

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ  
ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
Του σπουδαστή  
**ΑΝΤΩΝΙΟΥ Π. ΜΥΚΟΝΙΑΤΗ**



**Επιβλέπων Καθηγητής:**  
**ΛΙΝΑΡΔΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2008**

	<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	<b>ΣΕΛ.</b>
ΠΡΟΛΟΓΟΣ		5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ		6

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ Ο ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑΣ**

1.1	Η ΕΝΝΟΙΑ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	8
1.2	ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	11
1.3	ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	13
1.4	ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΤΟΥ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	18
1.5	ΛΙΠΑΝΣΗ	20
1.6	ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	22

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ ΚΑΙ ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ**

2.1	ΟΙ ΜΟΡΦΕΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	23
2.2	Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	24
2.3	ΚΥΡΙΕΣ ΠΗΓΕΣ ΝΕΡΟΥ	28
2.4	ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	29
2.4.1	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΡΔΕΥΣΗ	29
2.4.2	ΤΕΧΝΗΤΗ ΒΡΟΧΗ	30
2.4.3	ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ	31

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΩΝ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ**

3.1	ΣΩΛΗΝΕΣ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ (ΡΕ)	33
3.2	ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ (ΡΕ)	35

3.2.1	ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	36
3.2.2	ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΩΛΗΝΩΝ	36
3.2.3	ΣΕΛΕΣ	38
3.2.4	ΦΡΕΑΤΙΑ	39
3.3	ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ	39
3.3.1	ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ	40
3.3.2	ΔΥΝΑΜΙΚΟΙ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ	42
3.3.3	ΜΙΚΡΟΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ	44
3.4	ΦΙΛΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	45
3.5	ΒΑΝΕΣ	46
3.5.1	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΕΣ ΒΑΝΕΣ	47
3.5.2	ΑΥΤΟΜΑΤΕΣ ΒΑΝΕΣ	47
3.5.3	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΒΑΝΕΣ	48
3.5.4	ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΡΟΗΣ	49
3.5.5	ΤΥΠΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΛΒΙΔΩΝ	49
3.5.6	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΛΒΙΔΩΝ	50
3.6	ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	50
3.7	ΑΝΤΛΙΕΣ ΚΑΙ ΠΙΕΣΤΙΚΑ	52
3.7.1	ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΩΝ	52
3.7.2	ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΑΝΤΛΙΑΣ	53
3.7.3	ΠΙΕΣΤΙΚΑ ΔΟΧΕΙΑ	53
3.7.4	ΟΓΚΟΣ ΠΙΕΣΤΙΚΟΥ ΔΟΧΕΙΟΥ	54

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

### ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

4.1	Η ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	55
4.1.1	Ο ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΑΝΕΜΟΣ	56
4.1.2	Η ΑΡΔΕΥΣΗ	58
4.1.3	ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ	59
4.2	ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ	65
4.2.1	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	66

4.2.2	ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	67
4.2.3	ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΑΝΕΜΟ	69
4.3	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ	73
4.4	Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΑΚΡΟΦΥΣΙΩΝ	74
4.5	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΖΩΝΗ	76
4.6	ΕΥΡΟΣ ΚΑΙ ΔΟΣΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	76

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

### ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΟ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ

5.1	ΜΕΤΡΗΣΗ ΖΕΥΓΟΥΣ ΠΙΕΣΗΣ - ΠΑΡΟΧΗΣ	80
5.2	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	80
5.3	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΩΛΗΝΩΝ	81
5.4	ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ	83
5.5	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ	86
5.6	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΛΒΙΔΩΝ ΚΑΙ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΛΒΙΔΩΝ	88
5.7	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΦΡΕΑΤΙΩΝ	89
5.8	ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΠΑΡΟΧΗ ΝΕΡΟΥ	90
5.8.1	ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΔΙΚΤΥΟ ΠΟΛΗΣ	90
5.8.2	ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΑΝΤΛΙΑ	90
5.9	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΗ	91
5.10	ΕΠΙΧΩΣΗ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ	92
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	93
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	100



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της δημιουργίας Πτυχιακής Εργασίας του τμήματος Φυτικής Παραγωγής στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας. Η επιλογή και η ανάθεση του θέματος έγινε από τον Καθηγητή του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας κ. Λιναρδόπουλο Χρήστο.

Είναι αλήθεια πως τα τελευταία χρόνια η χρήση του χλοοτάπητα έχει αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό και η σωστή του χρήση μπορεί να βοηθήσει στη συγκρότηση ενός ορισμένου τοπίου ή ακόμη και ενός μικρού κήπου με εντυπωσιακά αποτελέσματα.

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να δοθεί ιδιαίτερη σημασία σε ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία για τη σωστή εγκατάσταση, δημιουργία και ανάπτυξη του χλοοτάπητα, που είναι η χορήγηση της κατάλληλης ποσότητας νερού. Συνεπώς είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε ποια είναι η σωστή διαδικασία για τη συγκρότηση του επιθυμητού αρδευτικού δικτύου.

Για την εκπόνηση της Πτυχιακής μου θα ήθελα αν ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας κ. Λιναρδόπουλο Χρήστο, για τη βοήθειά του και τις πολύτιμες υποδείξεις του κατά τη διάρκεια της μελέτης, αλλά και για την ανάγνωση και διόρθωσή της.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα.Γιαννακοπούλου Ουρανία, για την πολύτιμη βοήθειά της στην ανεύρεση του κατάλληλου υλικού και μέρους της βιβλιογραφίας για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, επιθυμώ να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αγάπη τους και την υπομονή, που έδειξαν όλο αυτό το διάστημα.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καλλιέργεια και η ανάπτυξη των φυτών είναι αδύνατη χωρίς την απαραίτητη για τις ανάγκες τους εδαφική υγρασία, η οποία προέρχεται είτε από το νερό της βροχής είτε από την προσθήκη νερού στο έδαφος (άρδευση). Η προσθήκη νερού αυξάνει την ανάπτυξη και 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 οικοσύστημα, που επιδρά καθοριστικά στην οικονομική δράση, στην κοινωνική ανάπτυξη και στην πολιτισμική εξέλιξη του ανθρώπου.

Η ζωή και ο πολιτισμός γεννήθηκαν και εξελίχθηκαν εκεί όπου υπήρχε νερό. Δεν υπάρχει ανθρώπινη δραστηριότητα που να μην εξαρτάται άμεσα ή έμμεσα από το νερό. Η κακή διαχείρισή του, η αλόγιστη χρήση του και η ανεξέλεγκτη ρύπανσή του οδηγούν σε συνεχή μείωση των διαθέσιμων ποσοτήτων, με κίνδυνο την εμφάνιση μη αναστρέψιμων αρνητικών φαινομένων σε βάρος του οικοσυστήματος.

Η χρήση των χλοοταπήτων σαν στοιχείο της κηποτεχνίας είναι γνωστή από τα αρχαία χρόνια. Αναφορές από τους αρχαίους χρόνους περιγράφουν την καλλιέργεια ποωδών φυτών για τη δημιουργία λιβαδιών. Η σημερινή μορφή των χλοοταπήτων ξεκινά από τα χρόνια του Μεσαίωνα στη Βρετανία και στη συνέχεια εμφανίζεται και στην Κεντρική Ευρώπη (Γαλλία, Γερμανία, Αυστρία κ.τ.λ.).

Η χρήση του χλοοτάπητα στη χώρα μας τα τελευταία είκοσι χρόνια έχει πάρει μεγάλες διαστάσεις και αποτελεί πλέον απαραίτητο στοιχείο και βασικό συμπλήρωμα κάθε μικρής ή μεγάλης κηποτεχνικής διαμόρφωσης. Εκτός όμως από καθαρά διακοσμητικό στοιχείο καλύπτει πλέον και λειτουργικές ανθρώπινες ανάγκες, κυρίως όσον αφορά στην κάλυψη των διαφόρων

αθλητικών γηπέδων (ποδόσφαιρο, golf, πόλο, ιππασία, κρίκετ κλπ.) ή ακόμη εκδηλώσεις μαζικής ζωής (ξενοδοχεία, πάρκα κλπ.). Τέλος, η σημασία του στην αποκατάσταση του περιβάλλοντος στις τοποθεσίες όπου έχει προηγηθεί εξορυκτική εκμετάλλευση (μεταλλεία, λιγνιτωρυχεία, λατομεία κλπ.) ή τεχνική αλλοίωση του ανάγλυφου (φράγματα, εθνικές οδοί, σιδηροδρομικές γραμμές κλπ.) είναι εξίσου σημαντική και μεγάλη.

Η εξέλιξη των μεθόδων της άρδευσης ακολουθεί την εξέλιξη των καλλιεργητικών τεχνικών, που διαχρονικά υποστηρίζουν τις ανάγκες της γεωργικής παραγωγής και των φυτοτεχνικών δραστηριοτήτων γενικότερα. Τα σύγχρονα συστήματα άρδευσης, όπως εφαρμόζονται ειδικά στην κηποτεχνία, είναι δίκτυα που έχουν στόχο την ομοιόμορφη και ορθολογική κατανομή του νερού, ώστε να εξασφαλίζονται στα φυτά οι καλύτερες δυνατές συνθήκες ανάπτυξής τους για τη θετική βιοκλιματική και αισθητική παρέμβασή τους, τόσο στο ανθρωπογενές όσο και στο φυσικό περιβάλλον.

Επειδή διαπιστώνεται μείωση των βροχοπτώσεων τα τελευταία χρόνια και η ερημοποίηση μεγάλων περιοχών συζητείται ως πιθανή δραματική εξέλιξη στο μέλλον, γίνεται άμεση η ανάγκη ορθολογικής διαχείρισης του νερού, δηλαδή η μέγιστη δυνατή παραγωγή βιομάζας με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση νερού. Η επιστήμη παρεμβαίνει για να αξιοποιήσει κάθε υδατικό πόρο (π.χ. ανακύκλωση ακάθαρτων νερών των πόλεων) και τεχνολογίες εξοικονόμησης καθαρού νερού, καθώς το αστικό περιβάλλον δεν είναι βιώσιμο αν δεν υπάρχει αστικό πράσινο και μάλιστα αρδευόμενο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ Ο ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑΣ

### 1.1 Η έννοια και η χρήση του χλοοτάπητα

Η έννοια της λέξης χλοοτάπητας (ή χλωροτάπητος) σημαίνει μια επιφάνεια, ένα τάπητα από χλόη ή ένα τάπητα χλωρό και πράσινο.

Στην αρχαία Ελληνική γλώσσα υπάρχει η λέξη «γράφισ», που σημαίνει γρασίδι (χορτάρι, αγγλιστί grass) από την οποία προέρχεται και το ρήμα γραστίζω (βάζω το άλογό μου να βοσκήσει στο χορτάρι). Η αναφορά αυτή γίνεται σκόπιμα για να καταδείξει τον πλούτο της Ελληνικής γλώσσας και την ανάγκη να αποβληθεί από την καθημερινή ορολογία η λέξη gazon, γαλλικής προελεύσεως.

Η αναφορά στις έννοιες του γρασιδιού, της χλόης και ευρύτερα του κήπου αρχίζει να γίνεται από αρχαιοτάτων χρόνων. Και αυτό βέβαια διότι απολιθώματα φυτών, που ανήκουν στην οικογένεια των χλόων (Gramineae) ευρέθησαν από τη Μειόκαινο περίοδο (70.000.000 π.Χ.). Στην Αγία Γραφή γίνονται πολλές φορές αναφορά στη χλόη. Στη Γένεση αναφέρεται (1:11-12) συγκεκριμένα:

(1:11) Και είπεν ο Θεός: Ας φυτρώσουν και ας αναπτυχθούν εις την ξηράν χλόη και ποώδεις θάμνοι...

(1:12) Και έβγαλε πράγματι η Γη ποώδη βλάστηση, χλόη και θάμνους, κάθε είδος από τα οποία είχε το σπέρμα αυτού δια τη διατήρησή του.

