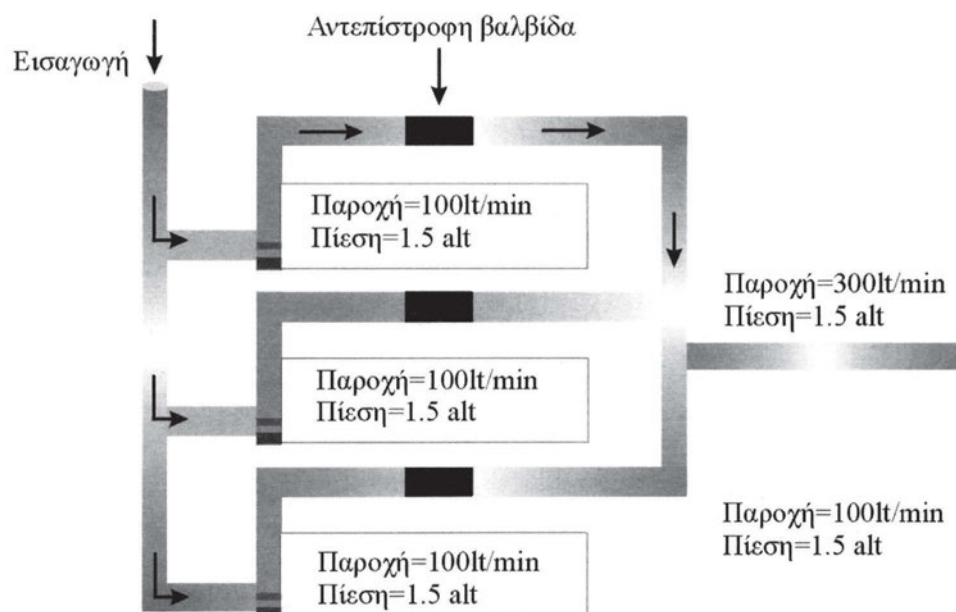
Για καθεμιά από τις δύο παραπάνω περιπτώσεις, θα είχαμε τα ίδια αποτελέσματα, αν χρησιμοποιούσαμε, αντί μιας πολυβάθμιας αντλίας, πολλές μονοβάθμιες αντλίες συνδεδεμένες μεταξύ τους είτε σε σειρά είτε παράλληλα.

Στην παρακάτω εικόνα, απεικονίζεται η σύνδεση τριών αντλιών σε σειρά. Παρατηρούμε ότι το νερό, κατά την έξοδό του από την τελευταία αντλία, έχει την ίδια αρχική παροχή (100 l/min), αλλά η πίεσή του είναι τριπλάσια από την αρχική (4,5 Kg/cm<sup>2</sup>).



**Εικόνα 12.6**  
Σύνδεση αντλιών σε σειρά.

Στην εικόνα 12.7, απεικονίζεται η παράλληλη σύνδεση τριών αντλιών. Παρατηρούμε ότι το νερό, κατά την έξοδό του από την τελευταία αντλία, έχει την ίδια αρχική πίεση (1,5 Kg/cm<sup>2</sup>), αλλά τριπλάσια παροχή (300 l/min).



**Εικόνα 12.7**  
Παράλληλη σύνδεση αντλιών.

### 12.3.4 Υποβρύχια αντλία

Στις αντλίες του τύπου αυτού, το σώμα της αντλίας συνδέεται απευθείας με ηλεκτροκινητήρα (μοτέρ) και ολόκληρο το σύστημα βυθίζεται στο νερό.



**Εικόνα 12.8**  
Υποβρύχιες πολυβάθμιες αντλίες (Πηγή: Calpeda).

Ο ηλεκτροκινητήρας μπορεί να είναι τοποθετημένος είτε πάνω από το σώμα της αντλίας είτε κάτω από το σώμα.

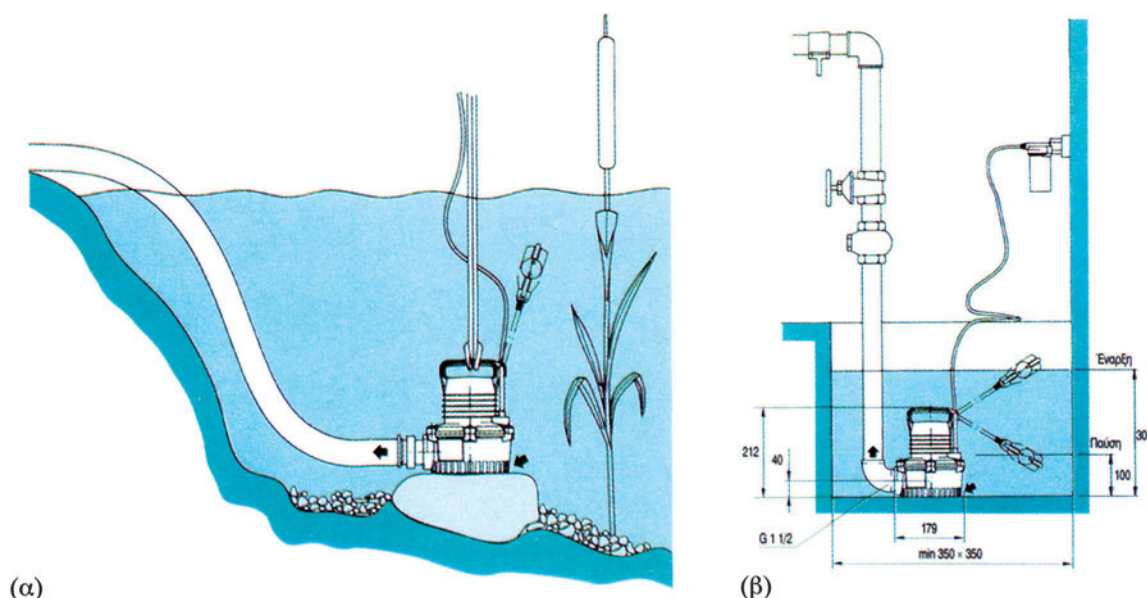
Στην πρώτη περίπτωση, μεταξύ του σώματος της αντλίας και του ηλεκτροκινητήρα υπάρχει ένας σωλήνας διάτρητος στο κάτω μέρος του. Όταν η αντλία βυθίζεται στο νερό μέσα στη γεώτρηση, ο αέρας που υπάρχει στο πάνω μέρος του σωλήνα αυτού εγκλωβίζεται και δεν αφήνει το νερό να έλθει σε επαφή με τον ηλεκτροκινητήρα.

Στη δεύτερη περίπτωση ο ηλεκτροκινητήρας, κατάλληλα μονωμένος με υλικό που δε διαβρώνεται, τοποθετείται κάτω από το σώμα της αντλίας και είναι πάντα βυθισμένος στο νερό.



**Εικόνα 12.9**  
Μικρή υποβρύχια αντλία (Πηγή: Calpeda).

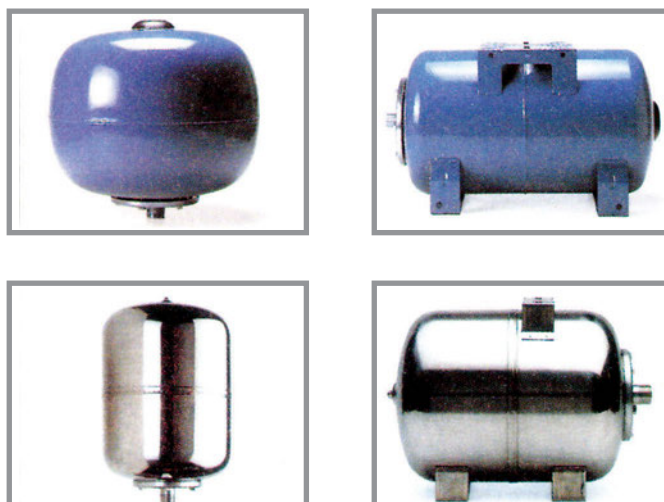
Η διάρκεια ζωής του κινητήρα στις αντλίες του τύπου αυτού εξαρτάται κυρίως από την επιτυχία της μόνωσής του από το νερό.



**Εικόνα 12.10**  
α. Φορητή χρήση. β. Τοποθέτηση για μόνιμη χρήση (Πηγή: Calpeda).

## 12.4 Πιεστικά δοχεία

Είναι κλειστές ατσάλινες δεξαμενές, που χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύεται νερό υπό πίεση. Ένας ελαστικός αεροθάλαμος, που βρίσκεται μέσα στο πιεστικό δοχείο, περιέχει μια ποσότητα αέρα υπό πίεση, που βοηθά το σύστημα να διατηρεί την πίεση σε προκαθορισμένα επίπεδα. Ο αέρας εισάγεται από μια βαλβίδα που υπάρχει συνήθως στο άνω άκρο του πιεστικού δοχείου, η οποία καλύπτεται με ένα ειδικό κάλυμμα.

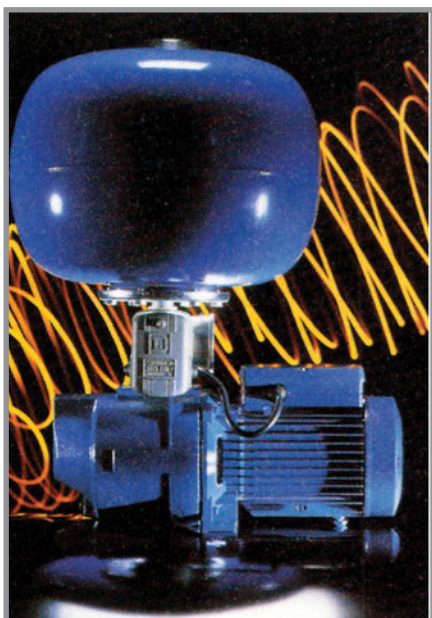


**Εικόνα 12.11**  
Πιεστικά δοχεία (Πηγή: Calpeda).

Η χωρητικότητά τους κυμαίνεται από 15 l έως 500 l. Ο ρόλος τους σε δίκτυα άρδευσης, που χρησιμοποιούν αντλίες, είναι σημαντικότερος. Τοποθετούνται αμέσως μετά την αντλία, στην κεφαλή του δικτύου.

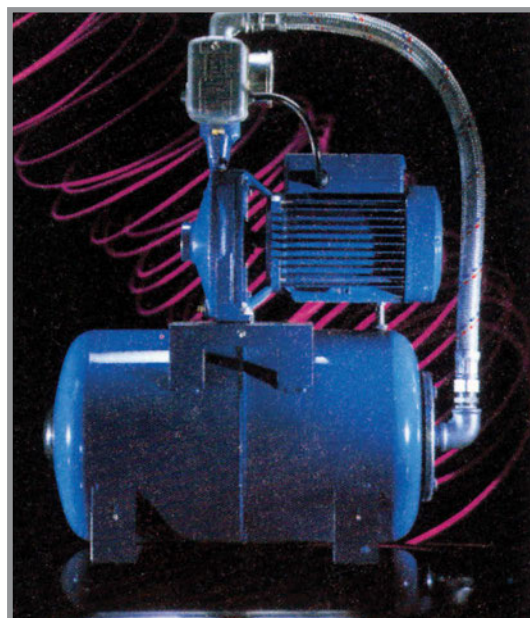


**Εικόνα 12.12**  
α. Ταυ που δέχεται μανόμετρο και πρεσοστάτη, β. μανόμετρο, γ. πρεσοστάτης, δ. εύκαμπτος σωλήνας, ε. αντεπίστροφη βαλβίδα, στ. ποδοβαλβίδα, ζ. φλοτεροδιακόπτης (Πηγή: Calpeda).



Εικόνα 12.13

Πιεστικό δοχείο τοποθετημένο πάνω στην αντλία (Πηγή: Calpeda).



Εικόνα 12.14

Αντλία τοποθετημένη πάνω σε πιεστικό δοχείο (Πηγή: Calpeda).

Τα πιεστικά δοχεία παρέχουν προστασία προφυλάσσοντας τα δίκτυα άρδευσης από υδραυλικές και μηχανικές καταπονήσεις, αλλά και τους ηλεκτροκινητήρες των αντλιών από ηλεκτρικές καταπονήσεις.

Μια αντλία, σύμφωνα με το νομογράφημα που τη συνοδεύει, έχει συγκεκριμένες προδιαγραφές.

Παρατηρώντας από τον πίνακα λειτουργίας της εικόνας 12.2, τα ζεύγη τιμών πίεσης-παροχής, βλέπουμε ότι, όταν η παροχή μειώνεται, η πίεση αυξάνει.

Έστω, λοιπόν, ότι υπάρχει ένα δίκτυο που τροφοδοτείται με νερό από μια δεξαμενή με τη βοήθεια μιας αντλίας. Ο μελετητής έχει επιλέξει την αντλία σύμφωνα με την κατανάλωση του δικτύου. Η αντλία (CP/200) δουλεύει και παρέχει 3 m<sup>3</sup>/h νερού με πίεση 5,3 atm. Ξαφνικά κλείνει η τελευταία ηλεκτροβάννα. Αυτόματα δηλαδή, η κατανάλωση από 15 m<sup>3</sup>/h ελαχιστοποιείται σε σχεδόν 0 m<sup>3</sup>/h. Άρα, η πίεση θα αυξηθεί στο μέγιστο όριό της (5,8 atm). Η αντλία συνεχίζει να λειτουργεί και πιέζει όλο το δίκτυο. Είναι σίγουρο ότι αν συνεχιστεί η κατάσταση αυτή, τότε θα δημιουργηθούν πολύ σοβαρά προβλήματα τόσο στο δίκτυο, όσο και στην αντλία, διότι η αντλία αναρροφά, αλλά δεν έχει πού να στείλει το νερό. Κάποιος λοιπόν πρέπει να κλείσει την αντλία. Αυτό γίνεται αυτόματα από ένα εξάρτημα, που λέγεται πιεζοστάτης ή πρεσοστάτης και έχει σκοπό να επιτρέπει (ανοίγει) τη ροή του ρεύματος προς την αντλία, όταν η πίεση του δικτύου είναι στο (προκαθορισμένο) χαμηλό όριό της και να διακόπτει (κλείνει) τη ροή του ρεύματος προς τον κινητήρα της αντλίας, όταν η πίεση στο δίκτυο είναι στο (προκαθορισμένο) ανώτατο όριό της. Το πλεόνασμα του νερού αποθηκεύεται μέσα στο πιεστικό δοχείο. Την επόμενη φορά που θα δουλέψει το δίκτυο, θα ξεκινήσει με το νερό που είναι αποθηκευμένο στο εσωτερικό του πιεστικού δοχείου, στην πίεση που επιθυμούμε. Όταν πέσει η πίεση κάτω από το όριο που έχει τεθεί, ο πιεζοστάτης θα δώσει εντολή στην αντλία να λειτουργήσει. Η αντλία θα στέλνει νερό στο δίκτυο και, όταν αυτό γεμίσει, θα αρχίσει να γεμίζει και το πιεστικό δοχείο. Όταν η πίεση φθάσει στο ανώτατο όριο, η αντλία θα σταματήσει να λειτουργεί κ.ο.κ.

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Ο ρόλος της αντλίας είναι να αναρροφά νερό από μια πηγή (δεξαμενή, ποτάμι, δίκτυο πόλης κτλ.) και να το στέλνει (καταθλίβει) στο αρδευτικό δίκτυο, με τις προδιαγραφές της πίεσης και της παροχής που έχουν προκαθοριστεί.

Τα είδη των φυγοκεντρικών αντλιών είναι: η **οριζόντια φυγοκεντρική αντλία**, η **κατακόρυφη φυγοκεντρική αντλία** και η **υποβρύχια αντλία**. Τα **πιεστικά δοχεία** είναι κλειστές ατσάλινες δεξαμενές, που χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύεται νερό υπό πίεση. Ένας ελαστικός αεροθάλαμος, που βρίσκεται μέσα στο πιεστικό δοχείο, περιέχει μια ποσότητα αέρα υπό πίεση, που βοηθά το σύστημα να διατηρεί την πίεση σε προκαθορισμένα επίπεδα. Ο αέρας εισάγεται από μια βαλβίδα, που υπάρχει συνήθως στο άνω άκρο του πιεστικού δοχείου και καλύπτεται με ένα ειδικό κάλυμμα. Παρέχουν σοβαρή προστασία προφυλάσσοντας τα δίκτυα άρδευσης από υδραυλικές και μηχανικές καταπονήσεις, αλλά και τους ηλεκτροκινητήρες των αντλιών από ηλεκτρικές καταπονήσεις.

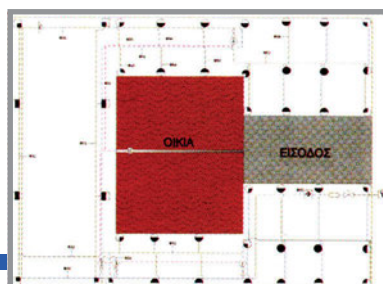
Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Ποιος είναι ο βασικός λόγος χρήσης των αντλιών στα αρδευτικά δίκτυα;
2. Ποια είναι η αρχή λειτουργίας των φυγοκεντρικών αντλιών;
3. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των φυγοκεντρικών αντλιών;
4. Πού χρησιμοποιούνται οι οριζόντιες φυγοκεντρικές αντλίες;
5. Πού χρησιμοποιούνται οι κατακόρυφες φυγοκεντρικές αντλίες;
6. Πότε μια αντλία καλείται πολυβάθμια;
7. Τι επιτυγχάνουμε με τη σύνδεση των φτερωτών της αντλίας ‘σε σειρά’ και τι με την ‘παράλληλη’ σύνδεση;
8. Να περιγράψετε την υποβρύχια αντλία και να αναφέρετε τα πλεονεκτήματά της, έναντι των κατακόρυφων φυγοκεντρικών αντλιών.
9. Τι είναι τα πιεστικά δοχεία και πώς λειτουργούν;

# 13

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

## ΣΧΕΔΙΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ









## 13 Σχέδια Αρδευτικών Δικτύων

Η ανάγνωση μιας μελέτης και ενός σχεδίου κάποιου αρδευτικού δικτύου είναι η κυριότερη δουλειά που καλείται να κάνει ένας τεχνικός εγκατάστασης. Ο τεχνικός εγκατάστασης μελετά αυτά τα σχέδια, με σκοπό να επιτύχει το καλύτερο αποτέλεσμα με το μικρότερο δυνατό κόστος (οικονομικότερη προσφορά). Θα πρέπει λοιπόν να χρησιμοποιείται μια κοινή μέθοδος, με την οποία να απεικονίζονται και να παρουσιάζονται, μέσα από τα κατάλληλα σύμβολα, οι ιδέες του γεωπόνου - μελετητή. Είναι πιθανόν πολλά σχέδια να είναι περίπλοκα, οπότε χρειάζεται πολύ μεγάλη προσοχή για να αποφευχθούν λάθη, που μπορεί να κοστίσουν πολλά.

### 13.1 Σύμβολα χρησιμοποιούμενα στα αρδευτικά σχέδια

Τα ξεκάθαρα σχεδιαστικά σύμβολα επιταχύνουν και διευκολύνουν τη διαδικασία εγκατάστασης του αρδευτικού δικτύου.

Στον πίνακα που ακολουθεί υπάρχουν γραφικές απεικονίσεις των αρδευτικών στοιχείων, που περιλαμβάνει ένα σχέδιο αρδευτικού δικτύου.

Τα σχεδιαστικά σύμβολα παρουσιάζονται σε ένα υπόμνημα στην άκρη του σχεδίου.

Πολλές φορές, στα σχέδια τα οποία μας δίνονται, υπάρχουν δίπλα στα σύμβολα και τα ονόματα των κατασκευαστών των υλικών, όπως επίσης και οι ειδικοί κωδικοί αυτών. Συχνά, οι μελετητές δίνουν στα ίδια σχέδια και ορισμένες λεπτομέρειες κατασκευής του δικτύου (π.χ. τον τρόπο σύνδεσης των εκτοξευτήρων με το σωλήνα, τη μεθοδολογία κατασκευής φρεατίων κτλ.).

### 13.2 Τελικά κατασκευαστικά σχέδια

Συχνά ένα αρδευτικό δίκτυο δεν κατασκευάζεται σύμφωνα με τα αρχικά σχέδια. Όταν έχουμε μια αναθεώρηση, ο τεχνικός εγκατάστασης θα πρέπει να σχεδιάσει ένα αναθεωρημένο σχέδιο, στο οποίο θα καταγράφει όλες τις αλλαγές. Αυτό το αναθεωρημένο σχέδιο είναι ένα **τελικό σχέδιο κατασκευής** και αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για τη μελλοντική συντήρηση και ανάπτυξη του συστήματος.

Τα τελικά σχέδια κατασκευής έχουν πολλές χρήσεις, καθώς καταγράφουν όλες τις αλλαγές από τα αρχικά σχέδια του αρδευτικού συστήματος. Χρησιμεύουν επίσης ως εργαλεία εντοπισμού και

## ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ

	Κεντρικός Διακόπτης
	Διακόπτης Ζώνης
	Ηλεκτροβάνα
	Ηλεκτροβάνα με ρυθμιστή ροής
	Προγραμματιστής
	Ηλεκτροβάνα Κεντρική (Master)
	Αντεπίστροφη Βαλβίδα
	Εξαεριστικό
	Στατικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 360°
	Στατικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 180°
	Στατικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 90°
	Περιστροφικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 360°
	Περιστροφικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 180°
	Περιστροφικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 90°
	Αντλία
	Πιεστικό Δοχείο
	Φίλτρο
	Υδρομετρητής
	Ρυθμιστής Πίεσης
	Παροχή Νερού
	Σταλλάκτης
	Καλώδιο NYY

Ε ι κ ό ν α 13.1  
Σχεδιαστικά σύμβολα.

επισκευής των σωλήνων. Όλες οι προσθήκες στο αρδευτικό δίκτυο πρέπει να είναι σε συμφωνία με τη διάταξη των σωληνώσεων στα τελικά σχέδια κατασκευής.

Οι αλλαγές στα αρχικά σχέδια γίνονται λόγω διάφορων απρόβλεπτων καταστάσεων. Μπορεί ο κατασκευαστής κατά τη διάνοιξη των χαντακιών να συναντήσει βράχο ή μπετόν και να πρέπει να αλλάξει τη θέση των σωληνώσεων. Οι ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις, οι οποίες δεν ελήφθησαν υπόψη στο αρχικό σχέδιο, μπορεί να υπαγορεύσουν παρεκκλίσεις από αυτό. Πολλές φορές, ο εργολήπτης μπορεί να γνωρίζει έναν πιο φθηνό και πιο αποδοτικό τρόπο διάταξης των σωληνώσεων, χρησιμοποιώντας τους ίδιους εκτοξευτήρες, που υποδεικνύονται από τα αρχικά αρδευτικά σχέδια.

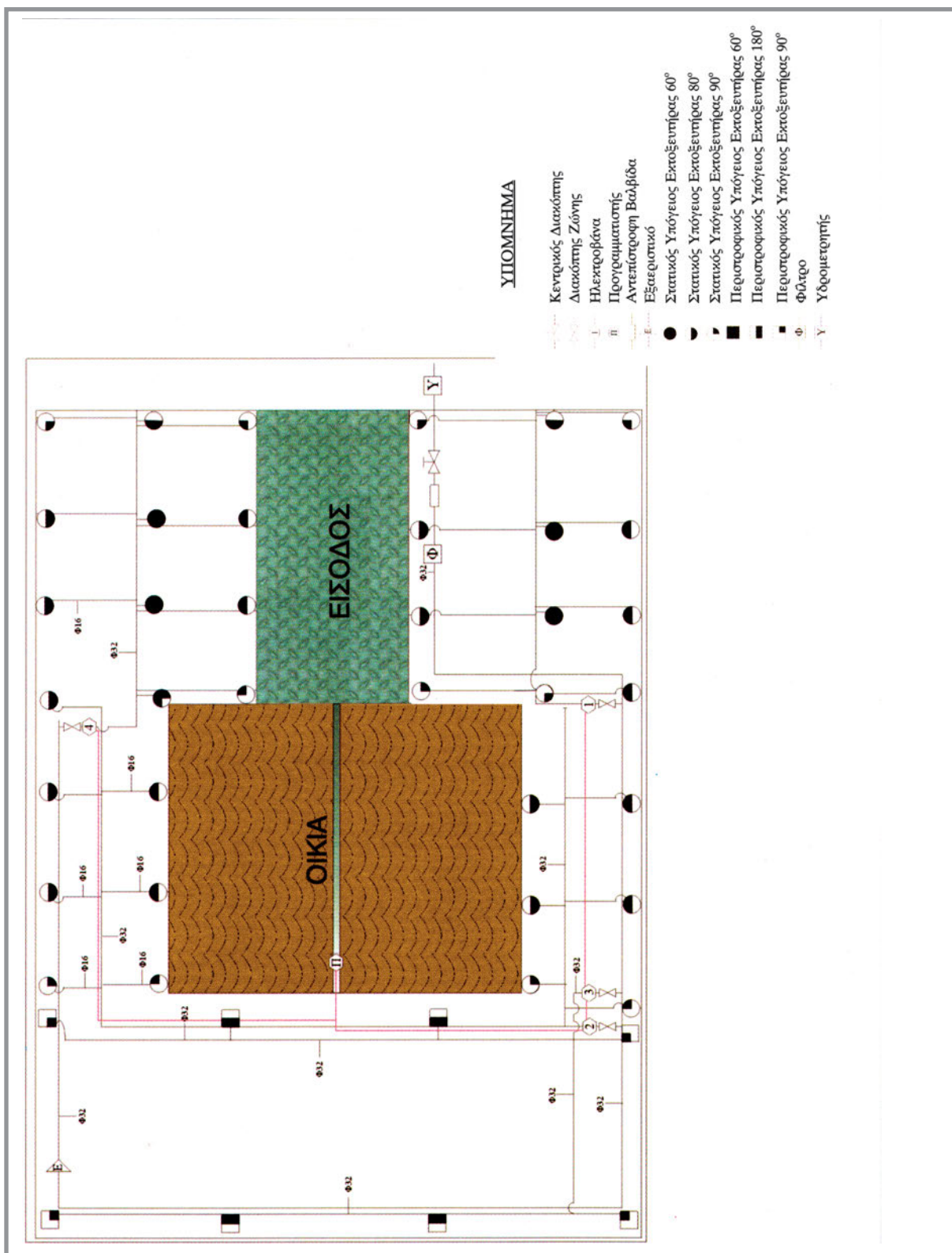
☞ Η **τήρηση** ενός σοβαρού **αρχείου** ανά έργο, στο οποίο σημειώνονται όλες οι παρατηρήσεις, είναι υπόθεση **ανεκτίμητης αξίας** τόσο σε **μεσοπρόθεσμο**, όσο και σε **μακροπρόθεσμο** επίπεδο.

Ας μη ξεχνούμε ότι μετά από πέντε χρόνια συνεχούς επαγγελματικής απασχόλησης δεν υπάρχει περίπτωση να θυμάται κανείς παρά μόνον το όνομα του εργοδότη που τον κάλεσε για να του κατασκευάσει το δίκτυο. Ας σκεφτούμε, λοιπόν, τι θα συμβεί αν ο ίδιος εργοδότης τον καλέσει να του επισκευάσει μια ηλεκτροβάννα, την οποία δεν μπορεί να εντοπίσει. Το πιθανότερο είναι να μην τον ξανακαλέσει ποτέ. Παρακάτω ακολουθούν διάφορα σχέδια αρδευτικών δικτύων.



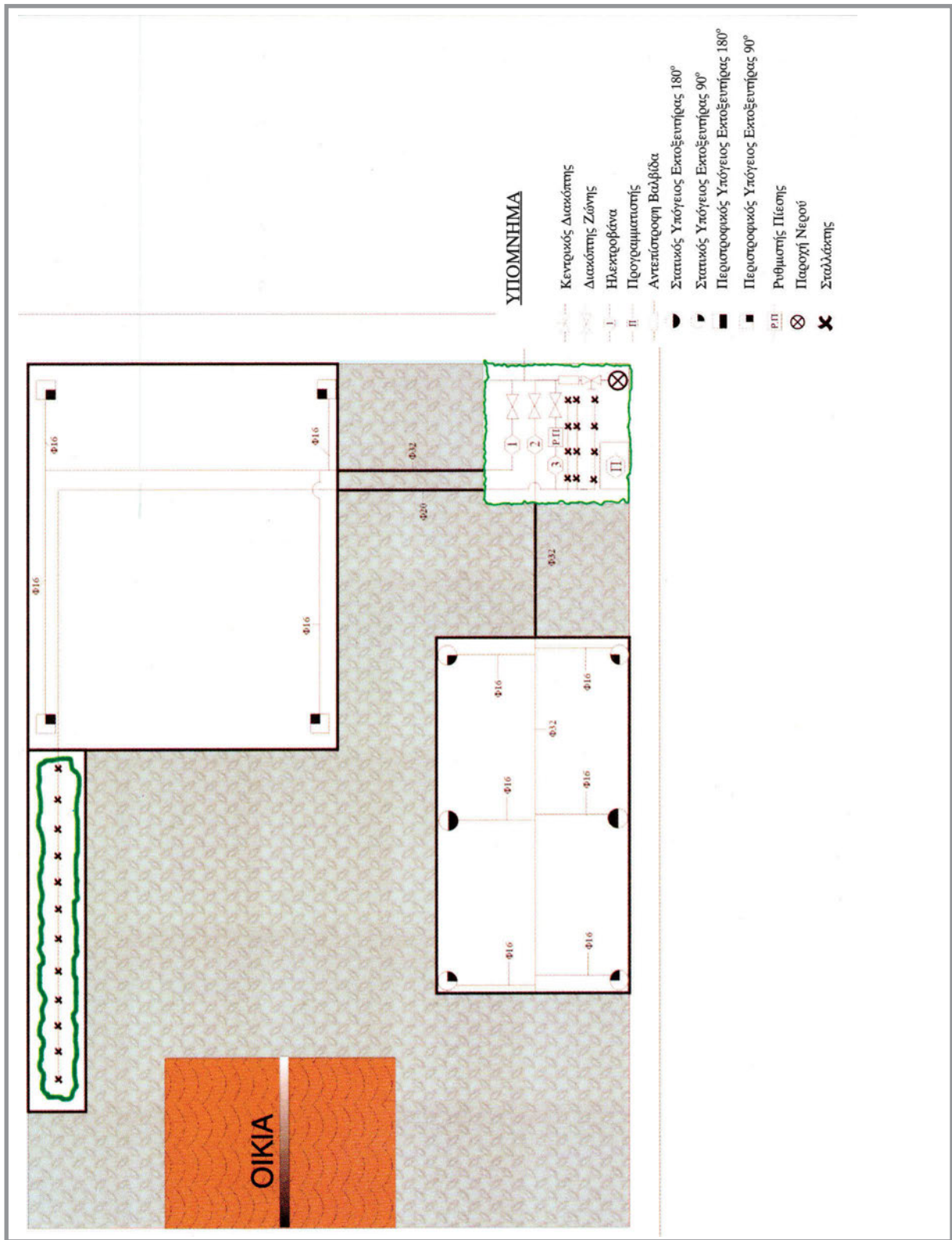
Εικόνα 13.2

Σχέδιο αρδευτικού δικτύου βεράντας.

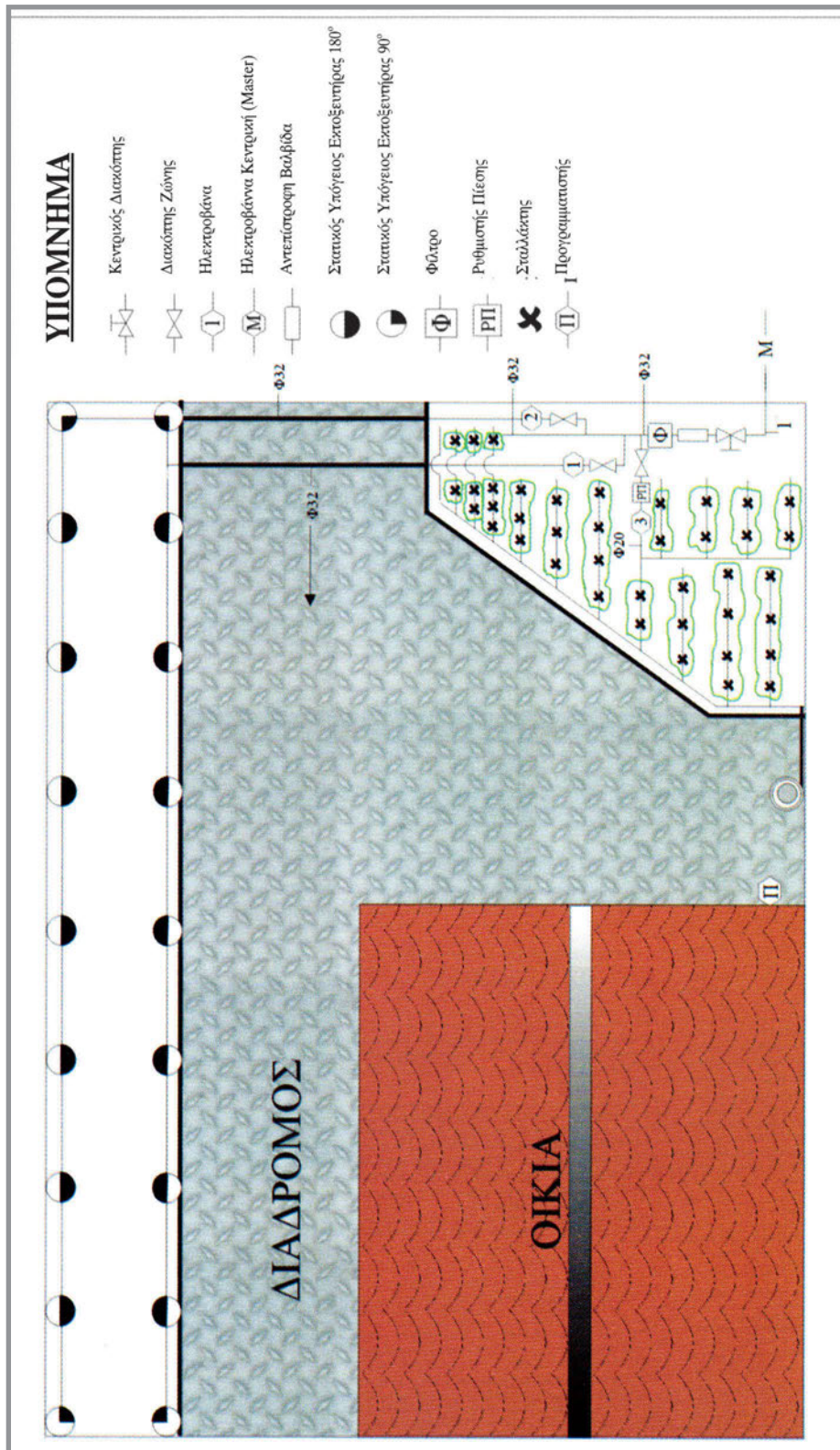


Εικόνα 13.3

Σχέδιο αρδευτικού δικτύου του περιβάλλοντος χώρου μιας οικίας.



**Εικόνα 13.4**  
Σχέδιο αρδευτικού δικτύου παρτεριών εισόδου οικίας.



Εικόνα 13.5

Σχέδιο αρδευτικού δικτύου παρτεριών οικίας.

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Η ανάγνωση μιας μελέτης και ενός σχεδίου κάποιου αρδευτικού δικτύου είναι η κυριότερη δουλειά για έναν τεχνικό εγκατάστασης, ο οποίος μελετά αυτά τα σχέδια με σκοπό να δώσει την οικονομικότερη προσφορά προς τον πελάτη. Τα ξεκάθαρα σχεδιαστικά σύμβολα επιταχύνουν και διευκολύνουν τη διαδικασία εγκατάστασης του αρδευτικού δικτύου. Όταν υπάρχει αναθεώρηση του αρχικού σχεδίου, ο τεχνικός εγκατάστασης θα πρέπει να σχεδιάσει ένα αναθεωρημένο σχέδιο, το οποίο να καταγράφει όλες τις αλλαγές. Αυτό το αναθεωρημένο σχέδιο είναι ένα **τελικό σχέδιο κατασκευής** και αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για τη μελλοντική συντήρηση και ανάπτυξη του συστήματος.

Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Τι είναι τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στα αρδευτικά σχέδια;
2. Τι είναι το τελικό σχέδιο κατασκευής;
3. Για ποιους λόγους γίνονται οι αλλαγές στα αρχικά σχέδια;
4. Τι σημαίνει οικονομικότερη προσφορά;



## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 1 άσκηση

#### Αναγνώριση υλικών

**Σκοπός:** Να αναγνωρίζει ο μαθητής τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε ένα αρδευτικό δίκτυο κηποτεχνίας.

#### Κατασκευή πίνακα υλικών συνδεσμολογίας.

1. Πίνακας διάτρητος.
2. Ηλεκτρολογικές δέστρες.
3. Συλλογές από κάθε υλικό ή εξάρτημα ανά ομάδα, όπως είναι στα κεφάλαια του Μέρους II του βιβλίου.

#### Διαδικασία:

Οι μαθητές ασχολούνται με το να στερεώσουν όλα τα υλικά σε διαφορετικούς πίνακες, να γράψουν ετικέτες και να αναρτήσουν τους πίνακες στους τοίχους του εργαστηρίου.

### 2 άσκηση

#### Λύση και αρμολόγηση αυτοανυψούμενων εκτοξευτήρων.

**Σκοπός:** Να λύνει και να συναρμολογεί ο μαθητής αυτοανυψούμενους εκτοξευτήρες.

#### Υλικά και μέσα

Διάφοροι τύποι αυτοανυψούμενων εκτοξευτήρων στατικών και περιστροφικών.

#### Διαδικασία:

1. Αναγνώριση των επιμέρους τμημάτων.
2. Εξοικείωση με τις ρυθμίσεις τους.

### 3 άσκηση

#### Λύση και αρμολόγηση ηλεκτροβάνας

**Σκοπός:** Να λύνει και να συναρμολογεί ο μαθητής ηλεκτροβάνες.

#### Υλικά και μέσα

1. Διάφοροι τύποι ηλεκτροβανών.
2. Κατσαβίδια διάφορων τύπων.

#### Διαδικασία:

1. Αναγνώριση των τμημάτων της ηλεκτροβάνας.
2. Εξοικείωση με τη λύση της ηλεκτροβάνας.
3. Αναγνώριση εξαρτημάτων πηνίου.

# ΜΕΡΟΣ 3

## Εγκατάσταση και Συντήρηση Αρδευτικού Δικτύου

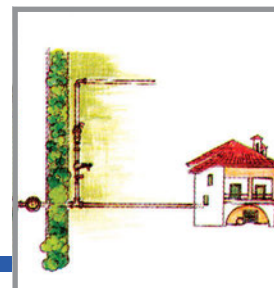
- Εγκατάσταση Δικτύου Χλοοτάπητα
- Εγκατάσταση Δικτύου Σταγόνα
- Έλεγχος και Συντήρηση Δικτύου



# 14

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

## ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ







## 14 Εγκατάσταση Δικτύου Χλοοτάπητα

### 14.1 Συγκέντρωση υλικών - εργαλείων - οργάνων

Όπως μέχρι τώρα έχουμε εξηγήσει, η εγκατάσταση ενός αυτόματου δικτύου άρδευσης απαιτεί την **ασφαλή** συναρμολόγηση πολλών εξαρτημάτων. Είναι πολύ βασική προϋπόθεση για έναν επιτυχημένο επαγγελματία να ολοκληρώσει με επιτυχία το έργο που έχει αναλάβει, χωρίς να του έχει λείψει κάποιο εξάρτημα, όργανο ή εργαλείο. Ας σκεφτούμε σε πόσο δύσκολη θέση θα βρεθεί ο επαγγελματίας που δουλεύει μακριά από την έδρα του και διαπιστώνει ότι του λείπει κάποιο εξάρτημα ή εργαλείο, που μπορεί να κοστίζει ελάχιστα χρήματα και το ξέχασε στο εργαστήριό του.

Όλα τα παραπάνω σημαίνουν οικονομικές επιβαρύνσεις αλλά προπάντων **έλλειψη επαγγελματισμού**. Αυτό σημαίνει ότι όταν πάρουμε τον πίνακα υλικών από το μελετητή πρέπει να συγκεντρώσουμε τα υλικά μας με ένα περίσσευμα της τάξης του 15%. Αν δεν πάρουμε πίνακα υλικών, πρέπει να δούμε τη μελέτη και να υπολογίσουμε εμείς όλα τα υλικά που απαιτούνται (**εμφανή και αφανή**).



Η καλύτερη διαφήμιση για τον επαγγελματία είναι η δουλειά του, που πρέπει να είναι έντιμη, σοβαρή και επιμελημένη.

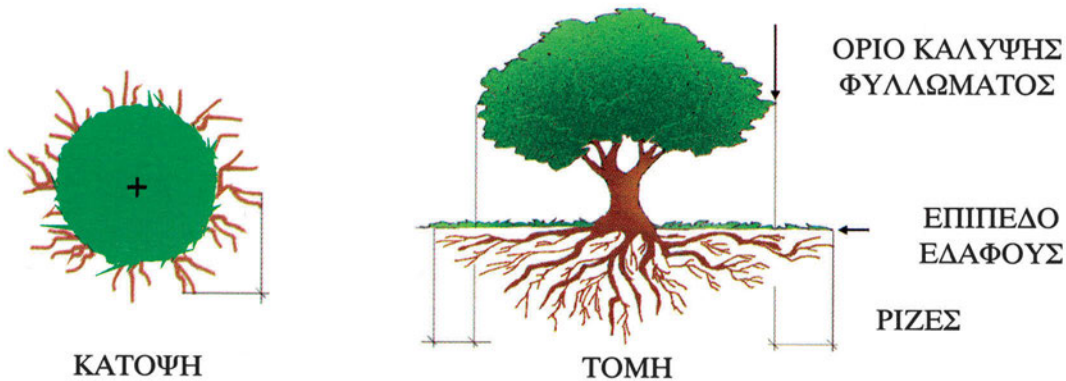
Αφού εγκατασταθούμε στον εργοταξιακό μας χώρο για την έναρξη του έργου, για το οποίο βεβαίως έχει προηγηθεί άλλη αναγνωριστική επίσκεψη, οργανώνουμε τη ροή των εργασιών μας.

### 14.2 Εγκατάσταση σωλήνων

Η εγκατάσταση των σωλήνων άρδευσης, αρχίζει με την επισήμανση των θέσεων των εκτοξευτήρων, που προβλέπει η μελέτη. Αυτό γίνεται με τη χρήση σημαιών επισήμανσης που τοποθετούνται στις ακριβείς θέσεις. Σε περίπτωση που κάτι δε συμβαδίζει με τη μελέτη, είναι αναγκαία η επαφή με το μελετητή και η συζήτηση μαζί του για την επίλυση οποιουδήποτε προβλήματος σε αυτό το στάδιο των εργασιών. Έχουμε υπόψη μας ότι ο χλοοτάπητας και όλα τα υπόλοιπα φυτά έχουν την ικανότητα να 'φωνάζουν', όταν τους λείπει το νερό. Και όχι μόνο "φωνάζουν", αλλά γίνονται

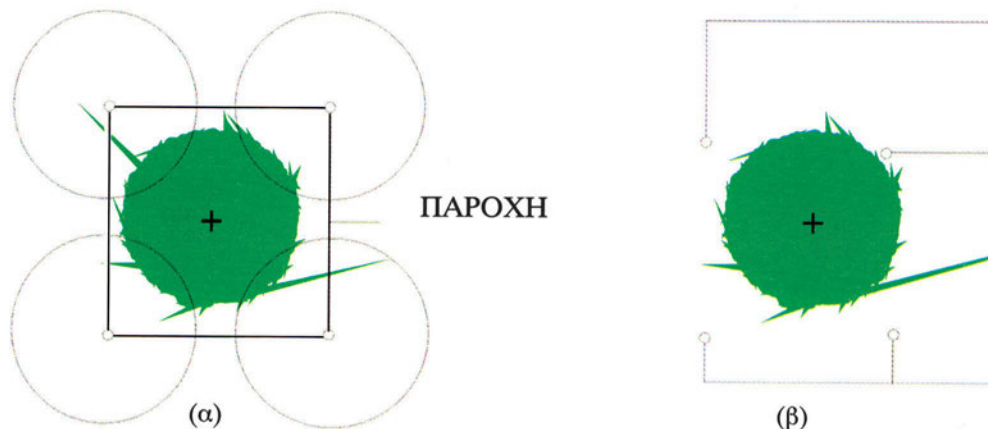
και κίτρινα. Ένα πολύ μικρό πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί εύκολα, γρήγορα και χωρίς κόστος, στο στάδιο της χάραξης. Αργότερα, η λύση του μπορεί να κοστίσει, όσο κοστίζει ένα νέο δίκτυο.