Η πρωτόγονη εμφάνιση του χλοοτάπητα γίνεται όταν ο άνθρωπος αρχίζει να μετατρέπεται από κυνηγό σε καλλιεργητή και εγκαταλείπει τη νομαδική περιπλάνησή του για αναζήτηση τροφής. Η εκτροφή των ζώων δημιουργεί την ανάγκη λιβαδιών για βοσκή και τα λιβάδια αυτά είναι η αρχή της δημιουργίας του χλοοτάπητα. Ο χλοοτάπητας από απλό λιβάδι έμελλε να μεταβληθεί σε ουσιαστικό στοιχείο του σχεδιασμού του τοπίου και να παίξει σημαντικό ρόλο

στην καθημερινή κοινωνική ζωή του ανθρώπου, δεδομένου ότι καλύπτει τρεις βασικές χρήσεις:

1. Λειτουργική χρήση. Έλεγχος διαβρώσεως που προκαλείται από από νερό, αέρα, μείωση του θορύβου, της ανακλώμενης θερμότητας του εδάφους, περιορισμό της μόλυνσεως κ.τ.λ.
2. Διακοσμητική χρήση, δεδομένου ότι είναι απαραίτητο πλέον στοιχείο της αρχιτεκτονικής του τοπίου και του κήπου και μάλιστα πολλές φορές επιτακτική η ανάγκη για τη δημιουργία εντυπωσιακού περιβάλλοντος και προβολής κτιρίων και κατασκευών.
3. Αθλητική χρήση. Μεγάλος αριθμός αθλημάτων, ατομικών και κυρίως ομαδικών, παίζεται σε γήπεδα που είναι καλυμμένα με χλοοτάπητα (τένις, κρίκετ, ποδόσφαιρο, πόλο, ιππασία κ.τ.λ.). Στην περίπτωση μάλιστα αυτή το χόρτο λειτουργεί και σαν μέσο προφύλαξης και αποφυγής τραυματισμών και χτυπημάτων.

Η καθαυτό επιστημονική καλλιέργεια και βελτίωση του χλοοτάπητα αρχίζει στη τελευταία διάρκεια του 19<sup>ου</sup> αιώνα στις Η.Π.Α. Ο διακεκριμένος βοτανολόγος W.Beal αρχίζει τις πρώτες έρευνές του στον αγροτικό πειραματικό σταθμό του Michigan με σκοπό τη περιγραφή, κατάταξη και επιλογή βελτιωμένων ειδών και ποικιλιών χλοοτάπητα. Μεγάλη ώθηση έδωσε και η δημιουργία του Green Section της Ενώσεως Golf Η.Π.Α. (United States Golf Association). Παρά τη γενικώς αποδεκτή άποψη ότι οι Άγγλοι και οι Σκωτσέζοι είχαν αποκτήσει πλουσιότερη πείρα και πρακτικές γνώσεις στο χλοοτάπητα, δεδομένου ότι οι εδαφοκλιματολογικές συνθήκες της χώρας τους βοηθούσαν καθοριστικά στην ανάπτυξη και άκοπη συντήρησή του, οι Αμερικανοί άρχισαν επιστημονική έρευνα πολύ νωρίς με αποτέλεσμα σήμερα να προηγούνται κατά δεκαετίες σε αυτή. Ενδεικτικό είναι ότι καθυστερημένα και μόνο το 1929 ιδρύθηκε στο Bingley, Yorkshire σταθμός έρευνας για το χλοοτάπητα, ο οποίος το 1951 μετονομάστηκε στο γνωστό και επιστημονικά καταξιωμένο Ινστιτούτο Έρευνας Αθλητικών Χλοοταπήτων. Ανάλογοι σταθμοί ή ιδρύματα ιδρύονται



στη Ν.Αφρική (1929), Οντάριο, Καναδά (1924), Ν.Ζηλανδία (1935) κ.τ.λ. Αρχίζει κατ' αυτό τον τρόπο μια συσσώρευση και ανταλλαγή γνώσεων και εμπειρίας, η οποία κορυφώνεται τη δεκαετία του '50 οπότε και θεμελιώνεται η επιστήμη του χλοοτάπητα και της καλλιέργειάς του. Η επιστημονική αυτή προσπάθεια έχει τους εξής σκοπούς:

1. Εμπορική παραγωγή βελτιωμένων ειδών και ποικιλιών σπόρων
2. Εφαρμογή φυτοφαρμάκων, ειδικών για το χλοοτάπητα
3. Παραγωγή λιπασμάτων εξειδικευμένης συστάσεως για καλλιέργεια χλοοτάπητα
4. Μηχανοποίηση και βελτίωση της τεχνικής του κούρεματος και της λιπάνσεως, αερισμός εδάφους, βελτίωση αρδεύσεως κ.τ.λ.

Οι έννοιες λοιπόν χλοοτάπητας και κάλλιεργεια χλοοτάπητα εμπεριέχουν μια πληθώρα προβλημάτων ανάλογα με το είδος, την ποιότητα, το περιβάλλον ή το σκοπό για τον οποίο καλλιεργείται το κάθε είδος χλοοτάπητα. Όπως δε συμβαίνει γενικότερα στη γεωργία, η επίλυση κάποιου προβλήματος γίνεται αφορμή δημιουργίας νέου, π.χ. μια νέα ποικιλία χλοοτάπητα που είναι κατάλληλη για πολύ χαμηλό (κοντό) κούρεμα παρουσιάζει ευπάθεια σε μυκητολογική προσβολή η οποία αντιστοίχως πρέπει να καταπολεμηθεί κ.ο.κ. Συνεπώς δικαιολογημένα παρατηρείται αυτή η γιγαντιαία συσσώρευση γνώσεων, που προέρχεται από τη συνεχή αναζήτηση λύσεων στα προβλήματα, που σταθερά προκύπτουν είτε αφορούν λειτουργικούς είτε διακοσμητικούς χλοοτάπητες.

Πριν όμως προχωρήσουμε στην ταξινόμηση, αναφορά και ανάπτυξη των διαφόρων κεφαλαίων που απαρτίζουν τη συνολική γνώση της επιστήμης του χλοοτάπητα, ας δούμε τον ορισμό και τα χαρακτηριστικά του χλοοτάπητα.

Χλοοτάπητος ονομάζεται μια φυτοκοινωνία που αποτελείται από ένα ή περισσότερα βοτανικά είδη συνήθως αγρωστώδη, αναπτύσσεται σε στενή

επαφή, εξάρτηση και σχέση με το ανώτερο στρώμα της επιφάνειας του εδάφους το οποίο καλύπτει, ελέγχεται συνεχώς κατά το ύψος με το κούρεμα και χρησιμοποιείται για διακόσμηση, κυκλοφορία και διάφορες άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες και χρήσεις.

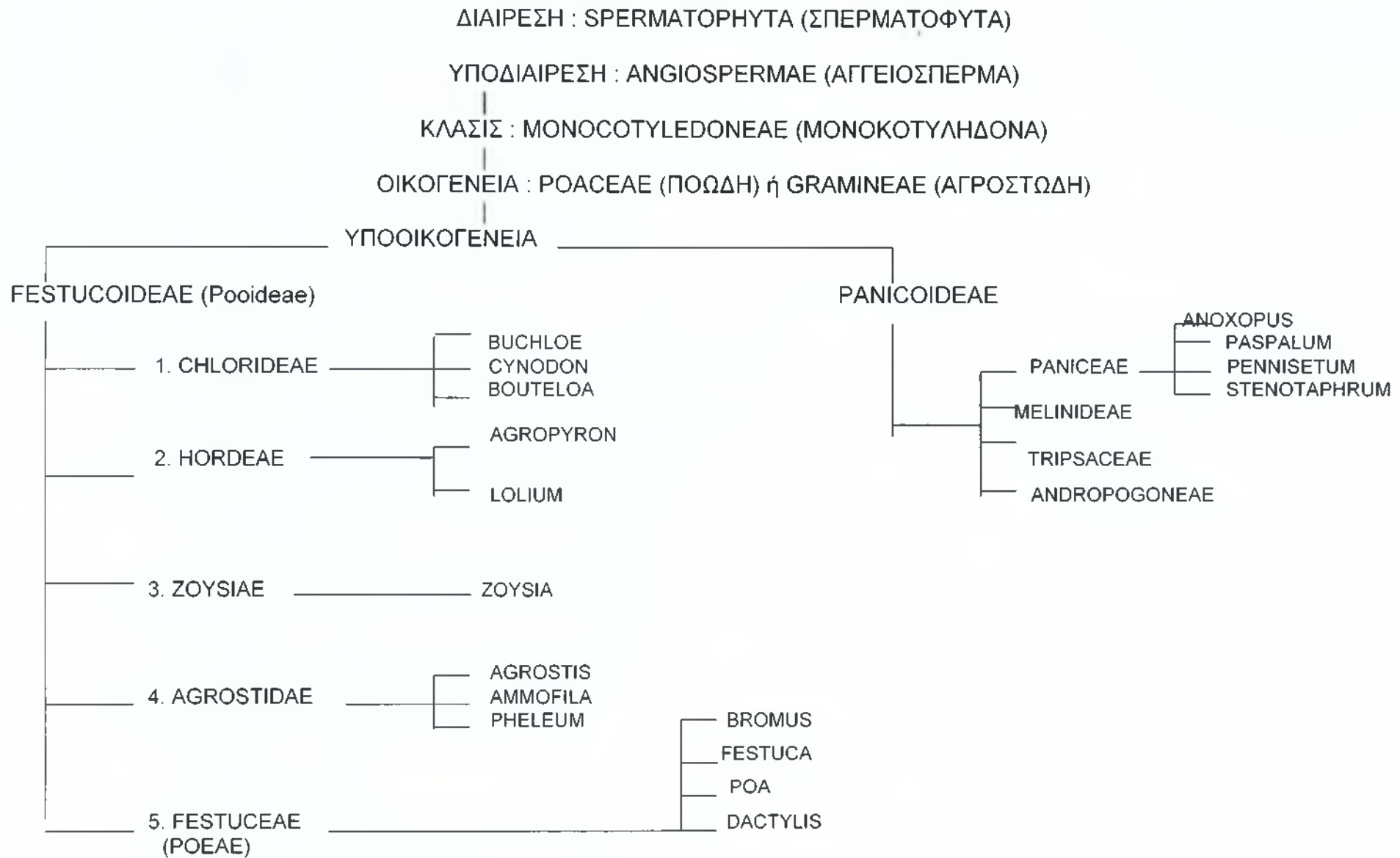
## 1.2 Συστηματική βοτανική ταξινόμηση

Τα είδη των φυτών, που συμμετέχουν στη κατασκευή των χλοοταπήςτων, ανήκουν στην οικογένεια των Αγροστωδών (Gramineae) ή Πωδών (Poaceae). Από αυτά πολλά αφορούν είδη λειμώνια, καλλιεργούμενα κ.λ.π. και μόνο 30 αφορούν χλοοτάπητες. Τα είδη αυτά είναι ποώδη κατά βάση (δεν διαμορφώνουν ξυλώδη επίγειο βλαστό) και χαρακτηρίζονται ως μονοετή (ο κύκλος ζωής τους διαρκεί ένα έτος ή μια βλαστική περίοδο) ή πολυετή. Πρακτικά και αν δεν μεσολαβήσουν βίαιοι παράγοντες, όπως ασθένεια ή πρόσθετη καταπόνηση κ.λ.π. ο χλοοτάπητας ζει για πολλά χρόνια.

Στον πίνακα 2.1 εμφανίζεται η διαίρεση σε οικογένειες, γένη και είδη των κατάλληλων για χλοοτάπητα αγροστωδών (Gramineae ή Poaceae). Εξ αυτών άλλα έχουν πολύ διαδεδομένη χρήση (Poa, Festuca κ.λ.π.) και άλλα χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατα του χλοοτάπητα (Ammophila, Buchloe) ή γίνονται έρευνες γενετικής βελτίωσης για να χρησιμοποιηθούν σε εμπορική κλίμακα (Zoysia, Paspalum).



Πίνακας 2.1  
 Διαχωρισμός και βοτανική ταξινόμηση ειδών χλοοταπήτων  
 (κατά το Manual of the grasses of the U.S.A. – Department Of Agriculture)



### 1.3 Ανατομία και φυσιολογία του χλοοτάπητα

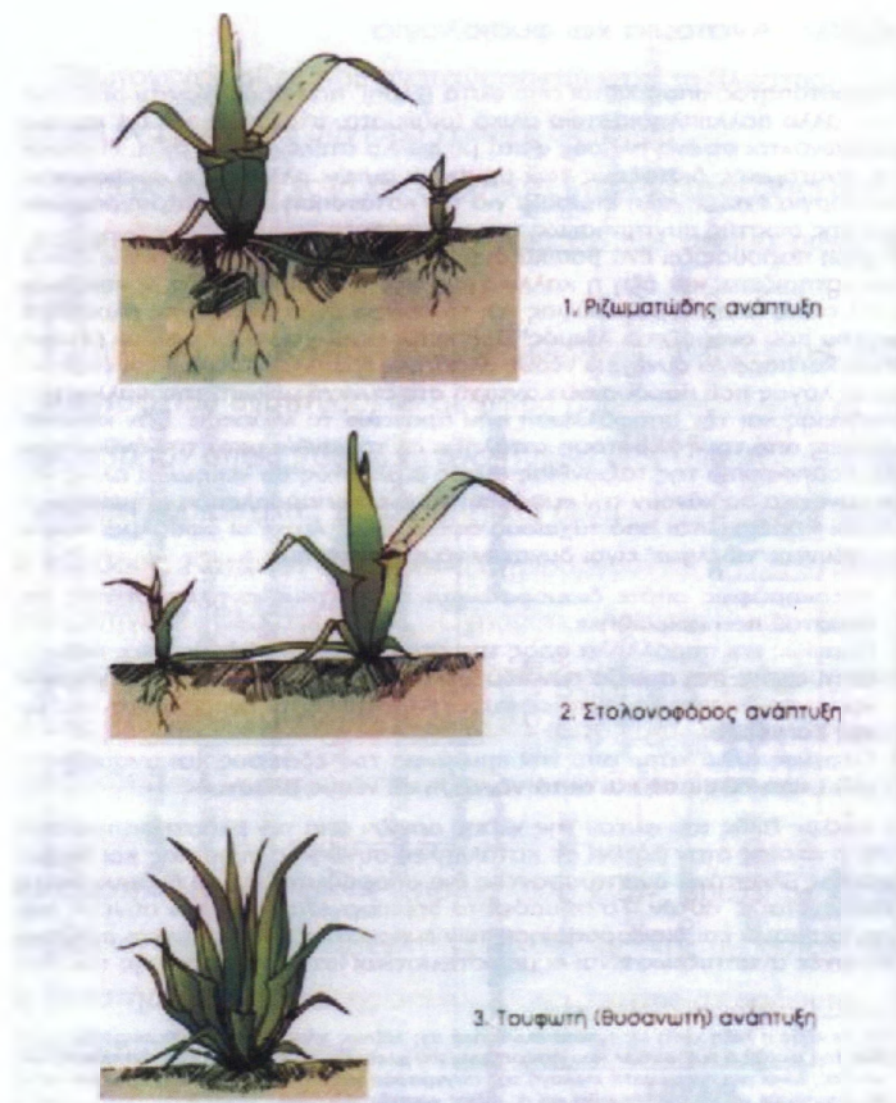
Ο χλοοτάπητας αποτελείται από φυτά (χλόη), που προέρχονται από σπόρο ή άλλο πολλαπλασιαστικό υλικό (ρίζωμα, στολώνες κ.λ.π.) και διαμορφώνονται σε ένα πλήρες φυτό με φύλλα, στέλεχος και ρίζα. Η γνώση της ανατομικής διατάξεως των οργάνων αυτών αλλά και η φυσιολογική λειτουργία έχει μεγάλη σημασία για την κατανόηση και τον προγραμματισμό της σωστής συντήρησης και άρδευσης του χλοοτάπητα.

Η χλόη παρουσιάζει ένα βασικό ανατομικό χαρακτηριστικό, επάνω στο οποίο στηρίζεται και όλη η καλλιέργεια του χλοοτάπητα. Το μονοκότυλο αυτό είδος αποκτά μικρό ύψος και το κέντρο ανάπτυξης και βλάστησής του, που ονομάζεται λαιμός, βρίσκεται πολύ χαμηλά προς το έδαφος, όπου και παράγει συνέχεια νέους βλαστούς ή φύλλα. Αυτός είναι ένας βασικός λόγος που παρουσιάζει αντοχή στη συνεχή μείωση της φυλλικής επιφάνειας και την αποφύλλωση που προκαλεί το κούρεμα. Εάν και όταν κάποιους από τους βλαστούς καταλήξει σε ταξιανθία, μετά την άνθηση και την καρποφορία της ταξιανθίας αυτός ο βλαστός θα νεκρωθεί, αλλά νέοι εν συνεχεία θα κάνουν την εμφάνισή τους από παράπλευρα σημεία, οι οποίοι προέρχονται από τυχαίους οφθαλμούς. Αυτοί οι οφθαλμοί που ονομάζονται «αδέλφια» είναι δυνατόν να αναπτυχθούν:

1. Κατακορύφως, οπότε διαμορφώνουν τον ή τους αντικαταστάτες του βλαστού που νεκρώθηκε
2. Πλαγίως και παράλληλα προς την επιφάνεια του εδάφους και πάνω σε αυτή, οπότε στα σημεία των κόμβων αναπτύσσουν ρίζες και διαμορφώνουν νέα θυγατρικά φυτά. Οι βλαστοί αυτοί ονομάζονται στολώνες και τέλος
3. Πλαγίως αλλά κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και ονομάζονται ριζώματα, δίνοντας κι αυτά γέννηση σε νέους βλαστούς.

Ο κύκλος ζωής του φυτού της χλόης αρχίζει από τη βλάστηση του σπόρου, ο οποίος όταν βρεθεί σε κατάλληλες συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας βλαστάνει, αναπτύσσοντας ένα σπορόφυτο από το έμβρυο που εμπεριέχεται σε αυτόν. Το

σπορόφυτο δημιουργείται από τον συνεχή πολλαπλασιασμό και διαφοροποίηση των εμβρυακών κυττάρων και οι κύριες περιοχές ανάπτυξης είναι οι μεριστωματικοί ιστοί της κορυφής του βλαστού και της ρίζας, καθώς και οι κόμβοι των ριζωμάτων και στολώνων που θα δημιουργηθούν από το σπορόφυτο αυτό.



Εικόνα 2.1

### Τρόποι ανάπτυξης των αγροστωδών φυτών

Η διαδικασία αυτή κορυφώνεται με την εμφάνιση των άνθων και τη δημιουργία των σπόρων, οπότε κλείνει και ο βιολογικός κύκλος. Πλην όμως στην καλλιέργεια του χλοοτάπητα η κύρια προσπάθεια είναι να συνεχίζεται αδιάκοπα και μεθοδικά η φάση της δημιουργίας νέων βλαστών, στολώνων, ριζωμάτων και φυλλώματος (φάση βλαστήσεως) χωρίς να αποκορυφώνεται με την ανθοφορία και

σποροπαραγωγή (φάση αναπαραγωγής), η οποία μάλιστα αποτελεί αρνητικό φαινόμενο για την καλή συντήρηση του χλοοτάπητα. Το φυτό της χλόης αποτελείται από ρίζα, βλαστό, φύλλα κ.λ.π. Εξ αυτών η γλώσις ή γλωσίδιο, ο κολεός, τα ώτια είναι χαρακτηριστικά τα οποία χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στη βοτανική επιστήμη για το διαφορικό προσδιορισμό του βοτανικού είδους, γένους κ.λ.π. Το ριζικό σύστημα αποτελείται από:

1. Πρωτογενείς ρίζες, που αναπτύσσονται κατά τη βλάστηση του σπόρου και επιβιώνουν για ένα σύντομο χρονικό διάστημα
2. Δευτερογενείς ρίζες (ή και πρόσθετες), που προέρχονται από κόμβους του βλαστού και στο σύνολο απαρτίζουν το οριστικό και μόνιμο ριζικό σύστημα του χλοοτάπητα

Σε πολλά είδη χλόης (π.χ. πόα) δημιουργούνται ριζώματα. Ριζωμα είναι ο υπόγειος βλαστός, που αναπτύσσεται σε μικρό βάθος παράλληλα με την επιφάνεια του εδάφους, από τον οποίο μπορεί να αναπτυχθεί νέος βλαστός (είτε σε κάθε κόμβο είτε στην κορυφή του αρχικού βλαστού) ή και δευτερογενείς ρίζες οπότε εκφύονται μόνο από κόμβους.

**Βλάστηση.** Όταν ο ώριμος σπόρος μιας χλόης βρεθεί σε κατάλληλες συνθήκες περιβάλλοντος και ειδικότερα θερμοκρασίας και υγρασίας εισέρχεται στο στάδιο της βλάστησης, προϊόν της οποίας είναι το νεαρό σπορόφυτο.

Η επιτυχημένη εξέλιξη του σταδίου της βλάστησης, το οποίο πρακτικά αρχίζει με το φύτεμα του σπόρου, εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

1. Βάθος σποράς
2. Διαθέσιμη υγρασία
3. κατάλληλη θερμοκρασία
4. Επαρκής φωτεινή ενέργεια (φωτισμός)
5. Πλούσιο ενδοσπέρμιο σε αποθησαυριστικές ουσίες (άμυλο)

Η ανάπτυξη ενός πλούσιου, υγιούς και καλά διακλαδισμένου ριζικού συστήματος αποτελεί τη βάση της εξέλιξης της χλόης. Η εξέλιξη αυτή όμως του ριζικού

συστήματος μπορεί να παρεμποδιστεί από διάφορους παράγοντες που διαχωρίζονται σε δύο ομάδες:

#### A. Περιβαλλοντικοί

1. Υψηλές θερμοκρασίες εδάφους
2. Έδαφος με όξινη αντίδραση (pH χαμηλότερο του 5)
3. Έλλειψη αρκετού οξυγόνου στο έδαφος, γεγονός που συμβαίνει όταν αυτό έχει υπερκορεστεί με υγρασία ή είναι πολύ συμπιεσμένο οπότε περιορίζεται το πορώδες του εδάφους
4. Παρουσία αλάτων με τοξική επίδραση στα νεαρά σπορόφυτα και που προέρχονται είτε από το έδαφος είτε από την άρδευση

#### B. Καλλιεργητικοί

1. Κοπή (κούρεμα) σε πολύ χαμηλό ύψος
2. Κοπή (κούρεμα) ανά πολύ σύντομα χρονικά διαστήματα (επαναλήψεις)
3. Υψηλή συγκέντρωση αζώτου στο έδαφος
4. Χαμηλή περιεκτικότητα καλίου στο έδαφος

Βεβαίως η ανάπτυξη βλαστών και ριζών αλληλοεξαρτάται αλλά και άμεσα επηρεάζεται από το περιβάλλον. Οι ρίζες απορροφούν νερό και θρεπτικά συστατικά, αλλά ο μεταβολισμός τους εξαρτάται από την παραγωγή υδατανθράκων που παράγονται στα φύλλα και οπωσδήποτε οι υδατάνθρακες είναι απαραίτητοι για την ανάπτυξη και των δύο. Η σχέση ριζών – βλαστού για κάθε είδος καλού χλοοτάπητα πρέπει να είναι υψηλή, αλλά μπορεί και να μειωθεί όταν μεσολαβήσει κάποιος εκ των παρακάτω παραγόντων:

1. Αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από το άριστο σημείο ανάπτυξης του χλοοτάπητα
2. Το κούρεμα γίνεται σε χαμηλό ύψος
3. Υπάρχει υπερβολική περιεκτικότητα αζώτου
4. Το φως παρουσιάζει χαμηλή ένταση



**Άνθηση.** Η εμφάνιση της ταξιανθίας στη χλόη δηλώνει το τέλος της περιόδου βλάστησης και την αρχή της άνθησης, που χαρακτηρίζει και την περίοδο παραγωγής του σπόρου. Αυτό το γεγονός συμβαίνει όταν το φυτό βρεθεί πλέον σε στάδιο ωρίμανσης και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες (θρέψη, περιβάλλον, υγρασία, θερμοκρασία).