Κατόπιν ορίζονται με τις σημαίες επισήμανσης τα σημεία τοποθέτησης των εκτοξευτήρων και τα σημεία διάνοιξης των ορυγμάτων (χαντακιών) μέσα στα οποία θα τοποθετηθούν οι σωλήνες, τα καλώδια και όλα τα υλικά. Η επισήμανση γίνεται με τη χρήση οικοδομικής άμμου.



Εικόνα 14.1

Κάτοψη και πλάγια όψη με την κατανομή των ριζών στο ριζόστρωμα.



Εικόνα 14.2

Η διάνοιξη ορυγμάτων, σύμφωνα με το σχέδιο α, τέμνει πολλές ρίζες.  
Η διάνοιξη σύμφωνα με το σχέδιο β ελαχιστοποιεί τη ζημιά στις ρίζες.

Τα ορύγματα<sup>1</sup> πρέπει να έχουν βάθος τουλάχιστον 35 cm και πλάτος τουλάχιστον 20 cm. Πρέπει να αποφεύγουμε να κάνουμε τέτοιες εκσκαφές στη βάση των κορμών προϋπαρχόντων δένδρων

1. Για έργα που γίνονται σε δημόσιους χώρους, οι προδιαγραφές των ορυγμάτων είναι:

1. Βάθος 50 - 60 cm, σε χώρους (δρόμους) με ελαφρά κυκλοφορία.
2. Βάθος 60 - 70 cm, σε χώρους (δρόμους) με ελαφρά κυκλοφορία.
3. Βάθος 80 - 100 cm, σε δρόμους συνηθισμένης ή βαριάς κυκλοφορίας.

Σε πετρώδη εδάφη, είναι απαραίτητο να αυξηθεί το βάθος εκσκαφής κατά 15 cm με την τοποθέτηση άμμου ή μικρών χαλικιών στον πυθμένα.

και θάμνων και να τηρούμε απόσταση τουλάχιστον 1,5 m από αυτά. Δεν πρέπει να παραλείψουμε να ρωτήσουμε το αρμόδιο πρόσωπο (επιβλέποντα ή ιδιοκτήτη) να μας ενημερώσει για τη θέση άλλων υπόγειων δικτύων (ηλεκτρικών, υδραυλικών κτλ.)<sup>2</sup>.



**Εικόνα 14.3**  
Μηχανική διάνοιξη χαντακιών.

Οι εκσκαφές γίνονται μηχανικά και χειρωνακτικά. Υπάρχουν μηχανήματα (σκαπτικές καδένες) απλούστατα στο χειρισμό τους, που μπορούν να ολοκληρώσουν το 95% των εκσκαφών. Σε ευαί-

- 2. Αν παρ' ελπίδα δημιουργήσουμε το παραμικρό πρόβλημα σε άλλο δίκτυο (κοπή καλωδίων, θραύση σωλήνα υδραυλικού δικτύου), πρέπει να αναφέρουμε χωρίς κανένα ενδοιασμό και καθυστέρηση το πρόβλημα στο αρμόδιο πρόσωπο (επιβλέποντα ή ιδιοκτήτη), για να αποκατασταθεί η βλάβη από τους κατάλληλους τεχνικούς. Είναι πιθανό στο σπίτι μας να προσπαθήσουμε και να αποκαταστήσουμε με επιτυχία εμείς οι ίδιοι την οποιαδήποτε βλάβη. Σε ένα επαγγελματικό έργο, **ποτέ μα ποτέ** δε θα προσπαθήσουμε να επισκευάσουμε βλάβη που δεν ανήκει στις επαγγελματικές μας αρμοδιότητες.*



σθητα σημεία του χώρου πρέπει να προσεγγίζουμε με ειδική προσοχή. Σε αυτά τα σημεία είναι καλύτερα να γίνει χειρωνακτική εκσκαφή με τη βοήθεια τσάπας, έστω και σε βάρος της ποιότητας που μας δίνει η μηχανική εκσκαφή. Αφού ολοκληρώσουμε την εκσκαφή, συνεχίζουμε με τον καθαρισμό των χαντακιών από μικρές πέτρες ή οτιδήποτε άλλο έχει πέσει μέσα σε αυτά, με τη βοήθεια είτε μικρού φτυαριού είτε στενής τσάπας.



**Εικόνα 14.4**  
Καθαρισμός χαντακιών.

Αφού έχουν ολοκληρωθεί οι εκσκαφές (έχουν διανοιχτεί όλα τα χαντάκια), απομακρύνουμε από το πεδίο των εργασιών μας όλα τα σκαπτικά μηχανήματα και εργαλεία.

Φέρνουμε τις κουλούρες με τους σωλήνες που θα χρησιμοποιήσουμε και "απλώνουμε" τους σωλήνες έτσι ώστε να μην έχουν κάμψεις και στροφές. Αφού μετρήσουμε τα τμήματα των σωλή-

νων που απαιτούνται, κόβουμε με τα κατάλληλα κοπτικά εργαλεία (ψαλίδι, σέγα, μαχαίρι) τους σωλήνες, ώστε οι τομές να είναι λείες και κάθετες. Φυσικά, προηγείται η τοποθέτηση του πρωτεύοντος σωλήνα και ακολουθεί η τοποθέτηση των δευτερευόντων.



**Ε ι κ ό ν α 1 4 . 5**

Εργαλείο κοπής σωλήνα (Πηγή: Rainbird, Orbit).

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στο μήκος που θα κοπούν οι σωλήνες. Πρώτα από όλα, ξεκινούμε την κουλούρα από την αρχή της και ποτέ δεν κόβουμε τμήματα με προσέγγιση. Διότι, τότε, τα υπολείμματα (ρετάλια) των σωλήνων θα επιβαρύνουν το κόστος του έργου. Υπάρχει και η αντίστοιχη λαϊκή παροιμία:

☞ **"Δέκα φορές μέτρα και μια φορά κόψε".**

Δεν ξεχνούμε να κλείνουμε επιμελώς τα άκρα των σωλήνων με ένα κομμάτι στραπατσarisμένο χαρτί, για να αποφύγουμε την είσοδο στους σωλήνες ξένων υλικών, που μπορεί να δημιουργήσουν στη φάση της δοκιμής ή και αργότερα ιδιαίτερα προβλήματα.

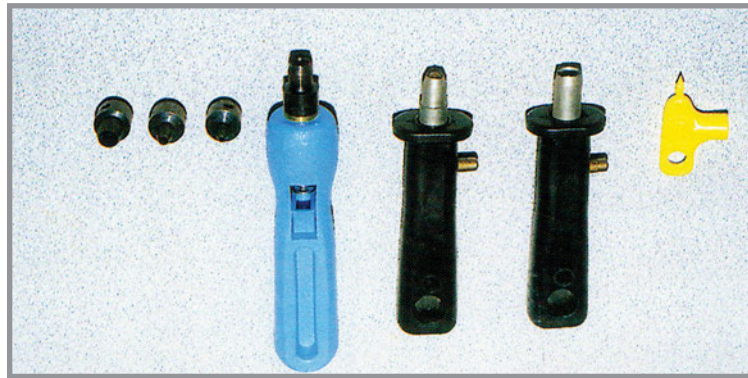


**Ε ι κ ό ν α 1 4 . 6**

Τοποθέτηση σωλήνα σε χαντάκι.

## 14.3 Τοποθέτηση υλικών συνδεσμολογίας

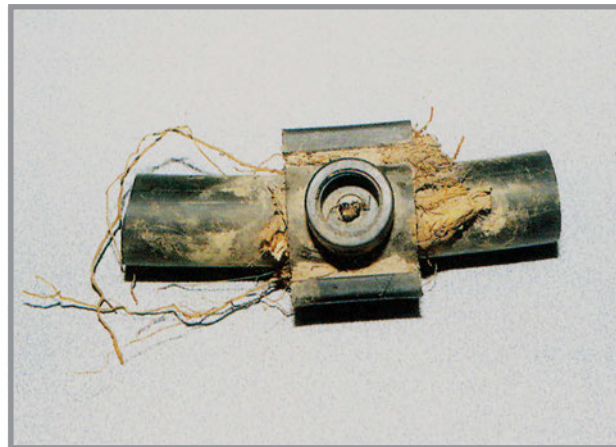
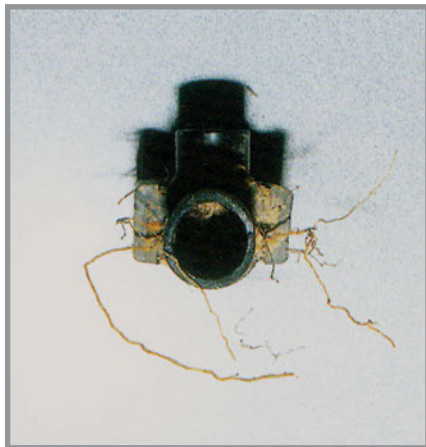
Αφού έχουμε κόψει σωστά τους σωλήνες αρχίζουμε την τοποθέτηση των υλικών συνδεσμολογίας, σύμφωνα με τη μελέτη. Τοποθετούμε τα ταυ στις διακλαδώσεις και συνεχίζουμε με τις σέλες. Για να τοποθετηθούν οι σέλες, τις περισσότερες φορές, προαπαιτείται να γίνει ανάλογη διάτρηση στο σωλήνα με ειδικούς διατρητήρες (σγρόμπιες). Αυτοί οι διατρητήρες έχουν διάφορες διατομές, ανάλογα με τη σέλα που θα χρησιμοποιηθεί (Ø8, Ø10, Ø12, κ.λ.π.). Η διάτρηση επιτυγχάνεται με την άσκηση πίεσης και στροφής του εργαλείου από το χέρι. Επίσης, μπορεί να γίνει και με τη βοήθεια φορητών ηλεκτρικών δραπάνων. Σε ορισμένους τύπους σελών η διάτρηση του σωλήνα μπορεί να γίνει και μετά την τοποθέτηση της σέλας.



**Εικόνα 14.7**  
Διατρητήρες (σγρόμπιες).

Κατά την τοποθέτηση απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην εφαρμογή του ελαστικού δακτυλίου, που υπάρχει σε κάθε τύπο της σέλας, στα χείλη της οπής και την απομόνωσή της με αυτό τον τρόπο.

Ας έχουμε υπόψη μας ότι οποιαδήποτε διαρροή γίνεται μέσα στο έδαφος, θα ανιχνευθεί από τις παρευρισκόμενες ρίζες και σε εύλογο χρονικό διάστημα θα χρειασθεί να επισκευασθεί.



**Εικόνα 14.8**  
Η ρίζα έχει ανοίξει τη σέλα και στραγγαλίζει το σωλήνα.

Τα μόνα υλικά που δεν τοποθετούνται σε αυτή τη φάση είναι οι τάπες των σωλήνων.

## 14.4 Τοποθέτηση εκτοξευτήρων

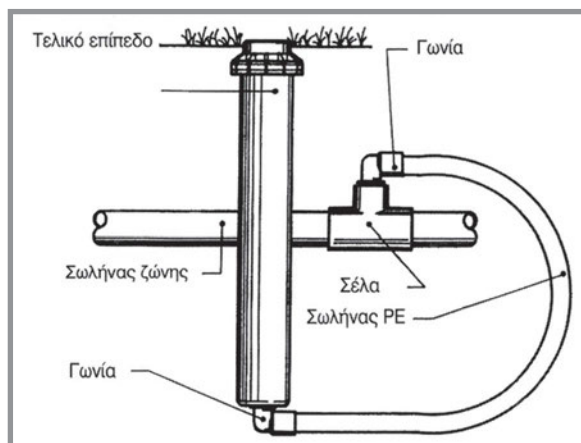
Οι εκτοξευτήρες τοποθετούνται στο δίκτυο με 2 τρόπους:

- α) Απευθείας τοποθέτηση πάνω στη σέλα με ένα μαστό. Δεν πρέπει να ξεχνούμε ότι σε κάθε αρσενικό σπείρωμα οποιουδήποτε υλικού συνδεσμολογίας (άρα και στο μαστό) πρέπει να τυλίγουμε επαρκή ποσότητα στεγανωτικής ταινίας (teflon) για την αποφυγή διαρροών.



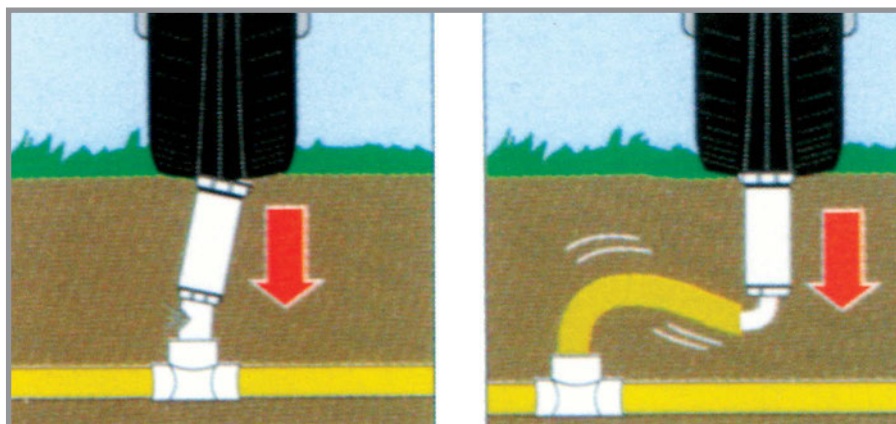
**Εικόνα 14.9**  
Απευθείας τοποθέτηση στο σωλήνα

- β) Τοποθέτηση με παράκαμψη. Χρησιμοποιώντας 2 γωνίες  $\text{Ø}16 / \frac{1}{2}$ " ή  $\text{Ø}16 / \frac{3}{4}$ " στις άκρες μικρού τμήματος σωλήνα διατομής  $\text{Ø}16$ , τοποθετούμε τη μια άκρη στη σέλα και την άλλη άκρη στην υποδοχή του εκτοξευτήρα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνουμε την εύκολη μετατόπιση ενός εκτοξευτήρα, ενέργεια που θα προκύψει με την ενηλικίωση του κήπου. Η επαρκής παρουσία του teflon σε όλα τα αρσενικά σπειρώματα επιβάλλεται.



**Εικόνα 14.10**

Τοποθέτηση με εύκαμπτο σωλήνα (Πηγή: Hunter).

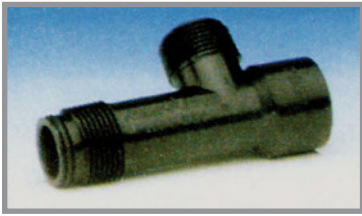


**Εικόνα 14.11**

Η απευθείας τοποθέτηση των εκτοξευτήρων στην υδροληψία μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα (Πηγή: Rainbird).

## 14.5 Τοποθέτηση ηλεκτροβανών και κατασκευή συλλεκτών ηλεκτροβανών (κολλεκτέρ)

Ακολουθώντας τη μελέτη, ερχόμαστε στα σημεία που πρέπει να τοποθετηθούν οι ηλεκτροβάνες. Επανελέγχουμε αν πληρούν οι επιλεγμένες θέσεις τις προδιαγραφές χωροθέτησης (να βρίσκο-



**Εικόνα 14.12**

Ειδικό ται για σύνδεση δύο ή περισσοτέρων ηλεκτροβανών (Πηγή: Rainbird).

νται κοντά στη ζώνη που ελέγχουν και σε τέτοιο σημείο, που, όταν θα χρειασθεί να τις δοκιμάσουμε χειροκίνητα, να έχουμε απόλυτο οπτικό έλεγχο χωρίς να πέφτουν τα νερά επάνω μας κτλ.).

Αφού βεβαιωθούμε για τα παραπάνω, διευρύνουμε στο συγκεκριμένο σημείο το χαντάκι και δημιουργούμε όρυγμα διαστάσεων 50 cm x 50 cm x 30 cm (μήκος x πλάτος x ύψος) ή και μεγαλύτερο, αν πρόκειται να τοποθετήσουμε περισσότερες ηλεκτροβάνες συγκεντρωμένες.

Τοποθετούμε τα ανάλογα ρακόρ στην είσοδο και την έξοδο της ηλεκτροβάνας. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στη σωστή τοποθέτηση της ηλεκτροβάνας.

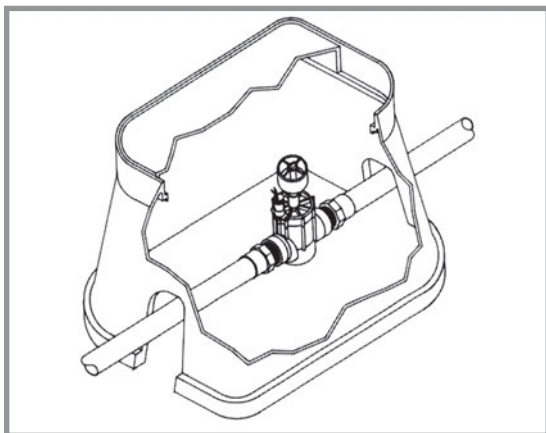


Η ηλεκτροβάνα έχει **φορά** τοποθέτησης, που σημειώνεται με ένα **βέλος** στην κάτω ή στην πλάγια πλευρά της.

Λανθασμένη τοποθέτηση σημαίνει ότι η ηλεκτροβάνα δε θα κλείνει όταν διοχετεύουμε νερό στους σωλήνες. Σε περίπτωση που χρειάζεται να γίνει κόμβος ηλεκτροβανών χρησιμοποιούμε είτε ειδικά εξαρτήματα συνδεσμολογίας είτε προσαρμόζουμε με απλά υδραυλικά εξαρτήματα (ται, γωνίες κτλ.) τις ηλεκτροβάνες μεταξύ τους, τοποθετώντας τη μια παράλληλα στην άλλη. Χρειάζεται προσοχή στις αποστάσεις μεταξύ των ηλεκτροβανών. Πρέπει να τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε, αν χρειασθεί να επισκευασθεί μια από το σύνολο, να μην απαιτείται η αποσυναρμολόγηση όλων μαζί. Μια άλλη παράμετρος που πρέπει να έχουμε υπόψη μας στην κατασκευή κόμβων είναι το μήκος του κόμβου. Αυτό θα πρέπει να μην ξεπερνά το μήκος των φρεατίων που διαθέτουμε.

## 14.6 Τοποθέτηση φρεατίων

Είμαστε λοιπόν τώρα σε μια φάση που έχουμε τοποθετήσει το δίκτυό μας μέσα στα χαντάκια και έχουμε επίσης τοποθετήσει τους εκτοξευτήρες και τις ηλεκτροβάνες. Φέρνουμε τα φρεάτια



**Εικόνα 14.13**

Γραμμική ηλεκτροβάνα σε φρεάτια (Πηγή: Toro).

στις θέσεις των ηλεκτροβανών και προσπαθούμε να προσαρμόσουμε τα φρεάτια έτσι ώστε οι ηλεκτροβάνες να είναι στο κέντρο των φρεατίων. Διευθετούμε τους σωλήνες με τέτοιο τρόπο, ώστε να υπάρχει στο σύνολο μια τάξη.



**Εικόνα 14.14**

Κόμβος τριών ηλεκτροβανών σε φρεάτιο  
(Πηγή: Toro).

Ανοίγουμε τις κατάλληλες οπές στις παρειές των φρεατίων για να περνούν οι σωλήνες με σχετική άνεση. Τα ανοίγματα αυτά γίνονται με τη χρήση κοπτικών εργαλείων (σέγα, πριόνι κτλ.). Φροντίζουμε τα καλύμματα των φρεατίων να είναι ακριβώς στο ίδιο επίπεδο με το γύρω έδαφος. Τέλος, ρίχνουμε επαρκή ποσότητα από χαλίκι, ώστε οι ηλεκτροβάνες να "κάθονται" πάνω σε αυτό.

## 14.7 Καλωδίωση

Απλώνουμε τα κατάλληλα (NYY) καλώδια και συνδέουμε τις ηλεκτροβάνες σύμφωνα με τη μελέτη που διαθέτουμε. Τηρούμε τους κανόνες σωστής συνδεσμολογίας. Γυμνώνουμε τους αγωγούς σε μήκος τουλάχιστον 3 cm και συστρέφουμε πολλές φορές τους γυμνούς αγωγούς.



Δε συνδέουμε **ποτέ** καλώδια εκτός του χώρου των φρεατίων.

Σε αυτή τη φάση απομακρύνουμε τη μια σύνδεση από την άλλη (ιδίως σε πολυπολικά καλώδια). Οδηγούμε όλα τα απαραίτητα καλώδια στο σημείο που θα τοποθετηθεί ο προγραμματιστής και, αφού τα στερεώσουμε με ασφάλεια και τάξη, **τότε και μόνο τότε**, μπορούμε να τα κόψουμε από την κουλούρα τους. Σημειώνουμε στο σημειωματάριό μας τα χρώματα των αγωγών που συνδέουμε στον προγραμματιστή με τον αριθμό των στάσεων. Προσπαθούμε να έχουμε τον **κίτρινο** αγωγό των καλωδίων ως **κοινή επιστροφή**.



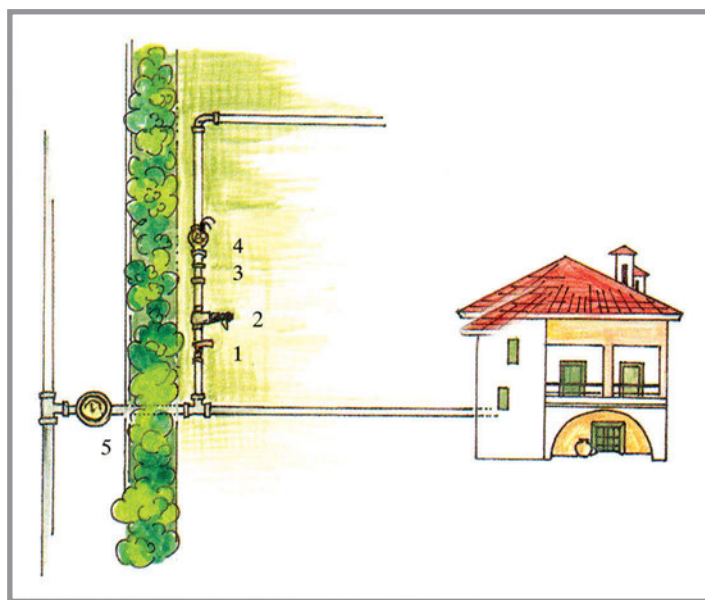
**Εικόνα 14.15**

Καλώδιο NYY (5 αγωγών).

## 14.8 Σύνδεση με την κεντρική παροχή

### 14.8.1 Σύνδεση από δίκτυο πόλης

Συνδέουμε το αρδευτικό δίκτυο στην παροχή του δικτύου της πόλης και στη **συγκεκριμένη** έξοδο που έχει μετρηθεί η πίεση και η παροχή. Μην ξεχνούμε ότι με τις συγκεκριμένες μετρήσεις έχει "κτισθεί" όλη η εγκατάσταση.



Εικόνα 14.16

Σύνδεση στην κεντρική παροχή: 1. Κεντρικός διακόπτης, 2. Ρυθμιστής Πίεσης, 3. Αντεπίστροφη βαλβίδα, 4. Κεντρική ηλεκτροβάννα, 5. Υδρομετρητής

Απαραίτητος για τη σύνδεση στο δίκτυο πόλης είναι ένας σφαιρικός διακόπτης (κεντρικός) για όλο το δίκτυο. Ακολουθεί το κεντρικό φίλτρο και η αντεπίστροφη βαλβίδα (δεν επιτρέπει την, για οποιοδήποτε λόγο, επιστροφή του νερού των αρδευτικών σωλήνων στο δίκτυο ύδρευσης). Στη συνέχεια τοποθετείται, αν προβλέπεται, η κεντρική ηλεκτροβάννα (master valve). Επαναλαμβάνουμε ότι είναι η ηλεκτροβάννα που θα ανοίξει μαζί με τον πρώτο σταθμό και θα κλείσει με τον τελευταίο σταθμό. Παρεμπιπτόντως, να επαναλάβουμε ότι η κεντρική βάννα προστατεύει το δίκτυο από υδραυλικές καταπονήσεις, αφού, όταν αυτό δε λειτουργεί, δε βρίσκεται υπό πίεση. Αμέσως μετά συνδέεται ο κεντρικός σωλήνας.

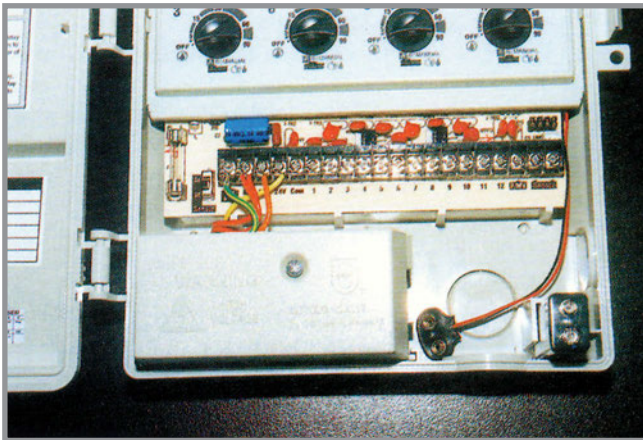
## 14.8.2 Σύνδεση με αντλία

Πολλές φορές χρειάζεται να συνδέσουμε τον κεντρικό σωλήνα του δικτύου άρδευσης στην έξοδο μιας αντλίας, που είναι στην υδροληψία. Απαραίτητα εξαρτήματα και μηχανισμοί είναι ο κεντρικός διακόπτης, το φίλτρο και η κεντρική ηλεκτροβάννα (master valve).

☞ Η ηλεκτρολογική σύνδεση της αντλίας πρέπει να γίνεται **από αδειούχο ηλεκτρολόγο**, όπως επιβάλλει τόσο η κείμενη νομοθεσία, όσο και η επαγγελματική δεοντολογία. Δεν πρέπει να ξεχνούμε ποτέ ότι **“το ηλεκτρικό ρεύμα σκοτώνει αν έχουμε άγνοια”**.

## 14.9 Εγκατάσταση προγραμματιστή

Ο προγραμματιστής είναι ένας μηχανισμός, που πρέπει να τοποθετηθεί σε ένα μέρος που να μη βρέχεται, να έχει κοντά του μια απλή ηλεκτρική παροχή, και, αν είναι δυνατόν, να είναι σε θέση από την οποία να υπάρχει οπτική επαφή με το χώρο άρδευσης.



Εικόνα 14.17

Θύρα επαφών προγραμματιστή.

Όλοι σχεδόν οι προγραμματιστές που διατίθενται στην αγορά είναι έτοιμοι να τοποθετηθούν στην ηλεκτρική παροχή (πρίζα). Συνοδεύονται υποχρεωτικά από οδηγίες εγκατάστασης, τις οποίες **πάντοτε** πρέπει να συμβουλευόμαστε. Είναι πιθανό να υπάρχει κάποια τροποποίηση στις προδιαγραφές του, η οποία φαίνεται μόνο στις οδηγίες εγκατάστασης. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην ηλεκτρολογική σύνδεση, εφόσον δε διατίθεται στην αγορά με ηλεκτρικό φως. Μερικές φορές συνοδεύονται επίσης και από ένα πρότυπο (πατρόν) τοποθέτησης. Αφού επιλέξουμε τη θέση που πληροί τα περισσότερα κριτήρια τοποθετούμε το πρότυπο (πατρόν) τοποθέτησης

στο σημείο που θα αναρτηθεί ο προγραμματιστής. Με τη βοήθεια δραπάνου, ανοίγουμε τις τρύπες που απαιτούνται για να στερεωθεί. Στερεώνουμε με ασφάλεια τον προγραμματιστή. Ανοίγουμε τη θύρα των επαφών των σταθμών. Συνδέουμε με προσοχή σύμφωνα με τις σημειώσεις που έχουμε κρατήσει, σχετικά με τα χρώματα των αγωγών και τον αριθμό των στάσεων, τις άκρες των αγωγών στις επαφές του προγραμματιστή ξεκινώντας από τον κοινό αγωγό (common - συνήθως κίτρινου χρώματος) συνεχίζοντας με τον ενεργό αγωγό της κεντρικής ηλεκτροβάνας στην επαφή (Pump / master) και τελειώνοντας με όλους τους υπόλοιπους αγωγούς στις αντίστοιχες επαφές. Οι άκρες των αγωγών γυμνώνονται με τον απογυμνωτή σε μήκος ενός εκατοστού (1 cm).

Αφού έχουμε συνδέσει όλα τα καλώδια, τοποθετούμε την μπαταρία (αν προβλέπεται). Βάζουμε το φως του προγραμματιστή στην πρίζα. Ο πίνακας ενδείξεων του προγραμματιστή μας δίνει κάποιες πληροφορίες, ανάλογα με τον κατασκευαστή.

## 14.10 Δοκιμή λειτουργίας

Η εργασία μας έχει τελειώσει σε ποσοστό 90%. Ήρθε λοιπόν η στιγμή να δούμε ποια λάθη έχουμε κάνει στην εγκατάστασή μας.

Πριν από τη δοκιμή λειτουργίας, πρέπει να καθαρίσουμε τους σωλήνες από πιθανά ξένα σώματα. Ανοίγουμε τον κεντρικό διακόπτη, για να γεμίσει νερό ο κεντρικός αγωγός και να καθαρίσει με τη βοήθεια του νερού. Αφού τρέξει για αρκετή ώρα νερό από την άκρη του, κλείνουμε τον κεντρικό διακόπτη και σφραγίζουμε τον κεντρικό αγωγό.

Αμέσως μετά ξανανοίγουμε τον κεντρικό διακόπτη, ώστε να δοκιμασθεί υδραυλικά ο πρωτεύων αγωγός. Είναι πιθανόν οι ηλεκτροβάνες, που δίνουν νερό στους δευτερεύοντες σωλήνες, να επιτρέπουν τη διέλευση του νερού. Πράγματι όλες οι ηλεκτροβάνες παρουσιάζουν μια χρονική καθυστέρηση κατά το πρώτο κλείσιμό τους, που μπορεί να φθάσει και τα 3 λεπτά (3 min). Αν δεν έχουν κλείσει μετά την πάροδο 3 λεπτών, τότε υπάρχει κάποιο πρόβλημα που πρέπει να επιλύσουμε.

Αν δεν υπάρχει πρόβλημα, βρισκόμαστε σε μια φάση που έχουμε περάσει νερό και έχουμε υπό πίεση τον κεντρικό αγωγό. Ανοίγουμε χειροκίνητα - μία μετά την άλλη - τις ηλεκτροβάνες για να καθαρίσουμε τους δευτερεύοντες σωλήνες και τους σωλήνες εφαρμογής των εκτοξευτήρων. Αφού καθαρίσουμε όλους τους σωλήνες, τους κλείνουμε με τα ανάλογα εξαρτήματα (διόφθαλαμα, τάπες κτλ.).



Τώρα λοιπόν έχουμε καθαρίσει το δίκτυο, έχουμε σφραγίσει τους σωλήνες και έχουμε τον κεντρικό (πρωτεύοντα) σωλήνα υπό πίεση. Ελέγχουμε, **μία προς μία**, όλες τις υδραυλικές συνδέσεις που έχουμε κάνει, για την ύπαρξη πιθανών διαρροών.

☞ Το δίκτυο πρέπει να παραμείνει **υπό πίεση για αρκετό χρόνο**, ώστε να μην παρουσιάζει την παραμικρή διαρροή.

Ελέγχουμε και επανελέγχουμε σε αυτό το στάδιο όλες τις ενώσεις και ειδικά εκεί που συνδέονται εξαρτήματα κατασκευασμένα από διαφορετικά υλικά (μεταλλικά με πλαστικά, ορειχάλκινα με μεταλλικά, πλαστικά με ορειχάλκινα κτλ.), που μπορεί να έχουν χρησιμοποιηθεί στην κεφαλή του δικτύου.

Ας μην ξεχνούμε ότι σε αυτό ακόμη το στάδιο η οποιαδήποτε επισκευή είναι ακόμα σχετικά εύκολη.

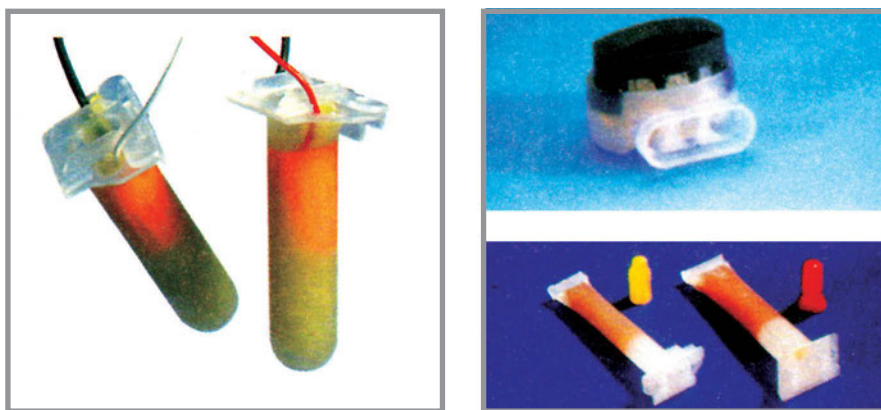
Δοκιμάζουμε όλες τις ηλεκτροβάνες επανειλημμένα και πιστοποιούμε την καλή υδραυλική λειτουργία τους. Επίσης, πιστοποιούμε τη λειτουργία όλων των εκτοξευτήρων.

☞ Αν υπάρχει κάποιο **πρόβλημα** και δεν **κλείνει** κάποια ηλεκτροβάνα, το πιθανότερο είναι να την έχουμε τοποθετήσει **ανάποδα**.

Αν την έχουμε τοποθετήσει σωστά, τότε κάποιο πετραδάκι δεν αφήνει το διάφραγμα της ηλεκτροβάνας να κλείσει. Ανοίγουμε και καθαρίζουμε προσεκτικά την ηλεκτροβάνα.

## 14.11 Ηλεκτρολογικός έλεγχος

Ελέγχουμε την ηλεκτρική λειτουργία των ηλεκτροβανών από τον προγραμματιστή. Εφόσον όλα λειτουργούν καλά, μετά από επανειλημμένες δοκιμές, μπορούμε να μονώσουμε μόνιμα όλες τις ηλεκτρολογικές συνδέσεις χρησιμοποιώντας τα σωστά υλικά (ειδικές κάψουλες με γράσο ή βαζελίνη, μονωτικές λαστιχοταινίες και μονωτικές ταινίες). Διευθετούμε τα καλώδια μέσα στα χατάρια και τα φρεάτια.



Εικόνα 14.18

Μονωτικά εξαρτήματα σύνδεσης καλωδίων (Πηγές: Rainbird, Orbit).

Εφόσον όλα έχουν πάει καλά μέχρις εδώ (δεν έχουμε αστοχίες κτλ.) μπορούμε να τοποθετήσουμε στην ακριβή τους θέση τους εκτοξευτήρες. Τοποθετούμε καθέναν στην ακριβή του θέση, που έχουμε επισημάνει με τις σημαίες επισήμανσης και τους πακτώνουμε με τη βοήθεια του χώματος που βρίσκεται γύρω από την εκσκαφή των χαντακιών. Ευθυγραμμίζονται με το άνω κάλυμμα στο επίπεδο του εδάφους. Αφού τους σταθεροποιήσουμε όλους, ξανανοίγουμε καθεμιά στάση ξεχωριστά, με στόχο να επανακαθαρίσουμε σωλήνες και εκτοξευτήρες. Μετά τον καθαρισμό τους, μπορούμε πλέον να τοποθετήσουμε τα ακροφύσια που προβλέπονται για τον καθένα. Αμέσως μετά επαναδοκιμάζουμε, υδραυλικά και ηλεκτρικά, όλο το δίκτυο.

## 14.12 Επίχωση ορυγμάτων

Αφού έχουν δοκιμασθεί όλα και λειτουργούν τέλεια, είμαστε σε θέση να επιχώσουμε (σκεπάσουμε) τα χαντάκια που έχουμε ανοίξει και να κλείσουμε πλέον το δίκτυο.



**Εικόνα 14.19**

Τοποθέτηση εκτοξευτήρα στην οριστική θέση.

Αυτή η εργασία γίνεται χειρωνακτικά με τη βοήθεια ενός φτυαριού και αφού βεβαίως διευθετήσουμε μέσα στα χαντάκια τόσο τους σωλήνες, όσο και τα καλώδια με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην τραυματισθούν.



**Εικόνα 14.20**

Προεργασία επίχωσης.

Αφού κλείσουμε όλα τα χαντάκια μπορούμε πλέον να ρυθμίσουμε τα ακροφύσια με πολύ μεγάλη ακρίβεια.

### 14.13 Ρύθμιση ακροφυσίων

Είναι πιθανό ορισμένα ακροφύσια να μην έχουν τοποθετηθεί σωστά. Απαιτείται επανέλεγχος και ακριβής ρύθμιση τόσο των τόξων, όσο και των ακτίνων διαβροχής τους.



**Εικόνα 14.21**

Ρύθμιση ακροφυσίων (Πηγή: Rainbird).

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Η διαδικασία εγκατάστασης ενός δικτύου άρδευσης για χλοοτάπητα, περιλαμβάνει με τη σειρά τα εξής στάδια:

- α) τη συγκέντρωση υλικών-εργαλείων-οργάνων,
- β) την εγκατάσταση σωλήνων,
- γ) την τοποθέτηση υλικών συνδεσμολογίας,
- δ) την τοποθέτηση εκτοξευτήρων,
- ε) την τοποθέτηση ηλεκτροβανών και την κατασκευή συλλεκτών ηλεκτροβανών (κολλεκτέρ),
- στ) την τοποθέτηση φρεατίων και
- η) την καλωδίωση.

Ακολουθεί η σύνδεση του δικτύου με την κεντρική παροχή, η οποία γίνεται με δύο τρόπους: α) με το δίκτυο της πόλης, β) με αντλία.

Αφού ολοκληρωθούν τα παραπάνω βήματα, στη συνέχεια, γίνεται η εγκατάσταση του προγραμματιστή και η δοκιμή λειτουργίας του δικτύου. Τέλος ακολουθεί ο ηλεκτρολογικός έλεγχος, η επίχωση των ορυγμάτων και η ρύθμιση των ακροφυσίων.

Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Να περιγράψετε τον τρόπο εγκατάστασης των σωλήνων.
2. Πώς γίνεται η τοποθέτηση των υλικών συνδεσμολογίας;
3. Να αναφέρετε τους τρόπους τοποθέτησης των εκτοξευτήρων.
4. Πώς τοποθετούνται οι ηλεκτροβάνες;
5. Πώς κατασκευάζονται οι συλλέκτες ηλεκτροβανών (κολλεκτέρ);
6. Πώς γίνεται η τοποθέτηση των φρεατίων;
7. Ποια είναι τα βήματα που ακολουθούνται για την εγκατάσταση των καλωδίων του δικτύου;
8. Να αναφέρετε τους τρόπους σύνδεσης του δικτύου με την κεντρική παροχή.
9. Πώς τοποθετείται ο προγραμματιστής;
10. Πώς γίνεται η δοκιμή λειτουργίας του δικτύου;
11. Να περιγράψετε τη διαδικασία του ηλεκτρολογικού ελέγχου στο δίκτυο.
12. Πώς γίνεται η επίχωση των ορυγμάτων;
13. Γιατί είναι απαραίτητη η τελική ρύθμιση των ακροφυσίων;



# 15

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

## ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΑΓΟΝΑΣ







# 15 Εγκατάσταση Δικτύου Σταγόνας

☞ Με τη στάγδην άρδευση στα κηποτεχνικά έργα αρδεύονται δένδρα, θάμνοι, εποχικά φυτά, ζαρντινιέρες, γλάστρες, βραχόκηποι.

Ένα δίκτυο άρδευσης με σταγόνες (στάγδην άρδευση) αποτελείται από τα εξής κύρια τμήματα:

- πηγή τροφοδοσίας νερού,
- κεφαλή του δικτύου,
- σωληνώσεις (κύριες, δευτερεύουσες, πλευρικές ή γραμμές άρδευσης ή σταλακτοφόροι σωλήνες) και
- διανεμητές (σταλάκτες, μικροεκτοξευτήρες κτλ.).

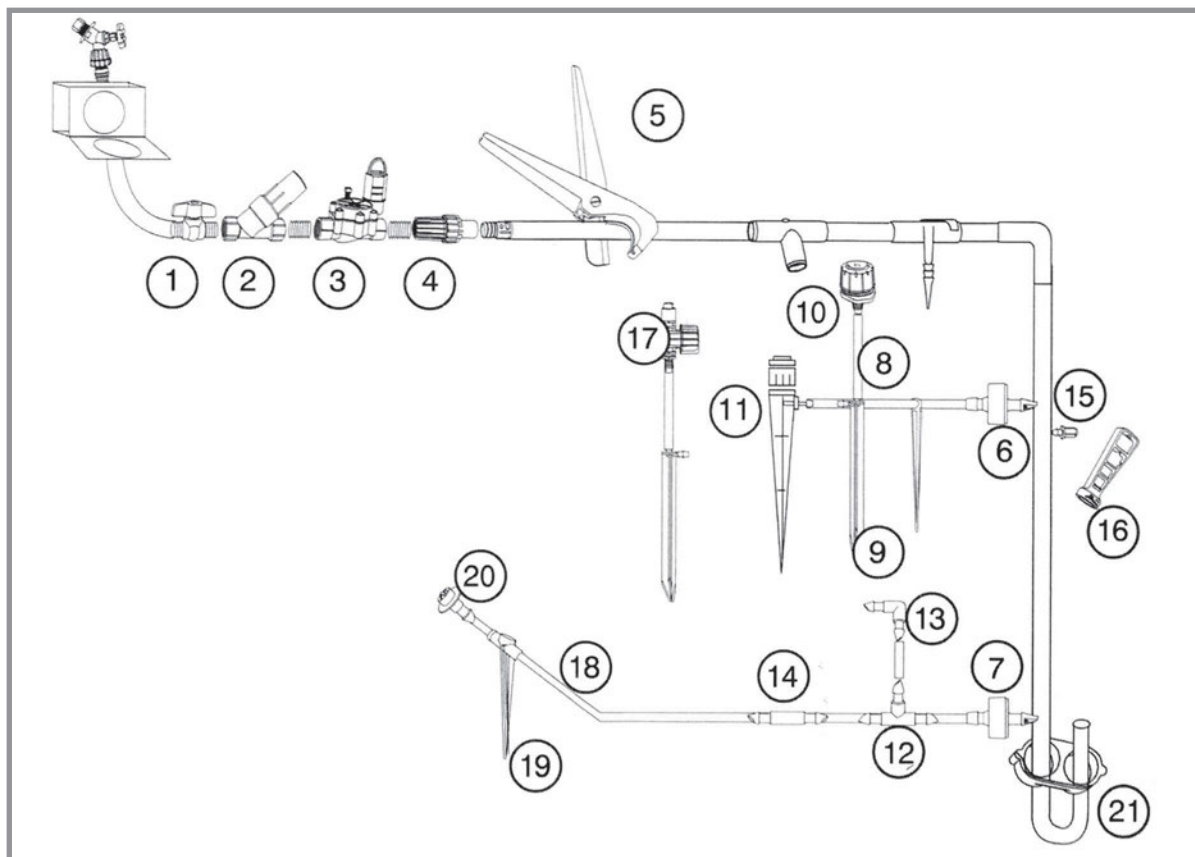


Εικόνα 15.1

Όλα τα παρτέρια με εποχικά φυτά πρέπει να αρδεύονται με σταγόνες. (Πηγή: Rainbird).