**Θρέψη – Μεταβολισμός.** Η χλόη αναπτύσσεται όπως όλα τα φυτά με τη χρήση και αξιοποίηση των υδατανθράκων (σακχάρων), που συμμετέχουν στη σύνθεση των κυτταρικών μεμβράνων και του πρωτοπλάσματος.

Έντονη δραστηριότητα αποθήκευσης υδατανθράκων στη χλόη έχουμε στην περίοδο υψηλού φωτισμού, μικρής δραστηριότητας βλάστησης, καθώς και στην περίοδο προετοιμασίας του φυτού για το χειμώνα, οπότε και ο ρυθμός παραγωγής σακχάρων μέσω της φωτοσύνθεσης είναι υψηλότερος της κατανάλωσής του. Αντίθετα η μείωση των αποθεμάτων είναι συνδεδεμένη με την περίοδο δραστηριοποίησης (βλάστησης) του φυτού. Κατά συνέπεια γεγονότα, όπως χαμηλό κούρεμα, άριστες συνθήκες βλάστησης, πλούσια άρδευση, υψηλή αναλογία αζωτούχων ουσιών στο έδαφος, ενεργοποιούν τη δραστηριότητα του φυτού που καταλήγει στην εξάντληση των αποθεμάτων αυτών. Η ελάττωση των αποθεμάτων αυτών μειώνει αντίστοιχα και την ικανότητα του φυτού για αναβλάστησή ανάπλαση μετά από βίαιη ταλαιπωρία (κυκλοφορία ανθρώπων, ασθένεια φυτού, stress λόγω καύσωνα κ.λ.π.) Μια ένδειξη απώλειας και μείωσης των αποθεμάτων σακχάρων (υδατανθράκων) είναι ο πρώιμος περιορισμός του ριζικού συστήματος σε περιόδους έντονης αναπνευστικής δραστηριότητας και δυναμικής βλάστησης. Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει σε περιπτώσεις εφαρμογής προγράμματος έντονης καλλιέργειας ψυχρόφιλων ειδών (χαμηλό κούρεμα του μίγματος σε περίοδο καύσωνα κ.λ.π.) Με άλλα λόγια ο περιορισμός του φυλλώματος με το χαμηλό κούρεμα προκαλεί ανάγκη αναβλάστησης, που ανατρέπει την ισορροπία ανάπτυξης ρίζας φυλλώματος υπέρ του φυλλώματος. Δεδομένου ότι το κέντρο παραγωγής υδατανθράκων είναι τα χλωροφυλλούχα πράσινα φύλλα, τα παραγόμενα σάκχαρα θα χρησιμοποιηθούν εκεί, ενώ τα πλέον απομακρυσμένα

σημεία (ρίζα, στέλεχος) θα παρουσιάσουν ελλείψεις με αποτέλεσμα π.χ. τον περιορισμό ανάπτυξης της ρίζας. Στην περίπτωση αυτή όμως η απορρόφηση θρεπτικών ουσιών και νερού από το έδαφος σμικρύνεται και μπορεί να καταλήξει στο θάνατο του φυτού.

#### 1.4 Κλιματολογική ταξινόμηση των ειδών του χλοοτάπητα

Τα είδη που χρησιμοποιούνται για χλοοτάπητες ανήκουν σε δύο βασικές υποοικογένειες:

1. Festucoideae Ψυχρόφιλα είδη
2. Panicoideae Θερμόφιλα είδη
3. Festucoideae Θερμόφιλα είδη

Τα ψυχρόφιλα είδη έχουν άριστη (optimum) ανάπτυξη στη θερμοκρασιακή περιοχή από 15,6°C (60° P) έως 23,9°C (75° P), ενώ τα θερμόφιλα είδη αντίστοιχα από 26,7°C (80° P) έως 35°C (95° P).

Η προσαρμοστικότητα των ειδών στους διάφορους μικροκλιματικούς παράγοντες κάθε περιοχής εξαρτάται από την αντοχή και τη δυνατότητα επιβίωσης των ψυχρόφιλων ειδών στις υψηλές θερμοκρασίες και αντίθετα των θερμόφιλων στις χαμηλές θερμοκρασίες (παγετός, ψύχος κ.λ.π.). η διάδοση, ανάπτυξη, επιβίωση και καλλιεργητική επιτυχία για ένα χλοοτάπητα εξαρτώνται άμεσα και αποτελεσματικά από τη συνισταμένη των κλιματικών παραγόντων με κυρίαρχο στοιχείο τη θερμοκρασία σε άμεσο όμως συνδυασμό και αλληλεξάρτηση με την υγρασία.

##### A. Ψυχρόφιλα είδη

Τα ψυχρόφιλα είδη έχουν άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης, που κυμαίνεται από 15,6°C (60° P) έως 23,9°C (75° P). Περιλαμβάνουν άνω των είκοσι ειδών χλόης, που ευδοκιμούν κυρίως σε κλίματα χαρακτηριζόμενα από χαμηλή θερμοκρασία, αλλά ταυτόχρονα είναι υγρά ή μέτρια υγρά ή ακόμα και ξηρά ή άγονα. Είναι συνήθως φυτά μακράς ημέρας και για το σχηματισμό της ανθικής καταβολής απαιτείται προηγουμένως εαρινοποίηση.



Γενικά στη χώρα μας ψυχρόφιλα είδη ονομάζουμε όλα τα είδη που παραμένουν κατά τη διάρκεια του χρόνου συνεχώς πράσινα, απαιτούν ήπιες καλοκαιρινές θερμοκρασίες και αυξημένη ατμοσφαιρική υγρασία. Τα περισσότερα από αυτά κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών καυσώνων εισέρχονται σε λήθαργο και κατά συνέπεια περιορίζεται ή μηδενίζεται ο μεταβολισμός τους (δεν αυξάνονται).

Τα ψυχρόφιλα γένη της οικογένειας Festucoideae, που ενδιαφέρουν στην καλλιέργεια του χλοοτάπητα κυρίως είναι Festuca, Poa, Lolium, Argostis και δευτερευόντως τα Bromus, Cynosurus και Puccinellia.

### B. Θερμόφιλα είδη

Τα θερμόφιλα είδη αναπτύσσονται σε μια άριστη θερμοκρασία, που κυμαίνεται από 26,7°C (80° P) έως 34,8°C (95° P). Καλλιεργούνται στις θερμές υγρές ή ξηρές ή ακόμα και ημιάγονες περιοχές. Σε αντίθεση με τα ψυχρόφιλα είδη, που τα περισσότερα προέρχονται από την Ευρώπη, τα θερμόφιλα είδη και ειδικότερα τα 14 γένη που κυρίως χρησιμοποιούνται για την κατασκευή χλοοταπήτων προέρχονται από μια ευρύτερη περιοχή που περιλαμβάνει την Ασία, την Αφρική και τη Ν.Αμερική.

Οι γενικές διαφορές που διαχωρίζουν τα ψυχρόφιλα από τα θερμόφιλα είναι:

1. Τα ψυχρόφιλα είδη εγκαθίστανται κυρίως με σπόρα, ενώ τα θερμόφιλα πλην της σποράς εγκαθίστανται και αγενώς (μοσχεύματα, ριζώματα κ.λ.π.)
2. Τα θερμόφιλα είδη αναπτύσσονται σε χαμηλό ύψος και παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερη αντοχή στο χαμηλό κούρεμα. Αναπτύσσουν βαθύτερο ριζικό σύστημα και παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή στη ξηρασία, την υψηλή θερμοκρασία, τη φθορά και την καταπόνηση. Αντιθέτως, παρουσιάζουν πολύ μικρότερη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια των οποίων χάνουν και το πράσινό τους χρώμα (ληθαργούν).

Είναι συνήθως φυτά μικρής ημέρας, που απαιτούν θερμές νύκτες για την ανεμπόδιση και επιτυχημένη ανάπτυξή τους.

Από απόψεως βοτανικής και συστηματικού διαχωρισμού των θερμόφιλων αγροστωδών ειδών διακρίνουμε:

1. Υποοικογένεια Festucoideae

Φυλή Chlorideae Γένη: Cynodon, Buchloe, Bouteloa

Φυλή Zoysieae Γένη: Zoysia

2. Υποοικογένεια Panicoideae

Φυλή Paniceae Γένη: Anoxopus, Paspalum, Pennisetum και Stenotaphrum

Φυλή Andropogoneae Γένος: Eremochloa

### 1.5 Λίπανση

Η λίπανση είναι η τεχνική μέθοδος δια της οποίας προστίθενται στο χλοοτάπητα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία, που απαιτούνται για τη θρέψη του. Τα στοιχεία αυτά είναι συνολικά 16 και διακρίνονται σε:

#### A.Μακτοστοιχεία (απαραίτητα σε σχετικά μεγάλη ποσότητα)

1. Άνθρακας	C	Λαμβάνονται από το νερό και
2. Υδρογόνο	H	το διοξείδιο του άνθρακα που
3. Οξυγόνο	O	υπάρχει στο περιβάλλον
4. Άζωτο	N	
5. Φώσφορος	P	
6. Κάλιο	K	Λαμβάνονται κυρίως από το
7. Ασβέστιο	Ca	έδαφος
8. Μαγνήσιο	Mg	
9. Θείο	S	

B. Μικροστοιχεία (Ιχνοστοιχεία) (απαραίτητα σε ελάχιστη ποσότητα, μέχρι 2ppm)

10. Σίδηρος	Fe
11. Μαγγάνιο	Mn
12. Ψευδάργυρος	Zn
13. Χαλκός	Cu
14. Μολυβδαίνιο	Mo
15. Βόριο	Bo
16. Χλώριο	Cl

Η εκτεταμένη χρήση χημικών λιπασμάτων στην καλλιέργεια του χλοοτάπητα είναι σχετικά νέα και πάρα την πλούσια ερευνητική εργασία που γίνεται, δεν έχουν καθοριστεί ακόμα με απόλυτη σαφήνεια οι απαιτήσεις του χλοοτάπητα για την άριστη ανάπτυξή του. Το γεγονός αυτό εξηγείται διότι τα κριτήρια ανάπτυξης και εμφάνισης του χλοοτάπητα είναι απολύτως υποκειμενικά (χρώμα, πυκνότητα, ταχύτητα αναβλάστησης) και όχι αντικειμενικά και συνεπώς δεν είναι συγκρίσιμα (π.χ. ποσότητα στρεμματικής παραγωγής ή παραγωγή ποσότητας συγκεκριμένου υλικού π.χ. ξύλου όπως γίνεται στα δασικά φυτά).

Η θρέψη του χλοοτάπητα, όπως και όλων των φυτών, είναι μια πολύπλοκη λειτουργία και εξαρτάται από τη σχέση του με το ευρύτερο εδαφικό και κλιματικό περιβάλλον και επηρεάζεται από πληθώρα παραγόντων με αποτέλεσμα να μεταβάλλονται συνεχώς οι απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά. Ο χλοοτάπητας αποτελείται σε ποσοστό 75% - 85% από νερό και το υπόλοιπο ξηρή ουσία, η οποία συντίθεται από τα προαναφερθέντα 16 στοιχεία. Αρχικά τα τρία εξ' αυτών (άνθρακας, υδρογόνο, οξυγόνο), που λαμβάνονται από το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας και το νερό συνθέτουν δια της φωτοσύνθεσης τους απλούς υδατάνθρακες. Αυτοί με τη σειρά τους συντίθενται σε πολυπλοκότερες ενώσεις, που συμμετέχουν και τα υπόλοιπα εκ των μακροστοιχείων και μικροστοιχείων και κυρίως το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλλιο.

Η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων γίνεται από το έδαφος και εξαρτάται από την κατάσταση και τα χαρακτηριστικά του ριζικού συστήματος (συνολικό μήκος, κατάσταση υγείας, βάθος διεισδύσεως κ.λ.π.), καθώς και των συνθηκών του εδάφους που τα περιβάλλουν (μηχανική ανάλυση, περιεχόμενη υγρασία κ.λ.π.).

Τα διάφορα απαραίτητα στοιχεία για τη θρέψη του χλοοτάπητα συμβάλλουν σε αυτή α) δια της συμμετοχής τους σε σύνθεση των φυτικών ιστών, β) ως καταλύτες σε διάφορες βιοχημικές διεργασίες, γ) δια της επίδρασής τους στην οσμωτική πίεση του κυτταρικού χυμού, δ) δια της μεταβολής του pH των φυτικών ιστών και ε) δια της μεταβολής της διαπερατότητας των κυτταρικών μεμβράνων στην απορρόφηση και μεταφορά θρεπτικών ουσιών.

### **1.6 Βασικές εργασίες για την εγκατάσταση του χλοοτάπητα**

Αναλυτικά οι βασικές εργασίες για την εγκατάσταση χλοοτάπητα είναι:

- Φρεζάρισμα και ψιλοχωματισμός του εδάφους. Η προσθήκη τύρφης είναι απαραίτητη για τα συνεκτικά εδάφη. Η ποσότητα της τύρφης είναι σχετική με την ποιότητα του εδάφους και εκτιμάται κατά περίπτωση.
- Ισοπέδωση με τσουγκράνες, δίνοντας ταυτόχρονα και τις κλίσεις που απαιτούνται ώστε να μην λημνιάζει το νερό σε κανένα σημείο του εδάφους.
- Ένα δεύτερο πέρασμα με τις τσουγκράνες τελειοποιεί την ισοπέδωση και ταυτόχρονα απομακρύνει πέτρες και βώλους χώματος.
- Προσθήκη χούμου στα φτωχά εδάφη είναι μάλλον απαραίτητη. Αποφύγετε την κοπριά, περιέχει πολλούς σπόρους ζιζανίων.
- Σπορά της επιλεγμένης ποικιλίας σπόρου έτσι ώστε να μην μείνουν κενά σε κανένα σημείο του εδάφους.
- Ενσωμάτωση του σπόρου με την τσουγκράνα ή άλλο εργαλείο. Η ενσωμάτωση γίνεται με μικρά κτυπήματα της τσουγκράνας και όχι τραβηχτά.
- Κυλίνδρισμα, ώστε ο σπόρος να έρθει σε καλή επαφή με το χώμα.
- Τέλος ποτίζουμε ενεργοποιώντας το αυτόματο πότισμα. Καλό θα είναι να πατήσουμε μέσα στο γκαζόν για πρώτη φορά στο πρώτο κουρεμα.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ**  
**Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ**  
**ΚΑΙ ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ**

**2.1 Οι μορφές του νερού στο έδαφος**

Η χλόη ανήκει στα φυτά που έχουν μεγάλες ανάγκες σε νερό. Η σωστή άρδευση εξασφαλίζει ένα χλοοτάπητα, που χαρακτηρίζεται από μεγάλη πυκνότητα, βαθύ χρωματισμό, κανονική ανάπτυξη και ικανότητα αναβλαστήσης. Η έλλειψη σωστού αρδευτικού προγράμματος καταλήγει σε αναστολή της βλάστησης, αραίωμα του φυλλώματος, ασθενή χρωματισμό, σε περιόδους δε ξηρασίας ή καύσωνα το φύλλωμα προσλαμβάνει καφέ απόχρωση, ενώ η χλόη έχει πολύ αργό, σχεδόν ανύπαρκτο ρυθμό ανάπτυξης.

Η υγρή φάση του εδάφους είναι το σύνολο του νερού που σε οποιαδήποτε κατάσταση εμπεριέχεται σε αυτό (υγρασία, υδρατμοί, πάγος πολλές φορές), αλλά και σε οποιαδήποτε μορφή:

- Νερό προσφυόμενο από τους κρύσταλλους της αργίλου και δεν είναι διαθέσιμο στο φυτό
- Νερό υγροσκοπικό, το οποίο είναι προσροφημένο υπό μορφή λεπτού περιβλήματος στους κόκκους του εδάφους και κινείται μόνο με μορφή υδρατμών, αλλά δεν είναι διαθέσιμο στο χλοοτάπητα
- Νερό τριχοειδές, το οποίο συμπληρώνει τους τριχοειδείς πόρους του εδάφους ή συγκρατείται πέριξ των κόκκων του εδάφους με επιφανειακή τάση. Η μορφή αυτή αποτελεί την κύρια πηγή του νερού, που είναι διαθέσιμο στο ριζικό σύστημα του χλοοτάπητα
- Νερό βαρύτητας (διηθήσης). Καλύπτει τους κενούς χώρους του εδάφους (πορώδες) και δια της βαρύτητας κινείται προς τα κατώτερα εδαφικά στρώματα. Ποσοστό του νερού αυτού χρησιμοποιείται από το χλοοτάπητα.

## 2.2 Η σημασία του νερού στο χλοοτάπητα

Το νερό με το διοξείδιο του άνθρακα υπό την επίδραση της ηλιακής ενέργειας αντιδρούν μεταξύ τους και φωτοσυνθέτουν με τελικό αποτέλεσμα τους υδατάνθρακες. Παράλληλα είναι το μέσο με τη βοήθεια του οποίου κυκλοφορούν οι διάφορες ουσίες μέσα στον οργανισμό του φυτού, είναι ο καταλύτης για πολλές διαδικασίες του μεταβολισμού, συμμετέχει σε πολλές υδρολυτικές αντιδράσεις και επιδρά καθοριστικά στη διατήρηση επιθυμητής θερμοκρασίας στο χλοοτάπητα, που τον προφυλάσσει από το stress των υψηλών θερμοκρασιών. Η περιεκτικότητά του στα κύτταρα καθορίζει τη σπαργή τους, από την οποία εξαρτάται το άνοιγμα των στομάτων που επιδρά έμμεσα στην αντοχή του φυτού, στη φθορά και την κυκλοφορία.

Η λειτουργική σημασία λοιπόν του νερού μεγιστοποιεί και τη σημασία της ποιότητάς του. Φυσικά το νερό που προέρχεται από τη βροχή και τα λοιπά κατακρημνίσματα (χιόνι, χαλάζι κ.λ.π.), καθώς και από τη συμπύκνωση της ατμοσφαιρικής υγρασίας, η οποία ως δρόσος καλύπτει το χλοοτάπητα είναι τελείως καθαρό από άλατα και κατά συνέπεια δεν προκαλεί κανένα πρόβλημα, πλην της περίπτωσης που υπάρχει μόλυνση στην ατμόσφαιρα και τα αιωρούμενα αέρια (διοξείδιο του θείου, οξείδιο του αζώτου) διαλύονται και μετατρέπονται σε οξέα που δυνητικά μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα (όξινη βροχή).

Αντίθετα το νερό που χρησιμοποιείται για την άρδευση της χλόης μπορεί να μεταβάλλεται ποιοτικά και ανάλογα με την πηγή από την οποία προέρχεται (ποτάμι, λίμνη, πηγή, γεώτρηση, βιολογικός καθαρισμός αποβλήτων κ.λ.π.). η ποιότητα και η ποσότητα των διαφόρων διαλυμένων ουσιών στο νερό προσδίδουν και την κατάλληλότητά του για άρδευση. Η επίδραση των περιεχόμενων αλάτων μπορεί να είναι άμεση στο φύλλωμα της χλόης (π.χ. υψηλή περιεκτικότητα σε χλωριούχο νάτριο) ή έμμεση με τη συνεχή συσσώρευση των διαλυμένων αυτών ουσιών στις στιβάδες του εδάφους. Στον πίνακα 2.1 εκτίμησης της ποσότητας του νερού εμφανίζονται όλοι οι παράγοντες που επιδρούν στη διαμόρφωση της



καταλληλότητας του νερού και προσδιορίζονται βάσει αναλύσεων εδαφολογικού εγγραστηρίου. Η ανάλυση αυτή κρίνεται αναγκαία και απαραίτητη όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί νερό κατώτερης ποιότητας.

Πίνακας 2.1

Εκτίμηση της ποιότητας του αρδευτικού νερού (Christiansen et al. 1977)

Κατηγορίες ποιότητας νερού	EC αγωγιμότητα ds/m	Na Νατριο %	SAR Δείκτης διήθησης	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Ανθρ.Νάτριο me/1	Cl <sup>-</sup> Χλωριόντα me/1	B Βόριο ppm
1.Άριστο	< 0.5	< 40	< 3	< 0.5	< 3	<0.5
2.Καλό	0.5-1.0	40-60	3-6	0.5-1.0	3-6	0.5-1.0
3.Ανεκτό	1.0-2.0	60-70	6-9	1.0-2.0	6-10	1.0-2.0
4.Αμφίβολο	2.0-3.0	70-80	9-12	2.0-3.0	10-15	2.0-3.0
5.Επιβλαβές	3.0-4.0	80-90	12-15	3.0-4.0	15-20	3.0-4.0
6.Ακατάλληλο	> 4.0	> 90	> 15	> 4.0	> 20	> 4.0

Σημειώνεται ότι ο παράγοντας SAR (sodium Absorption Ratio – Αναλογία Προσροφήσεως Νατρίου) είναι πολύ σημαντικός και καθορίζεται από τον τύπο:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

Δια του SAR προσδιορίζεται η περιεκτικότητα του προσροφημένου νατρίου στα σωματίδια του εδάφους, από την οποία εξαρτάται και ο βαθμός διηθητικότητας του νερού στο έδαφος.

Λόγω της σπουδαιότητας του θέματος παρατίθεται και άλλος πίνακας εκτιμήσεως του νερού για άρδευση.



## Πίνακας 2.2

Εκτίμηση του νερού βάσει της ηλεκτροαγωγιμότητας (EC) και του ποσού διαλυμένων στερεών ουσιών (TDS)

Ηλεκτροαγωγιμότητα EC σε ds/m ή mmhos/cm	Σύνολο διαλυμένων στερεών TDS σε ppm ή mg/l	Κίνδυνοι αλατότητας
< 0.25	< 160	Ελάχιστος έως μικρός
0.25 – 0.75	160 – 480	Επιδράσεις μόνο σε ευαίσθητα είδη
0.75 – 2.25	480 – 1440	Επίδραση σε πολλά είδη και κατά συνέπεια χρειάζεται προσοχή στη χρήση
> 2.25	> 1440	Ποιότητα νερού που το καθιστά ακατάλληλο για άρδευση

Η αντοχή του χλοοτάπητα σε τύπους αλατούχων ή αλκαλιωμένων εδαφών μεταβάλλεται όταν μεταβάλλονται και διάφοροι άλλοι κλιματολογικοί παράγοντες (βροχοπτώσεις κ.λ.π.), αλλά οπωσδήποτε τα διάφορα είδη παρουσιάζουν διαφορετική αντοχή μεταξύ τους, όπως εμφανίζεται στο σχετικό πίνακα.