Το δίκτυο αυτό μπορεί να είναι αυτόνομο, μπορεί όμως να είναι και τμήμα (μια στάση) ενός ευρύτερου δικτύου άρδευσης.



**Εικόνα 15.2**

Απεικόνιση δικτύου άρδευσης με σταλάκτες και μικροεκτοξευτήρες. 1. Διακόπτης. 2. Φίλτρο. 3. Ηλεκτροβάνα. 4. Ρυθμιστής πίεσης. 5. Κόφτης σωλήνα. 6,7. Λήψη. 8. Λόγχη. 9. Ορθοστάτης. 10,11. Μικροεκτοξευτήρας. 12. Ταύ. 13. Γωνία. 14. Σύνδεσμος. 15. Λήψη. 16. Σγρόμπια. 17. Μικροεκτοξευτήρας με διακόπτη. 18. Σωλήνας διανομής. 19. Στήριγμα σωλήνα. 20. Πολλαπλή κεφαλή. 21. Διόφθαλμο. (Πηγή: Rainbird)

## 15.1 Τύποι εδαφών και τοποθέτηση των διανεμητών νερού

Οι διανεμητές (σταλάκτες και μικροεκτοξευτήρες) δημιουργούν διαφορετική κατανομή της υγρασίας κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, σε διαφορετικούς τύπους εδαφών. Για να παρουσιάσουμε την κατανομή του νερού θα ξαναθυμηθούμε την ταξινόμηση των εδαφών σε τρεις κατηγορίες:

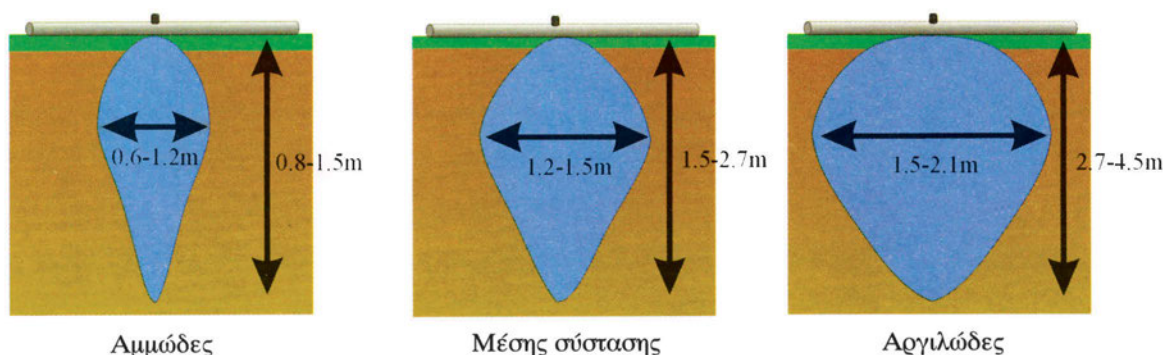
**Αμμώδη εδάφη:** χονδρόκοκκα με μεγάλους πόρους και επομένως μεγάλη αεροχωρητικότητα.

**Πηλώδη εδάφη:** μέσης σύστασης, πλούσια εδάφη αποτελούμενα από άμμο, ιλύ και άργιλο και συχνά οργανική ουσία.

**Αργιλώδη εδάφη:** λεπτόκοκκα με μικρούς πόρους και επομένως μικρή αεροχωρητικότητα.

Το μέγεθος των πόρων του εδάφους προσδιορίζει πόσο μακριά και πόσο γρήγορα θα κινηθεί το νερό στο έδαφος, κατά την κατακόρυφη και οριζόντια διεύθυνση. Οι μικροί πόροι ευνοούν την οριζόντια κίνηση του νερού, ενώ οι μεγάλοι πόροι την παρεμποδίζουν. Συνεπώς, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το νερό στα αργιλώδη εδάφη θα κινηθεί περισσότερο οριζόντια από ό,τι στα αμμώδη εδάφη.

Η εικόνα 15.3, απεικονίζει την κατανομή του νερού από έναν σταλάκτη, σε τρεις διαφορετικούς τύπους εδαφών.



**Ε ι κ ό ν α 1 5 . 3**

Κατανομή νερού σε διάφορους τύπους εδαφών.

Συνεπώς, θα πρέπει να τοποθετούμε τους διανεμητές ανάλογα με τον τύπο του εδάφους που συναντούμε. Στα αμμώδη εδάφη οι διανεμητές πρέπει να τοποθετούνται πιο κοντά μεταξύ τους, διότι το νερό κινείται περισσότερο κατά την κατακόρυφη κίνηση, παρά κατά την οριζόντια. Στα αργιλώδη εδάφη πρέπει να τοποθετούμε τους διανεμητές σε μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ τους, λόγω της μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης του νερού.

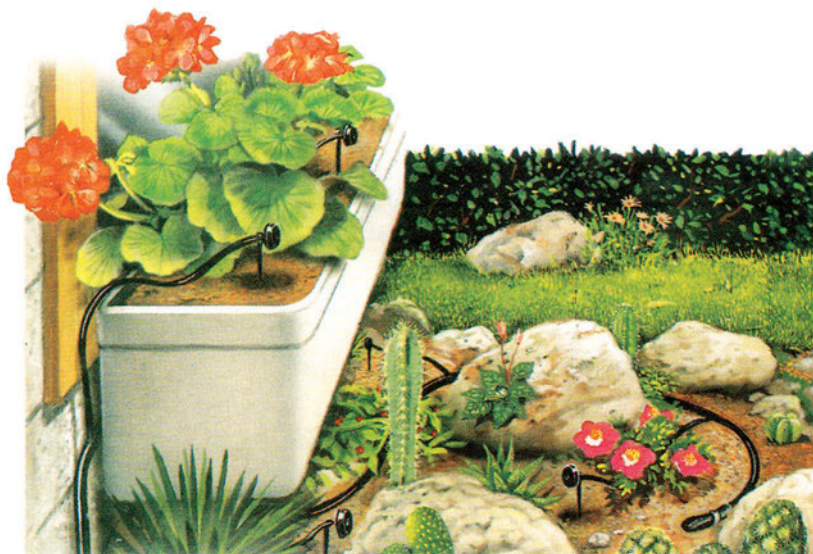
## 15.2 Εγκατάσταση σωληνώσεων και ειδικών εξαρτημάτων συνδεσμολογίας

### 15.2.1 Κύριοι (ή πρωτεύοντες) και δευτερεύοντες σωλήνες

Οι σωλήνες αυτοί χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά του αρδευτικού νερού από την κεφαλή στους πλευρικούς σωλήνες (σταλακτοφόρους σωλήνες), οι οποίοι φέρουν τους διανεμητές (σταλάκτες, μικροεκτοξευτήρες κτλ.). Είναι συνήθως κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο (PE), με εξωτερική διάμετρο που κυμαίνεται από Ø16 - Ø120 και αντοχή σε πίεση 4 - 16 Atm.



**Οι κύριοι ή πρωτεύοντες σωλήνες, ανάλογα με τις μορφολογικές συνθήκες της περιοχής, διατάσσονται παράλληλα προς την κλίση του εδάφους, ώστε να γίνεται οικονομία ενέργειας.**



**Εικόνα 15.4**

Στάγδην άρδευση για βραχόκηπους και ζαρντινιέρες.

Οι δευτερεύοντες σωλήνες είναι μικρότερης διαμέτρου και τοποθετούνται κάθετα ή παράλληλα προς τους κύριους.

Γενικά για τη σύνδεση των σωλήνων μεταξύ τους και την εγκατάσταση ενός αρδευτικού δικτύου, χρησιμοποιείται μια μεγάλη ποικιλία ειδικών εξαρτημάτων συνδεσμολογίας, όπως είναι τα ταυ, οι γωνίες, οι σέλες, τα ρακόρ, οι μαστοί, οι συστολές, τα διόφθαλμα κτλ.



**Εικόνα 15.5**

Στάγδην άρδευση σε φυτά εδαφοκάλυψης και τριανταφυλλίες.

Οι κύριοι σωλήνες, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις και οι δευτερεύοντες, τοποθετούνται συνήθως υπόγεια για να μην παρεμποδίζουν τόσο την κυκλοφορία και την εργασία των μηχανικών μέσων, όσο και τη συντήρηση του κήπου.

## 15.3 Εγκατάσταση διανεμητών νερού (σταλακτών, μικροεκτοξευτήρων) και σταλακτοφόρων σωλήνων

### 15.3.1 Εγκατάσταση διανεμητών νερού

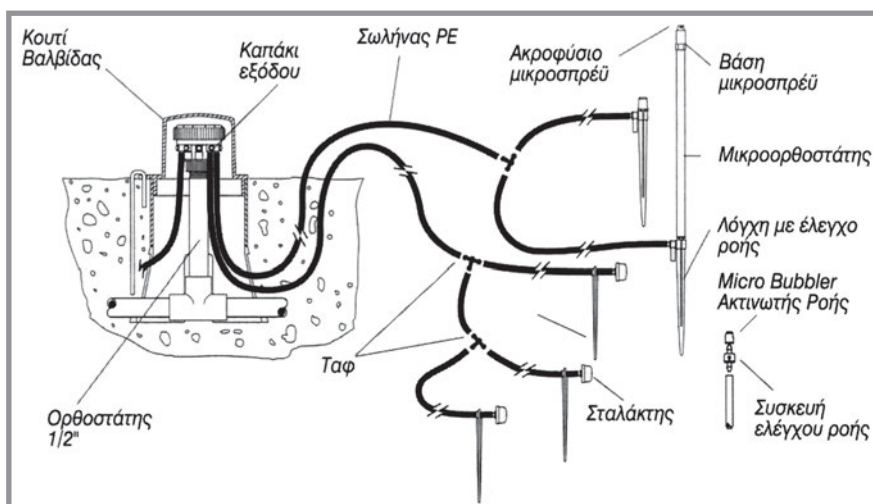
Οι διανεμητές (σταλάκτες, μικροεκτοξευτήρες) μπορούν να τοποθετηθούν:

α) απευθείας πάνω στους πλευρικούς σωλήνες,

β) σε ειδικό εύκαμπτο σωληνίσκο διατομής  $\varnothing 4 - \varnothing 7$ , που μεταφέρει το νερό από τον πλευρικό σωλήνα στο διανεμητή και ο οποίος στην περίπτωση αυτή τοποθετείται για στερέωση πάνω σε ειδικό υποστήριγμα (ορθοστάτη ή λόγχη), που καρφώνεται στο έδαφος.

Η τοποθέτηση του διανεμητή πάνω στο σωληνίσκο γίνεται, όταν ο πλευρικός σωλήνας του αρδευτικού δικτύου είναι μακριά (4 - 5 m μέγιστο) από την προβλεπόμενη θέση του διανεμητή. Θα ήταν βέβαια προτιμότερο να γινόταν διέλευση του σωλήνα από τις περιοχές όπου βρίσκονται οι ρίζες των φυτών, ώστε να μην απαιτείται η χρήση των σωληνίσκων που επιβαρύνουν το κόστος εγκατάστασης.

Σε φυτεμένα παρτέρια με θάμνους, όπου χρειάζονται περισσότεροι του ενός διανεμητές, χρησιμοποιούνται πολλαπλές εξαγωγές, όπως αυτή της εικόνας 15.6.



**Εικόνα 15.6**

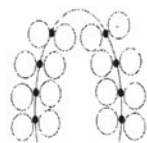
Κεφαλή πολλαπλής διανομής (Πηγή: Toro).

Στην αγορά υπάρχουν πολλαπλές εξαγωγές ρυθμιζόμενης πίεσης, που συνδέονται με προέκταση που έχει σπειρώμα  $\frac{1}{2}$ " ή  $\frac{3}{4}$ ". Η προέκταση αυτή τοποθετείται στο σωλήνα πολυαιθυλαίνιου (PE). Στη συνέχεια οι σωληνίσκοι συνδέονται στις εξόδους και τοποθετούνται πάνω σε αυτούς οι διανε-



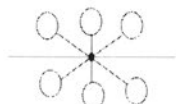
**Εικόνα 15.7**

Στάγδην άρδευση με φυτά εδαφοκάλυψης.



**Εικόνα 15.8**

Στάγδην άρδευση σε εποχικά φυτά.



**Εικόνα 15.9**

Στάγδην άρδευση με χρήση πολλαπλών εξαγωγών.



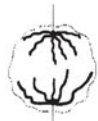
**Εικόνα 15.10**

Στάγδην άρδευση για μεγάλους θάμνους.



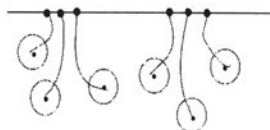
**Εικόνα 15.11**

Στάγδην άρδευση μεγάλων δένδρων.



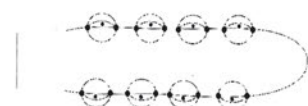
**Εικόνα 15.12**

Στάγδην άρδευση μεγάλων φυλλοβόλων δένδρων.



**Εικόνα 15.13**

Στάγδην άρδευση θάμνων σε πρανές με κλίση 30%.



**Εικόνα 15.14**

Στάγδην άρδευση τριανταφυλλιάς.

μητές. Αν δε χρειάζονται όλες οι έξοδοι, υπάρχουν πώματα (τάπες) που εφαρμόζουν πάνω στις εξόδους (τύπου φικ) και τις σφραγίζουν.

Η "πολλαπλή εξαγωγή" για αρδευτικό δίκτυο σταγόνας διαθέτει εξόδους με πιθανή ρύθμιση πίεσης ανά μονάδα.

Οι διανεμητές και οι σωληνίσκοι που συνδέονται με αυτούς θα πρέπει να τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να αρδεύουν τουλάχιστον το 50% της περιοχής που βρίσκονται οι ρίζες των φυτών. Οι τρόποι τοποθέτησης των πλευρικών σωληνίων των συστημάτων στάγδην άρδευσης για διάφορα είδη φυτών ποικίλλουν:

- i) Εκτάσεις καλυμμένες με φυτά εδαφοκάλυψης μπορούν να αρδευτούν τοποθετώντας τους πλευρικούς σωληνίτες και τους διανεμητές σε μορφή πλέγματος. Οι αποστάσεις μεταξύ των σωληνίων θα εξαρτηθούν από το είδος του εδάφους.
- ii) Οι σωληνώσεις σχηματίζουν κυκλώματα, ώστε κάθε διανεμητής να εξυπηρετεί τις ρίζες δύο φυτών.
- iii) Για πυκνοφυτεμένες εκτάσεις η ιδανική λύση μπορεί να είναι η χρήση πολλαπλών εξαγωγών με σωληνίσκους και διανεμητές, τοποθετημένων έτσι ώστε το νερό να αποδίδεται στις ρίζες κάθε φυτού.
- iv) Οι μεγάλοι θάμνοι μπορούν να αρδευτούν με διανεμητές τοποθετημένους απευθείας πάνω στους πλευρικούς σωληνίτες.
- v) Ένας ευθύγραμμος πλευρικός σωληνίτας, ο οποίος περνά δίπλα από ένα μεγάλο αιθαλές δένδρο, μπορεί να φέρει τρεις διανεμητές, ο ένας από τους οποίους να είναι συνδεδεμένος με σωληνίσκο, για να αρδεύει την πλευρά του δένδρου που δεν καλύπτει ο σωληνίτας.
- vi) Για να ικανοποιηθούν οι ανάγκες σε νερό ενός μεγάλου φυλλοβόλου δένδρου, είναι πιθανό να τοποθετηθούν δυο πολλαπλές εξαγωγές κάτω από το φύλλωμά του.
- vii) Σε θάμνους, που βρίσκονται στην πλαγιά ενός λόφου με αρκετή κλίση και αρδεύονται με ένα διανεμητή σε κάθε θάμνο, ο καθένας από τους οποίους συνδέεται, μέσω σωληνίσκων, με τον πλευρικό σωληνίτα.
- viii) Όταν πρέπει να αρδευτούν τριανταφυλλίες, είναι προτιμότερο ο πλευρικός σωληνίτας να σχηματίζει κύκλο κοντά στη θέση της ρίζας του φυτού και να τοποθετούνται δύο διανεμητές παροχής 4 l/h σε κάθε φυτό.

### 15.3.2 Εγκατάσταση σταλακτοφόρων σωλήνων

Οι σταλακτοφόροι σωλήνες, όπως προαναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2, του Μέρους II, είναι οι πλευρικοί σωλήνες οι οποίοι φέρουν τους διανεμητές και χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή του νερού στη ρίζα των φυτών που πρόκειται να αρδευτούν. Είναι σωλήνες από εύκαμπτο μαύρο πολυαιθυλένιο (PE) με αντοχή σε πιέσεις 4-6 Atm και εξωτερική διάμετρο 16 - 20 mm.

Τοποθετούνται πάντοτε κάθετα προς τους δευτερεύοντες σωλήνες και κατά μήκος των γραμμών που πρόκειται να τοποθετηθούν οι διανεμητές.



**Εικόνα 15.15**

Στάγδην άρδευση βολβωδών φυτών και μεγάλων δένδρων (Πηγή: NETAFIM).

Για τη σύνδεση των σταλακτοφόρων σωλήνων με τους δευτερεύοντες χρησιμοποιούνται σέλες και εξαρτήματα μηχανικής σύσφιξης (ρακόρ). Οι σέλες, που είναι κατασκευασμένες από σκληρό πολυαιθυλένιο (PE) ή πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), περιβάλλουν στο σημείο της υδροληψίας τους δευτερεύοντες σωλήνες. Τα χρησιμοποιούμενα ρακόρ από τη μια πλευρά τους δέχονται τους πλευρικούς σωλήνες, ενώ από την άλλη βιδώνονται στις κοχλιώσεις που φέρουν οι σέλες.

Οι πιπέτες (λήψεις σταλακτοφόρων) με το ένα άκρο τους μπαίνουν στον πλευρικό σωλήνα, ενώ με το άλλο καρφώνονται στο δευτερεύοντα, πάνω στον οποίο για καλύτερη στερέωση δένονται κατάλληλα με ειδικές ζώνες.

## 15.4 Συσσώρευση αλάτων και τοποθέτηση των διανεμητών

Η συσσώρευση αλάτων στο έδαφος είναι ένα συχνό φαινόμενο. Η υψηλή συγκέντρωσή τους στο έδαφος μπορεί να προκαλέσει μάρανση των φυτών. Τα διαλυτά στο νερό άλατα, καθώς και τα άλατα του εδάφους, συσσωρεύονται στα σημεία όπου γίνεται εξάτμιση του νερού και εκεί όπου ξηραίνεται το έδαφος, στα άκρα δηλαδή των τομέων διαβροχής.

Οι διανεμητές θα πρέπει να τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να αλληλοκαλύπτονται μέσα στην περιοχή όπου γίνεται η άρδευση και να καλύπτουν τελείως τις ρίζες του φυτού. Έτσι, η συσσώρευση αλάτων θα γίνει πέρα από την περιοχή όπου βρίσκονται οι ρίζες, στα εξωτερικά όρια της υγρής περιοχής, εκεί όπου το έδαφος αρχίζει να ξηραίνεται.

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Ένα δίκτυο άρδευσης με σταγόνες (στάγδην άρδευση) αποτελείται από τα εξής κύρια τμήματα:

- **πηγή τροφοδοσίας νερού,**
- **κεφαλή του δικτύου,**
- **σωληνώσεις** (κύριες, δευτερεύουσες, πλευρικές ή γραμμές άρδευσης ή σταλακτοφόροι σωλήνες) και
- **διανεμητές** (σταλάκτες, μικροεκτοξευτήρες κτλ.).

Οι διανεμητές (σταλάκτες, μικροεκτοξευτήρες) μπορούν να τοποθετηθούν:

- α) απευθείας πάνω στους πλευρικούς σωλήνες,
- β) σε ειδικό εύκαμπτο σωληνίσκο διατομής  $\varnothing 4 - \varnothing 7$ , που μεταφέρει το νερό από τον πλευρικό σωλήνα στο διανεμητή και ο οποίος, στην περίπτωση αυτή, τοποθετείται για στερέωση πάνω σε ειδικό υποστήριγμα (ορθοστάτη ή λόγχη), που καρφώνεται στο έδαφος.

Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Ποια είναι τα κύρια τμήματα από τα οποία αποτελείται ένα δίκτυο στάγδην άρδευσης;
2. Να αναφέρετε τους τρόπους τοποθέτησης των διανεμητών, ανάλογα με τον τύπο του εδάφους.
3. Τι γνωρίζετε για τους κύριους και δευτερεύοντες σωλήνες, που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα στάγδην άρδευσης;
4. Να αναφέρετε τον τρόπο εγκατάστασης των σταλακτοφόρων σωλήνων.
5. Ποιοι είναι οι τρόποι τοποθέτησης των πλευρικών σωλήνων για διάφορα είδη φυτών;
6. Τι γνωρίζετε για τη συσσώρευση αλάτων στο έδαφος και την τοποθέτηση των διανεμητών;

# 16

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

## ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ









## 16 Έλεγχος και Συντήρηση Δικτύου

☞ Η **μακροζωία** και η **αποτελεσματική λειτουργία** ενός αρδευτικού δικτύου εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την **καλή συντήρησή** του. Εκείνα τα δίκτυα, τα οποία δε συντηρούνται συστηματικά, είναι σίγουρο ότι θα ανακαινιστούν ή θα αντικατασταθούν, πριν ολοκληρωθεί ο αναμενόμενος χρόνος ζωής τους.

Έτσι, λοιπόν, τα αρδευτικά δίκτυα θα πρέπει κατά περιόδους να ρυθμίζονται, να καθαρίζονται και να γίνεται έλεγχος καλής λειτουργίας. Η συχνότητα των ελέγχων προσδιορίζεται από την ποιότητα του εξοπλισμού και της εγκατάστασης. Τα παλαιότερα δίκτυα (10 ετών ή και περισσότερο), καθώς και τα δίκτυα που δεν έχουν εγκατασταθεί σωστά, μπορεί να χρειάζονται συντήρηση σε μηνιαία βάση. Τα νεότερα δίκτυα μπορεί να ελέγχονται δύο φορές το χρόνο, ενώ τα δίκτυα πολύ καλής ποιότητας δε χρειάζονται έλεγχο περισσότερο από μια φορά το χρόνο.

Ακολουθούν οι προτεινόμενες επιθεωρήσεις του αρδευτικού δικτύου και η συχνότητα εκτέλεσής τους.

### **Εβδομαδιαία ή μηνιαία επιθεώρηση:**

- ρυθμίσεις των τόξων και των ακτίνων διαβροχής των εκτοξευτήρων,
- ευθυγράμμιση των εκτοξευτήρων,
- επισκευή ή αντικατάσταση εξοπλισμού που έχει υποστεί βλάβη,
- έλεγχος διαρροών εκτοξευτήρα,
- καθαρισμός των φίλτρων του δικτύου,
- έλεγχος για διαρροές σε ηλεκτροβάνες.

### **Ετήσια συντήρηση:**

- δοκιμή λειτουργίας βαλβίδων αντεπιστροφής,
- έλεγχος της πίεσης λειτουργίας του δικτύου,
- έλεγχος για φθορά των ακροφυσίων, σε περίπτωση που έχουμε παρουσία αλάτων στο δίκτυο,
- έλεγχος ηλεκτροβανών που αργούν να κλείσουν,
- αντικατάσταση μπαταρίας του προγραμματιστή,
- καθαρισμός των φίλτρων.

## 16.1 Προβλήματα δικτύων άρδευσης

### 16.1.1 Εκτοξευτήρες και ακροφύσια

Τα περισσότερα προβλήματα που παρουσιάζονται στα δίκτυα άρδευσης οφείλονται στην κακή ποιότητα του αρδευτικού νερού. Όταν το νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα, μπορεί να υπάρχουν εναποθέσεις αυτών και δημιουργία εμφράξεων στα ακροφύσια και στενώσεων στους εκτοξευτήρες.

Πιο συγκεκριμένα, οι αποθέσεις αλάτων μπορούν να προκαλέσουν απώλεια της στεγανότητας και διαρροές. Είναι συχνό το φαινόμενο της διαρροής στη βάση του εμβόλου, κατά τη διάρκεια λειτουργίας του εκτοξευτήρα. Αν πιέσουμε το έμβολο (ενώ λειτουργεί) μερικές φορές προς τα κάτω, υπάρχει πιθανότητα να σπάσουν αυτές οι εναποθέσεις των αλάτων. Αν η διαρροή επιμένει, αφαιρούμε το άνω τμήμα του εκτοξευτήρα από το σώμα του και το καθαρίζουμε με ένα βουρτσάκι και λίγο διαλυτικό αλάτων. Αν εξακολουθήσει να διαρρέει το αντικαθιστούμε.

Η παρουσία αιωρούμενων σωματιδίων στο νερό μπορεί να προκαλέσει φθορές να διευρύνει, δηλαδή, την οπή εξόδου του ακροφυσίου, μειώνοντας έτσι την πίεση λειτουργίας και την ακτίνα διαβροχής, και να οδηγήσει σε ανομοιόμορφη κατανομή του νερού.



**Η μεταβολή στη γεωμετρία κάλυψης του νερού μπορεί να γίνει εμφανής με τη δημιουργία περιοχών ξηρού χλοοτάπητα.**

Προσοχή απαιτείται κατά τον καθαρισμό των ακροφυσίων. Πριν τον καθαρισμό του εκτοξευτήρα, αφαιρούμε το ακροφύσιο από τον εκτοξευτήρα και στη συνέχεια χρησιμοποιώντας νερό με πίεση απομακρύνουμε τα ξένα σώματα. Αν το ακροφύσιο παραμένει φραγμένο, προσπαθούμε να το καθαρίσουμε με κάποιο διαλυτικό αλάτων (π.χ. ξύδι). Αν και πάλι δεν έχουμε κανένα αποτέλεσμα, το αντικαθιστούμε. Στη συνέχεια, θέτουμε σε λειτουργία τον εκτοξευτήρα και ελέγχουμε την ακτίνα διαβροχής, το τόξο διαβροχής και την απόδοση.

Αν χρησιμοποιήσουμε μαχαίρι, σύρμα ή κατσαβίδι για να καθαρίσουμε το ακροφύσιο, μπορεί να χαράξουμε την εσωτερική του επιφάνεια, να μεταβάλουμε τη γεωμετρία κάλυψης και να το καταστρέψουμε.

Μια άλλη αιτία εμφράξεων είναι η μη επιμελημένη επισκευή ή αντικατάσταση εξαρτημάτων του δικτύου. Το δίκτυο είναι ένα κλειστό σύστημα που βρίσκεται μέσα στο έδαφος. Αν για τον οποιονδήποτε λόγο παρουσιάσει το παραμικρό άνοιγμα (θραύση-τομή σωλήνα, αντικατάσταση εκτοξευτήρα, διαρροή σέλας κτλ.), τότε δημιουργούνται οι συνθήκες εισόδου χωμάτων κτλ. μέσα στους σωλήνες. Γι' αυτό το λόγο η οποιαδήποτε επισκευή πρέπει να συνοδεύεται με μεγάλη προσοχή για την αποφυγή εισόδου οποιουδήποτε ξένου σώματος, διότι είναι σίγουρο ότι αργότερα θα υπάρξουν πολλά προβλήματα.

Όταν αντικαθιστούμε τους εκτοξευτήρες, θα πρέπει να βεβαιωθούμε ότι η απόδοση του νέου εκτοξευτήρα είναι ίδια με αυτή του προηγούμενου και ότι μπορεί να τοποθετηθεί στην ίδια απόσταση με τους υπόλοιπους εκτοξευτήρες, όπως και ο προηγούμενος, έχοντας παράλληλα τον ίδιο ρυθμό απόδοσης νερού (ρυθμός βροχόπτωσης). Όταν τοποθετούμε ή αντικαθιστούμε έναν εκτοξευτήρα, θα πρέπει να συμπιέζουμε το χώμα που βρίσκεται γύρω του, ώστε να μπορεί να στηρίζεται καλύτερα.

## 16.1.2 Προβλήματα πίεσης

Η ακατάλληλη πίεση του νερού, κατά τη λειτουργία του δικτύου (δυναμική πίεση), είναι ένα από τα πιο **συνηθισμένα** και πλέον **απαρατήρητα** προβλήματα σε αρδευτικά δίκτυα κηποτεχνίας.

Όταν η πίεση του νερού στον εκτοξευτήρα είναι είτε πολύ μεγάλη είτε πολύ μικρή (και στις δύο περιπτώσεις), υπάρχει παραμόρφωση της επιθυμητής κατανομής του νερού, που προκαλεί ανομοιομορφία στην άρδευση.

☞ Η **χαμηλή πίεση** κατά τη λειτουργία προκαλεί **διάσπαση του νερού** σε μεγάλα σταγονίδια και αποφέρει **μείωση** της προβλεπόμενης **ακτίνας διαβροχής**.

☞ Η **υψηλή πίεση** προκαλεί τη διάσπαση του νερού, κατά την έξοδό του από τα ακροφύσια, σε μεγαλύτερο αριθμό μικροσκοπικών σταγονιδίων, τα οποία ποικίλλουν σε μέγεθος από 1 mm (μέτρια βροχή) έως 0,10 mm (ομίχλη).

Συγκεκριμένα, μια σταγόνα πάχους 1 mm όταν πέφτει από ύψος 3 m, ενώ επικρατεί άνεμος ταχύτητας 3 κόμβων (3 μιλίων / ώρα), θα παρασυρθεί σε απόσταση 1,5 m περίπου, ενώ μια σταγόνα πάχους 0,10 mm θα παρασυρθεί σε απόσταση 15 m περίπου. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να μειωθεί η προβλεπόμενη ακτίνα διαβροχής και το νερό να έχει τη μορφή μιας παρασυρόμενης ομίχλης.

Τα σταγονίδια αυτά θα εξατμιστούν πολύ πιο γρήγορα από ό,τι οι μεγαλύτερες σταγόνες και θα παρασυρθούν ευκολότερα από την επιφάνεια άρδευσης.

### Πίνακας 16.1

Απόσταση μεταφοράς σταγόνων κατά την πτώση τους από ύψος 3 m με άνεμο 3 κόμβων (3 μιλίων / ώρα).

Διάμετρος σταγόνας (mm)	Είδος σταγόνας	Απόσταση μεταφοράς (m)
1,0	Μέτρια βροχή	1,5
0,5	Ελαφρά βροχή	2,5
0,3	Ψιλή βροχή	4
0,2	Ψιλή βροχή	5,5
0,1	Ομίχλη	15

Η ιδανική πίεση λειτουργίας (και συνεπώς το κατάλληλο μέγεθος σταγόνων για την κάλυψη των αναγκών των φυτών σε νερό), για μικρούς στατικούς αυτοανυψούμενους εκτοξευτήρες (τύπου pop - up), κυμαίνεται μεταξύ 1,5 και 2,5 atm. Για τις περισσότερες εφαρμογές περιστροφικών εκτοξευτήρων προτείνεται μια πίεση από 2,5 atm μέχρι 4 atm.

Πολλές φορές, όταν η πίεση είναι υψηλότερη (30% - 60%) από αυτή που προτείνει ο κατασκευαστής, τότε είναι δύσκολος ο οπτικός εντοπισμός των προβλημάτων. Όταν όμως υπάρχει σοβαρό πρόβλημα πίεσης, μπορούν να παρατηρηθούν μερικά από τα παρακάτω συμπτώματα:

**Πίνακας 16.2**

Συμπτώματα δικτύων από προβλήματα υψηλής πίεσης.

Υψηλή πίεση	Χαμηλή πίεση
Μειωμένη ακτίνα διαβροχής	Μειωμένη ακτίνα διαβροχής
Παρασυρόμενη ομίχλη	Μεγάλες σταγόνες νερού
Ξηρές περιοχές μεταξύ των διαβρεχόμενων περιοχών	Ξηρές περιοχές
Γρήγορη περιστροφή των εκτοξευτήρων	Αργή περιστροφή των εκτοξευτήρων
Παύση της περιστροφικής κίνησης των εκτοξευτήρων	Παύση της περιστροφικής κίνησης των εκτοξευτήρων
Διαρροές στον εκτοξευτήρα	Ο εκτοξευτήρας λαμβάνει τη σωστή θέση, αλλά παρουσιάζει διαρροές στη βάση του εμβόλου

Η πίεση λειτουργίας των εκτοξευτήρων μπορεί να μετρηθεί τοποθετώντας έναν προσωρινό σύνδεσμο - T με ένα πιεσόμετρο στο κάτω τμήμα του εκτοξευτήρα ή αφαιρώντας το ακροφύσιο και τοποθετώντας στη θέση του ένα πιεσόμετρο (μανόμετρο). Η μέθοδος αυτή θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο όταν η παροχή του νερού στον εκτοξευτήρα είναι μικρότερη από το 10% της συνολικής παροχής της ζώνης του αρδευτικού δικτύου, διαφορετικά είναι δυνατόν να πάρουμε λανθασμένη ένδειξη πίεσης. Αφού μετρηθεί η πίεση και εντοπιστεί το πρόβλημα, μπορούμε να λάβουμε διάφορα διορθωτικά μέτρα. Αν έχουμε μεγάλη πίεση θα πρέπει να εγκαταστήσουμε σε όλο το σύστημα μηχανισμούς μείωσης (ρυθμιστές) της πίεσης. Όσον αφορά εκτοξευτήρες τύπου pop-up, η αντικατάστασή τους με νέους εκτοξευτήρες τύπου pop-up, οι οποίοι φέρουν ενσωματωμένες βαλβίδες μείωσης της πίεσης, μπορεί να λύσει το πρόβλημα ελέγχου της πίεσης.

Όσον αφορά τον έλεγχο της πίεσης σε ζώνες άρδευσης, όπου χρησιμοποιούνται περιστροφικοί εκτοξευτήρες, μπορούν να τοποθετηθούν στο σύστημα μηχανισμοί μείωσης της πίεσης ή ηλεκτροβάνες με μειωτήρες πίεσης. Ακόμα είναι δυνατή η τοποθέτηση στο κάτω τμήμα των περιστροφικών εκτοξευτήρων ξεχωριστών βαλβίδων μείωσης της πίεσης.

**Εικόνα 16.1**

Άρδευση σε ακραίες τιμές πίεσης.

### 16.1.3 Ηλεκτροβάνες

Οι ηλεκτροβάνες που αργούν να ενεργοποιηθούν μπορεί να μη λειτουργήσουν (ανοίξουν ή κλείσουν), λόγω έμφραξης κάποιου στομίου, εμποδίζοντας έτσι τη ροή του νερού από και προς την κορυφή του διαφράγματος. Για να καθαρίσουμε την ηλεκτροβάνα, αφαιρούμε το κάλυμμά της και χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία (μυτοσίμιπιδο, λαβίδα) καθαρίζουμε την είσοδο και τον άνω θάλαμο της ηλεκτροβάνας. Στη συνέχεια την ξεπλένουμε με νερό, τη συναρμολογούμε και τη δοκιμάζουμε.

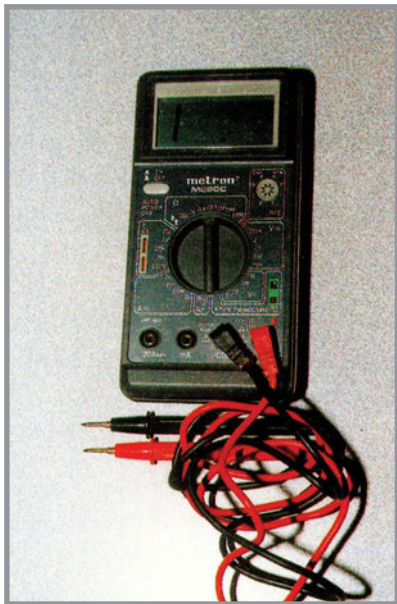


**Οι διαρροές των ηλεκτροβανών συνήθως προκαλούνται από σωματίδια τα οποία επικάθονται στην ελαστική έδρα του διαφράγματος ή σφηνώνονται μεταξύ του διαφράγματος και του σώματος της βαλβίδας.**

Με την πάροδο του χρόνου το διάφραγμα μπορεί να επιμηκυνθεί ή να παρουσιάσει ρωγμές, οι οποίες προκαλούν διαρροές και τελικά το αναγκάζουν να παραμείνει σε ανοιχτή θέση. Μπορεί όμως η αιτία να είναι και ένα εξασθενημένο ελατήριο.

Αν πάλι η βαλβίδα δεν ανοίγει, ελέγχουμε το ρυθμιστή ροής (αν διαθέτει), για να διαπιστώσουμε ότι είναι ανοιχτός. Στη συνέχεια δοκιμάζουμε τη χειροκίνητη λειτουργία. Αν η βαλβίδα λειτουργεί (ανοίγει και κλείνει χειροκίνητα), τότε το πρόβλημα είναι ηλεκτρολογικό. Ελέγχουμε με τη βοήθεια ενός πολύμετρου την κατάσταση του ρεύματος. Φέρνουμε το πολύμετρο στη θέση που μετρά Volts. Αν το βολτόμετρο μετρήσει τάση 24V στα καλώδια της ηλεκτροβάνας, τότε έχουμε προβληματικό σωληνοειδές και το αντικαθιστούμε αμέσως. Ένας άλλος **εμπειρικός** τρόπος, για να ελέγξουμε αν το σωληνοειδές λειτουργεί, είναι το άκουσμα ενός μικρού ήχου -κλικ- όταν πηγαίνει ηλεκτρικό σήμα σε αυτό.

Σε περίπτωση που το πολύμετρο δε μετρά ηλεκτρική τάση στις ηλεκτροβάνες, ενδεχόμενοι λόγοι είναι οι εξής:



**Εικόνα 16.2**

Πολύμετρο.

**1ον:** Ο προγραμματιστής να μην είναι τοποθετημένος στην παροχή ρεύματος.


**2ον:** Ο προγραμματιστής να είναι τοποθετημένος στην παροχή ρεύματος, αλλά να μη δίνει ηλεκτρική εντολή προς τις ηλεκτροβάνες. Ελέγχουμε με το βολτόμετρο αν το ρεύμα εξόδου (εκεί που έχουμε συνδέσει τις ηλεκτροβάνες), είναι 24V. Εάν δεν είναι, ο προγραμματιστής χρειάζεται επισκευή ή αντικατάσταση.

**3ον:** Εάν το πολύμετρο μετρά τάση εξόδου 24V, τότε το πρόβλημα εστιάζεται στην καλωδίωση ή στις επιμέρους συνδέσεις που πιθανόν να έχουν γίνει στα καλώδια.

Αν όμως το σωληνοειδές δεν έχει πρόβλημα και ο προγραμματιστής παρέχει την απαιτούμενη τάση, τότε το πιο πιθανόν είναι να υπάρχει πρόβλημα με τις καλωδιώσεις μεταξύ του προγραμματιστή και της ηλεκτροβάνας.

## 16.1.4 Αφανείς βλάβες

Εκτός από τις εμφανείς βλάβες, υπάρχουν περιπτώσεις βλαβών που τις αντιλαμβανόμαστε με έμμεσο τρόπο (από κάποιο υπερβολικό λογαριασμό νερού, από κάποιο τυχαίο περπάτημα σε ένα μέρος του κήπου που έχει μεταβληθεί σε βάλτο ή από κάποιο μεταχρωματισμό του χλοοτάπητα προς το κίτρινο). Όλες αυτές οι αφανείς διαρροές νερού μπορούν να πιστοποιηθούν από τον έλεγχο λειτουργίας της πίεσης του δικτύου.

 Η διατήρηση της κατάλληλης πίεσης λειτουργίας ενός αρδευτικού δικτύου έχει τεράστια σημασία. Συνεπώς, η **πίεση λειτουργίας** θα πρέπει να **ελέγχεται συχνά**. Αν υπάρχει αντλία στο σύστημα, ο έλεγχος της πίεσης θα πρέπει να γίνεται τουλάχιστον μια φορά το μήνα.


Μπορεί να υπάρχουν μεταβολές στην πίεση της κύριας γραμμής παροχής του δικτύου, είτε λόγω αύξησης της ζήτησης νερού στην περιοχή (περιοχές με ανοικοδόμηση) είτε λόγω φθοράς του εξοπλισμού κτλ.

Μόλις εξασφαλιστεί ότι η πίεση του νερού στην παροχή είναι ίδια με αυτή που ορίζεται από τη μελέτη, κάνουμε μετρήσεις της πίεσης λειτουργίας σε διάφορα σημεία του συστήματος. Ενεργοποιούμε ένα σταθμό (στάση) και ελέγχουμε την πίεση λειτουργίας στην αντλία ή τη βαλβίδα αντεπιστροφής. Ελέγχουμε επίσης την πίεση στην ηλεκτροβάνα της ζώνης ή σε έναν από τους εκτοξευτήρες της ζώνης.

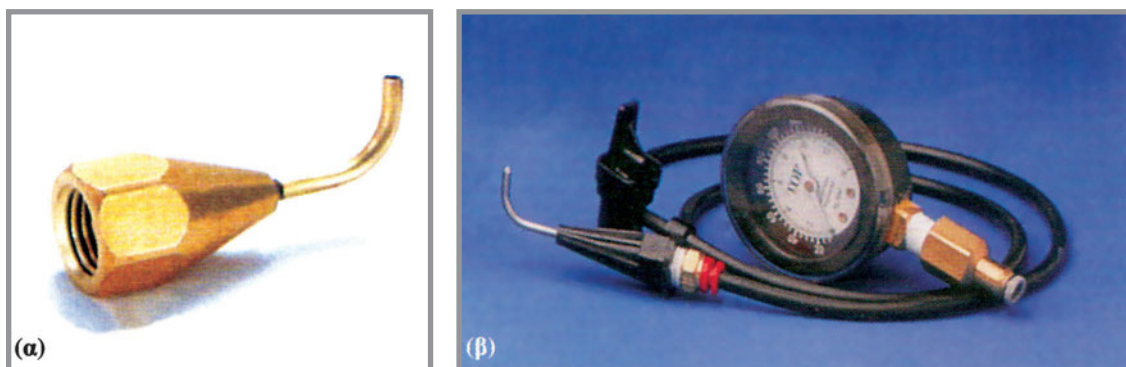
Σημειώνουμε την ημερομηνία, την ώρα ελέγχου και τη μέτρηση της πίεσης για μελλοντική σύγκριση. Αυτός ο έλεγχος πρέπει να πραγματοποιηθεί τουλάχιστον για τη μεγαλύτερη και για την πιο απομακρυσμένη ζώνη του δικτύου. Καταγράφουμε επίσης τη στατική πίεση του νερού, όταν το δίκτυο είναι κλειστό.

Ένας τρόπος ελέγχου της πίεσης λειτουργίας είναι να τοποθετήσουμε σφαιρικούς διακόπτες μετά τους μηχανισμούς μείωσης της πίεσης (όπου υπάρχουν), όπως επίσης αμέσως μετά από κάθε ηλεκτροβάνα σε κάθε ζώνη. Τοποθετώντας έτσι μια διάταξη ταχυσυνδέσμων με έναν ελαστικό σωλήνα και μανόμετρο μπορούμε να μετρήσουμε την πίεση λειτουργίας. Ο ελαστικός σωλήνας θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος, ώστε να γίνεται δυνατή η ανάγνωση της μέτρησης χωρίς να βρεχόμαστε από τους εκτοξευτήρες. Η πίεση λειτουργίας μπορεί να ελεγχθεί και στους εκτοξευτήρες χρησιμοποιώντας ένα σωλήνα Pitot με μανόμετρο για τους περιστροφικούς εκτοξευτήρες ή ένα "T" με μανόμετρο για τους εκτοξευτήρες τύπου "pop-up", που τοποθετείται κάτω από το ακροφύσιο του εκτοξευτήρα.

Με την καταγραφή των πιέσεων εμπλουτίζουμε το αρχείο μας, όπου μπορούμε να ανατρέξουμε κάθε φορά, διευκολύνοντας έτσι τον έλεγχο της πίεσης λειτουργίας του δικτύου. Με τους περιοδικούς ελέγχους της πίεσης μπορούμε να διαπιστώσουμε αν έχουν διαρροή οι σωληνώσεις ή αν οι μειωτήρες πίεσης, οι αντεπίστροφες βαλβίδες, οι ηλεκτροβάνες, οι εκτοξευτήρες και οι αντλίες λειτουργούν σωστά.

 Οι **διακυμάνσεις στην πίεση του δικτύου** μπορεί να δηλώνουν κάποιο πρόβλημα, η **έγκαιρη αντιμετώπιση** του οποίου μπορεί να **εξοικονομήσει χρήματα**.

Αν η πίεση της κύριας γραμμής παραμένει αμετάβλητη και η πίεση στη ζώνη έχει μεταβληθεί κατά 5% - 10% μόνο, προσπαθούμε να απομονώσουμε το πρόβλημα εκτελώντας και άλλες δοκιμές



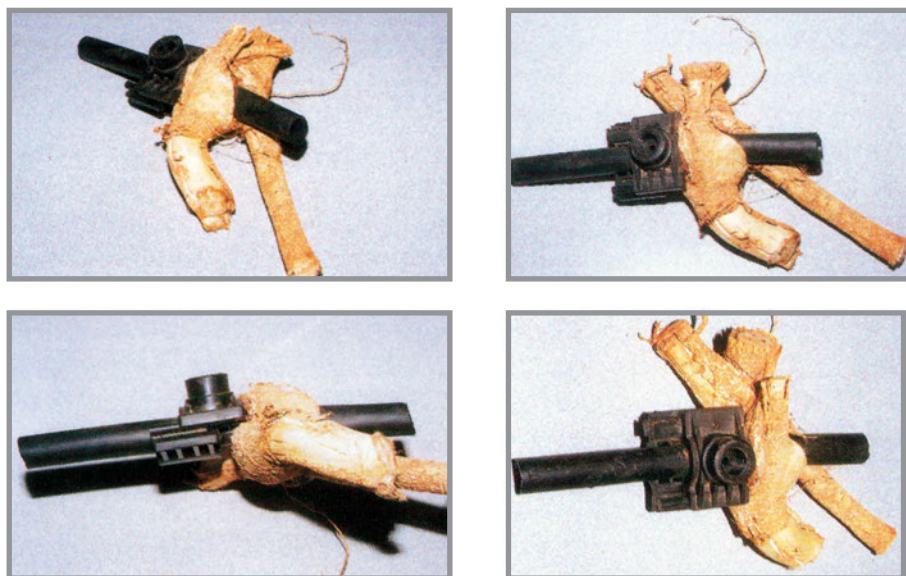
Εικόνα 16.3

α. Σωλήνας Pitot (Πηγή: Rainbird), β. Σωλήνας Pitot συνδεδεμένος με μανόμετρο (Πηγή: Toro).

πίεσης στο σύστημα. Η μικρότερη πίεση λειτουργίας στη ζώνη μπορεί να δηλώνει μια διαρροή ή ένα μερικώς κλειστό ρυθμιστή ροής στην ηλεκτροβάννα της ζώνης. Η μεγαλύτερη πίεση λειτουργίας από την κανονική μπορεί να οφείλεται σε κάποιο φραγμένο ακροφύσιο ή σωλήνα.

☞ Μια πολύ μικρή διαρροή μπορεί να δημιουργήσει, αν δεν επισκευαστεί έγκαιρα, **πολύ σοβαρά προβλήματα**.

Δεν πρέπει να μας διαφεύγει ότι όλα τα επιμέρους τμήματα ενός αρδευτικού δικτύου βρίσκονται μέσα στο έδαφος σε ένα περιβάλλον ριζών έντονα ανταγωνιστικό, αφού ο κήπος, και ειδικά ο χλοοτάπητας, είναι μια **εντατική καλλιέργεια**. Επίσης, οι ρίζες στην προσπάθειά τους να βρουν υγρασία είναι ιδιαίτερα “επιθετικές”. Στις παρακάτω εικόνες βλέπουμε την είσοδο ρίζας σε σωλήνα μετά από διαρροή σε σέλα, όπως επίσης και το στραγγαλισμό που έχει επιβάλει η ρίζα στο σωλήνα.



Εικόνα 16.4

Σωλήνας Ø25 στραγγαλισμένος από ρίζα.



## 16.2 Προγραμματιστής

Για τον έλεγχο του προγραμματιστή ενός αρδευτικού δικτύου χρησιμοποιούμε ένα πολύμετρο 220 Volt AC.

Ξεκινούμε ελέγχοντας την τάση τροφοδοσίας του προγραμματιστή. Χρησιμοποιώντας το πολύμετρο στη θέση V~, η ένδειξη θα πρέπει να είναι μεταξύ 210 και 230 Volt. Αν δεν έχουμε ένδειξη, ελέγχουμε το διακόπτη του κυκλώματος ή την ασφάλεια. Αν η τάση τροφοδοσίας δεν έχει πρόβλημα, ελέγχουμε το διακόπτη λειτουργίας (ON / OFF) ή την ασφάλεια του προγραμματιστή και, αν χρειάζεται τον ενεργοποιούμε ή αντικαθιστούμε την ασφάλεια αντίστοιχα.

Στη συνέχεια ελέγχουμε την έξοδο των 24 Volt του προγραμματιστή στις θέσεις που συνδέονται οι αγωγοί. Ενεργοποιούμε το σταθμό (στάση) με νούμερο "1" και χρησιμοποιούμε το βολτόμετρο για να ελέγξουμε την τάση μεταξύ του σταθμού "1" και του κοινού αγωγού. Η τάση συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 24 και 30 Volt, διότι, **επαναλαμβάνουμε**, οι ηλεκτροβάνες των δικτύων άρδευσης λειτουργούν στα 24 Volt.

Αν δεν έχουμε τάση 24 Volt, τότε το πρόβλημα πιθανόν να βρίσκεται στον προγραμματιστή. Ελέγχουμε την τάση της συνδεδεμένης μπαταρίας και επιβεβαιώνουμε την τάση εξόδου στο μετασχηματιστή (24 V). Η τάση στην έξοδο του μετασχηματιστή θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 24 και 30 Volt. Αν η τάση είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη, διακόπτουμε την παροχή ρεύματος και στέλνουμε τον προγραμματιστή για έλεγχο σε **ειδικό τεχνικό**.

Αν διαπιστώσουμε κατά τη μέτρηση ότι οι τάσεις είναι κανονικές, τότε το πρόβλημα βρίσκεται στο σωληνοειδές της ηλεκτροβάνας ή στον αγωγό που συνδέει τον προγραμματιστή και την ηλεκτροβάνα.



Αν όλες οι ηλεκτροβάνες σταματήσουν να λειτουργούν ταυτόχρονα, αυτό μπορεί να οφείλεται είτε σε κομμένο κοινό αγωγό είτε σε κόψιμο όλων των ενεργών αγωγών.

Όταν η μόνωση των καλωδίων φθαρεί ή κοπεί και ένας αγωγός έρθει σε επαφή με κάποιον άλλον, θα προκληθεί **βραχυκύκλωμα**. Αν ο ενεργός αγωγός μιας ηλεκτροβάνας βραχυκυκλώσει με έναν άλλο, τότε είναι πιθανό να λειτουργούν **ταυτόχρονα** και οι δύο ηλεκτροβάνες.

Όταν υπάρχει βραχυκύκλωμα μεταξύ ενός ενεργού και του ουδέτερου αγωγού, τότε ο διακόπτης θα ανοίξει το κύκλωμα ή μπορεί να καεί η ασφάλεια του προγραμματιστή. Παρόμοιο πρόβλημα μπορεί να έχουμε και όταν υπάρχουν στο έδαφος φθαρμένα καλώδια, τα οποία δεν είναι σε άμεση επαφή μεταξύ τους.

Το σωληνοειδές και οι εξωτερικές καλωδιώσεις μπορούν να ελεγχθούν από τον προγραμματιστή χρησιμοποιώντας ένα πολύμετρο στη θέση "Ω". Αποσυνδέουμε το κοινό καλώδιο από τον προγραμματιστή και το ενώνουμε με τον έναν ακροδέκτη του πολύμετρου. Με τον άλλο ακροδέκτη του πολύμετρου αγγίζουμε διαδοχικά τον ακροδέκτη κάθε σταθμού και σημειώνουμε τις ενδείξεις.

Η αντίσταση των περισσότερων μη προβληματικών σωληνοειδών είναι μεταξύ 40 και 120 Ohm. Ένα βραχυκυκλωμένο σωληνοειδές θα έχει ένδειξη μεταξύ 0 και 20 Ohm, ενώ ένα ανοικτό σωληνοειδές θα έχει ένδειξη μεγαλύτερη από 120 Ohm. Αν η ένδειξη του σωληνοειδούς δηλώνει ότι είναι βραχυκυκλωμένο ή ανοικτό, θα πρέπει να αντικατασταθεί. Δύο ηλεκτροβάνες οι οποίες είναι συνδεδεμένες με τέτοιο τρόπο, ώστε να λειτουργούν ταυτόχρονα, θα έχουν τη μισή περίπου αντίσταση από αυτή ενός σωληνοειδούς, δηλαδή μεταξύ 20 και 60 Ohm.

Αν το σωληνοειδές είναι κατάλληλο προς χρήση, ελέγχουμε την τάση στην ηλεκτροβάνα με ένα πολύμετρο στη θέση V~. Η ένδειξη θα πρέπει να είναι 24-29 Volt. Αν η τάση είναι ικανοποιητική,

διερευνούμε την πιθανότητα μηχανικής βλάβης της ηλεκτροβάνας. Αν η τάση είναι χαμηλή ή και μηδέν, τότε το πιο πιθανό είναι να υπάρχει πρόβλημα με τις καλωδιώσεις μεταξύ του προγραμματιστή και της ηλεκτροβάνας.

## 16.3 Συντήρηση αντλιών

Η σωστή συντήρηση της αντλίας εξασφαλίζει μικρότερο κόστος λειτουργίας, μεγαλύτερη απόδοση και διάρκεια ζωής.

Η αντλία θα πρέπει να επιθεωρείται σε τακτά χρονικά διαστήματα, ανάλογα με τη συνολική εβδομαδιαία διάρκεια λειτουργίας της. Οι αντλίες αποτελούν μια μεγάλη επένδυση και, σε περίπτωση ακατάλληλης συντήρησής τους, μπορεί να υπάρχει μεγαλύτερο κόστος ενέργειας και μικρότερη πίεση νερού. Η απώλεια απόδοσης λόγω έλλειψης λιπαντικού και η συνεπαγόμενη φθορά θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους λειτουργίας και τη μείωση της διάρκειας ζωής της αντλίας.

Στον τακτικό έλεγχο συντήρησης θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται η επιθεώρηση της αντλίας και του περιβλήματος. Ελέγχουμε το δάπεδο για τον εντοπισμό τυχόν διαρροών νερού ή λαδιού και επαναλαμβάνουμε τον έλεγχο με την αντλία σε λειτουργία.

Μετά τη λειτουργία 30 λεπτών ή και περισσότερο, αγγίζουμε την αντλία και τον ηλεκτροκινητήρα (μοτέρ), για να διαπιστώσουμε το επίπεδο της θερμοκρασίας και την ύπαρξη ή όχι δονήσεων. Κάνουμε έλεγχο για τον εντοπισμό τυχόν διαρροών νερού ή λαδιού. Ελέγχουμε και καθαρίζουμε τις σίτες εντόμων που είναι τοποθετημένες στα σημεία εξερισμού του ηλεκτροκινητήρα (μοτέρ).

Η **ύπαρξη δονήσεων** υποδηλώνει την έναρξη αστοχίας ενός εδράνου ή την έλλειψη ευθυγράμμισης ενός συζευκτήρα μετάδοσης της κίνησης ή συνδετικού σωλήνα, ενώ η θορυβώδης λειτουργία της αντλίας μπορεί να υποδηλώνει, επίσης, μια αστοχία εδράνου. Για οποιοδήποτε όμως πρόβλημα παρατηρήσουμε, πρέπει να απευθυνθούμε στον **ειδικό τεχνικό**.

## 16.4 Επισκευή ή αντικατάσταση υλικών

Η απόφαση αντικατάστασης ή επισκευής του εξοπλισμού εξαρτάται από το κόστος, το βαθμό απόδοσής του και το κατά πόσο επιδέχεται επισκευή. Για παράδειγμα:

1. Η αντικατάσταση είναι απαραίτητη, αν τα εξαρτήματα του αρδευτικού δικτύου δεν επιδέχονται επισκευή λόγω μη διαθεσιμότητας των ανταλλακτικών.
2. Η ηλικία και η απόδοση του εξοπλισμού μπορεί να επιβάλλουν την αντικατάστασή του. Οι παλαιότεροι εκτοξευτήρες μπορεί να μην ανυψώνονται, ενώ τα πρώτα μοντέλα εκτοξευτήρων τύπου "pop-up", με ύψος ανόρθωσης 1" με 2", συχνά εμποδίζονται από το ύψος του χλοοτάπητα και τη συσσώρευση χώματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρεμποδίζεται η ακτίνα διαβροχής τους, προκαλώντας ξηρές περιοχές στον χλοοτάπητα και επιφανειακή απορροή. Αντικαθιστούμε αυτούς τους εκτοξευτήρες με άλλους, τύπου "pop-up", οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να ανυψώνονται 4" ή περισσότερο, ανάλογα με το ρυθμό συσσώρευσης του χώματος και το ύψος του χλοοτάπητα, πριν την κοπή του.
3. Η επισκευή και η αντικατάσταση του εξοπλισμού συνήθως εξαρτώνται από το κόστος των εξαρτημάτων που χρειάζονται για την επισκευή και τα εργατικά, σε σύγκριση με το κόστος του νέου εξοπλισμού. Όσο μεγαλύτερο είναι το κόστος του εξοπλισμού, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα επισκευής του.

Η **μακροζωία** και η **αποτελεσματική λειτουργία** ενός αρδευτικού δικτύου εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την **καλή συντήρησή** του. Οι προτεινόμενες επιθεωρήσεις του αρδευτικού δικτύου μπορεί να είναι **εβδομαδιαίες, μηνιαίες και ετήσιες**. Στα πλαίσια του ελέγχου και της συντήρησης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

1. τα προβλήματα των δικτύων άρδευσης τα οποία αφορούν:
  - α) τους εκτοξευτήρες και τα ακροφύσια,
  - β) τα προβλήματα πίεσης,
  - γ) τις ηλεκτροβάνες και
  - δ) τις αφανείς βλάβες,
2. ο έλεγχος του προγραμματιστή,
3. η συντήρηση των αντλιών,
4. η επισκευή ή αντικατάσταση των υλικών.

Τα περισσότερα προβλήματα που παρουσιάζονται στα δίκτυα άρδευσης οφείλονται στην **κακή ποιότητα** του αρδευτικού νερού. Μια άλλη αιτία εμφράξεων είναι η μη επιμελημένη επισκευή ή αντικατάσταση εξαρτημάτων του δικτύου.

Η **ακατάλληλη πίεση** του νερού κατά τη λειτουργία του δικτύου (δυναμική πίεση) είναι ένα από τα πιο **συνηθισμένα** και πλέον **απαρατήρητα προβλήματα** σε αρδευτικά δίκτυα κηποτεχνίας. Όταν η πίεση του νερού στον εκτοξευτήρα είναι είτε πολύ μεγάλη είτε πολύ μικρή, (και στις δύο περιπτώσεις) υπάρχει παραμόρφωση της επιθυμητής κατανομής του νερού, που προκαλεί ανομοιομορφία στην άρδευση.

Η **ιδανική πίεση λειτουργίας** (και συνεπώς το κατάλληλο μέγεθος σταγόνων για την κάλυψη των αναγκών των φυτών σε νερό), για **μικρούς στατικούς αυτοανυψούμενους εκτοξευτήρες** (τύπου pop - up), κυμαίνεται μεταξύ **1,5 atm** και **2,5 atm**. Για τις περισσότερες εφαρμογές **περιστροφικών εκτοξευτήρων** προτείνεται μια πίεση από **2,5 atm** μέχρι **4 atm**.

Οι ηλεκτροβάνες που αργούν να ενεργοποιηθούν μπορεί να μη λειτουργήσουν (ανοίξουν ή κλείσουν), λόγω έμφραξης κάποιου στομίου, εμποδίζοντας έτσι τη ροή του νερού από και προς την κορυφή του διαφράγματος. Για να καθαρίσουμε την ηλεκτροβάνα, αφαιρούμε το κάλυμμα της και χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία (μυτοσίμπιδο, λαβίδα) καθαρίζουμε την είσοδο και τον άνω θάλαμο της ηλεκτροβάνας. Στη συνέχεια την ξεπλένουμε με νερό, τη συναρμολογούμε και τη **δοκιμάζουμε**.

Οι αντλίες αποτελούν μια μεγάλη επένδυση και, σε περίπτωση ακατάλληλης συντήρησής τους, μπορεί να υπάρχει μεγαλύτερο κόστος ενέργειας και μικρότερη πίεση νερού. Η απώλεια απόδοσης λόγω έλλειψης λιπαντικού και η συνεπαγόμενη φθορά θα έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους λειτουργίας και τη μείωση της διάρκειας ζωής της αντλίας.

Η αντικατάσταση είναι απαραίτητη, αν τα εξαρτήματα του αρδευτικού δικτύου δεν επιδέχονται επισκευή λόγω μη διαθεσιμότητας των ανταλλακτικών. Η ηλικία και η απόδοση του εξοπλισμού μπορεί να επιβάλλουν την αντικατάστασή του. Η επισκευή και η αντικατάσταση του εξοπλισμού συνήθως εξαρτάται από το κόστος των εξαρτημάτων που χρειάζονται για την επισκευή και τα εργατικά, σε σύγκριση με το κόστος του νέου εξοπλισμού. Όσο μεγαλύτερο είναι το κόστος του εξοπλισμού, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα επισκευής του.

Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Γιατί κρίνεται απαραίτητη η συντήρηση ενός αρδευτικού δικτύου;
2. Ποιες είναι οι προτεινόμενες επιθεωρήσεις του αρδευτικού δικτύου και η συχνότητα εκτέλεσής τους;
3. Πώς γίνεται ο καθαρισμός των ακροφυσίων;
4. Τι συμβαίνει όταν η πίεση του νερού στον εκτοξευτήρα είναι είτε πολύ μεγάλη είτε πολύ μικρή;
5. Με ποιο όργανο πραγματοποιείται η μέτρηση της πίεσης λειτουργίας των εκτοξευτήρων;
6. Τι γνωρίζετε για τον έλεγχο λειτουργίας και τη συντήρηση των ηλεκτροβανών;
7. Ποιες βλάβες θεωρούνται αφανείς;
8. Πώς επιτυγχάνεται ο έλεγχος λειτουργίας του προγραμματιστή;
9. Τι γνωρίζετε για τη συντήρηση των αντλιών;
10. Ποια είναι τα κριτήρια λήψης της απόφασης επισκευής ή αντικατάστασης υλικών του δικτύου;

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 1 άσκηση

#### Απλωμα σωλήνα (Ø12 - Ø40)

**Σκοπός:** Να απλώνει ο μαθητής σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) Ø12-Ø40.

#### Υλικά και μέσα:

Κουλούρες σωλήνων πολυαιθυλενίου (PE).

### 2 άσκηση

#### Σύνδεση σωλήνων πολυαιθυλενίου (PE) με σπαρωτά (ΦΙΣ) υλικά

**Σκοπός:** Να συνδέει ο μαθητής σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με σπαρωτά υλικά.

#### Υλικά και μέσα:

1. Σωλήνες PE.
2. Κόφτης σωλήνων.
3. Σύνδεσμοι.
4. Γωνίες.
5. Ταυ.

#### Διαδικασία:

1. Τοποθετούμε το εξάρτημα μέσα στο σωλήνα για 4 mm.
2. Πιάνουμε με το ένα χέρι τη μια άκρη του σωλήνα και με το άλλο την άκρη του άλλου σωλήνα που θα ενώσουμε.
3. Ωθούμε τους σωλήνες.

### 3 άσκηση

#### Σύνδεση σωλήνων πολυαιθυλενίου (PE) με υλικά Lock

**Σκοπός:** Να συνδέει ο μαθητής σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με υλικά lock.

#### Υλικά και μέσα:

1. Σωλήνας PE.
2. Κόφτης σωλήνων.
3. Σύνδεσμοι Lock.

4. Γωνίες Lock.
5. Ταυ Lock.
6. Τσιμπίδα υδραυλικού.

**Διαδικασία:**

1. Ξεβιδώνουμε το παξιμάδι από το ρακόρ και το περνούμε στο σωλήνα.
2. Πιάνουμε με το ένα χέρι το σωλήνα και ωθούμε με το άλλο χέρι το βίσμα του ρακόρ να εισέλθει στο σωλήνα.
3. Βιδώνουμε το παξιμάδι.

## 4 άσκηση

**Σύνδεση σωλήνων πολυαιθυλενίου (PE) με υλικά κοχλιωτά**

**Σκοπός:** Να συνδέει ο μαθητής σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με υλικά κοχλιωτά.

**Υλικά και μέσα:**

1. Σωλήνας.
2. Κόφτης σωλήνων.
3. Σύνδεσμος.
4. Ταυ.
5. Τσιμπίδα.
6. Γωνίες.

**Διαδικασία:**

1. Αφαιρούμε το παξιμάδι και την ακετάλη από το εξάρτημα και τα περνούμε στο σωλήνα.
2. Πιάνουμε με το ένα χέρι το εξάρτημα και με το άλλο χέρι ωθούμε το σωλήνα να περάσει από τον ελαστικό δακτύλιο (O - Ring) και το καπελάκι και να τερματίσει στην υποδοχή του εξαρτήματος.
3. Βιδώνουμε το παξιμάδι.

## 5 άσκηση

**Κοπή χαλκοσωλήνων**

**Σκοπός:** Να κόβει ο μαθητής χαλκοσωλήνες.

**Υλικά και μέσα:**

1. Χαλκοσωλήνες διαμέτρου.
2. Κόφτες χαλκοσωλήνων.
3. Σιδηροπρίονο.
4. Μέγγενη.

5. Ξύστρα γρεζιών.
6. Μέτρο.
7. Γάντια.

**Διαδικασία:**

1. Τοποθετούμε το χαλκοσωλήνα στη μέγγενη.
2. Κόβουμε ένα τμήμα με το σιδηροπρίονο.
3. Αφαιρούμε τα γρέζια από τα χείλη του σωλήνα με τη βοήθεια της ξύστρας.
4. Διαλέγουμε τον κατάλληλο κόφτη, τον περνούμε στο χαλκοσωλήνα και τον σφίγγουμε.
5. Περιστρέφουμε τον κόφτη γύρω από το σωλήνα, σφίγγοντας το ρυθμιστή του μαχαιριού προοδευτικά σε κάθε στροφή γύρω από το σωλήνα.
6. Αφαιρούμε τα γρέζια από τα χείλη του σωλήνα με τη βοήθεια της ξύστρας.

## 6 άσκηση

### Συγκολλήσεις χαλκοσωλήνων

**Σκοπός:** Να συγκολλά ο μαθητής χαλκοσωλήνες.

**Υλικά και μέσα:**

1. Συσκευή συγκόλλησης υγραερίου.
2. Συγκολλητικό.
3. Πάστα καθαρισμού.
4. Βούρτσες καθαρισμού.
5. Χαλκοσωλήνες διάφορων διαμέτρων.
6. Υλικά συνδεσμολογίας (γωνίες, καμπύλες, ταυ).

**Διαδικασία:**

1. Κόβουμε προσεκτικά ένα κομμάτι χαλκοσωλήνα και καθαρίζουμε από τα γρέζια με την ξύστρα.
2. Καθαρίζουμε καλά με την ειδική βούρτσα καθαρισμού την άκρη του σωλήνα και την άκρη του εξαρτήματος που θα συγκολληθεί.
3. Επαλείφουμε αμέσως με πάστα καθαρισμού τις επιφάνειες που καθαρίσαμε.
4. Εφαρμόζουμε το εξάρτημα στην άκρη του τμήματος του σωλήνα και το στερεώνουμε καλά.
5. Ανάβουμε τη συσκευή συγκόλλησης και ρυθμίζουμε τη φλόγα με το ρυθμιστή που βρίσκουμε στη χειρολαβή.
6. Θερμαίνουμε **ομοιόμορφα** με τη φλόγα τα κομμάτια που θα συγκολλήσουμε και μετά από λίγο τροφοδοτούμε με συγκολλητικό την τριχοειδή οπή, που σχηματίζεται μεταξύ του σωλήνα και του εξαρτήματος.

## 7 άσκηση

### Τοποθέτηση σέλας

**Σκοπός:** Να τοποθετεί ο μαθητής σέλες σε σωλήνες άρδευσης.

#### Υλικά και μέσα:

1. Εκτοξευτήρες στατικοί.
2. Εκτοξευτήρες γραναζωτοί.
3. Εξαρτήματα συνδεσμολογίας.
4. Σωλήνες.
5. Σέλες σφήνας.
6. Τεφλόν.
7. Σφυράκι.

#### Διαδικασία:

1. Πιάνουμε με το ένα χέρι το σωλήνα στον οποίο θα τοποθετηθεί η σέλα και με το άλλο χέρι τη σγρόμπια.
2. Πιέζουμε και στρέφουμε τη σγρόμπια σταθερά πάνω στο σωλήνα, μέχρι να ανοίξει η οπή.
3. Με τον εξολκέα της σγρόμπιας αφαιρούμε από αυτήν, το τμήμα του σωλήνα που έχει αποκοπεί.

## 8 άσκηση

### Τοποθέτηση εκτοξευτήρα

**Σκοπός:** Να τοποθετεί ο μαθητής εκτοξευτήρες.

#### Υλικά και μέσα:

1. Σωλήνας με σέλες.
2. Μαστοί  $\frac{1}{2}$  ή  $\frac{1}{2}/\frac{3}{4}$ .
3. Τεφλόν.

#### Διαδικασία:

1. Τυλίγουμε δέκα βόλτες τεφλόν και στις δυο κοχλιώσεις του μαστού.
2. Βιδώνουμε το μαστό στον εκτοξευτήρα.
3. Βιδώνουμε τον εκτοξευτήρα με το μαστό στη σέλα.

## 9 άσκηση

### Επισκευή τμηθέντος σωλήνα

**Σκοπός:** Να επισκευάζει ο μαθητής σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE).



**Υλικά και μέσα:**

1. Τσάπα τσεκουρόστενη.
2. Σύνδεσμος.
3. Κόφτης σωλήνων.
4. Σύριγγα 500 cc.
5. Φτυάρι.
6. Λισγάρι.
7. Nylon 1,0 m x 1,0 m.

**Διαδικασία:**

1. Ανοίγουμε όρυγμα με το φτυάρι.
2. Εντοπίζουμε το πάνω μέρος του σωλήνα.
3. Το βάθος του ορύγματος θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 15 cm κάτω από το επίπεδο του σωλήνα.
4. Αφαιρούμε με τη σύριγγα το νερό που υπάρχει στο όρυγμα.
5. Κόβουμε με τον κόφτη το σωλήνα εντελώς κάθετα και αφαιρούμε από το σωλήνα το προβληματικό τμήμα του.
6. Συνδέουμε τον κομμένο σωλήνα με ένα σύνδεσμο.
7. Κλείνουμε το όρυγμα χρησιμοποιώντας όλο το χώμα του που υπάρχει στο nylon.

## 10 άσκηση

**Μετατόπιση εκτοξευτήρα παλαιού δικτύου**

**Σκοπός:** Να μετατοπίζει ο μαθητής έναν εκτοξευτήρα παλαιού δικτύου σε μια νέα θέση.

**Υλικά και μέσα:**

1. Φτυάρι.
2. Φτυαράκι.
3. Τσαπάκι.
4. Σωλήνας Ø16.
5. Γωνία Ø16/1/2".
6. Σύνδεσμος Ø16.
7. Nylon 1m x 1m.
8. Σύριγγα 500 cc.

**Διαδικασία:**

1. Αφαιρούμε με το λισγάρι το επιφανειακό τμήμα του χλοοτάπητα.
2. Αφαιρούμε με το φτυάρι το χώμα γύρω από τον εκτοξευτήρα, μέχρι να φτάσουμε στη βάση του.
3. Σε περίπτωση που ο εκτοξευτήρας βρίσκεται πάνω στο δευτερεύοντα αγωγό, ξεβιδώνουμε με προσοχή τον εκτοξευτήρα, για να μην εισέλθουν χώματα μέσα στο σωλήνα.

4. Αφαιρούμε με τη σύριγγα το νερό που θα χυθεί στο όρυγμα, από την εξαγωγή του εκτοξευτήρα.
5. Βιδώνουμε τη γωνία Ø16/½" στη σέλα, αφού έχουμε πρώτα τυλίξει 10 βόλτες τεφλόν.
6. Με το λισγάρι αφαιρούμε το επιφανειακό τμήμα του χλοοτάπητα και το βάζουμε στην άκρη.
7. Φτιάχνουμε το κανάλι, μέσα στο οποίο θα τοποθετηθεί ο σωλήνας Ø16.
8. Αφαιρούμε το έμβολο, το κάλυμμα και το ελατήριο από τον εκτοξευτήρα και το τοποθετούμε στη νέα θέση.
9. Πακτώνουμε τον εκτοξευτήρα με χώμα, ώστε το κάλυμμά του να είναι ευθυγραμμισμένο με το επίπεδο του εδάφους.

## 11 άσκηση

### Επισκευή ηλεκτροβάνας που δεν κλείνει

**Σκοπός:** Να επισκευάζει ο μαθητής μια ηλεκτροβάνα που δεν κλείνει.

#### Υλικά και μέσα:

1. Ηλεκτροβάνα.
2. Σταυροκατσάβιδο.
3. Λαβίδα.

#### Διαδικασία:

1. Ξεβιδώνουμε αντιδιαμετρικά με προσοχή τις βίδες, με τις οποίες σφραγίζεται η ηλεκτροβάνα.
2. Ελέγχουμε την είσοδο της ηλεκτροβάνας για την ύπαρξη σκουπιδιών ή μικρών λίθων.
3. Αντικαθιστούμε τη μεμβράνη, σε περίπτωση που υπάρχει το παραμικρό πρόβλημα σε αυτή.
4. Τοποθετούμε το καπάκι και βιδώνουμε τις βίδες, πάντοτε αντιδιαμετρικά.

## 12 άσκηση

### Κατασκευή συλλέκτη τεσσάρων ηλεκτροβανών

**Σκοπός:** Να κατασκευάζει ο μαθητής ένα συλλέκτη τεσσάρων ηλεκτροβανών

#### Υλικά και μέσα:

1. 1 συλλέκτης 1" 5 οπών.
2. 5 ρακόρ Ø25/1".
3. 4 ηλεκτροβάνες Ø 1".
4. Τσιμπίδα.
5. 4 μαστοί 1".

6. Τεφλόν.
7. Σωλήνας Ø25.
8. Παροχή νερού.

**Διαδικασία:**

Συναρμολογούμε τα υλικά.

## 13 άσκηση

### Κατασκευή ενός δικτύου σταγόνας σε ένα μπαλκόνι

**Σκοπός:** Να κατασκευάζει ο μαθητής ένα δίκτυο σταγόνας σε ένα μπαλκόνι.

**Υλικά και μέσα:**

1. Σωλήνας.
2. Λήψεις.
3. Λήψεις διπλές.
4. Διόφθαλμο.
5. Σγρόμπια.
6. Ταυ.
7. Γωνίες.
8. Ρακόρ.
9. Μούφα.
10. Σφαιρικός διακόπτης.
11. Σταλάκτες.

**Διαδικασία:**

1. Απλώνουμε το σωλήνα.
2. Πιάνουμε το σωλήνα στην παλάμη του ενός χεριού, τον τρυπούμε με τη σγρόμπια που κρατάμε στο άλλο χέρι.
3. Τοποθετούμε τη λήψη στην οπή.
4. Ωθούμε το αντίστοιχο σωληνάκι στη λήψη και αφήνουμε αντίστοιχο μήκος στο σωληνάκι, ώστε να φθάνει στο λαιμό του φυτού της γλάστρας.
5. Όταν τελειώσουμε, ανοίγουμε την παροχή, για να καθαρίσει ο σωλήνας.
6. Δοκιμάζουμε τους σταλάκτες και τους ρυθμίζουμε.

# ΜΕΡΟΣ 4

## Σχεδιασμός Αρδευτικών Δικτύων

- Επιλογή Εκτοξευτήρα
- Ταχύτητα Εφαρμογής
- Διαχωρισμός σε Αρδευτικές Στάσεις
- Επιλογή Διατομής Σωλήνων
- Τριγωνική Διάταξη Εκτοξευτήρων
- Αθλητικοί Χώροι με Εκτεταμένο Χλοοτάπητα



# 17

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

## ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ







## 17 Επιλογή Εκτοξευτήρων

### Γενικά

Η άρδευση στα κηποτεχνικά έργα γίνεται ανάλογα με το είδος των φυτών που θέλουμε να αρδεύσουμε. Έτσι, λοιπόν, αρδεύονται με τεχνητή βροχή όλα τα είδη των χλοοταπίτων και με στάγδην άρδευση όλα τα είδη των δένδρων και θάμνων. Για την άρδευση των χλοοταπίτων χρησιμοποιούνται οι εκτοξευτήρες νερού και για τη στάγδην άρδευση οι κατανεμητές-σταλάκτες. Και στις δύο μεθόδους όλα τα υπόλοιπα στοιχεία (σωλήνες, ηλεκτροβάνες, υλικά συνδεσμολογίας, φίλτρα κτλ.) είναι κοινά.

Ο πιο σημαντικός παράγοντας, για ένα αποδοτικό και οικονομικό στην κατανάλωση νερού αρδευτικό δίκτυο για χλοοτάπητα, είναι η επιλογή των κατάλληλων εκτοξευτήρων και η σωστή τοποθέτησή τους. Μια τέτοιου είδους σωστή επιλογή εξασφαλίζει:

- α) την ομοιόμορφη κάλυψη των αναγκών, που έχουν τα φυτά, σε νερό,
- β) τη μείωση του κόστους κατανάλωσης του νερού,
- γ) τη μείωση του κόστους συντήρησης του αρδευτικού δικτύου,
- δ) την αύξηση της διάρκειας ζωής του αρδευτικού εξοπλισμού,
- ε) τη σωστή διαχείριση του νερού.

Προκειμένου τώρα να οδηγηθούμε στη σωστή επιλογή, κατά περίπτωση, απαιτείται προηγουμένως η συλλογή και η αξιολόγηση βασικών πληροφοριών, που αφορούν:

- α) το σχέδιο φύτευσης,
- β) τους επικρατούντες ανέμους,
- γ) τα στατιστικά στοιχεία εξατμισοδιαπνοής (ET) της περιοχής,
- δ) τα χαρακτηριστικά του εδάφους (δομή, σύσταση, κλίση κτλ.),
- ε) την πηγή του νερού,
- στ) τη διαθέσιμη πίεση,
- ζ) πρόσθετα τοπογραφικά σχέδια,
- η) τη δυνατότητα συντήρησης.





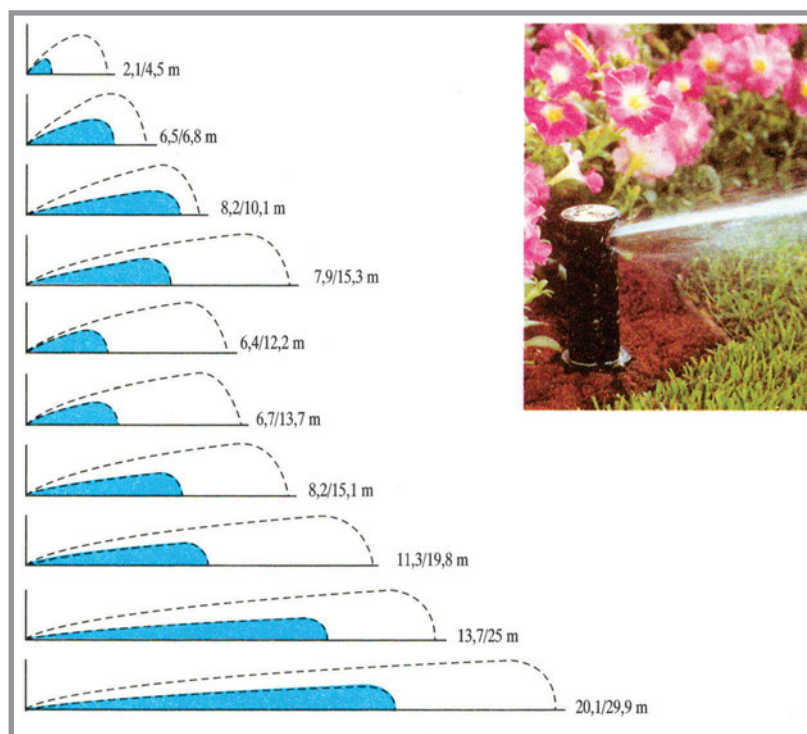
Στα χαρακτηριστικά επιλογής των εκτοξευτήρων διακρίνουμε: την **παροχή λειτουργίας**, την **ακτίνα διαβροχής**, την **επιφάνεια διαβροχής** (κύκλου ή τμήματος κύκλου) και τη **γωνία εκτόξευσης** του νερού.

## 17.1 Παροχή λειτουργίας

Είναι το βασικότερο μέγεθος λειτουργίας ενός εκτοξευτήρα. Είναι το πρώτο στοιχείο που δίνεται στους πίνακες απόδοσης ακροφυσίων και δείχνει τον όγκο νερού στη μονάδα του χρόνου που **απαιτεί** ο εκτοξευτήρας για να επιτευχθούν οι αποδόσεις που προδιαγράφονται.

## 17.2 Ακτίνα διαβροχής

Ακτίνα διαβροχής του εκτοξευτήρα καλείται η οριζόντια απόσταση από τη βάση του εκτοξευτήρα μέχρι το πιο απομακρυσμένο σημείο, όπου φτάνουν οι σταγόνες του νερού.



**Εικόνα 17.1**

Ακτίνες διαβροχής διάφορων εκτοξευτήρων. (Πηγή : Rainbird).

Η ακτίνα διαβροχής εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι η πίεση λειτουργίας και η διάμετρος του ακροφυσίου, η παροχή του εκτοξευτήρα και η κλίση του σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο.

Οι κυκλικές καλύψεις έχουν ποικίλες ακτίνες, από 1 m έως πάνω από 30 m, και χρησιμοποιούνται για την άρδευση διάφορων εκτάσεων.

## 17.3 Επιφάνεια διαβροχής

Επιφάνεια διαβροχής του εκτοξευτήρα καλείται η επιφάνεια που καλύπτεται με νερό που εκτοξεύει ο ίδιος εκτοξευτήρας. Η επιφάνεια αυτή (μόνο για στατικούς εκτοξευτήρες) μπορεί να είναι κυκλικού ή ευθύγραμμου σχήματος. Η ευθύγραμμη είναι ιδανική, όταν πρόκειται να αρδεύσουμε π.χ. διαζώματα λεωφόρων ή στενόμακρες λωρίδες μεταξύ των πεζοδρομίων και των άκρων τους.

Οι περισσότεροι στατικοί εκτοξευτήρες δέχονται ακροφύσια σταθερών γωνιών (90°, 120°, 180°, 220°, 270°, 360°). Υπάρχουν όμως και άλλοι εκτοξευτήρες που διαθέτουν μηχανισμούς ρύθμισης των τομέων διαβροχής, με εύρος ρύθμισης από 10° μέχρι 360°.

## 17.4 Γωνία εκτόξευσης του νερού

Γωνία εκτόξευσης του νερού καλείται η γωνία που σχηματίζει το νερό, όταν εξέρχεται από τον εκτοξευτήρα, σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Στις γωνίες εκτόξευσης συμπεριλαμβάνονται:

- Γωνίες 0° - 7°. Χρησιμοποιούνται για την άρδευση χλοοτάπητα στις κορυφές λοφοδών περιοχών.
- Γωνίες 7° - 15°. Χρησιμοποιούνται για την άρδευση χλοοτάπητα σε περιοχές που επικρατούν άνεμοι.
- Γωνίες 25° - 28°. Είναι οι πιο συνηθισμένες γωνίες εκτόξευσης νερού για άρδευση χλοοτάπητα.