### Πίνακας 2.3

Αντοχή ειδών χλοοτάπητα σε αλατότητα εδάφους  
(βάσει ηλεκτροαγωγιμότητας EC σε ds/m)

<b><u>Υψηλή Αντοχή (18+ ds/m)</u></b>	
Seashore paspalum ( <i>Paspalum vaginatum</i> )	Θερμόφιλο
Alkaligrass ( <i>Puccinellia</i> spp.)	Ψυχρόφιλο
<b><u>Πολύ Ικανοποιητική Αντοχή (12-18 ds/m)</u></b>	
Bermudagrass ( <i>Cynodon</i> spp.)	Θερμόφιλο
Manilagrass ( <i>Zoysia matrella</i> )	Θερμόφιλο
St. Augustinegrass ( <i>Stenotaphrum secundatum</i> )	Θερμόφιλο
<b><u>Ικανοποιητική Αντοχή (8-12 ds/m)</u></b>	
Creeping bentgrass ( <i>Agrostis palustris</i> )	Ψυχρόφιλο
Japanese lawngrass ( <i>Zoysia japonica</i> )	Θερμόφιλο
<b><u>Μέτρια Αντοχή (4-8 ds/m)</u></b>	
Tall fescue ( <i>Festuca arundinaceae</i> )	Ψυχρόφιλο
Perennial ryegrass ( <i>Lolium perenne</i> )	Ψυχρόφιλο
<b><u>Μικρή Αντοχή (&lt; 4 ds/m)</u></b>	
Centipede grass ( <i>Eremochloa ophiuroides</i> )	Θερμόφιλο
Kentucky bluegrass ( <i>Poa pratensis</i> )	Ψυχρόφιλο
Colonial bentgrass ( <i>Agrostis tenuis</i> )	Ψυχρόφιλο
Annual bluegrass ( <i>Poa annua</i> )	Ψυχρόφιλο
Creeping red fescue ( <i>Festuca rubra</i> )	Ψυχρόφιλο

Η αλατότητα του εδάφους και η υψηλή περιεκτικότητα του εδαφικού διαλύματος σε άλατα παρεμποδίζει την απορρόφηση του νερού και των περιεχομένων θρεπτικών ουσιών από το ριζικό σύστημα του χλοοτάπητα, ο οποίος και αρχίζει να παρουσιάζει μαρασμό και ξήρανση. Ο χλοοτάπητας αποκτά μια γαλαζωπή πράσινη

απόχρωση με καθήλωση της ανάπτυξης, αραίωση των βλαστών και επάκριες ξηράνσεις στο φύλλωμα. Ιδιαίτερο πρόβλημα παρουσιάζεται στο βαθμό φυτρώματος σε περιπτώσεις σποράς χλοοτάπητα σε αλατούχα εδάφη.

### 2.3 Κύριες πηγές νερού

Η βροχή αποτελεί την κυριότερη πηγή νερού και μάλιστα άριστης ποιότητας. Η έλλειψη βροχοπτώσεων και κυρίως ομοιόμορφα κατανενημένων στη διάρκεια του έτους, δημιουργεί την ανάγκη του ποτίσματος, το οποίο πραγματοποιείται με τη χρήση νερού από διάφορες πηγές όπως α) δίκτυο πόλης, β) φυσικοί ταμιευτήρες (π.χ. λίμνες, ποταμοί, υδατοδεξαμενές), γ) υπόγεια ύδατα και δ) ανακυκλωμένο νερό από βιολογικό καθαρισμό.

Η πηγή νερού θα πρέπει να περιέχει την όποια ποσότητα απαιτείται για τις καθημερινές ανάγκες κατά την περίοδο της αιχμής των αρδευτικών αναγκών του χλοοτάπητα. Η περίοδος αυτή εντοπίζεται χρονικά μεταξύ 1<sup>η</sup> Ιουλίου και 30 Αυγούστου και μεταβάλλεται από περιοχή σε περιοχή, καθ' όσον εξαρτάται από τη διάρκεια της ξηρής καλοκαιρινής περιόδου κατά την οποία επικρατούν περίοδοι ξηρασίας και θερμοκρασιών ανώτατων ορίων. Την περίοδο αυτή η εξατμισοδιαπνοή του χλοοτάπητα βρίσκεται στη μέγιστη τιμή της (εξατμισοδιαπνοή = απώλεια νερού από τη γενική εξάτμιση του εδάφους και τη διαπνοή του φυτού) και επηρεάζεται κατά κύριο λόγο από τη θερμοκρασία και τη ξηρότητα της ατμόσφαιρας, που επίσης βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα του έτους.

Θεωρητικά βάσει διαφόρων τύπων είναι δυνατό να προσδιοριστούν οι εκάστοτε ανάγκες του φυτού για τη συγκεκριμένη περιοχή που εξετάζεται. Πρακτικά και δυναμικά όμως σε συνάρτηση με τους υπόλοιπους παράγοντες που επηρεάζουν τις ανάγκες του φυτού (ποιότητα εδάφους, πνοή, κατεύθυνση και ισχύς ανέμων κ.λ.π.) είναι πολύ δύσκολο. Μια τελείως εμπειρική και ενδεικτική αποτίμηση των αναγκών του χλοοτάπητα κατά την περίοδο της αιχμής των αρδευτικών αναγκών του εμφανίζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

## Πίνακας 2.4

Ημερήσιες ανάγκες άρδευσης χλοοτάπητα κατά την περίοδο αιχμής  
(1<sup>η</sup> Ιουλίου – 30 Αυγούστου)

<u>Περιοχή</u>	<u>Ποσότητα κυβ. μέτρα / στρ.</u>
Κερκύρα – Δυτ. Ελλάδα	5-6
Δυτ. Πελοπόννησος	5-6
Ανατ. Πελοπόννησος (παραθαλάσσια ζώνη)	7-8
Αθήνα (βόρεια ζώνη)	6-7
Αθήνα (παραλιακή ζώνη)	7-8
Νησιά Αργοσαρωνικού – Ερμιονίδα	7-8
Χαλκιδική	7-8
Ενδοχώρα (πεδινή)	6-7
Ενδοχώρα (ορεινή)	5-6
Νησιά Κυκλάδων	8-9
Νησιά Σποράδων	6-7
Ρόδος – Κρήτη (παραλιακή ζώνη)	9-10

### 2.4 Μέθοδοι άρδευσης

#### 2.4.1 Επιφανειακή άρδευση

Επιφανειακή άρδευση με αυλάκια ή παράλληλες λωρίδες. Με τη μέθοδο αυτή ποτίζονται σκαλιστικές καλλιέργειες όπως βαμβάκι, αραβόσιτος λαχανικά και άλλες.

Για την επιτυχία της άρδευσης το χωράφι πρέπει να είναι οργωμένο και οι καλλιέργειες να είναι σπαρμένες γραμμικά.

Η επιφανειακή άρδευση δεν είναι προτεινόμενο σύστημα άρδευσης, γιατί με το σύστημα αυτό έχουμε:

- μεγάλη κατανάλωση νερού
- έκπλυση θρεπτικών στοιχείων
- ανομοιόμορφο πότισμα

τα παραπάνω εμφανίζονται πιο έντονα στα αμμώδη εδάφη.

- στις περιπτώσεις που η κλίση του χωραφιού ξεπερνά το 2-3% έχουμε μεγάλες απώλειες νερού από επιφανειακή απορροή.

Σημειώνεται όμως, ότι η εφαρμογή της επιφανειακής άρδευσης μπορεί να είναι αναγκαία εάν το είδος της καλλιέργειας ή ο τύπος του εδάφους το επιβάλλει, όπως εδάφη που εμφανίζουν προβλήματα συσσώρευσης αλάτων και καλλιέργειες, όπως το ρύζι.

#### **2.4.2. Τεχνητή βροχή**

Με το σύστημα αυτό, το νερό εφαρμόζεται σε όλο το χωράφι ομοιόμορφα. Ο ρυθμός με τον οποίο πρέπει να γίνεται το πότισμα πρέπει να είναι ίδιος με το ρυθμό που το έδαφος απορροφά το νερό ώστε να μην έχουμε επιφανειακή απορροή.

Για το σκοπό αυτό η επιλογή του μπεκ και της διάταξης των εκτοξευτήρων πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο, ώστε η ένταση της βροχής να είναι ίση με την βασική διηθητικότητα του εδάφους και το μέσο ωριαίο ύψος βροχής να είναι ανάλογο με το ύψος, το οποίο αντιστοιχεί στον εδαφικό τύπο του χωραφιού, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

## Πίνακας 2.5

### Μέση ωριαία διηθητικότητα εδαφών

Είδος εδάφους	Μέσο ωριαίο ύψος βροχής σε χιλιοστά νερού / ώρα
Αμμουδερά	50
Ελαφρά	25
Μέτρια	15
Βαρεία	5

Ο χρόνος εφαρμογής της άρδευσης πρέπει να είναι τέτοιος ώστε, να αποφεύγεται η διήθηση του νερού σε βαθύτερα στρώματα.

Με το σύστημα αυτό υπάρχουν συχνά απώλειες αρδευτικού νερού, όταν η άρδευση γίνεται σε λάθος ώρα (μεσημέρι 11πμ-3μμ), λόγω εξάτμισης. Επίσης, μπορεί να γίνει ανομοιόμορφο πότισμα, όταν οι καιρικές συνθήκες είναι ακατάλληλες (φυσάει πάνω από 5 βαθμούς της κλίμακας Beaufort).

Με τις παραπάνω συνθήκες καλό είναι να αποφεύγεται η άρδευση. Οι σταγόνες διασπούν την δομή του επιφανειακού εδάφους, όταν κατά την εφαρμογή της τεχνητής βροχής εφαρμόζεται υψηλή πίεση στους εκτοξευτήρες. Το σύστημα αυτό πρέπει να αποφεύγεται, όταν η ποιότητα του αρδευτικού νερού δεν είναι καλή, καθώς τα άλατα από την άρδευση μένουν πάνω στα φύλλα και τους βλαστούς του φυτού.

### 2.4.3. Άρδευση με σταγόνες

Η άρδευση με σταγόνες εφαρμόζεται σε μέρος του εδάφους και συγκεκριμένα στην περιοχή του ριζικού συστήματος του φυτού. Η παροχή νερού από τους σταλακτήρες είναι πολύ μικρή, 2-3 λίτρα την ώρα, με αποτέλεσμα όλο το νερό να

διηθείται από το έδαφος και να μην απορρέει επιφανειακά. Δεδομένου ότι η άρδευση επαναλαμβάνεται καθημερινά για 2-3 ώρες για να καλύπτεται το νερό που εξατμίσθηκε, δεν υπάρχουν απώλειες νερού από βαθιά διήθηση.

Το σύστημα αυτό εξασφαλίζει: πλήρη έλεγχο της άρδευσης, μηδενική σχεδόν έκπλυση θρεπτικών στοιχείων, καλή λειτουργία σε επικλινή εδάφη και εκεί που η ποιότητα νερού είναι οριακά ανεκτή, μειωμένο κόστος εργασίας. Τέλος, δίνει τη δυνατότητα σταδιακής, κατά δόσεις, εφαρμογής υδρολίπανσης και εφαρμογής της λίπανσης.

Τα μόνα μειονεκτήματα είναι το υψηλό αρχικό κόστος αγοράς και το υψηλό επίπεδο τεχνογνωσίας, που απαιτείται για τη λειτουργία και τη συντήρηση του (π.χ. μέριμνα για την αποφυγή της έμφραξης των σταλακτήρων).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, οι παραγωγοί οφείλουν:

- Να λαμβάνουν μέριμνα για την ελαχιστοποίηση των απωλειών νερού άρδευσης με αποφυγή της επιφανειακής απορροής ή βαθιάς διήθησης. Εξαιρούνται οι περιπτώσεις, που η βαθιά διήθηση χρειάζεται, για να αντιμετωπιστούν προβλήματα αλατότητας.
- Να μην αρδεύουν με κατάκλιση (με αυλάκια) σε αγροτεμάχια με κλίση πάνω από 3% (εξαιρείται η άρδευση πολυετών καλλιεργειών με αύλακες περιμετρικά του κορμού του φυτού).
- Να τηρούν τις αρδευτικές πρακτικές ανά καλλιέργεια (συνολική ποσότητα, αριθμός εφαρμογών, δόση ανά εφαρμογή), όπως ορίζονται από τις εκάστοτε ισχύουσες πρακτικές των οικείων Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων.
- Να τηρούν τους κανονισμούς των Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων και γενικά των φορέων λειτουργίας συλλογικών έργων.
- Να τηρούν τα περιοριστικά μέτρα χρήσης νερού, όπως προβλέπεται από τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ** **ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ**

### **3.1 Σωλήνες Πολυαιθυλενίου (PE)**

Σωλήνας είναι το κλειστό μέσο με το οποίο μεταφέρεται το νερό από εκεί που λαμβάνεται (υδροληψία) μέχρι και την τελευταία έξοδό του (σταλακτής ή εκτοξευτήρας).