Ακροφύσιο Μέγεθος Χρώμα	25° Κανονικής γωνίας					15° Χαμηλής γωνίας				7° Επίπεδης γωνίας			
	Πίεση Bar	Ταχ. Εφαρμογής		Ταχ. Εφαρμογής		Ταχ. Εφαρμογής		Ταχ. Εφαρμογής		Ταχ. Εφαρμογής		Ταχ. Εφαρμογής	
		Ακτίνα (m)	Παροχή LPM	▲ (mm/h)	■ (mm/h)	Ακτίνα (m)	Παροχή LPM	▲ (mm/h)	■ (mm/h)	Ακτίνα (m)	Παροχή LPM	▲ (mm/h)	■ (mm/h)
1,0 ●	1,5	10,2	2,8	1,63	1,88	8,9	2,8	2,10	2,43	6,2	2,8	4,38	5,05
	2,0	10,6	3,3	1,76	2,03	9,4	3,3	2,25	2,59	6,6	3,3	4,49	5,18
	2,5	11,0	3,7	1,84	2,13	9,8	3,7	2,30	2,65	7,1	3,7	4,42	5,10
	3,0	11,2	4,1	1,96	2,26	10,3	4,1	2,32	2,68	7,5	4,1	4,32	4,99
	3,5	11,3	4,4	2,07	2,39	10,7	4,4	2,33	2,69	7,7	4,4	4,51	5,21
	4,0	11,6	4,7	2,10	2,42	10,9	4,7	2,39	2,76	8,1	4,7	4,28	4,95
1,5 ●	1,5	10,5	3,9	2,14	2,47	8,9	3,9	2,93	3,38	6,2	3,9	6,09	7,03
	2,0	10,9	4,6	2,30	2,66	9,4	4,6	3,11	3,59	6,6	4,6	6,20	7,16
	2,5	11,4	5,2	2,41	2,78	9,8	5,2	3,21	3,71	7,1	5,2	6,18	7,14
	3,0	11,8	5,8	2,48	2,86	10,3	5,8	3,27	3,78	7,5	5,8	6,09	7,03
	3,5	12,2	6,3	2,52	2,91	10,7	6,3	3,27	3,77	8,0	6,3	5,91	6,82
	4,0	12,4	6,7	2,62	3,03	11,2	6,7	3,23	3,73	8,4	6,7	5,67	6,55
2,0 ●	1,5	10,6	5,2	2,79	3,22	9,4	5,2	3,56	4,11	6,3	5,2	7,83	9,04
	2,0	11,0	6,0	2,98	3,44	9,8	6,0	3,77	4,36	6,7	6,0	7,98	9,22
	2,5	11,4	6,7	3,06	3,54	10,2	6,7	3,84	4,43	7,4	6,7	7,33	8,46
	3,0	12,1	7,4	3,03	3,49	10,9	7,4	3,74	4,32	7,8	7,4	7,22	8,34
	3,5	12,5	8,0	3,07	3,54	11,3	8,0	3,76	4,35	8,3	8,0	7,05	8,14
	4,0	13,0	8,6	3,06	3,53	11,8	8,6	3,72	4,30	8,7	8,6	6,78	7,83
3,0 ●	1,5	11,4	8,4	3,91	4,51	9,9	8,4	5,21	6,02	6,5	8,4	11,96	13,82
	2,0	11,8	9,9	4,23	4,89	10,3	9,9	5,58	6,44	6,9	9,9	12,26	14,16
	2,5	12,3	11,2	4,45	5,14	10,8	11,2	5,72	6,60	7,7	11,2	11,30	13,05
	3,0	12,7	12,3	4,58	5,29	11,5	12,3	5,61	6,47	8,1	12,3	11,18	12,91
	3,5	13,2	13,4	4,66	5,38	11,9	13,4	5,65	6,53	8,6	13,4	10,94	12,63
	4,0	13,6	14,4	4,66	5,38	12,4	14,4	5,62	6,49	9,0	14,4	10,58	12,22
4,5 ●	1,5	11,7	9,8	4,30	4,96	10,0	9,8	5,91	6,83	6,1	9,8	15,72	18,16
	2,0	12,1	11,6	4,73	5,46	10,9	11,6	5,91	6,82	7,4	11,6	12,58	14,53
	2,5	12,6	13,2	4,97	5,74	11,4	13,2	6,08	7,03	8,4	13,2	11,31	13,06
	3,0	13,5	14,8	4,83	5,58	12,3	14,8	5,84	6,74	9,1	14,8	10,81	12,48
	3,5	14,0	16,1	4,92	5,69	12,8	16,1	5,91	6,82	9,5	16,1	10,63	12,28
	4,0	14,2	17,3	5,13	5,93	13,0	17,3	6,14	7,09	10,2	17,3	9,87	11,40
6,0 ●	1,5	11,3	14,4	6,78	7,82	10,5	14,4	7,88	9,10	6,1	14,4	23,14	26,72
	2,0	12,6	17,1	6,46	7,46	10,9	17,1	8,64	9,98	7,4	17,1	18,60	21,48
	2,5	13,6	19,6	6,40	7,39	11,7	19,6	8,66	10,00	8,5	19,6	16,46	19,01
	3,0	14,2	21,9	6,48	7,48	12,3	21,9	8,66	10,00	9,6	21,9	14,33	16,55
	3,5	15,0	23,9	6,40	7,39	13,2	23,9	8,25	9,52	10,1	23,9	14,07	16,25
	4,0	15,4	25,6	6,45	7,45	14,1	25,6	7,74	8,94	10,5	25,6	13,80	15,94

Ακροφύσιο Μέγεθος Χρόμα	25° Κανονικής γωνίας				15° Χαμηλής γωνίας				7° Επίπεδης γωνίας				
	Πίεση Bar	Ακτίνα (m)	Παροχή LPM	Ταχ. Εφαρμογής (mm/h)		Ακτίνα (m)	Παροχή LPM	Ταχ. Εφαρμογής (mm/h)		Ακτίνα (m)	Παροχή LPM	Ταχ. Εφαρμογής (mm/h)	
				▲	■			▲	■			▲	■
7,5 ●	1,5	12,3	18,8	7,48	8,63	10,3	18,8	10,72	12,38	5,7	18,8	34,81	40,20
	2,0	12,7	22,0	8,12	9,38	11,2	22,0	10,60	12,23	6,6	22,0	30,42	35,13
	2,5	13,6	24,9	8,11	9,37	12,1	24,9	10,17	11,74	7,8	24,9	24,71	28,53
	3,0	14,4	27,5	7,91	9,13	13,0	27,5	9,75	11,25	8,7	27,5	22,03	25,44
	3,5	15,2	29,9	7,72	8,92	13,8	29,9	9,47	10,94	9,6	29,9	19,52	22,54
	4,0	15,4	32,0	8,06	9,31	14,2	32,0	9,50	10,97	11,1	32,0	15,58	17,99
9 ●	1,5	12,2	26,0	10,48	12,10	10,0	26,0	15,72	18,15	6,0	26,0	43,30	50,00
	2,0	13,5	24,0	7,88	9,10	10,9	24,0	12,25	14,15	6,9	24,0	30,40	35,11
	2,5	14,4	26,5	7,67	8,86	11,8	26,5	11,41	13,17	7,8	26,5	26,34	30,42
	3,0	15,1	29,4	7,79	9,00	12,7	29,4	10,93	12,62	8,9	29,4	22,45	25,92
	3,5	15,5	33,9	8,43	9,73	13,5	33,9	11,17	12,89	9,9	33,9	20,81	24,03
	4,0	15,7	36,3	8,80	10,16	14,4	36,3	10,51	12,14	11,0	36,3	17,87	20,64



- ▲ Τριγωνική διάταξη  
 ■ Τετραγωνική διάταξη

Εικόνα 17.2

Γραναζωτός περιστροφικός αυτοαννυσόμενος εκτοξευτήρας με πίνακα απόδοσης ακροφυσίων σε διάφορες γωνίες εκτόξευσης (Πηγή : Toro).

## 17.5 Επιλογή εκτοξευτήρα

Στο εμπόριο κυκλοφορούν εκτοξευτήρες σε μεγάλη ποικιλία, για την άρδευση οποιασδήποτε επιφάνειας (από μικρά διαμορφωμένα παρτέρια μέχρι μεγάλης έκτασης χλοοτάπητες).

Ο κάθε κατασκευαστής αρδευτικού υλικού διαθέτει διάφορες κατηγορίες εκτοξευτήρων. Η βασική (εμπειρική) κατάταξη των εκτοξευτήρων προδιαγράφεται από τις ακτίνες διαβροχής.



Υπάρχει μια κατηγορία εκτοξευτήρων **μικρής ακτίνας (1-5 m)**, μια άλλη κατηγορία **μέσης ακτίνας (4-9 m)** και μια τρίτη κατηγορία **μεγάλης ακτίνας (7-15 m)**.



ΑΚΡΟΦΥΣΙΟ	ΠΙΕΣΗ Atm	ΑΚΤΙΝΑ m	ΠΑΡΟΧΗ L/H
#1	2,04	10,0	227
	2,72	10,6	295
	3,41	11,5	317
	4,08	11,5	340
#2	2,04	11,5	476
	2,72	11,8	567
	3,41	12,2	681
	4,08	12,5	703
#3	2,04	12,5	635
	2,72	12,8	749
	3,41	13,7	817
	4,08	14,0	953
#4	2,04	13,1	885
	2,72	13,7	1021
	3,41	14,3	1225
	4,08	15,8	1316
#6	2,04	14,3	1407
	2,72	15,5	1589
	3,41	16,4	1793
	4,08	16,7	1838
#8	2,04	14,3	1816
	2,72	15,5	2020
	3,41	16,1	2224
	4,08	16,7	2406

Εικόνα 17.3

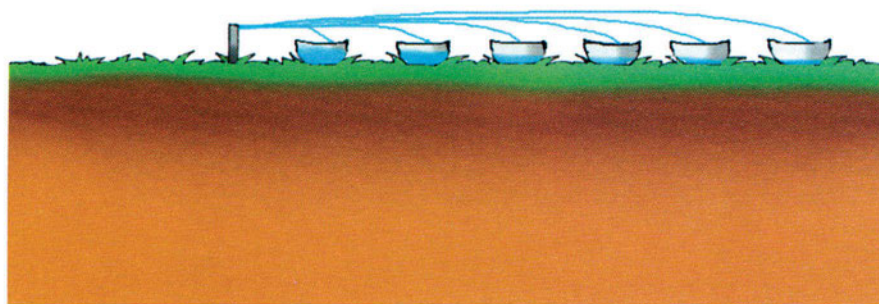
Γραναζωτός περιστροφικός αυτοαννυσόμενος εκτοξευτήρας με πίνακα απόδοσης ακροφυσίων (Πηγή: K-Rain).

Υπάρχουν και άλλες κατηγορίες εκτοξευτήρων, που χρησιμοποιούνται συνήθως για μεγάλες εκτάσεις χλοοτάπητα, όπως πάρκα ή αθλητικά γήπεδα, γήπεδα γκολφ και τένις.

## 17.6 Η χωροθέτηση των εκτοξευτήρων

Το κυριότερο πρόβλημα, που καλείται να λυθεί με τη χωροθέτηση των εκτοξευτήρων, είναι να τοποθετηθούν αυτοί κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το νερό να διανέμεται ομοιόμορφα, όπως συμβαίνει και με τη φυσική βροχόπτωση. Σε περίπτωση λανθασμένης χωροθέτησης των εκτοξευτήρων παρατηρούνται προβλήματα μη σωστής άρδευσης (εμφάνιση πολύ υγρών περιοχών σε εναλλαγή με ξηρές περιοχές).

Για να κατανοήσουμε τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαμε να διανείμουμε το νερό ομοιόμορφα, θα δούμε πώς λειτουργεί ένας συνηθισμένος εκτοξευτήρας. Η εικόνα 17.4. απεικονίζει έναν εκτοξευτήρα σε λειτουργία.



Εικόνα 17.4

Κατανομή νερού εκτοξευτήρα ανάλογα με την απόσταση.

Μέσα στην περιοχή κάλυψης έχουν τοποθετηθεί αρκετά δοχεία. Οι δοκιμές έχουν δείξει ότι τα δοχεία που βρίσκονται κοντά στον εκτοξευτήρα θα συγκεντρώσουν το περισσότερο νερό, σε αντίθεση με αυτά που βρίσκονται μακρύτερα από τον εκτοξευτήρα (μέσα όμως στην περιοχή κάλυψης). Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι ο εκτοξευτήρας δε διανέμει ίση ποσότητα νερού από το σημείο στο οποίο βρίσκεται μέχρι και την περίμετρο του χώρου κάλυψης.



Για να μπορούμε λοιπόν να έχουμε **ομοιόμορφη** κατανομή του νερού, θα πρέπει οι εκτοξευτήρες να τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να γίνεται **επικάλυψη** των κύκλων διαβροχής.

Έτσι θα εξασφαλίσουμε ίση κατανομή νερού σε όλα τα δοχεία. Η ακριβής χωροθέτηση των εκτοξευτήρων γίνεται ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου που επικρατεί στην περιοχή.

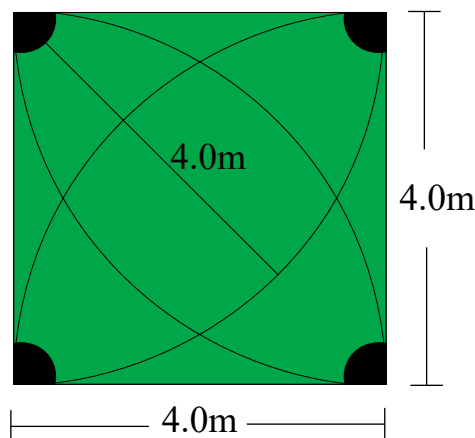
Οι συνηθείς τρόποι διάταξης των εκτοξευτήρων, στην κηποτεχνία, είναι δύο: η **τετραγωνική** και η **τριγωνική διάταξη**.

Στην τετραγωνική διάταξη και με άπνοια, οι εκτοξευτήρες τοποθετούνται στο 50% της διαμέτρου διαβροχής, ενώ για ταχύτητα ανέμου 15 km/h, τοποθετούνται στο 40 - 45% της διαμέτρου διαβροχής (δηλαδή, τοποθετούνται πιο πυκνά).

Στην τριγωνική διάταξη και με άπνοια, οι εκτοξευτήρες τοποθετούνται στο 60% της διαμέτρου διαβροχής τους, ενώ με ταχύτητα ανέμου 15 km/h, τοποθετούνται στο 45 - 50% της διαμέτρου διαβροχής τους.

Η τριγωνική διάταξη είναι πιο αποτελεσματική για άρδευση μεγάλων εκτάσεων ακανόνιστου σχήματος, ενώ η τετραγωνική διάταξη είναι ιδανική για εκτάσεις γεωμετρικών σχημάτων.

Στην εικόνα 17.5. η περιοχή άρδευσης είναι τετράγωνη, με μήκος πλευράς 4 m.

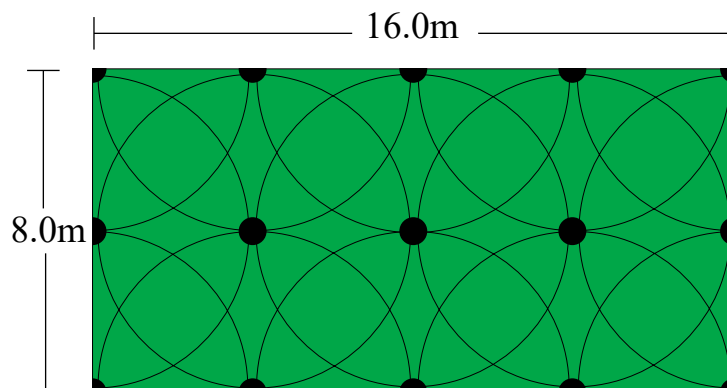


**Εικόνα 17.5**

Τετράγωνη περιοχή άρδευσης.

Στην περίπτωση αυτή, τοποθετούμε εκτοξευτήρες (κατηγορίας μικρής ακτίνας) στις τέσσερις γωνίες της συγκεκριμένης έκτασης, διαβροχής ενός τεταρτημορίου του κύκλου. Με αυτό τον τρόπο χωροθέτησης των εκτοξευτήρων, πετυχαίνουμε τη διατήρηση του νερού μέσα στην περιοχή άρδευσης καθώς και την ομοιόμορφη κατανομή του, διότι έχουμε επικάλυψη των κύκλων διαβροχής των εκτοξευτήρων. Μάλιστα, αν τοποθετήσουμε μέσα στο χώρο άρδευσης δοχεία με τυχαίο τρόπο, θα διαπιστώσουμε ότι μετά το τέλος της άρδευσης θα περιέχουν όλα την ίδια ποσότητα νερού.

Ας υποθέσουμε ότι πρόκειται να αρδύσουμε την έκταση που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Πρόκειται για μια ορθογώνια περιοχή, με μήκος 16 m και πλάτος 8 m.



**Εικόνα 17.6**

Ορθογώνια περιοχή άρδευσης 16 m x 8 m (πρώτη προσέγγιση).

Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούμε εκτοξευτήρες μικρής ακτίνας, κυκλικής, ημικυκλικής και ενός τεταρτημορίου του κύκλου διαβροχής. Με αυτό τον τρόπο πετυχαίνουμε την ομοιόμορφη κατανομή του νερού.

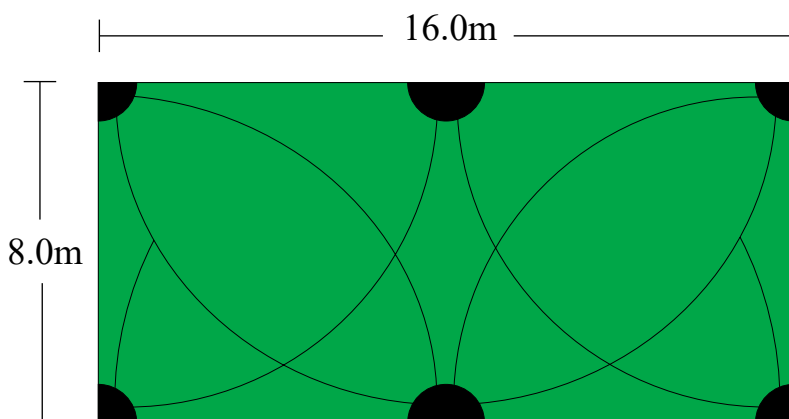
Αναφερόμενοι πάλι στο παράδειγμά μας, παρατηρούμε ότι έχουν χρησιμοποιηθεί 15 υπόγειοι στατικοί αυτοανψούμενοι εκτοξευτήρες (τύπου pop-up) με ακτίνα διαβροχής 4 m. Υπάρχει όμως ένα σημείο, το οποίο δεν έχουμε ακόμα αναφέρει και έχει να κάνει με την **αποδοτικότητα** του αρδευτικού συστήματος σε σχέση με το κόστος του.



Ο αντικειμενικός σκοπός είναι η **επίτευξη της ομοιόμορφης κατανομής** του νερού με όσο το δυνατόν **λιγότερους εκτοξευτήρες**.

Η συγκεκριμένη διάταξη θα ήταν το ίδιο αποδοτική, αν είχαν χρησιμοποιηθεί 6 περιστροφικοί εκτοξευτήρες (μέσης ακτίνας) με ακτίνα διαβροχής 8 m, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

Με τη δεύτερη προσέγγιση είναι πιθανό να έχουμε μείωση του κόστους εγκατάστασης.



**Ε ι κ ό ν α 1 7 . 7**

Ορθογώνια περιοχή άρδευσης 16 m x 8 m (δεύτερη προσέγγιση).

Υπάρχουν όμως περιπτώσεις στις οποίες η σχεδίαση των αρδευτικών συστημάτων θα καθορίζεται από τον παράγοντα **διαθέσιμος χρόνος για άρδευση**. Τότε, προτείνεται η χρήση εκτοξευτήρων που λειτουργούν με μεγαλύτερη πίεση, ψεκάζοντας νερό με γρηγορότερους ρυθμούς.

**Ακτίνα διαβροχής** του εκτοξευτήρα ονομάζουμε την οριζόντια απόσταση από τη βάση του εκτοξευτήρα μέχρι το πιο απομακρυσμένο σημείο που φτάνουν οι σταγόνες του νερού.

**Επιφάνεια διαβροχής** του εκτοξευτήρα ονομάζουμε την επιφάνεια που καλύπτεται με νερό, το οποίο εκτοξεύει ο ίδιος εκτοξευτήρας.

**Γωνία εκτόξευσης** του νερού ονομάζουμε τη γωνία που σχηματίζει το νερό, όταν εξέρχεται από τον εκτοξευτήρα, σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο.

Η βασική (εμπειρική) κατάταξη των εκτοξευτήρων προδιαγράφεται από τις ακτίνες διαβροχής. Έτσι λοιπόν, υπάρχει μια κατηγορία εκτοξευτήρων μικρής ακτίνας (1-5 m), μια άλλη κατηγορία μέσης ακτίνας (4-9 m) και μια τρίτη κατηγορία μεγάλης ακτίνας (7-15 m).

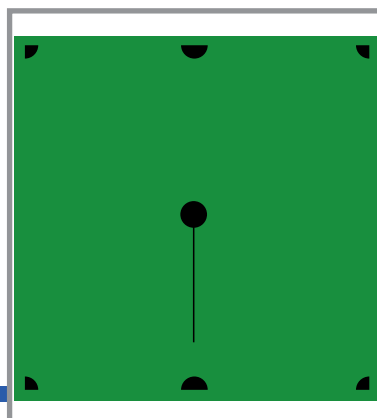
Οι συνηθείς τρόποι διάταξης των εκτοξευτήρων, στην κηποτεχνία, είναι δύο: η **τετραγωνική** και η **τριγωνική διάταξη**.

1. Ποιες πληροφορίες κρίνονται απαραίτητες να συλλεχθούν και να αξιολογηθούν, ώστε να οδηγηθούμε στην επιλογή των κατάλληλων εκτοξευτήρων;
2. Τι καλείται ακτίνα διαβροχής του εκτοξευτήρα;
3. Τι καλείται επιφάνεια διαβροχής του εκτοξευτήρα;
4. Τι καλείται γωνία εκτόξευσης του νερού;
5. Ποιοι είναι οι συνηθισμένοι τρόποι διάταξης των εκτοξευτήρων στην κηποτεχνία;

# 18

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

## ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ Ή ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ









## 18 Ταχύτητα Εφαρμογής ή Ύψος Βροχόπτωσης Ακροφυσίων

Η **ταχύτητα εφαρμογής ή ύψος βροχόπτωσης ακροφυσίων** αναφέρεται σε χιλιοστά (mm) νερού, που πέφτουν σε μια συγκεκριμένη περιοχή ανά ώρα. Αν οι εκτοξευτήρες παρέχουν π.χ. σε έναν κήπο 25 mm νερού σε όλη την έκταση ανά μία ώρα (1 h), τότε λέμε ότι η **ταχύτητα εφαρμογής ή το ύψος βροχόπτωσης** των εκτοξευτήρων είναι 25 mm ανά ώρα.

### 18.1 Πίνακας εξατμισοδιαπνοής φυτών

Τα διάφορα είδη φυτών έχουν διαφορετικές ανάγκες σε νερό, οι οποίες εκφράζονται σε χιλιοστά (mm) νερού ανά εβδομάδα. Οι διαφορετικές απαιτήσεις των φυτών σε νερό φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 18.1**

Ενδεικτικές απαιτήσεις σε νερό από διάφορα είδη φυτών, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Είδος φυτού	Ζήτηση σε νερό ανά εβδομάδα (mm)
Χλοοτάπητες	35-50
Ποώδης βλάστηση	15-25
Θάμνοι	25-40
Δένδρα	25-40
Τριαντάφυλλα	35-50
Ετήσια και πολυετή φυτά	35-50
Λαχανικά	40-50

Ο ρυθμός εξατμισοδιαπνοής μεταβάλλεται ανάλογα με την εποχή, το μικροκλίμα της περιοχής και τον τύπο των εδαφών.

## 18.2 Επιλογή ακροφυσίων

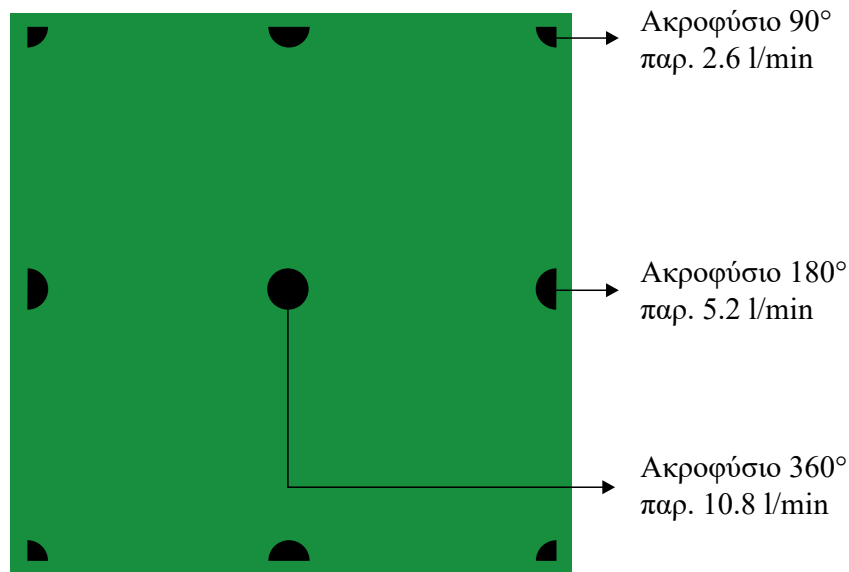
### 18.2.1 Στατικοί εκτοξευτήρες

Μεταξύ ορισμένων ομάδων εκτοξευτήρων υπάρχει το χαρακτηριστικό της **συμβατότητας της διαβροχής**.

Αυτό σημαίνει ότι, αν χρησιμοποιούμε εκτοξευτήρες με ακροφύσια ημικυκλικής κάλυψης, μαζί με ακροφύσια εκτοξευτήρων πλήρους κάλυψης, οι πρώτοι θα αποδίδουν στον ίδιο χρόνο τη μισή ποσότητα νερού που αποδίδουν οι δεύτεροι, αλλά θα έχουν την ίδια ταχύτητα εφαρμογής.

Κάνοντας χρήση του πίνακα αποδόσεων των ακροφυσίων του εκτοξευτήρα της εικόνας 5.1, που μας δίνει την ταχύτητα εφαρμογής, βλέπουμε ότι το ακροφύσιο κάλυψης  $\frac{1}{4}$  του κύκλου, της σειράς 10 σε πίεση  $1,5 \text{ kg/cm}^2$ , απαιτεί  $10,8 \text{ l/min}$ , για να αποδώσει νερό με ταχύτητα εφαρμογής  $36,8 \text{ mm/h}$  σε τετραγωνική διάταξη, ενώ ένα ακροφύσιο ημικυκλικής κάλυψης, της ίδιας ομάδας, στην ίδια πίεση απαιτεί  $5,2 \text{ l/min}$ , για να αποδώσει την ίδια ταχύτητα εφαρμογής ( $36,6 \text{ mm/h}$ ).

Οι εκτοξευτήρες με ακροφύσια ημικυκλικής κάλυψης καλύπτουν τη μισή έκταση από ό,τι οι εκτοξευτήρες με ακροφύσια πλήρους κυκλικής κάλυψης. Αυτό το χαρακτηριστικό της συμβατότητας της διαβροχής μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε ακροφύσια της **ίδιας ομάδας** με κυκλική, ημικυκλική ή τεταρτημοριακή κάλυψη, σε εκτοξευτήρες της **ίδιας κατηγορίας** και να έχουμε ομοιόμορφη κατανομή του νερού σε όλα τα τμήματα της αρδευόμενης επιφάνειας (εικόνα 18.1.). Όπως έχουμε αναφέρει, κάθε τύπος εκτοξευτήρα συνοδεύεται και από πίνακα με ομάδες ακροφυσίων. Το κοινό χαρακτηριστικό των ομάδων είναι η ταχύτητα εφαρμογής.



Εικόνα 18.1

Τα ακροφύσια της ίδιας σειράς-ομάδας αποδίδουν παροχές ανάλογες του κυκλικού τομέα που αρδεύουν.

## 18.2.2 Περιστροφικοί εκτοξευτήρες

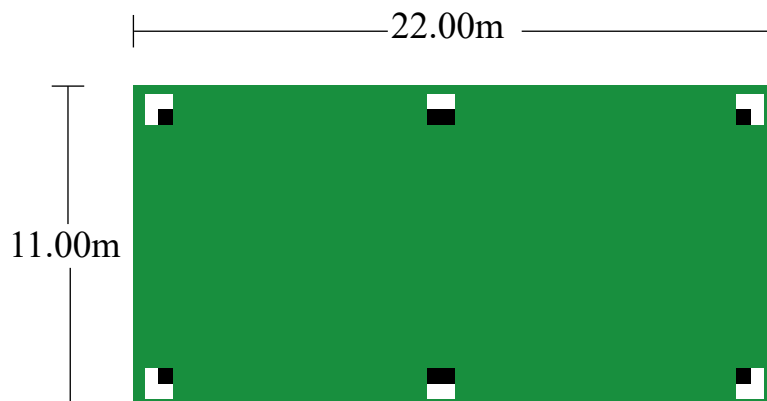
Οι περιστροφικοί εκτοξευτήρες (κρουστικοί και γριναζωτοί) συνοδεύονται από μια σειρά ακροφυσίων, κωδικοποιημένων με νούμερα ή με χρώματα. Καθένα από αυτά τα ακροφύσια **απαιτεί** διαφορετική παροχή νερού.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε δύο γριναζωτούς εκτοξευτήρες, στους οποίους έχουμε τοποθετήσει το ίδιο ακριβώς ακροφύσιο. Από αυτούς, ο ένας έχει ρυθμιστεί να διαγράφει (αρδεύει) ένα τεταρτημόριο του κύκλου ( $90^\circ$ ) και ο άλλος έχει ρυθμιστεί να διαγράφει (αρδεύει) επιφάνεια μισού κύκλου ( $180^\circ$ ). Αν τους ενεργοποιήσουμε ώστε να λειτουργούν και οι δυο ταυτόχρονα, μέσα στον ίδιο χρόνο ( $30'$ ), ο πρώτος θα καλύψει τις  $90^\circ$  και θα επιστρέψει, άρα θα έχει αρδεύσει την ίδια επιφάνεια **δύο** φορές, ενώ ο δεύτερος εκτοξευτήρας θα έχει καλύψει τις  $180^\circ$ , άρα θα έχει αρδεύσει το κάθε σημείο της επιφάνειας που αρδεύει, μόνο **μία** φορά.

Βλέπουμε λοιπόν ότι, αν αφήσουμε αυτή τη διάταξη εκτοξευτήρων να αρδεύει για  $20'$ , θα υπάρχουν στην αρδευόμενη επιφάνεια χώροι με μεγάλο έλλειμμα νερού. Αν όμως θέλουμε οι δυο εκτοξευτήρες να λειτουργούν **μαζί**, τότε η απαιτούμενη παροχή στο ακροφύσιο του δεύτερου εκτοξευτήρα πρέπει να είναι η **διπλάσια** από τον πρώτο, για να καλύψει το έλλειμμα που προκύπτει, ειδικά ο δεύτερος εκτοξευτήρας πρέπει να λειτουργήσει για διπλάσιο χρόνο από τον πρώτο.



Τα **ακροφύσια** των περιστροφικών εκτοξευτήρων **επιλέγονται** ανάλογα με την παροχή λειτουργίας τους, **ώστε να εξισορροπούν** και να **ικανοποιούν** την απαιτούμενη **ταχύτητα εφαρμογής του νερού** σε μια αρδευτική ζώνη.




Ε ι κ ό ν α 1 8 . 2

Διάταξη περιστροφικών εκτοξευτήρων για την άρδευση χλοοτάπητα επιφάνειας πλάτους 11m και μήκους 22m.

Ας εφαρμόσουμε λοιπόν τα παραπάνω στο χλοοτάπητα της εικόνας 18.2. Χρησιμοποιώντας τον εκτοξευτήρα μεγάλων αποστάσεων της εικόνας 17.3. (με ακτίνα περίπου 10 μέτρα), θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε ακροφύσια με κωδικό # 1, για κάλυψη τεταρτημορίου, ακροφύσια με κωδικό # 2, για ημικυκλική κάλυψη και ακροφύσια με κωδικό # 4, για πλήρη κυκλική κάλυψη.

Ο πίνακας αποδόσεων αυτής της εικόνας δείχνει ότι το ακροφύσιο με κωδικό # 1, με μια τιμή πίεσης  $2,72 \text{ Atm}$ , απαιτεί  $295 \text{ l/h}$  νερού, ενώ το ακροφύσιο με κωδικό # 2 απαιτεί  $567 \text{ l/h}$  και το ακροφύσιο με κωδικό # 4 απαιτεί  $1.021 \text{ l/h}$ .

Αυτός ο τρόπος επιλογής ακροφυσίων των περιστροφικών εκτοξευτήρων, που βασίζεται στην παροχή, θα εξισορροπήσει τις ταχύτητες εφαρμογής σε μια ζώνη του αρδευτικού δικτύου.

 **Δεν πρέπει να χρησιμοποιούμε μαζί εκτοξευτήρες διαφορετικών κατηγοριών.**

Για παράδειγμα, δεν πρέπει να αναμείξουμε **ποτέ** στην ίδια ζώνη, περιστροφικούς εκτοξευτήρες με στατικούς εκτοξευτήρες, διότι έχουν πολύ διαφορετικές ταχύτητες εφαρμογής. Συγκεκριμένα, οι στατικοί εκτοξευτήρες έχουν ταχύτητες εφαρμογής που κυμαίνονται από 25 mm/h - 50 mm/h, ενώ οι περιστροφικοί εκτοξευτήρες έχουν ταχύτητες εφαρμογής που κυμαίνονται από 2 mm/h - 35 mm/h.

Η ανάμειξη διαφορετικών τύπων εκτοξευτήρων έχει ως αποτέλεσμα την ανομοιόμορφη κατανομή του νερού.

### 18.3 Υπολογισμός ταχύτητας εφαρμογής

Γνωρίζουμε ότι ένας εκτοξευτήρας απαιτεί μια συγκεκριμένη ποσότητα νερού ανά λεπτό (l/min). Για να συσχετίσουμε αυτή την τιμή με την ποσότητα του νερού που χρειάζονται τα φυτά (mm / εβδομάδα), πρέπει να εφαρμόσουμε έναν απλό τύπο, ο οποίος υπολογίζει την ταχύτητα εφαρμογής των εκτοξευτήρων (mm / h):

Η συνολική τιμή της παροχής των εκτοξευτήρων προκύπτει **προσθέτοντας** τις τιμές παροχής (l/min) όλων των εκτοξευτήρων της αρδευόμενης ζώνης, συμπεριλαμβανομένων των διατάξεων πλήρους κυκλικής κάλυψης, ημικυκλικής κάλυψης, κάλυψης ενός τεταρτημορίου του κύκλου ή άλλων τομέων κάλυψης.

Μετατρέπουμε τα l/min σε l/h (1 l/min = 60 l/h). Έτσι, σε κάθε έκταση χρησιμοποιούμε τη μαθηματική σταθερά 60 και την πολλαπλασιάζουμε με την παροχή όλων των εκτοξευτήρων της αρδευόμενης έκτασης (εφόσον οι παροχές μας δίνονται σε l/min). Διαιρούμε αυτή την τιμή με το εμβαδόν (m<sup>2</sup>) της αρδευόμενης έκτασης.

$$\text{Ταχύτητα εφαρμογής (mm / h)} = \frac{\text{Συνολική παροχή εκτοξευτήρων (l / h)}}{\text{Βρεχόμενη επιφάνεια (m}^2\text{)}}$$

όπου: 1 l/m<sup>2</sup> = 1 mm νερού. Επίσης

$$\text{Ταχύτητα εφαρμογής (mm / h)} = \frac{\text{Συνολική παροχή εκτοξευτήρων (l / h)} \times 60 \text{ (min / h)}}{\text{Βρεχόμενη επιφάνεια (m}^2\text{)}}$$

Ας εφαρμόσουμε τον τύπο αυτό για τον κήπο της εικόνας 18.2, αφού λάβουμε υπόψη ότι έχουμε στη διάθεσή μας τον εκτοξευτήρα της εικόνας 17.2. Βρίσκουμε λοιπόν από τον πίνακα ότι σε πίεση 2,0 Bar το ακροφύσιο Νο 3 απαιτεί παροχή 9,6 l/min και το ακροφύσιο Νο 15 απαιτεί παροχή 4,4 l/min.

$$\frac{60 \times [(4 \text{ εκτοξευτήρες} \times 4,4 \text{ l/min}) + (2 \text{ εκτοξευτήρες} \times 9,6 \text{ l/min})]}{(11 \times 22) \text{ m}^2} = \frac{2208}{242} = 9,12 \text{ mm / h}$$

## 18.4 Απαιτούμενος εβδομαδιαίος χρόνος άρδευσης

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προέκυψε ότι οι περιστροφικοί εκτοξευτήρες που χρησιμοποιούμε εφαρμόζουν 9,12 mm νερού ανά ώρα. Από τον πίνακα με τις ενδεικτικές απαιτήσεις των φυτών για νερό (Πίνακας 18.1), παρατηρούμε ότι οι χλοοτάπητες απαιτούν 50 mm νερού (περίπου) την εβδομάδα προκειμένου να αναπτυχθούν.

Το ερώτημα είναι πόσο συχνά (συχνότητα) και με ποια διάρκεια θα πρέπει να βάζουμε σε λειτουργία το αρδευτικό δίκτυο, ώστε να έχουμε ικανοποιητική άρδευση.

### Παράδειγμα

Θα μετατρέψουμε την ταχύτητα εφαρμογής 9,12 mm/h των εκτοξευτήρων σε εβδομαδιαίο ρυθμό άρδευσης:

1. Μετατρέπουμε την ταχύτητα εφαρμογής από mm νερού ανά ώρα, σε mm νερού ανά λεπτό:

$$\frac{9,12 \text{ mm} / \text{h}}{60 \text{ min} / \text{h}} = 0,15 \text{ mm} / \text{min}$$

2. Διαιρούμε την εβδομαδιαία απαίτηση του χλοοτάπητα σε νερό με την ταχύτητα εφαρμογής:

$$\frac{50 \text{ mm απαιτούμενο νερό ανά εβδομάδα}}{0,15 \text{ mm} / \text{min}} = 333 \text{ min} / \text{εβδομάδα}$$

Αυτή είναι η απαιτούμενη χρονική περίοδος εβδομαδιαίας λειτουργίας των εκτοξευτήρων, για παροχή νερού ύψους 50 mm, ανά εβδομάδα.

## 18.5 Πρόγραμμα άρδευσης

Αφού τώρα έχουμε υπολογίσει την απαιτούμενη χρονική περίοδο **εβδομαδιαίας** λειτουργίας των εκτοξευτήρων, θα πρέπει να θέσουμε σε λειτουργία το αρδευτικό δίκτυο.



Ένας σημαντικός κανόνας άρδευσης είναι αυτός που υπαγορεύει ότι πρέπει να **αρδύουμε σε βάθος και για πολλή ώρα**.

Με αυτό τον τρόπο οι ρίζες των φυτών κατευθύνονται σε βαθύτερα στρώματα του εδάφους ακολουθώντας το νερό. Έτσι, σε περιόδους ξηρασίας ή κακής λειτουργίας του αρδευτικού δικτύου, τα φυτά θα μπορέσουν να βρουν το απαιτούμενο νερό και να επιβιώσουν.

Αντίθετα, αν αρδύουμε σε τακτά χρονικά διαστήματα και για ελάχιστη ώρα, οι ρίζες των φυτών θα αναπτυχθούν επιφανειακά, εκεί όπου συγκεντρώνεται το νερό. Σε περιόδους ξηρασίας ή βλάβης του αρδευτικού δικτύου, οι ρίζες των φυτών δε θα μπορούν να προμηθευτούν το νερό που βρίσκεται βαθύτερα και τα φυτά θα αντιμετωπίσουν σοβαρό πρόβλημα.

Αυτό όμως που καθορίζει τη διάρκεια άρδευσης είναι ο τύπος κάθε εδάφους σε συνδυασμό με το ρυθμό απορρόφησης νερού που έχει και το βάθος των ριζών. Όταν αρδύουμε **αργιλώδη** εδάφη, είμαστε αναγκασμένοι να εφαρμόσουμε νερό για λίγη ώρα και με μικρή παροχή, εξαιτίας

της μικρής ικανότητας απορρόφησης νερού που έχουν. Θα πρέπει λοιπόν να γνωρίζουμε το ρυθμό διήθησης. Δηλαδή, την ταχύτητα με την οποία το έδαφος μπορεί να απορροφήσει το νερό (mm/h).<sup>1</sup>

Μερικές τιμές τελικής διήθησης για διάφορα εδάφη αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 18.2**

Ρυθμοί τελικής διήθησης διάφορων τύπων εδαφών.

Τύπος εδάφους	Τελική ταχύτητα διήθησης
Αμμοπηλώδες	40 mm/h
Ιλοσηλώδες	25 mm/h
Αργιλώδες	5 mm/h

Παρατηρούμε λοιπόν ότι τα αμμώδη εδάφη απορροφούν νερό γρηγορότερα από ό,τι τα αργιλώδη εδάφη.

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, εφαρμόζουμε άρδευση σε αργιλώδες έδαφος που έχει τελική ταχύτητα διήθησης περίπου 5 χιλιοστά νερού ανά ώρα (mm/h). Γνωρίζουμε, επίσης, ότι ο εκτοξευτήρας αποδίδει, λειτουργεί με ταχύτητα εφαρμογής νερού 9,12 mm/h. Αν διαιρέσουμε το ρυθμό διήθησης με την ταχύτητα εφαρμογής, θα έχουμε:

$$\frac{5 \text{ mm / h}}{9,12 \text{ mm / h}} = 32,3 \text{ ή } 33 \text{ λεπτά}$$

Ο χρόνος των 33 λεπτών από το συγκεκριμένο παράδειγμα είναι οριακός. Αν το πηλίκο αυτό βρισκόταν σε τιμές μεγαλύτερες των 35 λεπτών, θα έπρεπε να χρησιμοποιήσουμε εκτοξευτήρες με ταχύτητες εφαρμογής **μικρότερες** από τις ταχύτητες διήθησης του νερού.

Αν τώρα διαιρέσουμε τα 333 λεπτά, που χρειάζεται να λειτουργήσουν οι εκτοξευτήρες για να εφαρμόσουν 50 mm νερού την εβδομάδα στο χλοοτάπητα, με μέγιστο χρόνο άρδευσης το **όριο** των 33 λεπτών, θα έχουμε:

$$333 \text{ λεπτά} / 33 \text{ λεπτά} = 10,09 \approx 10$$

Παρατηρούμε ότι οι εκτοξευτήρες θα πρέπει να λειτουργήσουν δέκα φορές την εβδομάδα, για 33 λεπτά κάθε φορά, για να εφαρμόσουν 50 mm νερού σε αργιλώδη εδάφη, τα οποία έχουν ρυθμό διήθησης 5 mm ανά ώρα.

1. Στην αρχή της εφαρμογής της άρδευσης η ταχύτητα αυτή είναι πολύ μεγάλη και σταδιακά μειώνεται μέχρι να φτάσει μια τελική τιμή, που ονομάζεται τελική ή βασική ικανότητα διήθησης. Για χρόνους μικρότερους της μισής ώρας (30'), μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ταχύτητες εφαρμογής εκτοξευτήρα μεγαλύτερες των τελικών διηθήσεων που δίνονται στον πίνακα 18.2. Για χρόνους μεγαλύτερους των 30', η **ταχύτητα εφαρμογής** του εκτοξευτήρα πρέπει να είναι **μικρότερη** από την **ταχύτητα διήθησης** του νερού στο έδαφος.

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Η **ταχύτητα εφαρμογής ή ύψος βροχόπτωσης ακροφυσίων** αναφέρεται σε χιλιοστά (mm) νερού, που πέφτουν σε μια συγκεκριμένη περιοχή, ανά ώρα.

Μεταξύ ορισμένων ομάδων εκτοξευτήρων υπάρχει το χαρακτηριστικό της **συμβατότητας της διαβροχής**. Αυτό σημαίνει ότι, αν χρησιμοποιούμε εκτοξευτήρες με ακροφύσια ημικυκλικής κάλυψης, μαζί με ακροφύσια εκτοξευτήρων πλήρους κάλυψης, οι πρώτοι θα αποδίδουν στον **ίδιο χρόνο τη μισή ποσότητα** νερού από αυτή που αποδίδουν οι δεύτεροι, αλλά θα έχουν την ίδια ταχύτητα εφαρμογής.

Τα ακροφύσια των περιστροφικών εκτοξευτήρων επιλέγονται ανάλογα με την παροχή λειτουργίας τους, ώστε να εξισορροπούν και να ικανοποιούν την απαιτούμενη ταχύτητα εφαρμογής μιας αρδευτικής ζώνης.

Ένας σημαντικός κανόνας άρδευσης είναι αυτός που υπαγορεύει ότι θα πρέπει να **αρδεύουμε σε βάθος και για πολλή ώρα**.

Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Τι είναι ταχύτητα εφαρμογής ή ύψος βροχόπτωσης ακροφυσίων;
2. Ποιος είναι ο τύπος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ταχύτητας εφαρμογής;
3. Πώς υπολογίζεται ο απαιτούμενος εβδομαδιαίος χρόνος άρδευσης;
4. Τι πρέπει να έχουμε υπόψη μας, ώστε να εξάγουμε ένα κατάλληλο πρόγραμμα άρδευσης;
5. Τι σημαίνει συμβατότητα της διαβροχής μεταξύ των ακροφυσίων;





# 19

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

## **ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΕ ΑΡΔΕΥΤΙΚΕΣ ΣΤΑΣΕΙΣ**







## 19 Διαχωρισμός Δικτύου σε Αρδευτικές Στάσεις

### 19.1 Διαχωρισμός τομέων άρδευσης με βάση τις ανάγκες των φυτών και το έδαφος

Ένα αρδευτικό δίκτυο, για να είναι αποτελεσματικό, πρέπει να έχει σωστή διαμόρφωση των ζωνών άρδευσης. Μετά την ολοκλήρωση του τρόπου διάταξης των εκτοξευτήρων, το επόμενο βήμα της σχεδιαστικής διαδικασίας είναι ο προσδιορισμός του μεγέθους της **έκτασης**, που πρόκειται να εξυπηρετηθεί από κάθε ζώνη του αρδευτικού δικτύου, της ιδανικής **θέσης** των ηλεκτροβανών και της κατάλληλης **διάταξης** των σωληνώσεων. Αυτά τα στάδια είναι ζωτικής σημασίας όσον αφορά τον έλεγχο του κόστους και την απόδοση του αρδευτικού δικτύου.

☞ Μια από τις πρώτες ενέργειες που πρέπει να κάνουμε, όταν **σχεδιάζουμε** ένα αρδευτικό δίκτυο, είναι να ελέγξουμε την τοποθεσία και να τη διαιρέσουμε σε τομείς, που έχουν **παρόμοιες ανάγκες άρδευσης των φυτών, ίδιους ρυθμούς εδαφικής απορρόφησης του νερού, παρόμοιες συνθήκες σκίασης και κλίσης.**

Η λίστα που ακολουθεί είναι ενδεικτική και αποτελείται από φυτικά σύνολα, που έχουν διαφορετικές ανάγκες σε νερό.

- Χλοοτάπητας σε επίπεδη θέση ή πλαγιά.
- Χλοοτάπητας σε μόνιμη σκιά ή ήλιο.
- Χλοοτάπητας σε αργιλώδες έδαφος.
- Θάμνοι.
- Θάμνοι κάτω από δένδρα.
- Θάμνοι σε αμμοπηλώδες έδαφος.
- Συστάδα θάμνων σε απότομη πλαγιά.
- Σειρά ή ομάδα δένδρων.
- Εποχικά φυτά.

Οι πιο πάνω συνολικές ανάγκες σε νερό ενός κήπου επηρεάζονται από τους ακόλουθους τέσσερις παράγοντες:

1. το είδος των φυτών,
2. τη θέση τους στον ήλιο ή στη σκιά,
3. τον τύπο και την κλίση του εδάφους,
4. την απόσταση που έχουν από παρακείμενα δένδρα.

Αναλυτικότερα:

### 1. Το είδος του φυτού

Μερικά φυτά απαιτούν πάνω από 50 mm νερού την εβδομάδα και κάποια άλλα φυτά απαιτούν 10 mm νερού την εβδομάδα (Βλέπε τον πίνακα 18.1 του προηγούμενου κεφαλαίου), μέσα στην ίδια αρδευτική περίοδο.

### 2. Ήλιος ή σκιά

Τα φυτά παίρνουν νερό από τις ρίζες τους, το χρησιμοποιούν και μετά το απελευθερώνουν μέσα από τα κύτταρα των φύλλων τους (διαπνοή). Τα φυτά που βρίσκονται στον ήλιο αποβάλλουν περισσότερο νερό για να παραμένουν δροσερά, επομένως χρησιμοποιούν περισσότερο νερό.

Παρόμοια, το νερό εξατμίζεται πιο γρήγορα από εδάφη που βρίσκονται σε συνεχή έκθεση στον ήλιο από ό,τι από εδάφη στη σκιά. Αυτός είναι και ένας από τους λόγους, για τον οποίο οι κηποτέχνες πρέπει να αναπτύξουν καλές συνθήκες για την προστασία των ριζών των φυτών, τοποθετώντας φυτικές επιστρώσεις πάνω στο γυμνό έδαφος. Η συγκεκριμένη τεχνική καθυστερεί την εξάτμιση του νερού από το έδαφος. Αντίθετα, το φυτό που βρίσκεται στη σκιά δε χρειάζεται να αποβάλλει τόσο πολύ νερό. Θα πρέπει όμως να γνωρίζουμε ότι κάποια φυτά που είναι ανθεκτικά στη σκιά έχουν προσαρμοστεί στην αυξημένη υγρασία που τους παρέχεται στο σκιερό περιβάλλον και χρειάζονται μέτριες ποσότητες νερού, για να επιβιώσουν. Αυτά τα φυτά τείνουν να έχουν μεγαλύτερα και πιο παχιά φύλλα, που είναι κατάλληλα για τη δέσμευση, όσο το δυνατόν, περισσότερου φωτός, ώστε να παράγουν τροφή μέσω της φωτοσύνθεσης. Η παρουσία και η ανάπτυξη κάποιων φυτών σε συνθήκες σκιάς, δε σημαίνει απαραίτητα ότι χρειάζονται λιγότερο νερό από εκείνα που βρίσκονται στον ήλιο.

### 3. Απόσταση από δένδρα ή ρίζες δένδρων

Οι ρίζες των δένδρων κατευθύνονται εκεί όπου υπάρχει νερό. Για να αρδευτούν επαρκώς νεοφυτευμένα φυτά, που αρέσκονται στη σκιά και βρίσκονται κοντά ή ανάμεσα σε ρίζες δένδρων, πρέπει να ικανοποιηθούν οι ανάγκες σε νερό και των προϋπαρχόντων δένδρων και των νέων φυτών, πράγμα που μπορεί να σημαίνει ότι απαιτείται περισσότερο νερό από τις συνήθεις ανάγκες.

### 4. Ρυθμοί απορρόφησης νερού από το έδαφος

Υπάρχουν δύο παράμετροι που επηρεάζουν την ικανότητα του εδάφους στην απορρόφηση του νερού. Είναι ο τύπος του εδάφους και η κλίση του. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι ρυθμοί τελικής διήθησης του νερού, σε σχέση με τις δύο αυτές παραμέτρους.

Πίνακας 19.1

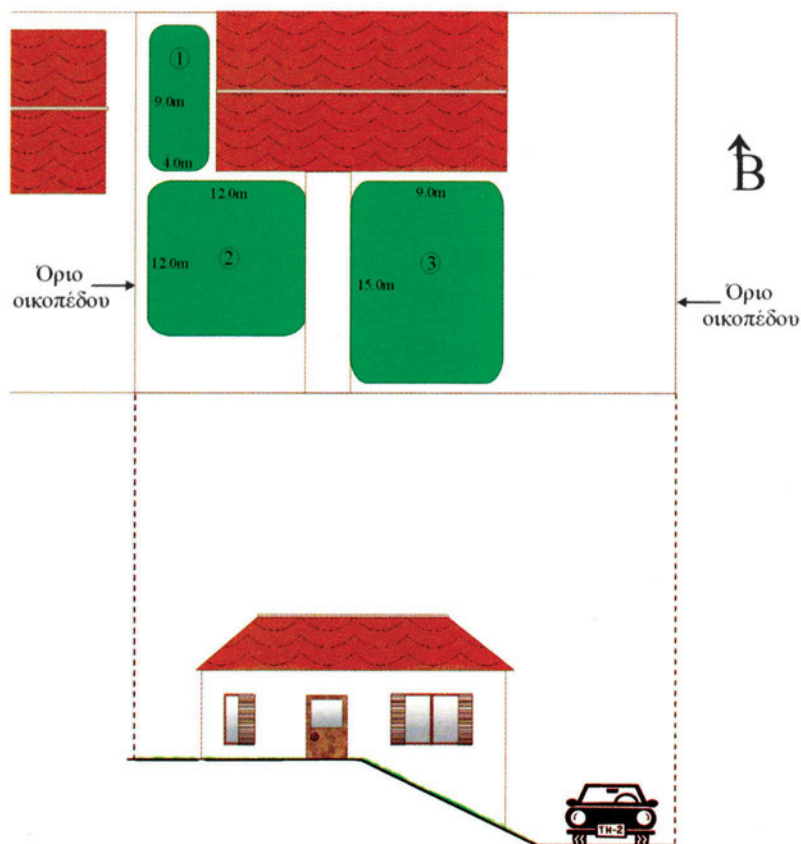
Ρυθμοί τελικής διήθησης νερού διάφορων τύπων εδαφών σε διάφορες κλίσεις.

Τύπος εδάφους	0% κλίση	10% κλίση
Αμμοπηλώδες	40 mm/h	25 mm/h
Ιλυοπηλώδες	25 mm/h	15 mm/h
Αργιλώδες	5 mm/h	3 mm/h

Σε περιοχές επίπεδες το νερό μπορεί να απορροφηθεί από το έδαφος χωρίς να απορρέει. Το νερό σε κεκλιμένες περιοχές δεν έχει τις ίδιες πιθανότητες να απορροφηθεί. Ο πίνακας 19.1, δείχνει τους **μέγιστους** ρυθμούς εφαρμογής νερού σε διάφορα εδάφη, για επίπεδες (κλίση 0%) και κεκλιμένες περιοχές (κλίση 10%). Από τον πίνακα αυτό διαπιστώνουμε ότι οι ρυθμοί εφαρμογής νερού σε κλίση 10% είναι σχεδόν οι μισοί από εκείνους για τις επίπεδες περιοχές, και αυτό διότι υπάρχουν εξάρσεις στην επιφάνεια του εδάφους, που συγκρατούν μικροποσότητες νερού.

### Παράδειγμα

Θα εξετάσουμε το σχέδιο που δείχνει η εικόνα 19.1.



Εικόνα 19.1

Όψη και κάτοψη οικοπέδου με οικία.

Το σχέδιο αυτό περιλαμβάνει ένα σπίτι ισόγειο, με ένα γκαράζ στο επίπεδο του υπογείου. Το σπίτι περιβάλλεται από χλοοτάπητα, που μπορεί να χωρισθεί σε τρεις ξεχωριστές περιοχές, ανάλογα με τον **τύπο** του εδάφους, την **κλίση** και τις συνθήκες **ήλιου - σκιάς**.

Η μόνη περιοχή που δεν έχει ήλιο όλη την ημέρα είναι η περιοχή στη βορειοδυτική γωνία που γειτνιάζει με το διπλανό οικόπεδο. Αυτή η περιοχή είναι στη σκιά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας. Το έδαφος είναι **αμμοπηλώδες** με ρυθμό απορρόφησης νερού 45 mm/ώρα.

Στην εμπρόσθια πλευρά, υπάρχει ένα **μεγάλο πρανές** με κλίση 35%. Κατά τη διάρκεια των εργασιών οικοδόμησης, ο κατασκευαστής υποχρεώθηκε να αφαιρέσει τμήμα του προϋπάρχοντος εδάφους, προκειμένου να δημιουργήσει δρόμο για πρόσβαση στο γκαράζ που είναι στο επίπεδο του υπογείου, και ως εκ τούτου να αναδείξει ένα **αργιλώδες** έδαφος, το οποίο έχει ένα χαμηλό ρυθμό απορρόφησης της τάξης των 5 mm/ώρα.

Βασιζόμενοι σε αυτές τις πληροφορίες, μπορούμε να ορίσουμε τρεις ξεχωριστούς τομείς άρδευσης:

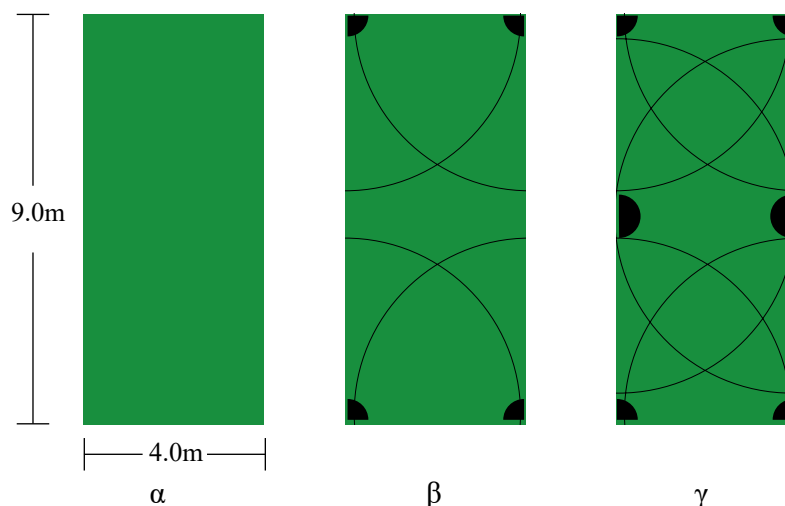
1. Η **πλευρική περιοχή** του σπιτιού είναι σε **μόνιμη σκιά**. Αποτελείται από **αμμοπηλώδη** εδάφη **χωρίς κλίση** και η φυτική κάλυψη είναι **χλοοτάπητας**.
2. Το **εμπρόσθιο τμήμα** εκτίθεται στον **ήλιο** όλη την ημέρα. Το έδαφος είναι **αμμοπηλώδες χωρίς κλίση** και η φυτική κάλυψη είναι **χλοοτάπητας**.
3. Η **περιοχή με κλίση 35%** που βρίσκεται προς το δρόμο του γκαράζ. Το έδαφος είναι **αργιλώδες** και η φυτική κάλυψη είναι **χλοοτάπητας**.

### 19.1.1 Επιλογή εκτοξευτήρων για τον τομέα 1

Όταν επιλέγουμε έναν εκτοξευτήρα, μας ενδιαφέρουν τα εξής:

1. Η ανταπόκριση της **ακτίνας** και της **ταχύτητας εφαρμογής** του εκτοξευτήρα τόσο στις **διαστάσεις** του χώρου, όσο και στις **εδαφικές απαιτήσεις**.
2. Η μείωση του **κόστους** της εγκατάστασης.

Η συγκεκριμένη περιοχή είναι επίπεδη, διαστάσεων 4,0 m x 9,0 m. Θέλουμε έναν εκτοξευτήρα με ακτίνα διαβροχής 4,0 m, για να εξυπηρετεί τις συγκεκριμένες διαστάσεις.



Εικόνα 19.2

α. Κάτοψη τομέα 1, β. Τοποθέτηση γωνιακών εκτοξευτήρων, γ. Τοποθέτηση εκτοξευτήρων για πλήρη κάλυψη.

Εκτός όμως από το ότι ο εκτοξευτήρας πρέπει να καλύπτει τη συγκεκριμένη έκταση, θα πρέπει να ικανοποιεί ως προς την ταχύτητα εφαρμογής και το συγκεκριμένο τύπο εδάφους (αμμοπηλώδες έδαφος με ρυθμό απορρόφησης νερού περίπου 43 mm / ώρα, χωρίς κλίση).

Από τον πίνακα αποδόσεων που συνοδεύει τον εκτοξευτήρα της εικόνας 5.1 **σημειώνουμε** τις προδιαγραφές για τα ακροφύσια. Γνωρίζουμε ότι η ακτίνα είναι προσαρμόσιμη με **μέγιστο** ποσοστό 25%, επομένως η ακτίνα διαβροχής μπορεί να προσαρμοστεί σε ένα χώρο με ακρίβεια. Η ακτίνα διαβροχής ρυθμίζεται με ένα ρυθμιστή (βίδα) στην κορυφή του ακροφύσιου, όπως φαίνεται στην εικόνα 19.3.

Έτσι, μπορούμε να καθορίσουμε ότι η άρδευση θα γίνεται **μόνο** στην περιοχή που στοχεύουμε, χωρίς να πέφτει νερό στο γειτονικό οικόπεδο και τους τοίχους.



**Εικόνα  
19.3**

Ρύθμιση ακτίνας διαβροχής σε υπόγειο αυτοανυψούμενο εκτοξευτήρα.

Μελετώντας τον πίνακα αποδόσεων των ακροφυσίων της σειράς 15 της εικόνας 5.1, βλέπουμε ότι σε πίεση 2 kg/cm<sup>2</sup> η ακτίνα διαβροχής είναι 4,6 m.

Γνωρίζοντας ότι αυτό το ακροφύσιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επιφάνεια άρδευσής μας, τοποθετούμε ακροφύσια με κάλυψη ενός τεταρτημορίου του κύκλου στις τέσσερις γωνίες, όπως φαίνεται στην εικόνα 19.2.β.

Με τη βοήθεια ενός διαβήτη και με κέντρο του κάθε γωνιακό εκτοξευτήρα γράφουμε τεταρτοκύκλιο με ακτίνα 4,0 m, γνωρίζοντας ότι μπορούμε να προσαρμόσουμε το ακροφύσιο έτσι ώστε να λειτουργεί σωστά (4,6 m ± 25%). Ελέγχουμε το μήκος της περιοχής που πρόκειται να αρδευτεί και τοποθετούμε τα ακροφύσια των 4,6 m στο κέντρο της πλευράς των 9 m.

Για να εξασφαλίσουμε την **ομοιομορφία** της άρδευσης, τοποθετούμε στο κέντρο της άλλης πλευράς των 9,0 m άλλον ένα εκτοξευτήρα με ίδιο ακροφύσιο. Με αυτή την χωροθέτηση των εκτοξευτήρων και με τα συγκεκριμένα ακροφύσια εξασφαλίζουμε τη σωστή άρδευση του συγκεκριμένου χώρου.

Επειδή ο χώρος αυτός βρίσκεται σε **συνεχή σκιά**, η χρονική διάρκεια κάθε άρδευσης θα είναι **μικρότερη** από ό,τι αν ο χώρος αυτός βρισκόταν σε πλήρη ηλιοφάνεια.

## 19.1.2 Επιλογή εκτοξευτήρων για τον τομέα 2

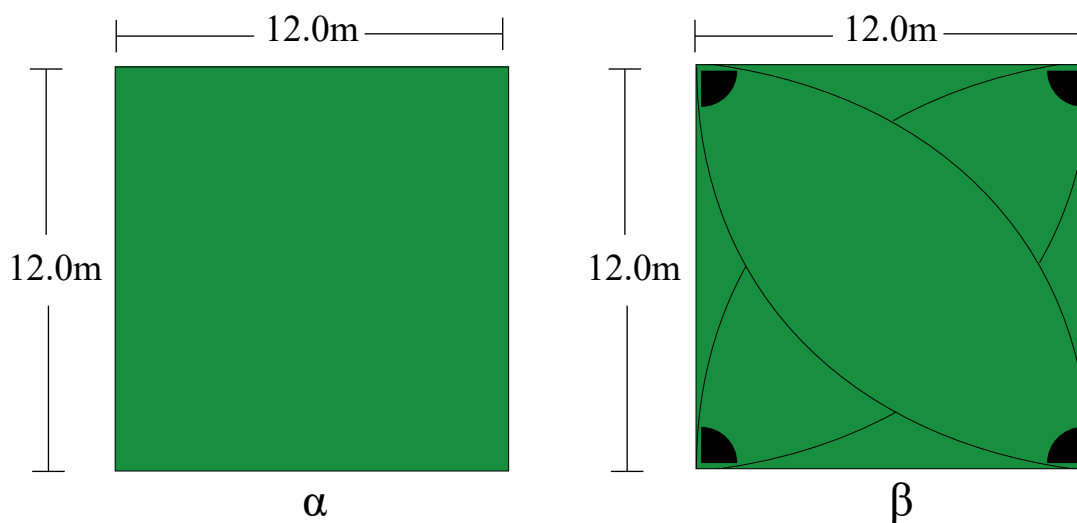
Η περιοχή είναι επίπεδη, καλυμμένη με χλοοτάπητα, εκτεθειμένη στον ήλιο όλη την ημέρα και αποτελείται από αμμοπηλώδες έδαφος, το οποίο απορροφά νερό με γρήγορους ρυθμούς. Η συγκεκριμένη έκταση έχει διαστάσεις 12 m x 12 m, επομένως επιζητούμε έναν εκτοξευτήρα μεγάλων αποστάσεων, με ακτίνα διαβροχής 12 m.

Στην εικόνα 19.4 παρατηρούμε ότι θα μπορούσαμε να τοποθετήσουμε έναν εκτοξευτήρα μεγάλων αποστάσεων, με κάλυψη τεταρτημορίου του κύκλου, σε κάθε γωνία, και να επιτύχουμε μια ομοιόμορφη κάλυψη.

Κοιτάζοντας πίσω στην εικόνα 17.2 και στον πίνακα αποδόσεων, παρατηρούμε ότι ο συγκεκριμένος γραναζωτός εκτοξευτήρας, που έχει ακτίνα διαβροχής 12 m, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη συγκεκριμένη περίπτωση. Γι' αυτό τον εκτοξευτήρα έχουμε τη δυνατότητα επιλογής οκτώ ακροφυσίων.

Εάν πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε ακροφύσια, με κάλυψη ημικυκλίου και ενός τεταρτημορίου του κύκλου, μαζί στην ίδια αρδευτική περιοχή, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε το ακροφύσιο Νο 2 (για το τεταρτημόριο) μαζί με το ακροφύσιο Νο 4,5 (για το ημικύκλιο), ώστε να έχουμε ομοιόμορφη κατανομή του νερού. Θα πρέπει να **θυμόμαστε** ότι ένας εκτοξευτήρας ρυθμισμένος στις 180° (ημικύκλιο), καλύπτει τη διπλάσια έκταση από έναν εκτοξευτήρα ρυθμισμένο στις 90° (τεταρτημόριο του κύκλου), επομένως το ακροφύσιο του πρώτου πρέπει να έχει διπλάσια παροχή από το ακροφύσιο του δεύτερου. Αυτό απαιτείται προκειμένου να έχουμε **εξισορροπημένη** βροχόπτωση.





**Εικόνα 19.4**  
α. Κάτοψη τομέα 2. β. Πλήρης κάλυψη.

Το ακροφύσιο Νο 3 έχει ακτίνα διαβροχής ημικυκλίου 12,3 m σε πίεση 2,5 Bar, επομένως προσαρμόζεται στο συγκεκριμένο χώρο. Αν ο χώρος μας ήταν τετράγωνος με πλευρά 10 m, αυτός ο εκτοξευτήρας θα μπορούσε να λειτουργήσει, αφού η ακτίνα διαβροχής του μπορεί να μειωθεί κατά 25% ή μέχρι 9,75 m.

### 19.1.3 Επιλογή εκτοξευτήρων για τον τομέα 3

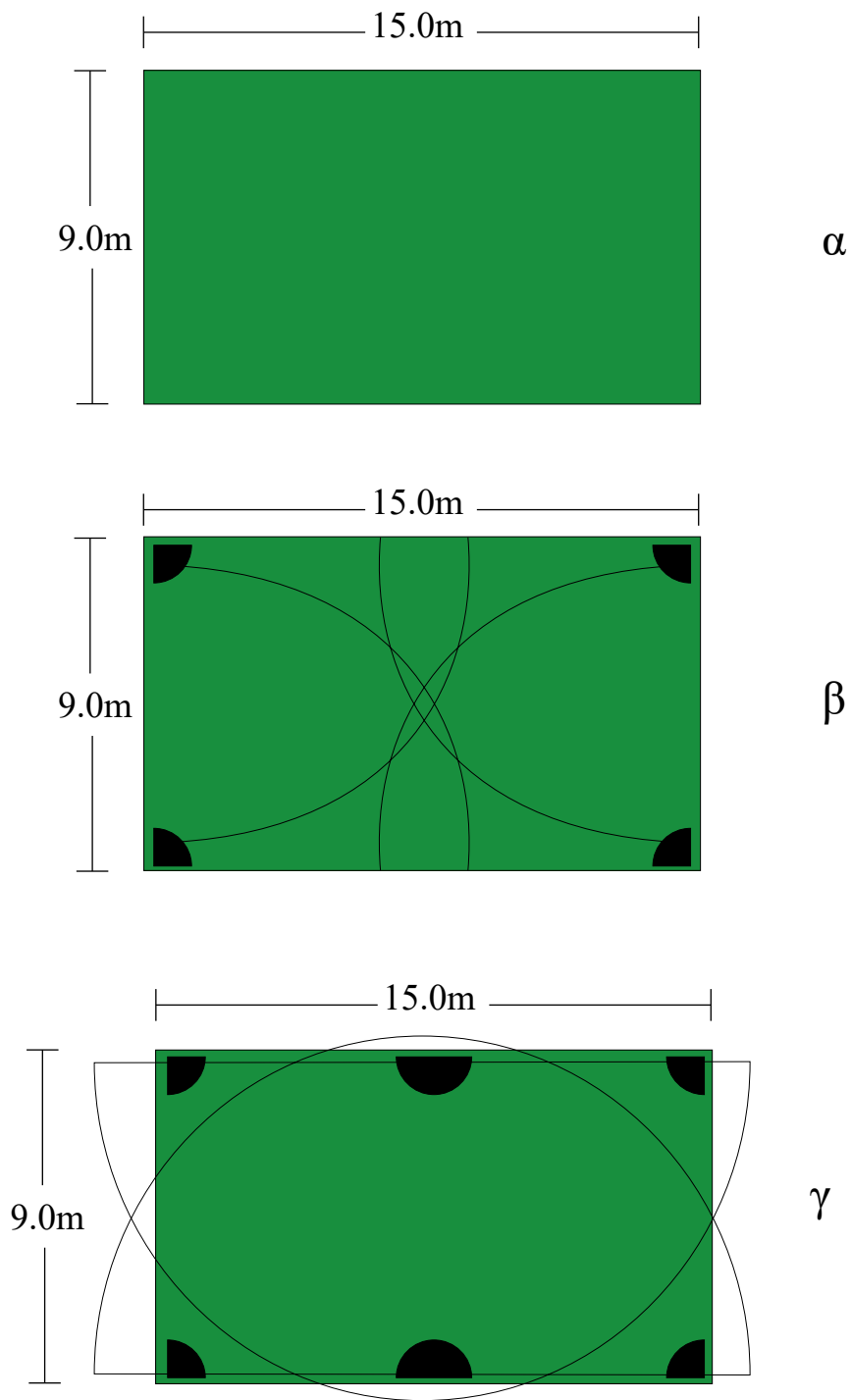
Η περιοχή αυτή έχει κλίση 35%, καλύπτεται από χλοοτάπητα, είναι εκτεθειμένη στον ήλιο σε όλη τη διάρκεια της ημέρας και αποτελείται από αργιλώδες έδαφος, το οποίο απορροφά νερό πολύ αργά. Η συγκεκριμένη έκταση έχει διαστάσεις 9 m x 15 m.

Χρειαζόμαστε έναν εκτοξευτήρα με ακτίνα εφαρμογής 9,0 m, για να προσαρμόζεται με το πλάτος της επικλινούς περιοχής με χλοοτάπητα. Αυτός ο εκτοξευτήρας πρέπει επίσης να έχει χαμηλή ταχύτητα εφαρμογής, λόγω του συγκεκριμένου τύπου εδάφους και της μεγάλης κλίσης.

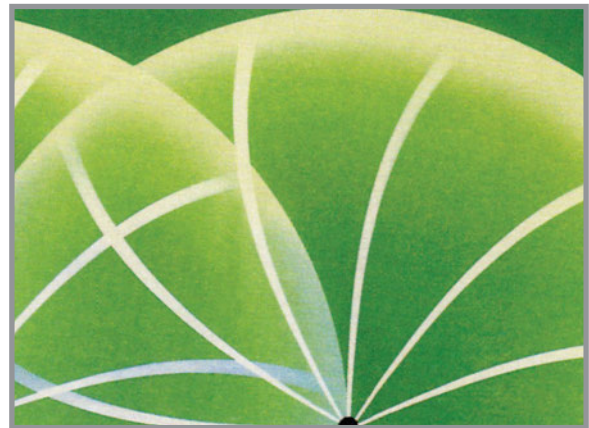
Επιζητούμε λοιπόν έναν εκτοξευτήρα με ακτίνα διαβροχής 9,0 m με τεταρτημοριακή κάλυψη, του οποίου η ακτίνα διαβροχής να μπορεί να προσαρμοσθεί στα 7,5 m, για να εξυπηρετήσει και την ημικυκλική κάλυψη.

Κοιτάζοντας την εικόνα 19.6, βλέπουμε ότι ο εκτοξευτήρας αυτός έχει ακτίνα διαβροχής 4,9 m - 9,1 m και πιθανόν να μπορεί να λειτουργήσει ικανοποιητικά στη συγκεκριμένη περιοχή.

Η ακτίνα διαβροχής ποικίλλει ανάλογα με το μέγεθος του ακροφυσίου και την πίεση λειτουργίας. Οι ταχύτητες εφαρμογής των ακροφυσίων είναι χαμηλές και ικανοποιητικές για την περιοχή μας.

**Εικόνα 19.5**

α. Κάτοψη περιοχής, β. Γωνιακή κάλυψη, γ. Προβλήματα κάλυψης από τους μεσαίους εκτοξευτήρες.



ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ														
Ακροφύσιο	Πίεση Bar	Ακτίνα m	Ταχ. Εφαρμογής (mm/hr)											
			Δ	□	360°	270°	225°	202,5°	180°	157,5°	135°	112°	90°	
01	2,50	4,9	25,2	21,8	8,8	6,6	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	2,7	2,2	
	3,50	5,5	25,1	21,7	11,0	8,3	6,9	6,2	5,5	4,8	4,1	3,4	2,8	
02	2,50	6,4	18,3	15,8	11,1	8,3	6,9	6,2	5,5	4,8	4,2	3,4	2,8	
	3,50	7,3	16,6	14,4	13,0	9,8	8,1	7,3	6,5	5,7	4,9	4,1	3,3	
03	2,50	8,5	19,6	17,0	20,9	15,7	13,0	11,7	10,4	9,1	7,8	6,5	5,2	
	3,50	9,1	20,3	17,6	24,6	18,5	15,4	13,9	12,3	10,8	9,2	7,7	6,2	
63	Χαμηλή Παροχή	2,50	8,5	9,9	8,4	10,5	7,8	6,5	5,9	5,2	4,6	3,9	3,3	2,6
		3,50	9,1	10,2	8,9	12,3	9,3	7,7	6,9	6,2	5,4	4,6	3,8	3,1
93	Χαμηλή Παροχή	2,50	8,5	14,7	12,7	15,6	11,7	9,8	8,8	7,8	6,8	5,9	4,9	3,9
		3,50	9,1	15,2	13,2	18,5	13,9	11,6	10,4	9,2	8,1	6,9	5,8	4,6



Δ Τριγωνική διάταξη  
□ Τετραγωνική διάταξη

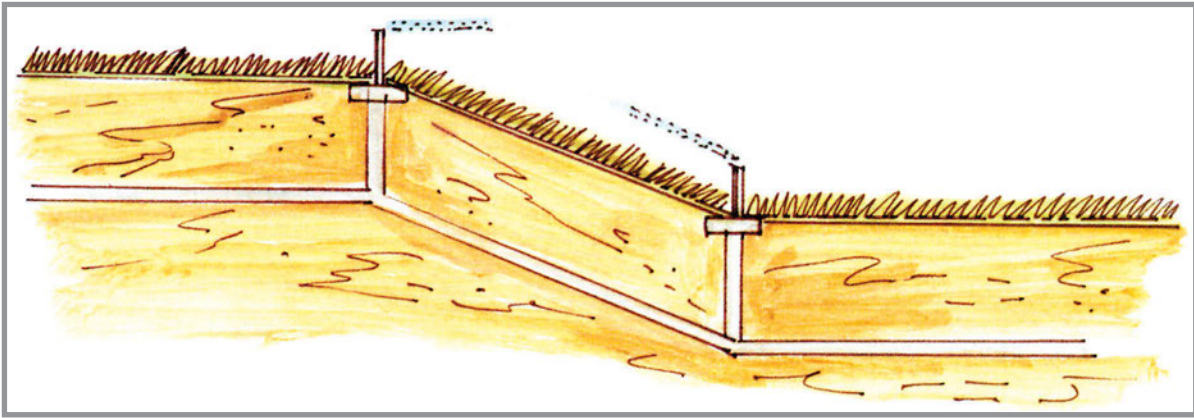
### Εικόνα 19.6

α. Περιστροφικός εκτοξευτήρας ακτινωτού τύπου, με πίνακα απόδοσης (Πηγή: Toro).

Η ακτίνα διαβροχής ποικίλλει ανάλογα με τα ακροφύσια που χρησιμοποιούνται και την πίεση λειτουργίας. Το ακροφύσιο Νο 93 σύμφωνα με τον πίνακα απόδοσης του εκτοξευτήρα έχει ακτίνα διαβροχής 8,5 m σε πίεση 2,5 Bar. Η ταχύτητα εφαρμογής είναι 14,7 mm/h για τριγωνική διάταξη. Η ακτίνα διαβροχής μπορεί να μειωθεί μέχρι 7,6 m, ώστε οι εκτοξευτήρες με ημικυκλική κάλυψη να καλύψουν το χώρο. Χρησιμοποιώντας αυτόν τον εκτοξευτήρα, μπορούμε να επιτύχουμε τον ιδανικό σχεδιασμό, όπως φαίνεται στην εικόνα 19.7.

Επειδή όμως ο τομέας αυτός είναι σε πλαγιά, πρέπει να εξετάσουμε τη διαίρεση των εκτοξευτήρων σε δύο ζώνες, με τους εκτοξευτήρες που βρίσκονται κατά μήκος της κορυφογραμμής σε μια ηλεκτροβάνα και τους εκτοξευτήρες που βρίσκονται στη βάση του πρανού σε μια άλλη ηλεκτροβάνα. Το πρόβλημα με την άρδευση σε πρανή είναι ότι το νερό ρέοντας πάντα προς τα κάτω έχει ως αποτέλεσμα τη συγκέντρωση περίσσειας υγρασίας στη βάση και την έλλειψη υγρασίας στην κορυφή.

Για την κορυφή του πρανού πρέπει να επιλεγούν ακροφύσια με χαμηλή γωνία εκτόξευσης και για τη βάση του ακροφύσια σταθερής ή υψηλής γωνίας.



Εικόνα 19.7

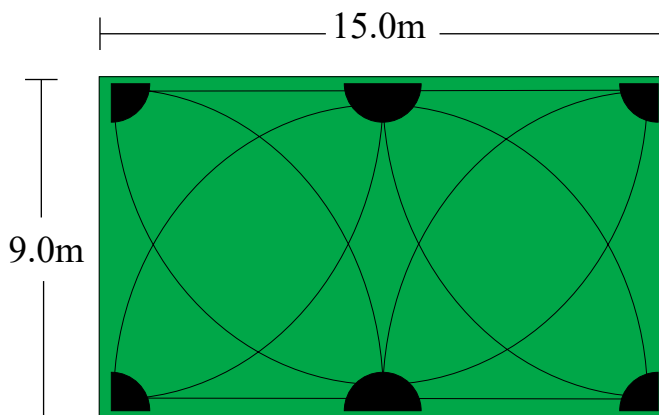
Επιλογή γωνίας εκτόξευσης στα πρανή.

Κοιτάζοντας τις προδιαγραφές για το ακροφύσιο του πίνακα παρατηρούμε ότι είναι διαθέσιμο μόνο σε γωνίες  $27^\circ$ .

Προσπαθώντας να βρούμε άλλη λύση παρατηρούμε ότι τα ακροφύσια του εκτοξευτήρα της εικόνας 17.2 είναι διαθέσιμα σε πολύ χαμηλή ( $7^\circ$ ), χαμηλή ( $15^\circ$ ) και κανονική ( $25^\circ$ ) γωνία εκτόξευσης. Επομένως, θα χρησιμοποιήσουμε τον εκτοξευτήρα της εικόνας 17.2.

Επειδή η ακτίνα του μπορεί να μειωθεί μέχρι 25%, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το ακροφύσιο Νο 1,5 για τεταρτημοριακή κάλυψη και το ακροφύσιο Νο 3,0 για ημικυκλική κάλυψη. Θα χρησιμοποιήσουμε ακροφύσια πολύ χαμηλής γωνίας, που λειτουργούν σε πίεση 3,0 Bar στην κορυφή της πλαγιάς και ακροφύσια σταθερής γωνίας, που λειτουργούν σε πίεση 2,0 Bar, κατά μήκος της βάσης της λόφου.

Το ακροφύσιο Νο 3,0 ημικυκλικής κάλυψης, κανονικής γωνίας που λειτουργεί στα 2,0 Bar θα έχει μια ακτίνα διαβροχής 11,8 m. Αν μειωθεί κατά 25%, η ακτίνα θα γίνει 8,7 m και θα καταλήγει σε άρδευση εκτός των ορίων κατά 1,2 m και στις δύο πλευρές του τομέα 3. Για να προσαρμόσει το μήκος των 15 m του τομέα 3, ο τεχνικός εγκατάστασης του δικτύου θα πρέπει να ρυθμίσει την ακτίνα διαβροχής των εκτοξευτήρων, που βρίσκονται στη βάση του πρανού, πέρα από τα όρια που προτείνει ο κατασκευαστής, προσαρμόζοντας την ακτίνα του ακροφύσιου στα 7,5 m.



Εικόνα 19.8

Τελικό σχέδιο άρδευσης.

## 19.2 Διαχωρισμός ζωνών άρδευσης

Όταν υπολογίζουμε τις αρδευτικές ανάγκες ενός κήπου, προσπαθούμε με μία σχετική ακρίβεια να προσδιορίσουμε τη συνολική παροχή του νερού, που απαιτείται προς κατανάλωση. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις ο όγκος του νερού, που απαιτείται για να αρδευτεί ένας χώρος, είναι πολύ μικρότερος της παροχής που διατίθεται (από το δίκτυο πόλεως).

👉 Η σύγκριση λοιπόν των **απαιτήσεων** των εκτοξευτήρων αφενός και της **διαθέσιμης υδροληψίας** αφετέρου είναι αυτή, που θα μας οδηγήσει στο διαχωρισμό των αρδευτικών ζωνών.

**Πρόκειται λοιπόν για μια καινούργια διαφοροποίηση που είναι ανελαστική, αφού η τιμή της παροχής της υδροληψίας, στα δίκτυα των πόλεων, είναι δεδομένη.**

Θα πρέπει να υπολογίσουμε τις παροχές που απαιτούνται από τους εκτοξευτήρες σε κάθε τομέα και να τις συγκρίνουμε με τη διαθέσιμη παροχή της υδροληψίας.

- Υπολογίζουμε από τις στήλες πίεσης, παροχής και ακτίνας διαβροχής στην εικόνα 5.1 για τα ακροφύσια που χρησιμοποιούνται στον **τομέα 1** (πίεση=2 Bar):  
Τέσσερα ακροφύσια κάλυψης ενός τεταρτημορίου του κύκλου, σειράς, με παροχή 3,0 l/min το καθένα = 12 l/min.  
Δύο ακροφύσια ημικυκλικής κάλυψης, σειράς, με παροχή 6,2 l/min το καθένα = 12,4 l/min.

$$\text{Συνολική απαιτούμενη παροχή (Π1)} = 12 + 12,4 = 24,4 \text{ l/min.}$$

- Για τον **τομέα 2**, υπολογίζουμε, από τις στήλες των παροχών και των ακτίνων διαβροχής, για τα ακροφύσια Νο 3,0 στην εικόνα 19.2: (πίεση = 2,5 Bar)  
Τέσσερα ακροφύσια κάλυψης ενός τεταρτημορίου του κύκλου, με παροχή 11.2 l/min το καθένα = 44,8 l/min. Δηλαδή:

$$\text{Συνολική απαιτούμενη παροχή (Π2)} = 44,8 \text{ l/min.}$$

- Για τον **τομέα 3**, υπολογίζουμε από τις στήλες των παροχών και των ακτίνων διαβροχής των ακροφυσίων Νο 1,5 και Νο 3,0 στην εικόνα 19.2:

### Κορυφή του πρανούς

Σε πίεση 3,0 Bar:

Δύο πολύ χαμηλής γωνίας, κάλυψης ενός τεταρτημορίου του κύκλου, ακροφύσια Νο 1,5 με παροχή 5,8 l/min το καθένα = 11,6 l/min.

Ένα πολύ χαμηλής γωνίας, ημικυκλικής κάλυψης, ακροφύσιο Νο 3,0, με παροχή 12,3 l/min = 12,3 l/min.

### Βάση του πρανούς

Σε πίεση 2,0 Bar:

Δύο σταθερής γωνίας, κάλυψης ενός τεταρτημορίου του κύκλου, ακροφύσια Νο 1,5 με παροχή 4,6 l/min το καθένα = 9,2 l/min.

Ένα σταθερής γωνίας, ημικυκλικής κάλυψης ακροφύσιο Νο 3.0 με παροχή 9,9 l/min = 9,9 l/min.

Συνολική παροχή στην κορυφή της πλαγιάς (Π3) = 11,6 + 12,3 = 23,9 l/min.

Συνολική απαιτούμενη παροχή στη βάση της πλαγιάς (Π4) = 9,2 + 9,9 = 19,1 l/min.

Ας υποθέσουμε ότι η υδροληψία περιορίζεται σε μια μέγιστη παροχή περίπου 30 l/min.

Ο **τομέας 1** απαιτεί 24,4 l/min και ο **τομέας 3** απαιτεί 23,9 l/min και 19,1 l/min. Επομένως η διαθέσιμη παροχή είναι παραπάνω από επαρκής.

Ο **τομέας 2** απαιτεί 44,8 l/min νερού για να λειτουργήσουν όλοι οι εκτοξευτήρες ταυτόχρονα και αυτή η ποσότητα υπερβαίνει τα 30 l/min, που είναι διαθέσιμα προς χρήση. Επομένως, πρέπει να διαιρέσουμε τον τομέα 2 σε δύο επιμέρους ζώνες άρδευσης, με απαίτηση παροχής στα 22,4 l/min η καθεμιά.

Θα πρέπει πάντα να έχουμε υπόψη μας ότι ο περιοριστικός παράγοντας σχετικά με τον αριθμό των ζωνών που μπορούμε να έχουμε σε μια περιοχή είναι η διαθέσιμη παροχή (l/min ή m<sup>3</sup>/h).

**Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η**

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά, στον τρόπο διαχωρισμού ενός αρδευτικού δικτύου σε αρδευτικές στάσεις. Ο έλεγχος της τοποθεσίας και η διαίρεσή της σε τομείς, που έχουν παρόμοιες ανάγκες άρδευσης των φυτών, ίδιους ρυθμούς εδαφικής απορρόφησης του νερού, παρόμοιες συνθήκες σκίασης και συνθήκες κλίσης, αποτελούν τα δεδομένα με τα οποία θα πραγματοποιηθεί ο πλέον κατάλληλος διαχωρισμός του αρδευτικού δικτύου σε στάσεις.

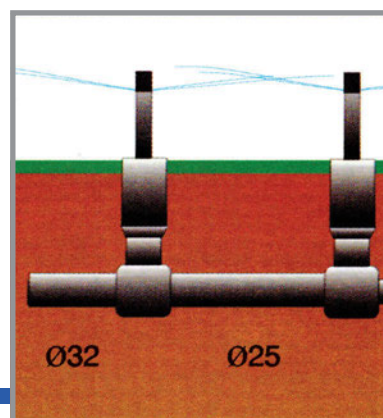
**Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ**

1. Ποια είναι η πρώτη ενέργεια, που πρέπει να κάνουμε, όταν κατασκευάζουμε ένα αρδευτικό σχέδιο;
2. Από ποιους παράγοντες επηρεάζονται οι ανάγκες σε νερό των φυτών;

# 20

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

## ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΩΛΗΝΩΝ









## 20 Επιλογή Διατομής Σωληνώσεων

Η επιλογή των διαστάσεων (διατομή και μήκος), που ονομάζεται και διαστασιολόγηση των σωληνώσεων, όταν γίνεται λανθασμένα, είναι σίγουρο ότι θα προκαλέσει δισεπίλυτα και διαρκή προβλήματα, όπως απώλειες πίεσης και ανεπαρκή άρδευση, σπατάλη χρημάτων, που επενδύονται σε υπερβολικό (υπερμεγέθη) εξοπλισμό και υδραυλικό πλήγμα, το οποίο μειώνει την αναμενόμενη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού.

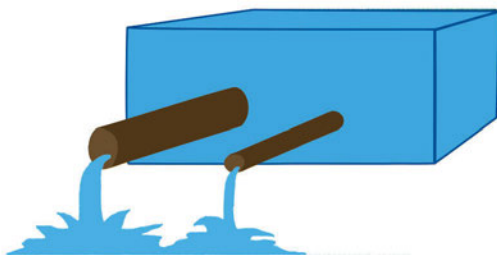


**Ο καθορισμός των διαμέτρων** στους σωλήνες ενός δικτύου άρδευσης **δεν είναι έργο του τεχνικού**, που αναλαμβάνει αυτή την εργασία. **Ο ακριβής υπολογισμός** προκύπτει μέσα από **μια ολοκληρωμένη μελέτη**, η οποία λαμβάνει υπόψη της πολλούς παράγοντες.

Ανεξάρτητα όμως από το μαθηματικό υπολογισμό, οι ακόλουθες διάμετροι δεν πρέπει να ελαττώνονται κάτω από τα εξής όρια:

- κεντρικός αγωγός Ø25,
- δευτερεύοντες σωλήνες Ø20,
- σωλήνες εφαρμογής Ø16.

### 20.1 Κριτήρια επιλογής διατομής σωλήνων



Εικόνα 20.1

Όσο μεγαλύτερος είναι ο σωλήνας, τόσο περισσότερο νερό μπορεί να μεταφέρει.

Όσο μεγαλύτερη είναι η παροχή, που πρέπει να εξυπηρετήσει ένας σωλήνας, τόσο μεγαλύτερη διατομή πρέπει να έχει. Ένας μικρός σε διατομή σωλήνας μπορεί να μεταφέρει μικρή ποσότητα νερού. Ένας μεγάλος σε διατομή σωλήνας μπορεί να μεταφέρει μεγάλες ποσότητες νερού. Ο πίνακας 20.1 αναφέρει τις διάφορες διατομές σωλήνων και την αντίστοιχη μέγιστη παροχή, που μπορούν να εξυπηρετήσουν.