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) είναι μαύροι, εύκαμπτοι, πλαστικοί, κυκλικής διατομής που τοποθετούνται επιφανειακά ή υπόγεια και μάλιστα σε αξιόλογο βάθος (30cm), ώστε να προστατεύονται από ζημιές. Οι σωλήνες, οι οποίοι παράγονται από οποιαδήποτε κατηγορία πολυαιθυλενίου, διακρίνονται για τα σημαντικά τους τεχνικά πλεονεκτήματα. Τα πιο σημαντικά είναι:

- Μικρό βάρος. Συνέπεια αυτού είναι το μικρό κόστος μεταφοράς και εγκατάστασης.
- 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 από το οποίο παράγεται ο σωλήνας.
- Σημαντικά μικρές απώλειες τριβών λόγω λείων εσωτερικών τοιχωμάτων.
- Υψηλή αντοχή στη γήρανση – αποσύνθεση, λόγω έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία και δράση του ατμοσφαιρικού οξυγόνου. Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου παράγονται και ελέγχονται με βάση διεθνείς προδιαγραφές για πιέσεις λειτουργίας 4, 6 και 10atm 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

Κατηγορίες πυκνότητας πολυαιθυλενίου (LDPE, HDPE) ανάλογα με τη διάμετρο και την πίεση λειτουργίας.

Εξωτερική διάμετρος (mm)	Πίεση (atm)		
	4	6	10
12	LDPE	LDPE	
16	»	»	
20	»	»	
25	»	»	
32	»	»	HDPE
40	HDPE	HDPE	»
50	»	»	»
63	»	»	»
75	»	»	»
90	»	»	»
110	»	»	»

Ο παρακάτω πίνακας (Πίν. 3.2) περιλαμβάνει τις διαμέτρους που παράγονται, το πάχος τοιχώματος και το βάρος ανά μέτρο σωλήνα για κάθε διάμετρο και για πιέσεις λειτουργίας 4, 6 και 10atm.

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



Εικόνα 3.1

Σωλήνες πολυαιθυλενίου

Πίνακας 3.2

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

Εξωτερική διάμετρος (mm)	Επιτρεπτή διακύμανση διαμέτρου(mm)		Πάχος τοιχώματος (mm)			Βάρος (kg/m)		
	Min	Max	4atm	6atm	10atm	4atm	6atm	10atm
12	12	12,4	1,3	1,5				
16	16	16,5	1,3	1,5			0,088	
20	20	20,5	2	2			0,124	
25	25	25,6	2,2	2,2		0,15	0,188	
32	32	32,7	2,2	2,8		0,19	0,31	0,28
40	40	40,4	2	2,3	3,7	0,248	0,285	0,43
50	50	50,5	2	2,9	4,6	0,314	0,44	0,666
63	63	63,6	2,5	3,6	5,8	0,494	0,688	1,05
75	75	75,7	2,9	4,3	6,9	0,675	0,976	1,48
90	90	90,9	3,5	5,1	8,2	0,978	1,39	2,12
110	110	111	4,3	6,3	10		2,08	3,14

Ο σωλήνας πολυαιθυλενίου διατίθεται σε ρόλους (κουλούρες) 250m μέχρι τη διατομή Ø25, 200m για τη διατομή Ø32 και 100m για τις μεγαλύτερες διαμέτρους. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται ώστε η κάμψη να γίνει στην ίδια διεύθυνση, που ήταν τυλιγμένος ο αγωγός. 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 είναι η αντίστασή τους στη δημιουργία ρωγμών από την παγοποίηση του νερού.

### 3.2 Εξαρτήματα πολυαιθυλενίου (PE)

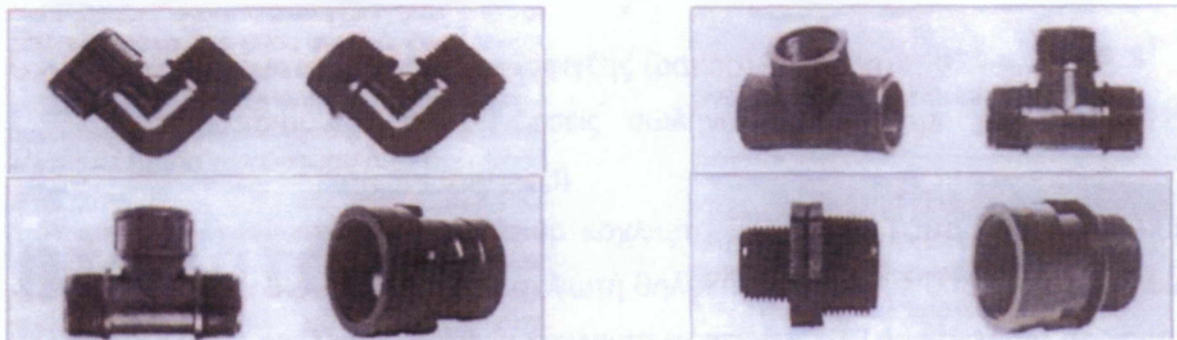
Τα εξαρτήματα συνδεσμολογίας αποτελούν το συνδετικό μέσο όλου του αρδευτικού δικτύου. Αυτά συνδέουν αρδευτικούς σωλήνες ίδιων ή διάφορων διατομών και επιτρέπουν την προσθήκη ηλεκτροβαλβιδών, εκτοξευτήρων και άλλων αρδευτικών υλικών.

## 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 σωλήνες μεταξύ τους. Τα εξαρτήματα καταρχήν διαχωρίζονται σε υδραυλικά εξαρτήματα και σε εξαρτήματα σύνδεσης σωλήνων.

### 3.2.1 Υδραυλικά εξαρτήματα

1. Μαστός 2. Μούφα 3. Γωνία θηλυκή 4. Γωνία θηλυκή – αρσενική 5. Γωνία αρσενική 6. Ταυ θηλυκό 7. Ταυ αρσενικό 8. Ταυ αρσενικό – θηλυκό 9. Μούφα συστολική 10. Μαστός συστολικός 11. Συστολή Αμερικής 12. Τάπα αρσενική 13. Τάπα θηλυκή 14. Σωλήνες ανύψωσης – ορθοστάτες 15. Τεφλόν (Teflon) 16. Μαστός μεταβλητός (σωληνομαστός).



Εικόνα 3.2

Υδραυλικά εξαρτήματα

### 3.2.2 Σύνδεση σωλήνων

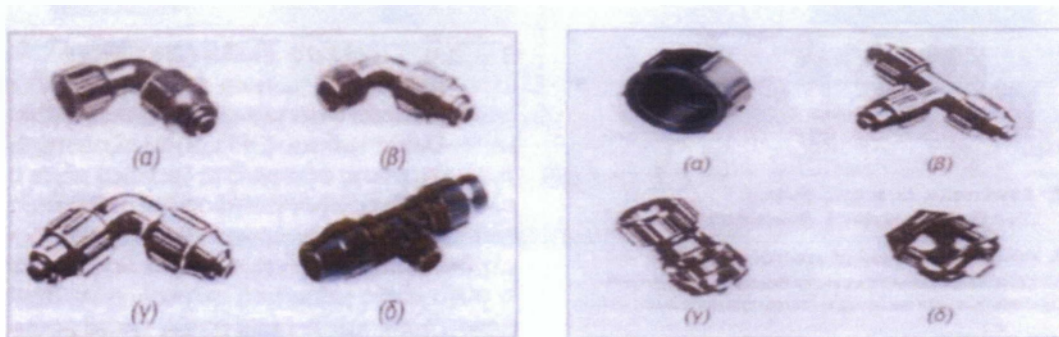
Η σύνδεση σωλήνων PE μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους. Η χρήση εξαρτημάτων μηχανικής σύσφιξης (ρακόρ) είναι η πλέον διαδεδομένη για τα αρδευτικά δίκτυα των φυτοτεχνικών έργων. Άλλες μέθοδοι μη διαδεδομένες για αυτά τα έργα είναι η αυτογενής μετωπική συγκόλληση (butt fusion welding), η

αυτογενής ηλεκτροσυγκόλληση (electrofusion welding), η μέθοδος με μεταλλικά ζιμπώ και η μέθοδος με φλάντζες.

#### A. Εξαρτήματα μηχανικής σύσφιξης (ρακόρ) τύπου lock

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

1. Ρακόρ lock – αρσενικό 2. Σύνδεσμος lock 3. Γωνία lock – θηλυκή 4. Γωνία lock – αρσενική 5. Γωνία lock 6. Ταυ lock – θηλυκό 7. Ταυ lock – αρσενικό 8. Ταυ lock – lock – lock 9. Τάπα lock 10. Stopper.



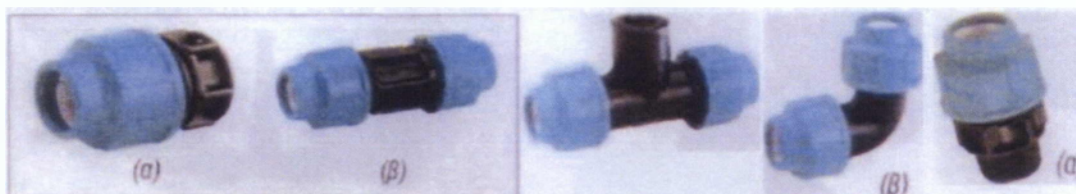
Εικόνα 3.3

#### Εξαρτήματα μηχανικής σύσφιξης

#### B. Εξαρτήματα μηχανικής σύσφιξης (ρακόρ) κοχλιωτά

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

1. Ρακόρ κοχλιωτό αρσενικό 2. Ρακόρ κοχλιωτό θηλυκό 3. Τάπα ρακόρ κοχλιωτή 4. Σύνδεσμος κοχλιωτός 5. Γωνία κοχλιωτή θηλυκή 6. Ταυ κοχλιωτό 7. Ταυ κοχλιωτό θηλυκό 8. Γωνία κοχλιωτή 9. Γωνία κοχλιωτή αρσενική 10. Ταυ κοχλιωτό αρσενικό.



Εικόνα 3.4

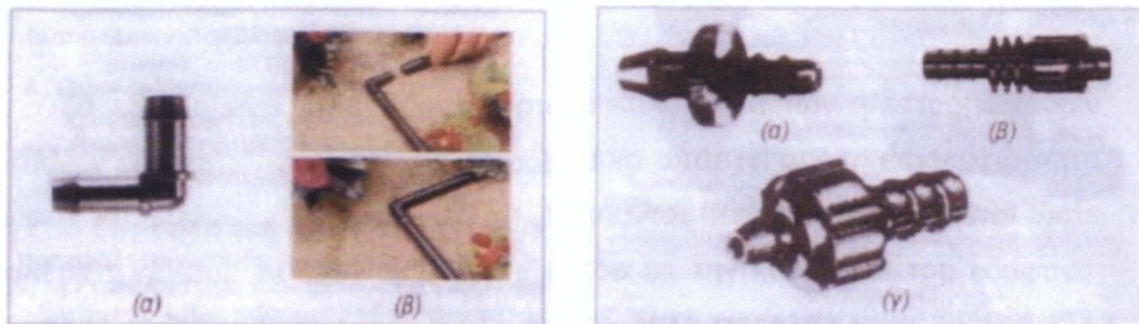
#### Εξαρτήματα μηχανικής σύσφιξης κοχλιωτά



### Γ. Εξαρτήματα με ακίδες (σπαρωτά – φισ)

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

1. Ταυ σπαρωτό
2. Γωνία σπαρωτή
3. Σύνδεσμος σπαρωτός
4. Διόφθαλμο
5. Τάπα σπαρωτή
6. Γωνία (ακροσωλήνιο)
7. Μαστός σπαρωτός
8. Λήψη.



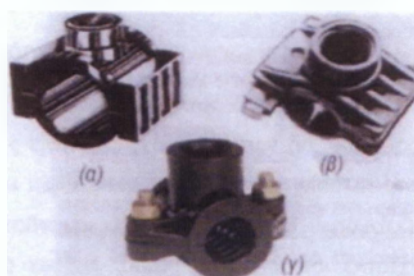
Εικόνα 3.5

Εξαρτήματα με ακίδες

### 3.2.3 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 $\frac{1}{2}$ " κ.τ.λ. Πάνω στις σέλες προσαρμόζονται οι ηλεκτροβαλβίδες, οι εκτοξευτήρες, οι διάφοροι σωλήνες που χρειάζεται για να πάρουν νερό και οι σωλήνες ανύψωσης. Οι σέλες τοποθετούνται πάνω στο σωλήνα πολυαιθυλενίου (PE), στον οποίο διανοίγεται μια οπή με τη βοήθεια ειδικού εργαλείου («σγρόμπια»). Υπάρχουν διάφοροι τύποι σελών, όπως:

1. Σέλα συρταρωτή
2. Σέλα σφήνας
3. Σέλα με βίδες
4. Διπλή σέλα συρταρωτή.