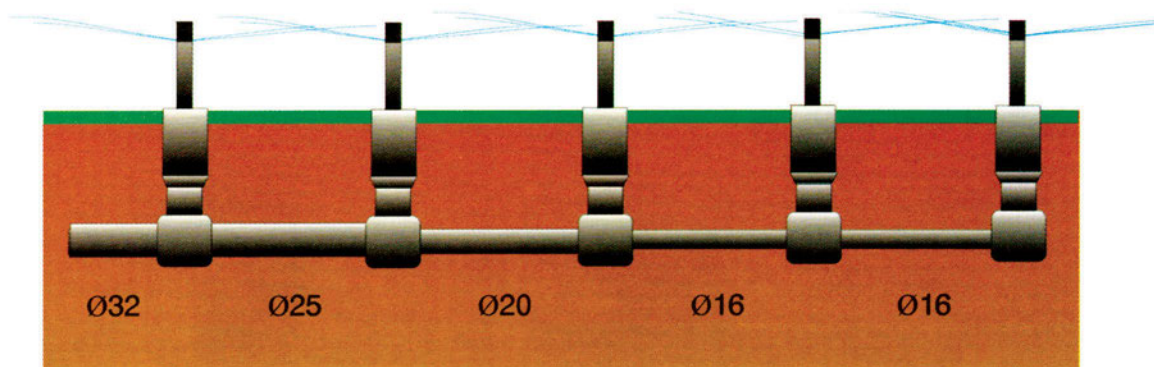
**Πίνακας 20.1**

Διατομές σωλήνων πολυαιθυλενίου (PE) 6 Atm με τη μέγιστη παροχή που μπορούν να μεταφέρουν ( $V = 1,5 \text{ m/sec}$ ).  $V =$  ταχύτητα ροής μέσα στο σωλήνα.

Διατομή	Μέγιστη παροχή (l/h)
Ø16	580
Ø20	1100
Ø25	1800
Ø32	3050
Ø40	5400
Ø50	8400

Τα κριτήρια, βάσει των οποίων επιλέγεται η κατάλληλη διατομή σωλήνων για ένα αρδευτικό δίκτυο, είναι τα εξής:

1. **Η διατιθέμενη παροχή** (η ποσότητα νερού που μπορεί να διέλθει μέσα από αυτόν). Η ποσότητα του νερού, που ρέει μέσα σε ένα σωλήνα ανά μονάδα χρόνου, καθορίζεται από την ποσότητα του νερού που χρειάζονται οι εκτοξευτήρες, οι οποίοι βρίσκονται τοποθετημένοι προς τη διεύθυνση ροής πάνω σε αυτό το σωλήνα. Η διατομή του σωλήνα παροχής θεωρητικά μπορεί να μικραίνει οδεύοντας προς τους πιο απομακρυσμένους εκτοξευτήρες, αφού αποδίδει νερό προς τους προηγούμενους εκτοξευτήρες.



**Εικόνα 20.2**

Η διατομή του σωλήνα μπορεί να μειώνεται.

2. **Οι απώλειες λόγω τριβών.** Η επιφάνεια των εσωτερικών τοιχωμάτων του σωλήνα παρουσιάζει τραχύτητα με αποτέλεσμα να έχουμε απώλειες ενέργειας λόγω τριβών και πτώση της

διαθέσιμης πίεσης για τη λειτουργία των εκτοξευτήρων. Ελέγχοντας την ταχύτητα ροής του νερού, μπορούμε να υπολογίσουμε και τις απώλειες ενέργειας λόγω τριβών. Οι διάμετροι των σωληνώσεων επιλέγονται με βάση και την ταχύτητα ροής, με ανώτερη το 1,5 m/sec.

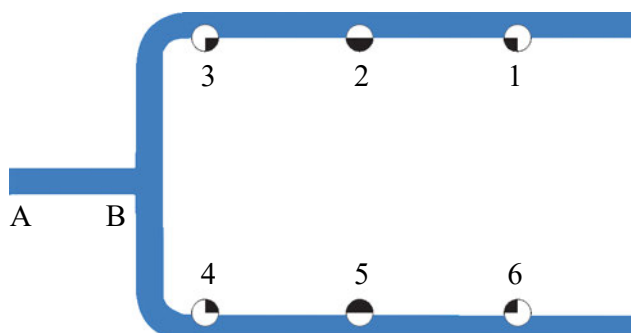
3. **Το κόστος.** Το κόστος είναι ένας σημαντικός παράγοντας σε κάθε αρδευτική εγκατάσταση. Όσο αυξάνει η διατομή του σωλήνα, αυξάνει παράλληλα και το κόστος του. Αυτός είναι και ο λόγος, που οι τεχνικοί εγκατάστασης χρησιμοποιούν τη μικρότερη δυνατή διατομή σωλήνα, για την εξυπηρέτηση της παροχής.

## 20.2 Υπολογισμός της διατομής σωλήνων βάσει της απαιτούμενης παροχής

Για την εκμάθηση του υπολογισμού της παροχής και των διατομών των σωλήνων, εξετάζουμε τα παρακάτω παραδείγματα. Αρχικά θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι η διατομή του σωλήνα βασίζεται στην παροχή του νερού.

### 1° Παράδειγμα

Δίνεται λοιπόν η διάταξη, που φαίνεται στην εικόνα 20.3, έξι εκτοξευτήρων συνδεδεμένων με σωλήνες. Σε αυτό το κύκλωμα, κάθε εκτοξευτήρας απαιτεί παροχή 15 l/min.



Εικόνα 20.3

Απεικόνιση αρδευτικής ζώνης με 6 εκτοξευτήρες.

Εμείς θέλουμε:

- να υπολογίσουμε τον αριθμό των λίτρων νερού, που διέρχονται ανά λεπτό, από κάθε τμήμα του σωλήνα,
- βάσει των παραπάνω υπολογισμών μας, να διαστασιολογήσουμε το σωλήνα.

Από τη στιγμή που ο εκτοξευτήρας No 1 (τελευταίος στη μια πλευρά) απαιτεί 15 l/min, σημαίνει ότι στο τμήμα του σωλήνα, από τον εκτοξευτήρα No 2 μέχρι τον εκτοξευτήρα No 1, μεταφέρεται νερό 15 l/min. Ο εκτοξευτήρας No 2 απαιτεί 15 l/min. Δηλαδή το τμήμα του σωλήνα, από τον εκτοξευτήρα No 3 έως τον εκτοξευτήρα No 2, μεταφέρει 30 l/min (15 l/min για τον εκτοξευτήρα No 2 + 15 l/min για τον εκτοξευτήρα No 1). Ομοια, ο εκτοξευτήρας No 3 απαιτεί 15 l/min, δηλαδή

από τη διακλάδωση μέχρι τον εκτοξευτήρα Νο 3, ο σωλήνας πρέπει να μεταφέρει 45 l/min (15 l/min για τον εκτοξευτήρα Νο 1 + 15 l/min για τον εκτοξευτήρα Νο 2 + 15 l/min για τον εκτοξευτήρα Νο 3). Άρα το τμήμα του σωλήνα από τη διακλάδωση μέχρι τον εκτοξευτήρα Νο 3, πρέπει να μεταφέρει 45 l/min. Το ίδιο για την άλλη πλευρά, δηλαδή, στη διακλάδωση θα πρέπει να έχουμε 45 l/min για την άνω πλευρά και άλλα 45 l/min για την κάτω πλευρά. Αυτό σημαίνει ότι στη ζώνη θα εισέρχονται 90 l/min.

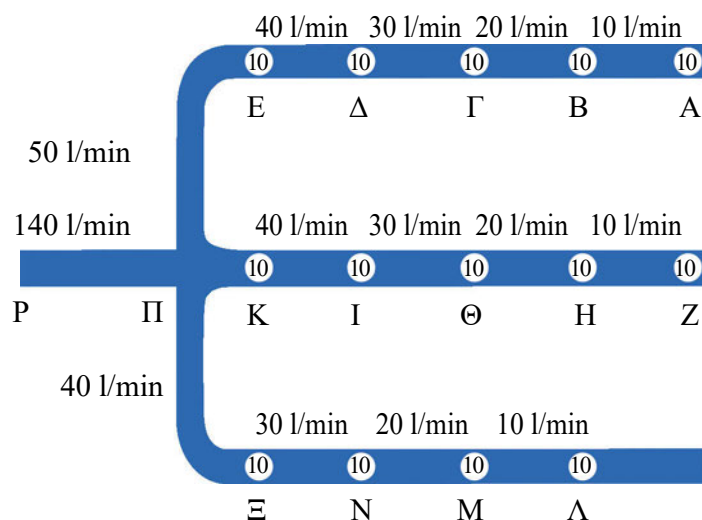
Αν λάβουμε υπόψη τον πίνακα 20.1, τότε έχουμε:

- Τμήμα σωλήνα ΑΒ: πρέπει να μεταφέρει 90 l/min = 5400 l/h, που μεταφέρονται από σωλήνα Ø40.
- Τμήμα σωλήνα Β3 ή Β4: πρέπει να μεταφέρει 45 l/min = 2700 l/h, που μεταφέρονται από σωλήνα Ø32.
- Τμήμα σωλήνα 32 ή 45: πρέπει να μεταφέρει 30 l/min = 1800 l/h, που μεταφέρονται από σωλήνα Ø25.
- Τμήμα σωλήνα 21 ή 56: πρέπει να μεταφέρει 15 l/min = 900 l/h, που μεταφέρονται από σωλήνα Ø20.

## 2° Παράδειγμα

Δίνεται το κύκλωμα, όπως φαίνεται στην εικόνα 20.4, το οποίο είναι πιο σύνθετο από το προηγούμενο.

Το κύκλωμα αποτελείται από 14 εκτοξευτήρες, καθένας από τους οποίους απαιτεί παροχή 10 l/min νερού, για να λειτουργήσει σωστά. Κάνουμε τους υπολογισμούς, όπως και στο προηγούμενο παράδειγμα. Στη συνέχεια επιλέγουμε τη μικρότερη διατομή σωλήνα για τη συγκεκριμένη παροχή. Ανατρέχουμε στον πίνακα 20.1 για τη διαστασιολόγηση των σωλήνων.



**Εικόνα 20.4**

Απεικόνιση ζώνης με 14 εκτοξευτήρες

Έτσι έχουμε:

- Το τμήμα ΑΒ μεταφέρει 10 l/min = 600 l/h. Απαιτεί σωλήνα Ø20.
- Το τμήμα ΒΓ μεταφέρει 20 l/min = 1200 l/h. Απαιτεί σωλήνα Ø25.
- Το τμήμα ΓΔ μεταφέρει 30 l/min = 1800 l/h. Απαιτεί σωλήνα Ø25.
- Το τμήμα ΔΕ μεταφέρει 40 l/min = 2400 l/h. Απαιτεί σωλήνα Ø32.
- Το τμήμα ΠΕ μεταφέρει 50 l/min = 3000 l/h. Απαιτεί σωλήνα Ø32.
- Το τμήμα ΖΗ μεταφέρει 10 l/min = 600 l/h. Απαιτεί σωλήνα Ø20.
- Το τμήμα ΗΘ μεταφέρει 20 l/min = 1200 l/h. Απαιτεί σωλήνα Ø25.
- Το τμήμα ΘΙ μεταφέρει 30 l/min = 1800 l/h. Απαιτεί σωλήνα Ø25.
- Το τμήμα ΙΚ μεταφέρει 40 l/min = 2400 l/h. Απαιτεί σωλήνα Ø32.
- Το τμήμα ΛΜ μεταφέρει 10 l/min = 600 l/h. Απαιτεί σωλήνα Ø20.
- Το τμήμα ΜΝ μεταφέρει 20 l/min = 1200 l/h. Απαιτεί σωλήνα Ø25.
- Το τμήμα ΝΞ μεταφέρει 30 l/min = 1800 l/h. Απαιτεί σωλήνα Ø25.
- Το τμήμα ΞΠ μεταφέρει 40 l/min = 2400 l/h. Απαιτεί σωλήνα Ø32.
- Το τμήμα ΠΡ μεταφέρει 130 l/min = 7800 l/h. Απαιτεί σωλήνα Ø50.

Στην πράξη, και για μικρά δίκτυα η ύπαρξη στο εργοτάξιο τόσων διαφορετικών διατομών σωλήνων, άρα και αρδευτικών εξαρτημάτων, θα δημιουργούσε περισσότερα προβλήματα από αυτά που θα επέλυε. Τα προβλήματα αυτά είναι τόσο τεχνικά, όσο και οικονομικά.

Οι περισσότεροι κατασκευαστές χρησιμοποιούν, για **δευτερεύοντες** αγωγούς, σωλήνες **ίδιας διατομής** και μάλιστα αυτής που μπορεί να μεταφέρει με **ασφάλεια** το μεγαλύτερο φορτίο.

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Η επιλογή των διαστάσεων (διατομή και μήκος), που ονομάζεται και διαστασιολόγηση των σωληνώσεων, όταν γίνεται λανθασμένα, είναι σίγουρο ότι θα προκαλέσει δισепίλυτα και διαρκή προβλήματα, όπως απώλειες πίεσης και ανεπαρκή άρδευση, σπατάλη χρημάτων που επενδύονται σε υπερβολικό (υπερμεγέθη) εξοπλισμό και υδραυλικό πλήγμα, το οποίο μειώνει την αναμενόμενη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού.

Όσο μεγαλύτερη είναι η παροχή, που πρέπει να εξυπηρετήσει ένας σωλήνας, τόσο μεγαλύτερη διατομή πρέπει να έχει. Ένας μικρός σε διατομή σωλήνας μπορεί να μεταφέρει μικρή ποσότητα νερού. Ένας μεγάλος σε διατομή σωλήνας μπορεί να μεταφέρει μεγάλες ποσότητες νερού.

Ανεξάρτητα όμως από το μαθηματικό υπολογισμό, οι ακόλουθες διάμετροι δεν πρέπει να ελαττώνονται:

- Κεντρικός αγωγός Ø25,
- Δευτερεύοντες σωλήνες Ø20,
- Σωλήνες εφαρμογής Ø16.

Τα κριτήρια επιλογής της διατομής των σωλήνων είναι: α) η διατιθέμενη παροχή, β) οι απώλειες λόγω τριβών και γ) το κόστος.

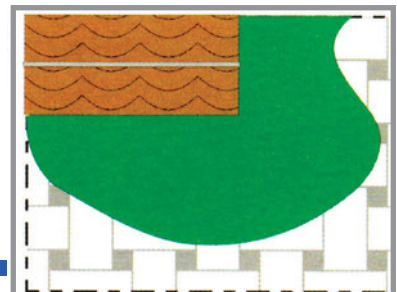
Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Τι είναι η διαστασιολόγηση των σωληνώσεων;
2. Τι προβλήματα επιφέρει σε ένα αρδευτικό δίκτυο η λανθασμένη διαστασιολόγηση των σωλήνων;
3. Να αναφέρετε ονομαστικά τα κριτήρια επιλογής της διατομής των σωλήνων.
4. Πώς επηρεάζει η διατιθέμενη παροχή των σωλήνων τη διαστασιολόγηση;
5. Πώς επιλέγονται οι σωλήνες με βάση τις απώλειες ενέργειας λόγω τριβών;

21

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

**ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ  
ΔΙΑΤΑΞΗ  
ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ**





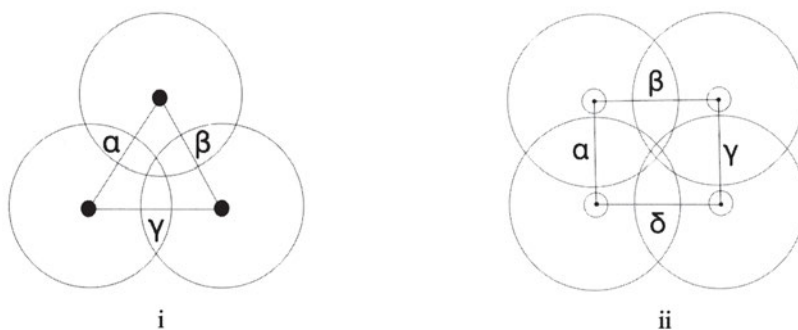




## 21 Τριγωνική Διάταξη Εκτοξευτήρων

Στόχος κάθε διάταξης των εκτοξευτήρων είναι η ομοιόμορφη κατανομή του νερού σε όλη την αρδευόμενη επιφάνεια, χωρίς σπατάλη.

Θα μελετήσουμε τη μέθοδο τριγωνικής διάταξης των εκτοξευτήρων και τους λόγους για τους οποίους προτιμάται. Η εικόνα 21.1, απεικονίζει μια τριγωνική διάταξη (διάταξη ισόπλευρου τριγώνου).



Εικόνα 21.1

i. Τριγωνική διάταξη ( $\alpha = \beta = \gamma$ ),    ii. Τετραγωνική διάταξη ( $\alpha = \beta = \gamma = \delta$ )

### 21.1 Πλεονεκτήματα τριγωνικής διάταξης εκτοξευτήρων

Η ισόπλευρη τριγωνική διάταξη υπερέχει των άλλων διατάξεων για τους εξής λόγους:

1. Παρέχει ομοιόμορφη κατανομή του νερού. Στην τετραγωνική διάταξη, οι εκτοξευτήρες πρέπει να είναι πιο κοντά μεταξύ τους για να έχουν ικανοποιητική κάλυψη στο μέσο του τετραγώνου (εικόνα 21.1).
2. Επειδή είναι πιο ομοιόμορφη, έχουμε κατά συνέπεια και λιγότερη σπατάλη νερού, κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό.
3. Επιτρέπει την τοποθέτηση των εκτοξευτήρων σε μεγαλύτερες αποστάσεις από ό,τι οι άλλες διατάξεις, οπότε δίνεται η δυνατότητα χρήσης λιγότερων εκτοξευτήρων σε ένα αρδευτικό έργο. Αυτό αυτόματα σημαίνει ότι μικραίνει το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης του αρδευτικού δικτύου.
4. Εξυπηρετεί καλύτερα εκτάσεις με ακανόνιστο σχήμα σε σύγκριση με την τετραγωνική διάταξη.

## 21.2 Τρόπος σχεδίασης τριγωνικών διατάξεων

Ισόπλευρο τρίγωνο είναι αυτό που όλες του οι πλευρές έχουν το ίδιο μήκος. Αυτό σημαίνει ότι οι εκτοξευτήρες θα απέχουν το ίδιο μεταξύ τους.

Για να κατασκευάσουμε ένα ισόπλευρο τρίγωνο, σημειώνουμε δυο κορυφές (δύο εκτοξευτήρες) και ανοίγουμε το διαβήτη τόσο, ώστε το άνοιγμα να έχει το ίδιο μήκος με την απόσταση των δύο κορυφών. Με κέντρο καθεμιά κορυφή φέρνουμε διαδοχικά τόξα. Στα σημεία τομής των τόξων βρίσκεται η τρίτη κορυφή (εκτοξευτήρας) του ισόπλευρου τριγώνου.

## 21.3 Τριγωνική διάταξη εκτοξευτήρων σε ανεμόπληκτες περιοχές

Θα εξετάσουμε τις αποστάσεις τοποθέτησης των εκτοξευτήρων σε μια ισόπλευρη τριγωνική διάταξη, λαμβάνοντας υπόψη την ταχύτητα των επικρατούντων ανέμων. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι ο άνεμος παραμορφώνει την κατανομή του νερού, ιδιαίτερα όταν τα ακροφύσια των εκτοξευτήρων διασπούν το νερό σε πολύ μικρά σταγονίδια. Όσο ισχυρότεροι είναι οι επικρατούντες άνεμοι στην περιοχή, τόσο πλησιέστερα πρέπει να τοποθετούνται οι εκτοξευτήρες, ώστε το νερό να μπορεί να καλύπτει την αρδευόμενη επιφάνεια.

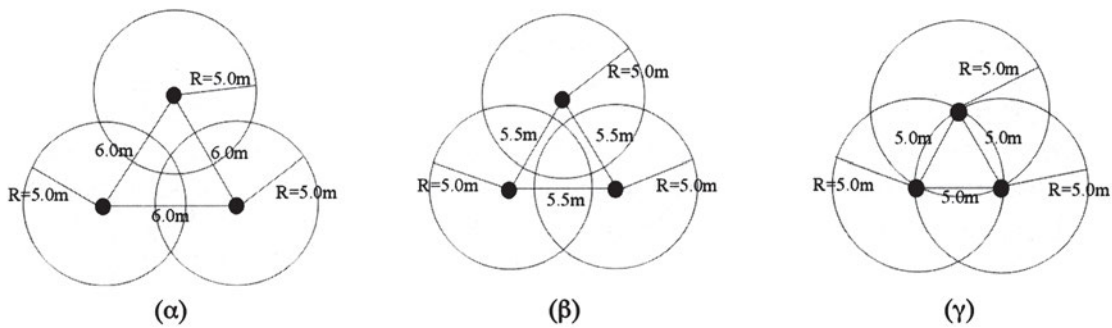
Οι κατασκευαστές δίνουν διάφορες τριγωνικές διατάξεις για διάφορες ταχύτητες ανέμου:

1. **Άπνοια:** Τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στο 60% της **διαμέτρου** του κύκλου διαβροχής τους.
2. **Άνεμος 4 κόμβων (6,4 Km/h):** Τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στο 55% της **διαμέτρου** του κύκλου διαβροχής τους.
3. **Άνεμος 8 κόμβων (12,9 Km/h):** Τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στο 50% της **διαμέτρου** του κύκλου διαβροχής τους.

Έτσι, αν, για παράδειγμα, χρησιμοποιούμε εκτοξευτήρες με διάμετρο του κύκλου διαβροχής τους 10 m, πρέπει να τοποθετήσουμε τους εκτοξευτήρες μεταξύ τους στις ακόλουθες αποστάσεις, ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου:

1. **Άπνοια:**  $10 \text{ m} \times 0,60 = 6 \text{ m}$ .
2. **Άνεμος 4 κόμβων (6,4 Km/h):**  $10 \text{ m} \times 0,55 = 5,5 \text{ m}$ .
3. **Άνεμος 8 κόμβων (12,9 Km/h):**  $10 \text{ m} \times 0,50 = 5 \text{ m}$ .

Η εικόνα 21.2 απεικονίζει τριγωνικές διατάξεις εκτοξευτήρων σε διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ τους, ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου.



Εικόνα 21.2

Τοποθέτηση εκτοξευτήρων σε διαφορετικές συνθήκες ανέμου  
 α. Άπνοια, β. Άνεμος 4 κόμβων, γ. Άνεμος 8 κόμβων.

## 21.4 Εφαρμογή τριγωνικής διάταξης σε εκτάσεις ακανόνιστου σχήματος

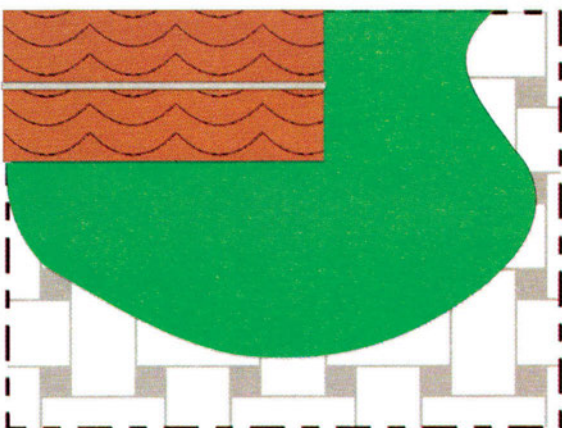
Πρέπει να επισημάνουμε από την αρχή ότι σπάνια θα συναντήσουμε έκταση ακανόνιστου σχήματος, στην οποία η ισόπλευρη τριγωνική διάταξη των εκτοξευτήρων προσαρμόζεται απόλυτα. Πρέπει πάντα να έχουμε υπόψη μας ότι η ιδανική τοποθέτηση των εκτοξευτήρων είναι αυτή, στην οποία και οι τρεις εκτοξευτήρες (κορυφές τριγώνου) απέχουν το ίδιο μεταξύ τους.

Προσπαθούμε πάντα να τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες με τέτοιο τρόπο, ώστε να σχηματίζουν ισόπλευρα τρίγωνα. Σε μερικές περιοχές θα έχουμε μεγαλύτερη επικάλυψη των κύκλων διαβροχής τους, ενώ σε άλλες μικρότερη. Με τους εκτοξευτήρες όμως σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους θα έχουμε τη μεγαλύτερη δυνατή ομοιόμορφη κατανομή του νερού.

Το παράδειγμά μας αφορά μια έκταση με χλοοτάπητα ακανόνιστου σχήματος. Αρχικά υπολογίζουμε την ιδανική διάταξη των εκτοξευτήρων, βάσει της ταχύτητας του ανέμου, που επικρατεί στην περιοχή.

Αν χρησιμοποιήσουμε εκτοξευτήρες με ακτίνα διαβροχής 5 m, δηλαδή με διάμετρο κύκλου διαβροχής 10 m και η ταχύτητα του ανέμου στην περιοχή είναι 4 κόμβοι (6,4 Km/h), τότε θα έχουμε:

$$\text{Απόσταση μεταξύ των εκτοξευτήρων: } 10 \text{ m} \times 0,55 = 5,5 \text{ m.}$$

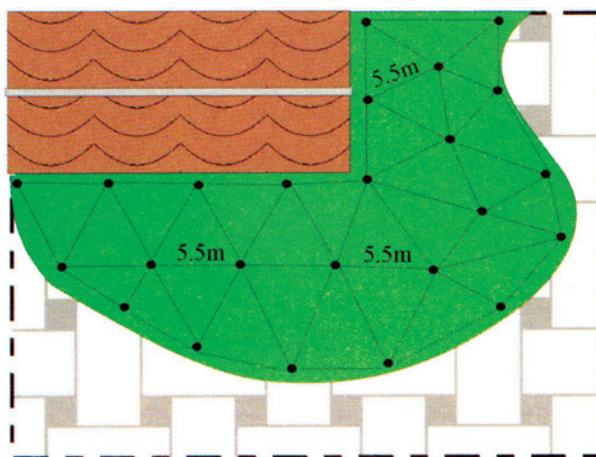


Εικόνα 21.3

Κάτοψη του χώρου που πρόκειται να αρδευτεί.

Στη συνέχεια, ξεκινούμε την τοποθέτηση των εκτοξευτήρων στα περιφερειακά όρια της συγκεκριμένης έκτασης. Δεν πρέπει να ξεχνούμε ότι τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στα 5,5 m, ώστε να έχουμε την **ιδανική τριγωνική διάταξη**, σύμφωνα με τους ανέμους που πνέουν στην περιοχή (4 κόμβοι ή 6,4 Km/h).

Με το διαβήτη φέρνουμε τα τεμνόμενα τόξα, για να βρούμε τη θέση του τρίτου εκτοξευτήρα. Στη συνέχεια, στην υπόλοιπη έκταση, κατασκευάζουμε ισόπλευρα τρίγωνα, για να έχουμε μια ικανοποιητική διάταξη των εκτοξευτήρων, όπως φαίνεται στην εικόνα 21.4.

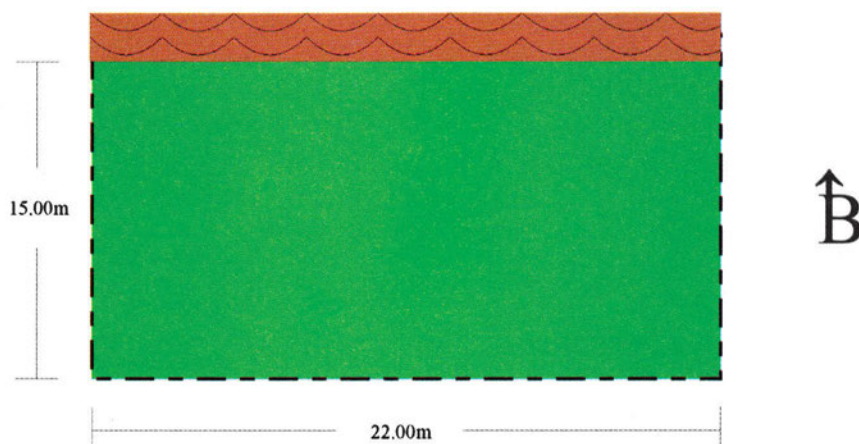


**Εικόνα 21.4**  
Διάταξη εκτοξευτήρων.

## 21.5 Εφαρμογή τριγωνικής διάταξης σε τετράγωνες και ορθογώνιες εκτάσεις

Το παράδειγμά μας αφορά μια ορθογώνιου σχήματος έκταση, διαστάσεων 15,0 m x 22,0 m (εικόνα 21.6), η οποία έχει ένα κτίριο στη μια πλευρά της. Οι άνεμοι στην περιοχή πνέουν με ταχύτητα 4 κόμβων (6,4 Km/h).

Καταρχήν επιλέγουμε τους εκτοξευτήρες που θα χρησιμοποιήσουμε, με βάση το μέγεθος της έκτασης και έπειτα καθορίζουμε την ιδανική απόσταση μεταξύ τους. Στο παράδειγμά μας χρησιμοποιούμε εκτοξευτήρες με ακτίνα διαβροχής 4,5 m, που σημαίνει ότι η διάμετρος του κύκλου διαβροχής είναι 9 m. Για άνεμο ταχύτητας 4 m/h (6,4 Km/h), η προτεινόμενη απόσταση είναι το 55% της διαμέτρου του κύκλου διαβροχής των εκτοξευτήρων:  $9 \text{ m} \times 0,55 = 5 \text{ m}$ . Συνεπώς, η **ιδανική απόσταση** των εκτοξευτήρων για άνεμο ταχύτητας 4 κόμβων (6,4 Km/h) είναι 5 m.



Ε ι κ ό ν α 21.5

Κάτοψη του χώρου που πρόκειται να αρδευτεί.

Στη συνέχεια, τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες κατά μήκος των ορίων της συγκεκριμένης έκτασης.

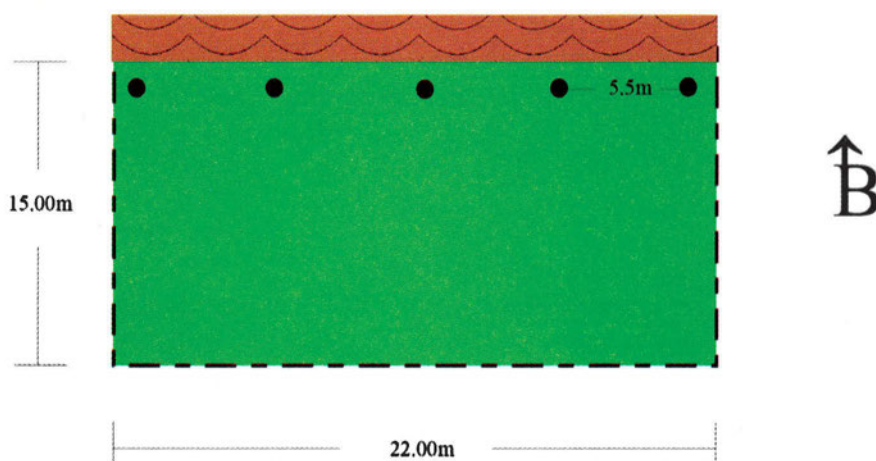
Προσδιορίζουμε πόσες φορές προσαρμόζεται η ιδανική απόσταση των εκτοξευτήρων (5 m), κατά μήκος του βόρειου ορίου άρδευσης:

$$\frac{\text{Μήκος βόρειου άρδευσης : } 22 \text{ m}}{\text{Ιδανική απόσταση εκτοξευτήρων : } 5 \text{ m}} = 4,4 \text{ φορές}$$

Άρα, η ιδανική απόσταση των εκτοξευτήρων επαναλαμβάνεται στο βόρειο όριο άρδευσης 4,4 φορές, περίπου, δηλαδή, 4 φορές. Πρέπει να έχουμε έναν ακέραιο αριθμό, που αφορά την ιδανική απόσταση των εκτοξευτήρων κατά μήκος του ορίου άρδευσης.

Ας προσαρμόσουμε την απόσταση μεταξύ των εκτοξευτήρων, κατά μήκος του ορίου άρδευσης, με το νέο δεδομένο των 4 επαναλήψεων:

$$\frac{\text{Μήκος ορίου άρδευσης : } 22 \text{ m}}{4} \approx 5,5 \text{ m}$$



Ε ι κ ό ν α 21.6

Τοποθέτηση εκτοξευτήρων στο βόρειο όριο, με ισαποχή 5,5 m.

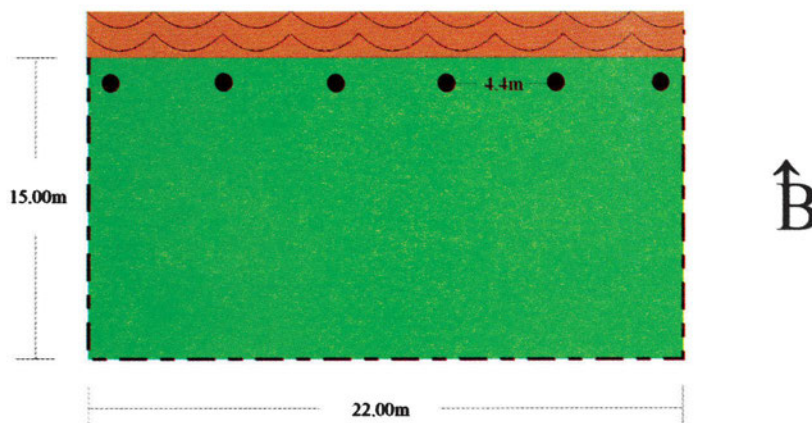
Τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στα 5,5 m ή κατά 0,50 m περισσότερο, από την ιδανική απόσταση.

Θα εξετάσουμε τώρα την απόσταση, που θα έχουν μεταξύ τους οι εκτοξευτήρες, αν **επεκτείνουμε** κατά 5 αντί για 4 τον αριθμό των επαναλήψεων, στον οποίο προσαρμόζεται η ακτίνα ενός εκτοξευτήρα κατά μήκος του ορίου άρδευσης. Με αυτό τον τρόπο τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες πιο κοντά μεταξύ τους, αντί να τους απομακρύνουμε.

$$\frac{\text{Μήκος ορίου άρδευσης : 22 m}}{5} = 4,4 \text{ m}$$

Χρησιμοποιώντας την απόσταση των 4,4 m, **μειώνουμε** τις αποστάσεις μεταξύ των εκτοξευτήρων, αντί να τις επεκτείνουμε, όπως κάναμε με τη λύση των 5,5 m.

Είναι γενικά καλύτερο να μειώνουμε τις αποστάσεις των εκτοξευτήρων, ώστε να έχουμε επαρκή κάλυψη των κύκλων διαβροχής τους και άρα ομοιόμορφη κατανομή του νερού (εικόνα 21.7).



**Ε ι κ ό ν α 2 1 . 7**

Τοποθέτηση εκτοξευτήρων στο βόρειο όριο, με ισαποχή 4,4 m.

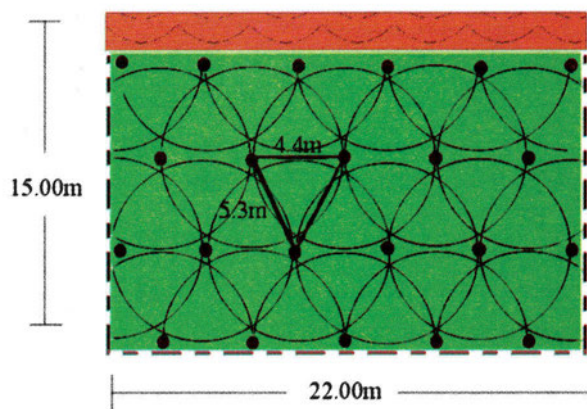
Θα καθορίσουμε τώρα την απόσταση των εκτοξευτήρων κατά μήκος των πλευρικών ορίων του χώρου. Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία:

$$\frac{\text{Μήκος ορίου άρδευσης : 15 m}}{\text{Ιδανική απόσταση εκτοξευτήρων : 5}} = 3 \text{ φορές}$$

$$\frac{\text{Μήκος ορίου : 15 m}}{3} = 5 \text{ m}$$

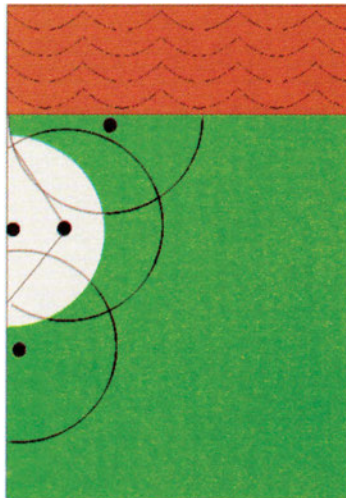
Άρα η απόσταση μεταξύ των εκτοξευτήρων είναι 5 m.

Τώρα έχουμε τις αποστάσεις μεταξύ των εκτοξευτήρων κατά μήκος των δύο πλευρών. Αμέσως μετά μπορούμε να τοποθετήσουμε τους υπόλοιπους εκτοξευτήρες, για το σχηματισμό των ισόπλευρων τριγώνων.



**Ε ι κ ό ν α 2 1 . 8**  
Τριγωνική διάταξη εκτοξευτήρων.

Συγκρίνοντας τα τρίγωνα παρατηρούμε ότι δεν είναι τελείως ισόπλευρα. Αυτή όμως είναι και η καλύτερη λύση. Παρατηρούμε, επίσης, ότι υπάρχει διαβροχή εκτός των πλευρικών ορίων, με αποτέλεσμα απώλεια νερού. Σε αυτή την περίπτωση, μπορούμε να μειώσουμε τον τομέα διαβροχής του υπεύθυνου εκτοξευτήρα (από 360° σε 270°) και να τοποθετήσουμε επιπρόσθετα έναν εκτοξευτήρα με ακροφύσιο ημικυκλικής διαβροχής πάνω στο όριο, όπως φαίνεται στην εικόνα 21.9.



**Ε ι κ ό ν α 2 1 . 9**  
Μέθοδος σχεδιασμού για μείωση των απωλειών νερού.

Ας εξετάσουμε την ίδια ορθογώνια έκταση και ας προσδιορίσουμε πόσους εκτοξευτήρες θα χρησιμοποιούσαμε, αν τους τοποθετούσαμε σε τετραγωνική διάταξη.

Για εκτοξευτήρες με ακτίνα διαβροχής 5 m, σε άνεμο 4 κόμβων (6,4 Km/h) και για τετραγωνική διάταξη έχουμε:



$$10 \text{ m} \times 50\% = 5 \text{ m}$$

Συνεπώς, η **ιδανική** απόσταση των εκτοξευτήρων για άνεμο ταχύτητας 4 κόμβων (6,4 Km/h), είναι 5 m.

Στη συνέχεια ακολουθούμε την ίδια σχεδιαστική διαδικασία:

1. Διαιρούμε το μήκος του ορίου άρδευσης με την ιδανική απόσταση των εκτοξευτήρων και στρογγυλοποιούμε στο μεγαλύτερο ακέραιο, για να βρούμε τις επαναλήψεις:

$$\frac{22 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 4,4 \approx 5$$

2. Διαιρούμε το μήκος του ορίου άρδευσης με το παραπάνω αποτέλεσμα, για να βρούμε την απόσταση μεταξύ των εκτοξευτήρων:

$$\frac{22 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 4,4$$

3. Τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες κατά μήκος του ορίου άρδευσης.
4. Διαιρούμε το μήκος της παρακείμενης πλευράς με την ιδανική απόσταση των εκτοξευτήρων, για να βρούμε τις επαναλήψεις:

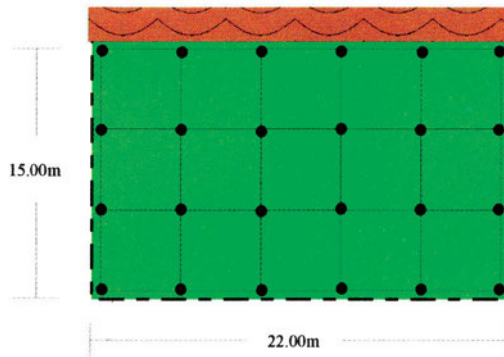
$$\frac{15 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 3$$

5. Διαιρούμε το μήκος της παρακείμενης πλευράς με το παραπάνω αποτέλεσμα, για να βρούμε την απόσταση μεταξύ των εκτοξευτήρων:

$$\frac{15 \text{ m}}{3 \text{ m}} = 5$$

6. Σχεδιάζουμε ένα πλέγμα και τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στα σημεία τομής των γραμμών του πλέγματος.

Από την εικόνα 21.10, διαπιστώνουμε ότι με την τετραγωνική διάταξη χρησιμοποιούμε δύο περισσότερους εκτοξευτήρες, από ό,τι στην τριγωνική διάταξη, ενώ παράλληλα δεν έχουμε την ομοιόμορφη κατανομή του νερού, που μας παρέχει η τελευταία.



**Εικόνα 21.10**  
Τετραγωνική διάταξη εκτοξευτήρων

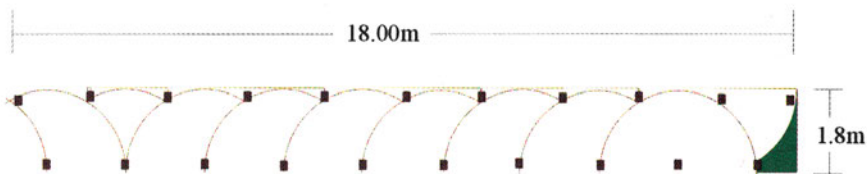
## 21.6 Εφαρμογή τριγωνικής διάταξης σε μικρούς χώρους

Η τριγωνική διάταξη εκτοξευτήρων εξυπηρετεί καλά μικρούς χώρους, όπως διαζώματα, νησίδες λεωφόρων και χώρους μεταξύ των πεζοδρομίων και των άκρων τους.

Ας εξετάσουμε ένα χώρο διαστάσεων: 1,8 m x 18 m. Χρησιμοποιούμε εκτοξευτήρες, με ακτίνα διαβροχής 1,8 m, δηλαδή διαμέτρου διαβροχής 3,6 m. Αν επικρατεί άνεμος 4 κόμβων (6,4 Km/h), τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες  $3,6 \text{ m} \times 0,55 = 1,98 \approx 2 \text{ m}$ .

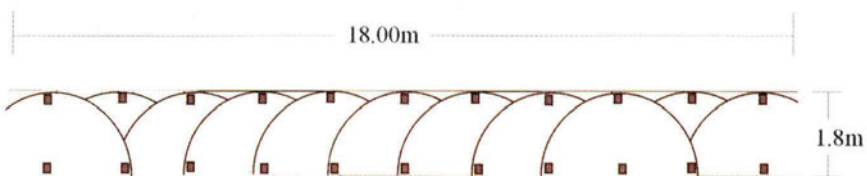
Η απόσταση των 2 m είναι η **ιδανική** απόσταση μεταξύ των εκτοξευτήρων.

Η εικόνα 21.11 μας δείχνει ότι σε αυτή την περίπτωση θα χρειαστούμε 19 εκτοξευτήρες.



**Εικόνα 21.11**  
Τριγωνική κατανομή εκτοξευτήρων σε διάζωμα.

Από την εικόνα 21.12, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι, αν τοποθετήσουμε τους εκτοξευτήρες στον ίδιο χώρο σε τετραγωνική διάταξη, θα χρειαστούμε τρεις παραπάνω εκτοξευτήρες, δηλαδή 22 εκτοξευτήρες. Στην περίπτωση αυτή έχουμε την ίδια κάλυψη, όπως με την τριγωνική διάταξη, αλλά σπαταλάμε περισσότερο νερό.



**Εικόνα 21.12**  
Τετραγωνική κατανομή εκτοξευτήρων σε διάζωμα.

## Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η

- Η ισόπλευρη τριγωνική διάταξη υπερέχει των άλλων διατάξεων για τους εξής λόγους:
1. Παρέχει ομοιόμορφη κατανομή του νερού. Στην τετραγωνική διάταξη, οι εκτοξευτήρες πρέπει να είναι πιο κοντά μεταξύ τους, για να έχουν ικανοποιητική κάλυψη στο μέσο του τετραγώνου (εικόνα 4.5.2).
  2. Επειδή είναι πιο ομοιόμορφη, έχουμε κατά συνέπεια και λιγότερη σπατάλη νερού, κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό.
  3. Επιτρέπει την τοποθέτηση των εκτοξευτήρων σε μεγαλύτερες αποστάσεις από ό,τι οι άλλες διατάξεις, οπότε δίνεται η δυνατότητα χρήσης λιγότερων εκτοξευτήρων σε ένα αρδευτικό έργο. Αυτό σημαίνει ότι μειώνεται το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης του αρδευτικού δικτύου.
  4. Εξυπηρετεί καλύτερα εκτάσεις με ακανόνιστο σχήμα σε σύγκριση με την τετραγωνική διάταξη.

Οι κατασκευαστές δίνουν διάφορες τριγωνικές διατάξεις για διάφορες ταχύτητες ανέμου:

**Άπνοια:** Τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στο 60% της **διαμέτρου** του κύκλου διαβροχής τους.

**Άνεμος 4 κόμβων (6,4 Km/h):** Τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στο 55% της **διαμέτρου** του κύκλου διαβροχής τους.

**Άνεμος 8 κόμβων (12,9 Km/h):** Τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στο 50% της **διαμέτρου** του κύκλου διαβροχής τους.

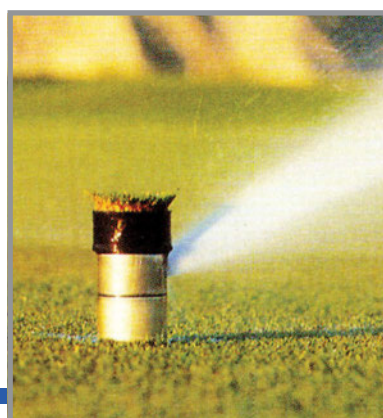
## Ε Ρ Ω Τ Η Σ Ε Ι Σ

1. Τι είναι η τριγωνική διάταξη των εκτοξευτήρων;
2. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα της τριγωνικής διάταξης των εκτοξευτήρων;
3. Να αναλύστε τον τρόπο σχεδίασης των τριγωνικών διατάξεων.
4. Να περιγράψετε τις διάφορες τριγωνικές διατάξεις για διάφορες ταχύτητες ανέμου.

22

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

**ΑΘΛΗΤΙΚΟΙ  
ΧΩΡΟΙ ΜΕ  
ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΟΥΣ  
ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΕΣ**







## 22 Αθλητικοί Χώροι Με Εκτεταμένους Χλοοτάπητες

Πρόκειται για την άρδευση των γηπέδων ποδοσφαίρου, αντισφαίρισης (τένις), γκολφ και μεγάλων πάρκων.

### 22.1 Ιδιαιτερότητες αθλητικών γηπέδων

Όταν αρδεύουμε ένα αθλητικό γήπεδο ή ένα γήπεδο γκολφ, αρδεύουμε μια μεγάλη ανοικτή έκταση με χλοοτάπητα. Αυτές οι συνθήκες απαιτούν τη χρήση εκτοξευτήρων, οι οποίοι εκτοξεύουν νερό σε μεγάλες αποστάσεις. Οι εκτοξευτήρες που χρησιμοποιούνται σε αθλητικά γήπεδα έχουν ακτίνα διαβροχής τουλάχιστον 15 m. Οι εκτοξευτήρες αυτοί απαιτούν μεγάλες παροχές. Η χρήση πολλών εκτοξευτήρων μεγάλης παροχής στο ίδιο κύκλωμα (ζώνη) απαιτεί σωληνώσεις μεγάλων διατομών.



Οι εκτοξευτήρες των αθλητικών γηπέδων δε θα πρέπει να εμποδίζουν τις αθλητικές δραστηριότητες. Οι καλύτεροι εκτοξευτήρες αθλητικών χώρων υποχωρούν μέχρι και 15 mm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Με αυτό τον τρόπο, οι εκτοξευτήρες όχι μόνο είναι αόρατοι, αλλά και δεν προκαλούν ατυχήματα στους αθλητές. Στην αγορά υπάρχουν τέτοιου τύπου εκτοξευτήρες, που στο άνω τμήμα τους μπορούν να δεχτούν τμήμα χλοοτάπητα.

### 22.2 Τεχνικές άρδευσης αθλητικών γηπέδων

#### 22.2.1 Χωροθέτηση των εκτοξευτήρων

**Εικόνα 22.1**  
Εκτοξευτήρας πολύ μεγάλων αποστάσεων.  
(Πηγή: K-Rain)

Υπάρχουν δύο τεχνικές για τη χωροθέτηση των μεγάλων εκτοξευτήρων: το σύστημα διαχωρισμού των **εκτοξευτή-**



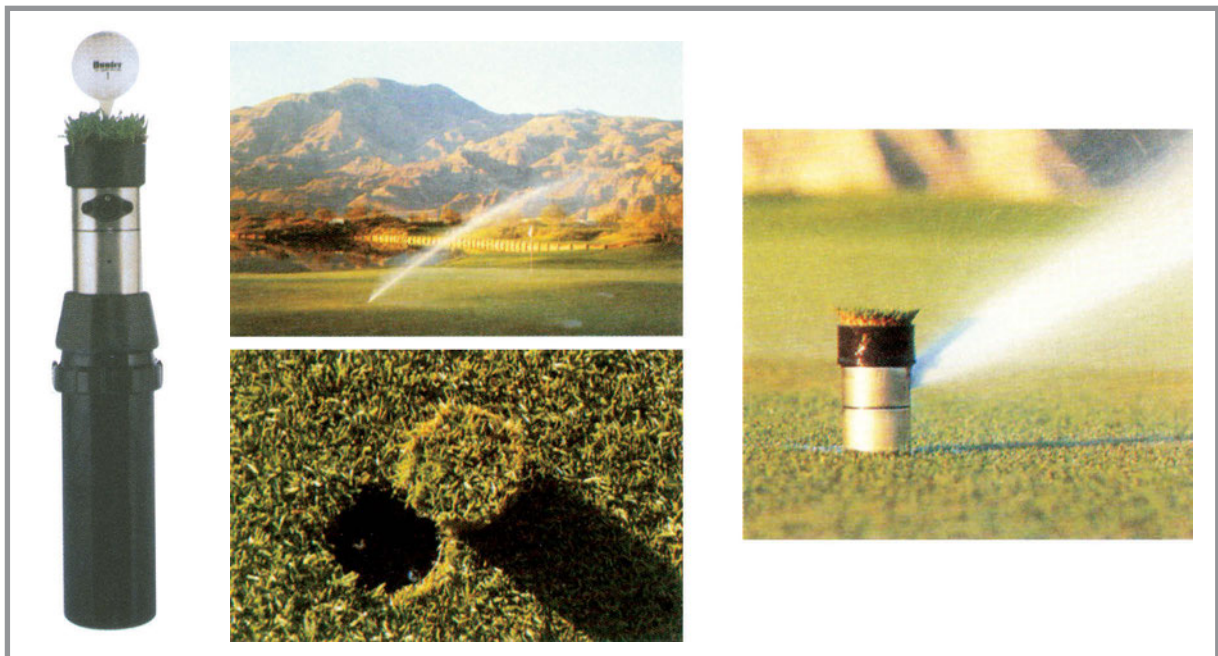
ρων σε ζώνες και το σύστημα χρήσης εκτοξευτήρων ενσωματωμένης ηλεκτροβάνας.

### 22.2.1.1 Σύστημα διαχωρισμού σε ζώνες

Το σύστημα διαχωρισμού σε ζώνες είναι μια μέθοδος, κατά την οποία συνδέουμε ομάδες εκτοξευτήρων με ηλεκτροβάνες. Το σύστημα αυτό είναι κατάλληλο για τις περιπτώσεις, που έχουμε διαφορετικές περιοχές άρδευσης, οι οποίες πρέπει να ελέγχονται από διαφορετικά κυκλώματα (ζώνες).

**Εικόνα 22.2**

Εκτοξευτήρας αθλητικού χώρου. (Πηγή: K-Rain)



**Εικόνα 22.3**

Εκτοξευτήρας γηπέδων γκολφ. (Πηγή: Hunter).

Στα αθλητικά γήπεδα, όλος ο χώρος δεν έχει τις ίδιες απαιτήσεις σε νερό. Οι περιοχές του γηπέδου οι οποίες χρησιμοποιούνται περισσότερο, όπως το κέντρο του γηπέδου, χρειάζονται περισσότερο νερό από ό,τι τα άκρα.



Ε ι κ ό ν α 2 2 . 4

Εκτοξευτήρες πολύ μεγάλων αποστάσεων με ενσωματωμένη βαλβίδα. (Πηγή: TORO).

### 22.2.1.2 Σύστημα ενσωματωμένης ηλεκτροβάνας

Το σύστημα ενσωματωμένης ηλεκτροβάνας κάνει χρήση εκτοξευτήρων, οι οποίοι έχουν στη βάση τους μία ηλεκτροβάνα. Ονομάζονται **εκτοξευτήρες με ηλεκτροβάνα** και έχουν μια ηλεκτροβάνα τοποθετημένη στη μια πλευρά του εκτοξευτήρα ή στον εύκαμπτο σύνδεσμο της υδροληψίας.




Η ηλεκτροβάνα του εκτοξευτήρα λειτουργεί, όπως ακριβώς και οι ηλεκτροβάνες των κυκλωμάτων. Όταν η ηλεκτροβάνα λαμβάνει εντολή από τον προγραμματιστή, ανοίγει και επιτρέπει στο νερό να διέλθει μέσα από τον εκτοξευτήρα.

Σε αρδευτικά έργα μεγάλης κλίμακας, το σύστημα ενσωματωμένης ηλεκτροβάνας υπερέχει έναντι του συστήματος διαχωρισμού σε ζώνες. Στα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος συμπεριλαμβάνονται τα εξής:

1. Το σύστημα ενσωματωμένης ηλεκτροβάνας απαιτεί σωληνώσεις μικρότερων διατομών, από ό,τι το σύστημα διαχωρισμού σε ζώνες.
2. Καθώς δεν υπάρχουν κύριες και δευτερεύουσες γραμμές παροχής, όλες οι γραμμές τοποθετούνται στο ίδιο βάθος.
3. Υπάρχει πρόσβαση για συντήρηση σε όλες τις ηλεκτροβάνες, από την κορυφή του εκτοξευτήρα, οπότε δεν έχουμε φρεάτια ηλεκτροβανών στο γήπεδο.
4. Χρησιμοποιούνται σωλήνες μικρών διατομών, κάτι που σημαίνει ότι οι διατομές των σωλήνων και των εξαρτημάτων επαναλαμβάνονται. Έτσι, μειώνεται το κόστος εγκατάστασης του συστήματος.
5. Καθώς κάθε εκτοξευτήρας έχει τη δική του ηλεκτροβάνα, δεν έχουμε αποστράγγιση στα χαμηλά σημεία.
6. Δεν έχουμε απότομη αύξηση της πίεσης, διότι όλοι οι σωλήνες είναι γεμάτοι με νερό και έχουν πίεση συνέχεια.
7. Οποιοσδήποτε εκτοξευτήρας του συστήματος μπορεί να συνδεθεί με κάποιον άλλο για παράλληλη λειτουργία. Για παράδειγμα, οι εκτοξευτήρες στο κέντρο ενός ποδοσφαιρικού γηπέδου, οι οποίοι πρέπει να λειτουργούν περισσότερο από αυτούς που βρίσκονται στα άκρα του, θα μπορούσαν να λειτουργήσουν μαζί.





Τύπος	Πίεση Bar	Ακτίνα m	Παροχή m <sup>3</sup> /h	Ταχ. Εφ. ■ mm/h	Ταχ. Εφ. Δ mm/h
52 	3,0	10,3	1,41	13,3	15,5
	3,5	10,7	1,51	13,2	15,3
	4,0	10,7	1,61	14,1	16,4
	4,5	10,7	1,70	14,8	17,3
	5,0	10,7	1,78	15,5	18,1
5,5	10,7	1,88	1,88	16,4	19,1
53 	3,0	12,7	1,82	11,3	13,1
	3,5	13,1	1,97	11,5	13,3
	4,0	13,1	2,10	12,2	14,2
	4,5	13,4	2,22	12,4	14,4
	5,0	13,7	2,33	12,4	14,4
5,5	13,7	2,45	13,1	15,2	15,2
54 	3,0	13,9	2,19	11,3	13,2
	3,5	14,3	2,35	11,5	13,4
	4,0	14,3	2,50	12,2	14,2
	4,5	14,3	2,64	12,9	15,0
	5,0	14,3	2,77	13,5	15,8
5,5	14,3	2,90	14,2	16,5	16,5



**Εικόνα 22.5**

Λειτουργία εκτοξευτήρων σε γήπεδο γκολφ. (Πηγή: Rainbird)



**Εικόνα 22.6**

Γήπεδο γκολφ που αρδεύεται (Πηγή: Rainbird).

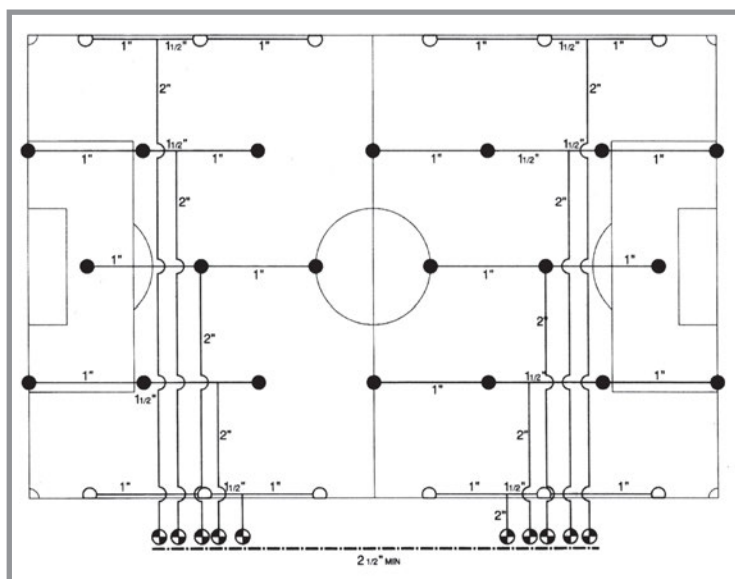
## 22.2.2 Αρδευτικός σχεδιασμός αθλητικού γηπέδου



**Ε ι κ ό ν α 2 2 . 7**

Εκτοξευτήρας που δέχεται χλόη στο κάλυμμα (Πηγή: Rainbird).

Η εικόνα 22.8 απεικονίζει τη χωροθέτηση των εκτοξευτήρων σε ένα ποδοσφαιρικό γήπεδο. Το σχέδιο ακολουθεί την τριγωνική διάταξη των εκτοξευτήρων και απαρτίζεται από 20 εκτοξευτήρες πλήρους κύκλου και 12 εκτοξευτήρες ημικυκλίου. Ο κεντρικός αγωγός είναι 2½" (Ø63), οι δευτερεύοντες 2" (Ø50) και οι αγωγοί εφαρμογής 1½" (Ø32) και 1" (Ø25). Οι εκτοξευτήρες ελέγχονται από δέκα ηλεκτροβάνες. Οι εκτοξευτήρες τοποθετούνται στο 50% της διαμέτρου του κύκλου διαβροχής τους. Με αυτό τον τρόπο τοποθέτησης των εκτοξευτήρων, εξασφαλίζεται ομοιόμορφη κατανομή του νερού στο κέντρο του γηπέδου. Λιγότερο νερό αποδίδεται στα άκρα του γηπέδου, αλλά συνήθως ο χλοοτάπητας χρειάζεται λιγότερο νερό σε αυτές τις περιοχές.



**Ε ι κ ό ν α 2 2 . 8**

Σχέδιο αρδευτικού δικτύου γηπέδων ποδοσφαίρου (Πηγή: Hunter).



**Εικόνα 22.11**

α. Άρδευση γηπέδων ποδοσφαίρου, β. Εκτοξευτήρας γηπέδου (Πηγή: Rolland).

Π  
Ε  
Ρ  
Ι  
Λ  
Η  
Ψ  
Η

Όταν αρδεύουμε ένα αθλητικό γήπεδο ή ένα γήπεδο γκολφ, αρδεύουμε μια μεγάλη ανοικτή έκταση με χλοοτάπητα. Αυτές οι συνθήκες απαιτούν τη χρήση εκτοξευτήρων, οι οποίοι εκτοξεύουν νερό σε μεγάλες αποστάσεις. Οι εκτοξευτήρες που χρησιμοποιούνται σε αθλητικά γήπεδα έχουν ακτίνα διαβροχής τουλάχιστον 15 m. Οι εκτοξευτήρες αυτοί απαιτούν μεγάλες παροχές. Η χρήση πολλών εκτοξευτήρων μεγάλης παροχής στο ίδιο κύκλωμα (ζώνη) απαιτεί σωληνώσεις μεγάλων διατομών.

Οι εκτοξευτήρες των αθλητικών γηπέδων δε θα πρέπει να εμποδίζουν τις αθλητικές δραστηριότητες. Οι καλύτεροι εκτοξευτήρες αθλητικών χώρων υποχωρούν μέχρι και 15 mm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Με αυτό τον τρόπο, οι εκτοξευτήρες όχι μόνο είναι άρατοι, αλλά και δεν προκαλούν ατυχήματα στους αθλητές. Στην αγορά υπάρχουν τέτοιου τύπου εκτοξευτήρες, που στο άνω τμήμα τους μπορούν να δεχτούν τμήμα χλοοτάπητα.

Υπάρχουν δύο τεχνικές για τη χωροθέτηση των μεγάλων εκτοξευτήρων: το σύστημα διαχωρισμού των **εκτοξευτήρων σε ζώνες** και το σύστημα χρήσης **εκτοξευτήρων ενσωματωμένης ηλεκτροβάνας**.

Ε  
Ρ  
Ω  
Τ  
Η  
Σ  
Ε  
Ι  
Σ

1. Ποιες είναι οι ιδιαιτερότητες των αθλητικών γηπέδων, ως προς την άρδευση;
2. Ποιες είναι οι τεχνικές χωροθέτησης των εκτοξευτήρων σε αθλητικά γήπεδα;
3. Τι γνωρίζετε για το σύστημα διαχωρισμού σε ζώνες κατά τη χωροθέτηση εκτοξευτήρων σε αθλητικούς χώρους;
4. Τι γνωρίζετε για το σύστημα ενσωματωμένης ηλεκτροβάνας;

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 1 άσκηση

#### Μέτρηση ομοιομορφίας διαβροχής

**Σκοπός:** Να μετρά ο μαθητής την ομοιομορφία διαβροχής των εκτοξευτήρων.

#### Υλικά και μέσα:

1. Δέκα κύπελλα πλαστικά.
2. Εκτοξευτήρες.
3. Ακροφύσια διάφορων τομών.
4. Σωλήνες διάφορων διατομών.
5. Σέλες.
6. Υλικά συνδεσμολογίας.
7. Μέτρο.
8. Σχοινί.
9. Καρφί.

#### Διαδικασία:

1. Συνδέουμε έναν εκτοξευτήρα σε μια παροχή νερού.
2. Τοποθετούμε ένα ακροφύσιο  $180^\circ$  (ή ρυθμίζουμε τον εκτοξευτήρα στις  $180^\circ$ ).
3. Τοποθετούμε διάσπαρτα στο ημικύκλιο τα δέκα πλαστικά κύπελλα.
4. Ανοίγουμε την παροχή του νερού και την κλείνουμε μετά από 15'.
5. Παρατηρούμε αν τα κύπελλα έχουν συγκρατήσει διαφορετικές ποσότητες νερού το καθένα.

# ΕΛΛΗΝΟ-ΑΓΓΛΙΚΟ ΛΕΞΙΚΟ

## A

Ακροφύσιο	Nozzle
Άλατα διαλυτά	Soluble salts
Άμμος	Sand
Αναπνοή	Respiration
Αντλία	Pump
Απόδοση άρδευσης	Irrigation efficiency
Απώλειες φορτίου	Friction loss
Άρδευση	Irrigation
Άρδευση με σταγόνες	Drip irrigation
Αρδευτικό δίκτυο	Irrigation system
Άργιλος	Clay
Αυτόματη βαλβίδα	Automatic valve

## B

Βαθμίδες	Drops
Βαθμός απόδοσης	Efficiency
Βαλβίδα	Valve
Βροχόπτωση	Rainfall

## Γ

Γεώτρηση	Well
Γωνίες (ειδικά τεμάχια)	Elbows
Γλάστρα κεραμική	Clay pot
Γλάστρα πλαστική	Plastic pot

## Δ

Διανεμητής	Distributeur
Διαπνοή	Transpiration
Διάτρητοι σωλήνες	Perforated pipes
Δομή	Structure

## E

Εδαφοκάλυψη	Mulching
Έδαφος	Soil
Είδος (φυτού)	Species
Εξαρτήματα	Fittings
Εξάτμιση	Evaporation
Εκτοξευτήρας	Sprinkler

## H

Ηλεκτροκινητήρας	Electric motor
------------------	----------------

## K

Κάθετη διατομή (αγωγού)	Cross-sectional area
Κεφαλή ελέγχου	Control center
Κοκκομετρική σύσταση (υφή)	Texture



# ΑΓΓΛΟ-ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΛΕΞΙΚΟ

## A

Automatic valve      Αυτόματη βαλβίδα

## B

Benefit      Ωφέλεια

## C

Centrifugal pump      Φυγοκεντρική αντλία

Clay      Άργιλος

Clay pot      Γλάστρα κεραμική

Control center      Κεφαλή ελέγχου (για στάγδην άρδευση)

Cross-sectional area      Κάθετη διατομή (αγωγού)

## D

Discharge      Παροχή

Distributeur      Διανεμητής

Drawdown      Τριβές

Drip irrigation      Άρδευση με σταγόνες

Dripper      Σταλάκτης

Dripper rate      Παροχή σταλάκτη

Drop  
Drip irrigation

Σταγόνα  
Στάγδην άρδευση

## E

Efficiency

Elbows

Electric motor

Βαθμός απόδοσης

Γωνίες

Ηλεκτροκινητήρας

## F

Filter (strainer)

Fittings

Fixed-head sprinklers

Flow

Friction loss

Φίλτρο

Ειδικά τεμάχια  
(εξαρτήματα  
συνδεσμολογίας  
κλειστών δικτύων)

Στατικοί  
εκτοξευτήρες

Ροή

Απώλειες φορτίου

## G

Gravel filter

Φίλτρο άμμου



**H**

Head	Φορτίο, ύψος φορτίου ή πίεσης
Humidity	Υγρασία
Hydrants	Υδροληψίες κλειστών δικτύων άρδευσης

**I**

Irrigation	Άρδευση
Infiltration rate	Ταχύτητα διήθησης

**L**

Laterals	Σωλήνες άρδευσης
Load	Φορτίο κινητήρα ή μηχανής
Loam	Πηλός

**M**

Main pipe	Κύριος αγωγός άρδευσης
Mulching	Εδαφοκάλυψη

**N**

Nozzle	Ακροφύσιο
--------	-----------

**O**

Operating cost	Κόστος λειτουργίας
Orifice	Οπή
Outlet	Υδροληψία

**P**

Perforated pipes	Διάτρητοι σωλήνες
------------------	-------------------

Pipes	Σωλήνες
Precipitation rate	Ταχύτητα εφαρμογής
Pressure	Πίεση
Pump	Αντλία

**Q**

Quick couplers	Ταχυσύνδεσμοι
----------------	---------------

**R**

Respiration	Αναπνοή
Root	Ρίζα

**S**

Sand	Άμμος
Soil	Έδαφος
Soil moisture	Υγρασία εδαφική
Sprinkler	Εκτοξευτήρας
Structure	Δομή
Suction lift	Ύψος αναρρόφησης
Suction pipe	Σωλήνας αναρρόφησης

**T**

Tees	Ταυ
Tensiometer	Τασίμετρο
Transpiration	Διαπνοή
Turbine pump	Στροβιλοφόρα αντλία

**V**

Valve	Βαλβίδα
Volume	Όγκος

**W**

Well	Γεώτρηση
Wilting	Μάρανση

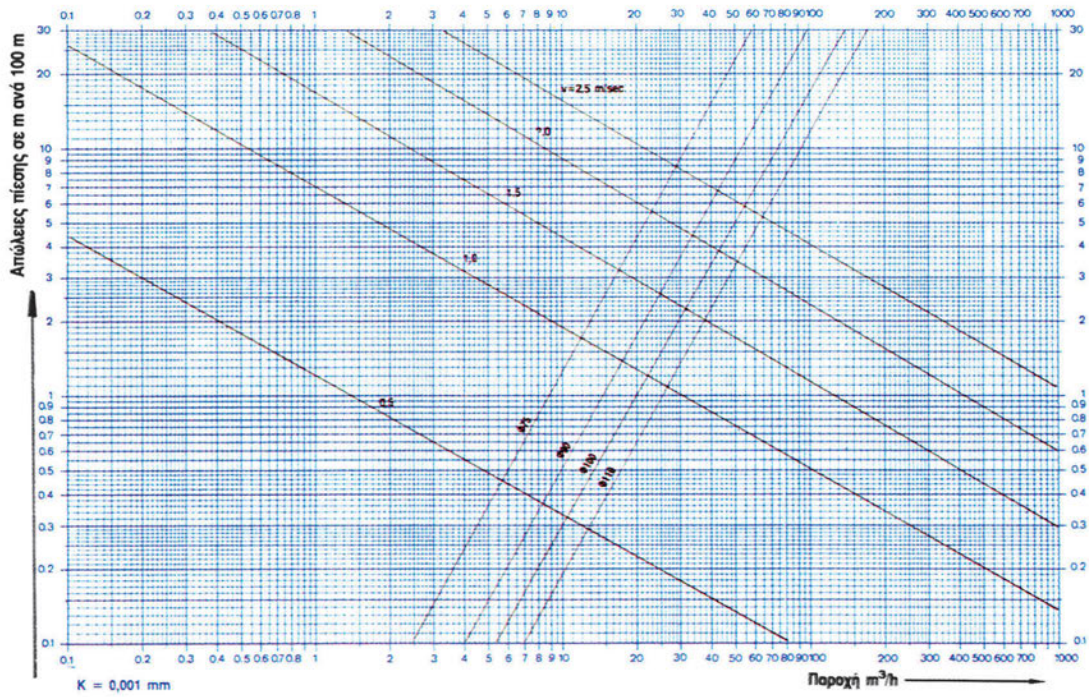
# ΓΛΩΣΣΑΡΙ

- Αισθητήρας ροής.** Μηχανισμός που μετρά το ρυθμό της ροής του νερού σε ένα δίκτυο.
- Αισθητήρας υγρασίας εδάφους.** Ένα όργανο που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της ποσότητας του νερού στο έδαφος.
- Απώλειες λόγω τριβών.** Η ροή του νερού μέσα από τα εξαρτήματα του συστήματος, από την παροχή μέχρι το στόμιο εκροής, έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση των απωλειών πίεσης.
- Βαλβίδα αντεπιστροφής.** Βαλβίδα που τοποθετείται στην αρχή του αρδευτικού δικτύου και αποτρέπει την αναστροφή της ροής του νερού και την πιθανή μόλυνση της κεντρικής παροχής νερού.
- Βαλβίδα αποστράγγισης.** Μία βαλβίδα, η οποία χρησιμοποιείται για την αποστράγγιση του αρδευτικού δικτύου κατά τη διάρκεια επισκευών ή για την προστασία του από τον παγετό. Υπάρχουν χειροκίνητες και αυτόματες.
- Βαλβίδα αποφυγής απορροής (check valve).** Πρόκειται για μία βαλβίδα, η οποία αποτρέπει την απορροή του νερού των σωλήνων από τους εκτοξευτήρες, όταν το δίκτυο δε λειτουργεί.
- Διαπνοή.** Η διαδικασία μεταφοράς του νερού στις πράσινες επιφάνειες του φυτού και η εξάτμισή του.
- Διήθηση.** Η αργή καθοδική κίνηση του νερού μέσα στο έδαφος.
- Δομή εδάφους.** Ο τρόπος με τον οποίο οι κόκκοι της άμμου, της ιλύος και της αργίλου είναι συνδεδεμένοι και τοποθετημένοι μεταξύ τους.
- Δυναμική πίεση.** Η πίεση σε οποιοδήποτε σημείο του αρδευτικού δικτύου κατά τη λειτουργία του.
- Εξάτμιση.** Η μεταβολή, κατά την οποία το νερό μετατρέπεται από την υγρή κατάσταση σε κατάσταση υδρατμών και μεταφέρεται στην ατμόσφαιρα.
- Εξατμισοδιαπνοή (ET).** Η ποσότητα νερού που διαφεύγει από το έδαφος με την επιφανειακή εξάτμιση και με την κατανάλωση του φυτού σε νερό, το οποίο χρησιμοποιείται για τη διαπνοή.
- Ζώνη.** Μία περιοχή, η οποία καλύπτεται από μία ομάδα εκτοξευτήρων που συνδέονται συνήθως με μία ηλεκτροβάνα.
- Κάλυψη.** Το μέγεθος της επιφάνειας προς άρδευση, που παρέχουν τα ακροφύσια με την τοποθέτησή τους στις κατάλληλες μεταξύ τους αποστάσεις.
- Κατασκευαστικό σχέδιο.** Μία καταγραφή της θέσης, με διαστάσεις, του εξοπλισμού του αρδευτικού δικτύου. Υποδεικνύονται οι θέσεις των εκτοξευτήρων και των εγκάρσιων γραμμών παροχής, με τις απαραίτητες διαστάσεις. Τα κατασκευαστικά σχέδια παρέχονται από τον υπεύθυνο μελετητή.
- Κεντρική βάνα ελέγχου (master valve).** Πρόκειται για μία ηλεκτροβάνα, η οποία τοποθετείται στην κεφαλή του δικτύου. Ανοίγει με την πρώτη ηλεκτροβάνα του δικτύου και κλείνει με την τελευταία.
- Μάρανση.** Το σημείο εκείνο, κατά το οποίο το φυτό δεν είναι πλέον σε θέση να απορροφήσει νερό από το έδαφος.
- Ομοιομορφία διαβροχής.** Έχουμε υψηλή ομοιομορφία, όταν σε κάθε τετραγωνικό μέτρο χλοοτάπητα αποδίδεται η ίδια ποσότητα νερού. Η ομοιομορφία απόδοσης νερού, με συνθήκες άπνοιας, είναι 96%. Στα παλαιότερα συστήματα η ομοιομορφία, συνήθως, ήταν της τάξης του 50%.
- Παροχή δικτύου.** Ο όγκος του νερού που έρχεται στην κεφαλή του δικτύου, ανά μονάδα χρόνου ( $m^3/h$  ή  $l/min$ ).
- Πίεση.** Η δύναμη, η οποία ωθεί το νερό, μέσα στο δίκτυο.

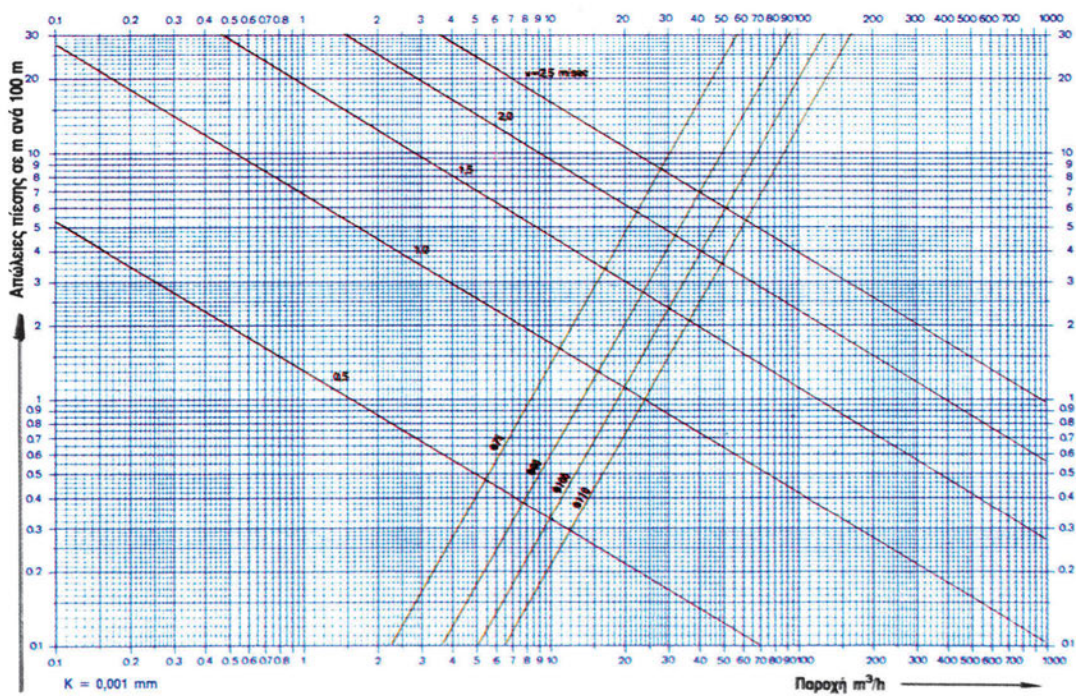
- Πολυαιθυλένιο (PE).** Είδος πλαστικού, το οποίο χρησιμοποιείται για την κατασκευή σωληνώσεων, εξαρτημάτων σύνδεσης και άλλου είδους εξοπλισμών των δικτύων άρδευσης.
- Πορώδες.** Ο όγκος του εδάφους, που καταλαμβάνεται από το νερό και τον εδαφικό αέρα.
- Προγραμματιστής.** Είναι ηλεκτρική συσκευή, που θέτει σε λειτουργία καθεμιά ζώνη άρδευσης ξεχωριστά, σε προκαθορισμένους χρόνους και για συγκεκριμένη διάρκεια.
- Προέκταση.** Ένα κατακόρυφο τμήμα σωλήνα, που χρησιμοποιείται για να στηρίζει εκτοξευτήρες, ακροφύσια, διατάξεις αποφυγής αντιστροφής ροής και βαλβίδες.
- Προστατευτικός σωλήνας.** Ένα τμήμα σωλήνα, το οποίο τοποθετείται κάτω από σκληρά υλικά επίστρωσης. Χρησιμοποιείται για την ασφαλή τοποθέτηση στο εσωτερικό του των αρδευτικών σωληνώσεων και των καλωδιώσεων.
- Ριζόστρωμα.** Το τμήμα του εδάφους, που περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό ριζών ενός φυτού.
- Ρυθμός διήθησης.** Η ταχύτητα μετακίνησης του νερού στο έδαφος σε mm/ώρα. Ο ρυθμός αυτός, όσο περνά η ώρα, επιβραδύνεται.
- Σταθμός ή στάση.** Μία θέση του προγραμματιστή, η οποία ενεργοποιεί μία ή περισσότερες ηλεκτροβάνες.
- Στατική πίεση.** Μία ένδειξη της διαθέσιμης δύναμης για τη λειτουργία του αρδευτικού δικτύου. Μετρείται, όταν δεν έχουμε ροή στο δίκτυο.
- Συνάφεια.** Είναι η δύναμη που αναφέρεται στη συνένωση των κόκκων του εδάφους, μέσω μιας ενδιάμεσης μεμβράνης νερού. Οι δυνάμεις συνοχής και συνάφειας είναι δυνάμεις ηλεκτροστατικές, ως και δυνάμεις Van der Waals (βλέπε συνοχή).
- Συνολική υδροστατική διαφορά-συνολική στατική πίεση.** Η υψομετρική διαφορά μεταξύ της πηγής του νερού και του σημείου εκροής.
- Συνολικό υδροστατικό ύψος.** Το σύνολο όλων των υδροστατικών πιέσεων, που επηρεάζει την ικανότητα των αντλιών να δημιουργήσουν πίεση, με μία συγκεκριμένη ροή νερού.
- Συνοχή.** Είναι η δύναμη, που προέρχεται από την αμοιβαία έλξη η οποία υπάρχει μεταξύ των κόκκων του εδάφους και τείνει να τους κρατά μεταξύ τους στη μάζα, χωρίς την επενέργεια κάποιας εξωτερικής δύναμης. Όσο πιο κοντά βρίσκονται μεταξύ τους οι κόκκοι του εδάφους και όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια επαφής τους, τόσο ισχυρότερες καθίστανται οι δυνάμεις συνοχής και τόσο συνεκτικότερο το έδαφος.
- Σωληνοειδές πηνίο.** Το ηλεκτρικό εκείνο εξάρτημα της ηλεκτροβάνας, το οποίο ενεργοποιεί ένα έμβολο για το άνοιγμα της βάνας.
- Ταχύτητα εφαρμογής νερού.** Η ποσότητα νερού που πέφτει στη γη με τη μορφή βροχής, σε mm/ώρα. Χρησιμοποιείται και αντί του ρυθμού απόδοσης νερού.
- Ταχύτητα ροής.** Ο ρυθμός ροής του νερού σε μέτρα (m) ανά δευτερόλεπτο (sec).
- Υδατοϊκανότητα εδάφους.** Είναι η κατάσταση στην οποία βρίσκεται το έδαφος, από πλευράς υγρασίας, όταν αυτό στραγγίσει, ενώ πριν βρισκόταν σε κορεσμό (υγρασία κορεσμού). Στην κατάσταση αυτή, τα φυτά παίρνουν τις αναγκαίες ποσότητες νερού για να ευδοκιμήσουν, καταβάλλοντας τη μικρότερη δυνατή ενέργεια.
- Υδατοχωρητικότητα εδάφους.** Η μέγιστη δυνατότητα συγκράτησης νερού από το έδαφος.
- Υδραυλικό πλήγμα.** Μία σειρά απότομων αυξομειώσεων της πίεσης του νερού στους σωλήνες, που οφείλεται στο απότομο κλείσιμο μίας βαλβίδας. Το μέγεθος και η συχνότητά του εξαρτάται από την ταχύτητα της ροής, το μέγεθος, το μήκος και το υλικό του σωλήνα.
- Υδροφόρος ορίζοντας.** Είναι ο γεωλογικός σχηματισμός που περιέχει αρκετό, κορεσμένο με νερό, υλικό, ώστε να τροφοδοτεί με σημαντικές ποσότητες νερού, πηγάδια και πηγές (Lohman et. al., 1972). Οι υδροφόροι ορίζοντες χαρακτηρίζονται ως ελεύθεροι, αρτεσιανοί και ημιαρτεσιανοί.



### ΝΟΜΟΓΡΑΦΗΜΑ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΙΕΣΕΩΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΡΕ 8 ΑΤΜ



### ΝΟΜΟΓΡΑΦΗΜΑ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΙΕΣΕΩΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΡΕ 9 ΑΤΜ



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΗΚΟΥΣ

σε	mm	cm	dm	m	km
Μετατροπή από	Πολλαπλασιασμός με				
Ίντσες (in)	25.4	2.54	0.254	0.025 4	
Πόδια (ft)	304.8	30.48	3.048	0.304 8	0.000 304 8
Γιάρδες (yd)	914.4	91.44	9.144	0.914 4	0.000 914 4
Μίλια (mi)				1 609.344	1.609 344
Χιλιοστά (mm)	1	0.1	0.01	0.001	
Εκατοστά (cm)	10	1	0.1	0.01	
Δεκατόμετρα (dm)	100	10	1	0.1	
Μέτρα (m)	1000	100	10	1	0.001
Χιλιόμετρα (km)				1000	1

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

σε	cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	ha
Μετατροπή από	Πολλαπλασιασμός με		
Τετραγωνικές ίντσες (in <sup>2</sup> )	6.451 6	0.000 645 16	
Τετραγωνικά πόδια (ft <sup>2</sup> )	929.030	0.092 903 0	0.000 009 290 30
Τετραγωνικές γιάρδες (yd <sup>2</sup> )	8 361.3	0.836 13	0.000 083 613
Τετραγωνικά εκατοστά (cm <sup>2</sup> )	1	0.000 1	
Τετραγωνικά μέτρα (m <sup>2</sup> )	10.000	1	0.000 1
Εκτάρια (ha)	10.000	10 000	1

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΟΓΚΟΥ

σε	cm <sup>3</sup>	l	m
Μετατροπή από	Πολλαπλασιασμός με		
Κυβικές ίντσες (in <sup>3</sup> )	16.387	0.016 387	0.000 016 387
Κυβικό πόδι (ft <sup>3</sup> )		28.317	0.028 317
Γαλόνια (gal)		3.785 4	0.003 785 4
Κυβικά εκατοστά (cm <sup>3</sup> )	1	0.001	
Λίτρα (l)	1.000	1	0.001
Κυβικό μέτρα (m <sup>3</sup> )	1.000.000	1 000	1

Σημείωση: 1 ουγκιά : 0.007 8125 γαλόνια  
 : 1.8047 κυβικές ίντσες  
 : 29.574 χιλιοστά του λίτρου  
 : 0.029 574 λίτρα

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΑΡΟΧΩΝ

σε	l/s	l/min	m <sup>3</sup> /h
Μετατροπή από	Πολλαπλασιασμός με		
Κυβικά πόδια/ δευτερόλεπτο (ft <sup>3</sup> /s)	28.317	1 699.0	101.94
Γαλόνια/λεπτό (gal/min)	0.063 090	3.785 4	0.227 13
Λίτρα/δευτερόλεπτο (lt/s)	1	60	3.6
Λίτρα/λεπτό (lt/min)	0.016 666	1	0.06
Κυβικά μέτρα/ώρα (m <sup>3</sup> /h)	0.277 77	16.666	1

1 λίτρο = 1 dm<sup>3</sup>

# BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Brady Nyle C., Weil Ray R., 1999.** The Nature and Properties of Soils. 12th Edition.
- By the Editors of Sunset Books and Sunset Magazine, 1994.** Lawns and Groundcovers.
- Choate R.B., 1994.** Turf Irrigation Manual. 5th Edition
- Cooper L.E., 1997.** Agriscience. Fundamentals and Applications. 2nd Edition.
- Keesen L., 1995.** The Complete Irrigation Workbook.
- Melby, Pete, ASLA., 1995.** Simplified Irrigation Design. 2nd Edition.
- Αγγελίδης Σ., 1990.** Ποιότητα νερού άρδευσης. Συμπληρωματικές σημειώσεις Φυσικής Εδάφους Γ.Π.Α., Αθήνα.
- Βούτσινος Γ., Κοσμάς Κ., Καλκάνης Γ., Σούτσας Κ., Διαχείριση Φυσικών Πόρων.** ΟΕΔΒ. Αθήνα.
- Κάπος Μ., 1985.** Κανονισμοί Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων. Β΄ Έκδοση.
- Καρακατσούλης Π.Γ., 1993.** Αρδεύσεις, Στραγγίσεις και Προστασία Εδαφών. Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα.
- Καρακατσούλης Π.Γ., 1976.** Μαθήματα Γενικής και Εφαρμοσμένης Υδραυλικής. Γ.Π.Α., Αθήνα.
- Κοκκινάκης Γ.Κ., Καρύδης Γ.Ι., 1993.** Ηλεκτροτεχνία Ι. Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα.
- Μήτσιος Ι., Πασχαλίδης Χ., Παγανιάς Κ., 1995.** Διάβρωση των Εδαφών, Αντιδιαβρωτικά Μέτρα Προστασίας. Εκδόσεις ΖΥΜΕΛ, Αθήνα.
- Μιχελάκης Ν., 1988.** Άρδευση με Σταγόνες. Εκδοτική Αγροτεχνική, Αθήνα.
- Ουζούνη Α., 1985.** Η θεωρητική και πρακτική μέθοδος αρδεύσεως με σταγόνες. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
- Πουλοβασίλης Α., 1986.** Σημειώσεις Γεωργικής Υδραυλικής. Αρδεύσεις Ι. Γ.Π.Α., Αθήνα.
- Τασιούλας Δ., Κοζομπόλης Π.** Αρδευτικά Μηχανήματα. ΟΕΔΒ. Αθήνα.



Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

*Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.*