Εικόνα 3.6

Σέλες

### 3.2.4 Φρεάτια

Τα εξαρτήματα αυτά είναι προστατευτικά καλύμματα των ηλεκτροβαλβίδων και άλλων εξαρτημάτων, στα οποία προβλέπεται να υπάρχει άμεση επισκεψιμότητα (ενώσεις καλωδίων, εξαιριστικά κ.τ.λ.). 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 ηλεκτροβαλβίδας.

2. Φρεάτιο στρογγυλό 9"

Χρησιμοποιείται συνήθως για κάλυψη δύο ηλεκτροβαλβίδων.

3. Παραλληλόγραμμο φρεάτιο 12"

Χρησιμοποιείται συνήθως για κάλυψη κόμβου ηλεκτροβαλβίδων (κολλεκτέρ).



Εικόνα 3.7

Διάφοροι τύποι φρεατίων

### 3.3 Εκτοξευτήρες

Οι εκτοξευτήρες είναι οι μηχανισμοί των δικτύων άρδευσης, που εκτοξεύουν νερό σε μια επιφάνεια καλυμμένη συνήθως με χλοοτάπητα. Με τους μηχανισμούς που διαθέτουν διασπούν και διασκορπούν 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 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.

### 3.3.1 Στατικοί εκτοξευτήρες

A. 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 5cm), 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.

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

-2' (50,8mm) για χαμηλού ύψους χλοοτάπητα και για τοποθέτηση σε σημεία του δικτύου, που δε διατίθεται ικανοποιητικό βάθος εκσκαφής.

-3' (76,2mm) για χαμηλού ύψους χλοοτάπητα και για άρδευση κάτω από το φύλλωμα ψηλών θάμνων.

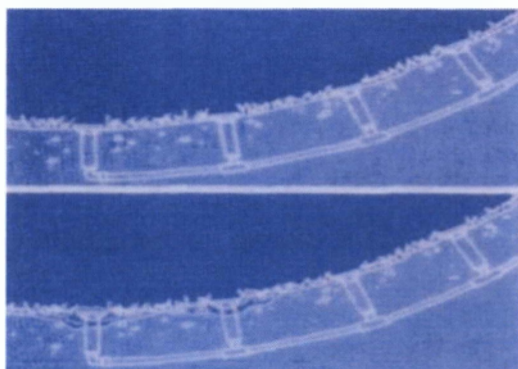
-4' (101,6mm) για ψηλότερα είδη χλοοτάπητα και για χαμηλά παρτέρια. Είναι το πλέον διαδεδομένο μέγεθος.

-5' (127mm) για ψηλό χλοοτάπητα και παρτέρια.

-6' (152,4mm) για ψηλό χλοοτάπητα και παρτέρια. Συνήθως διαθέτουν και δεύτερη πλάγια οπή εισόδου του νερού.

Άλλοι στατικοί εκτοξευτήρες διατίθενται με ακροφύσια σταθερής γωνίας (90°, 120°, 150°, 180°, 240°, 270°, 360°) και άλλοι με ακροφύσιο μεταβλητής γωνίας. Επίσης, τα ακροφύσια αυτού του τύπου φέρουν ρυθμιστή το ανώτατο σημείο τους, που δίνει τη δυνατότητα να μειώσουμε την ακτίνα διαβροχής μέχρι και 25%.

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 σταματάει 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 1,5-2,5atm.



Εικόνα 3.8

Με τη βοήθεια της αντιστραγγιστικής βαλβίδας οι εκτοξευτήρες που βρίσκονται πιο χαμηλά δεν πλημμυρίζουν

### Β. Υπέργειοι εκτοξευτήρες

Πρόκειται για εκτοξευτήρες ερασιτεχνικού τύπου, που δε διαθέτουν περιστρεφόμενα τμήματα. 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 (0,3m – 1m), που με τη βοήθεια του ανάλογου προσαρμογέα μπορούν να δεχθούν ακροφύσια, τα οποία χρησιμοποιούνται στους υπόγειους



αυτοανυψούμενους στατικούς εκτοξευτήρες. Συνήθως δεν διαθέτουν πίνακες αποδόσεων ακροφυσίων.

### 3.3.2 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 περιστροφικούς εκτοξευτήρες και τους εκτοξευτήρες ταλάντωσης.

#### A. Περιστροφικοί εκτοξευτήρες

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

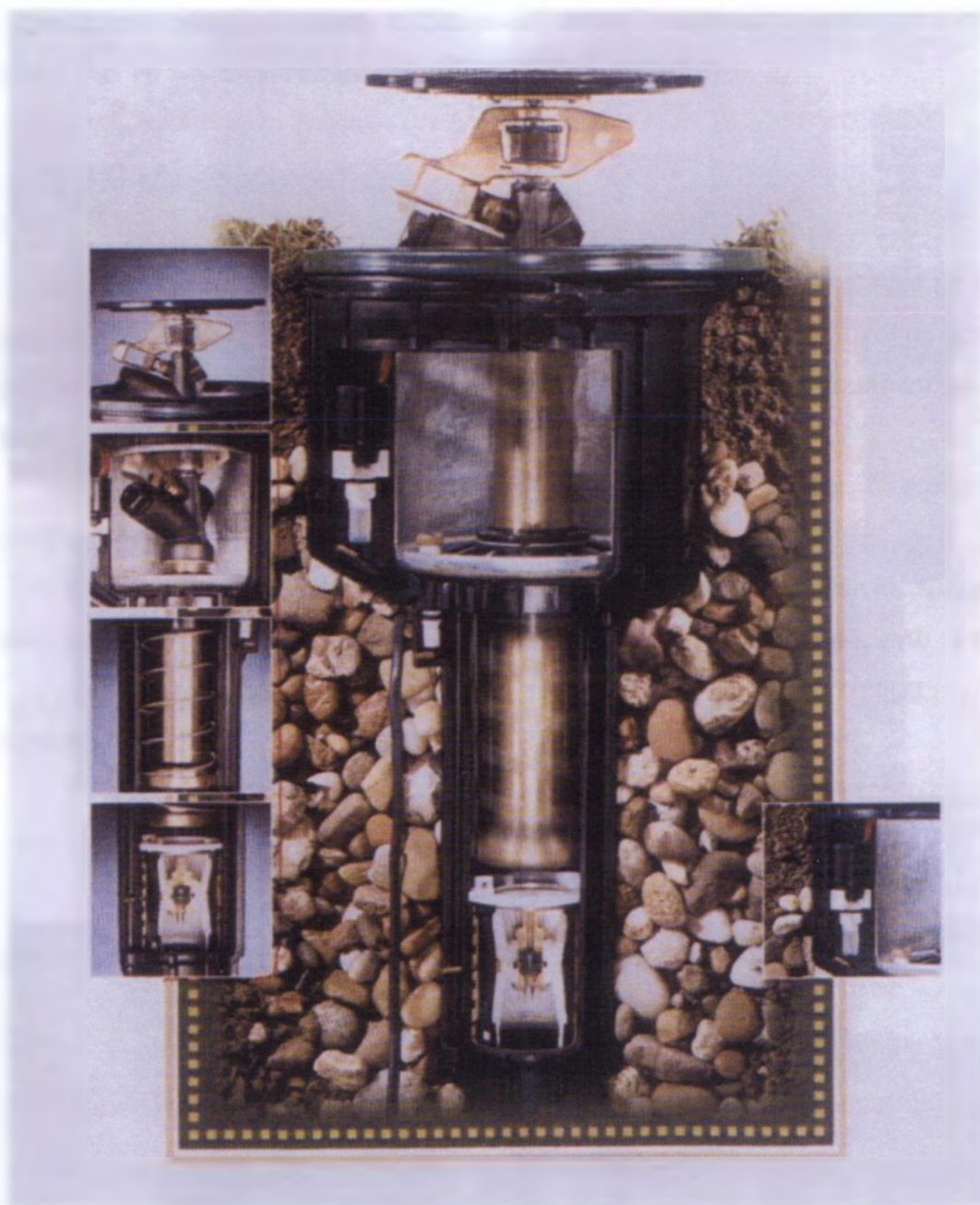
Στην κατηγορία των περιστροφικών εκτοξευτήρων, ανάλογα με το μηχανισμό περιστροφής που διαθέτουν, διακρίνουμε τις εξής ομάδες: α) τους κρουστικούς εκτοξευτήρες β) τους γριναζωτούς εκτοξευτήρες και γ) τους εκτοξευτήρες αντίδρασης.



Εικόνα 3.9

Κρουστικοί εκτοξευτήρες





Εικόνα 3.10

### Υπόγειος κρουστικός εκτοξευτήρας

#### Β. Εκτοξευτήρες ταλάντωσης

Αποτελούνται από ένα μικρό ευθύγραμμο σωλήνα ή σωλήνα με μορφή τόξου, κατά μήκος του οποίου είναι τοποθετημένα ακροφύσια μικρής διαμέτρου (0,8 – 1,5mm). Οι εκτοξευτήρες ταλάντωσης μπορούν να μετακινούν τη δέσμη του νερού κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους. Η ταλάντωση της δέσμης 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 το ακροφύσιο δε διαγράφει πλήρη κυκλική περιστροφή, αλλά τμηματική (καλύπτει ένα μέρος κύκλου). Για να λειτουργούν απαιτούν πίεση 1-2,5atm.

### 3.3.3 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 1-3atm. Εκτοξεύουν νερό σε ακτίνα μέχρι 6m περίπου και δίνουν παροχές από 20-300 l/h.

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

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.



Εικόνα 3.11

Διάφοροι μικροεκτοξευτήρες περιστροφικοί

Οι σύνδεση 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 στον μικροεκτοξευτήρα. Στην περίπτωση αυτή, ο μικροεκτοξευτήρας τοποθετείται για στερέωση πάνω σε ειδικό υποστήριγμα (λόγχη), το οποίο καρφώνεται στο έδαφος.

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.

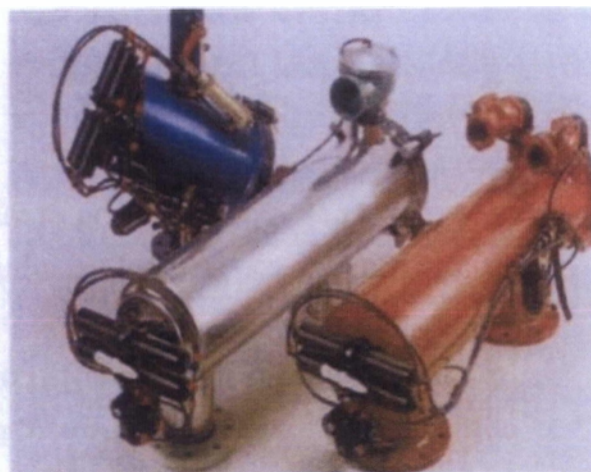
### **3.4 Φίλτρα νερού**

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 κ.τ.λ.), από ξένες ύλες (ανόργανες και οργανικές), που περιέχονται συνήθως στο αρδευτικό νερό. 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. Για την προληπτική αντιμετώπιση των εμφράξεων χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα που έχουν ως σκοπό τον καθαρισμό του νερού από ξένες ύλες. Τα μέσα αυτά είναι τα διάφορα είδη φίλτρων και οι υδροκυκλώνες ή διαχωριστές άμμου.





Εικόνα 3.12  
Φίλτρα σήτας απλά



Εικόνα 3.13  
Φίλτρα σήτας αυτόματα

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 σήτας 2. Φίλτρα δίσκων 3. Φίλτρα άμμου.

### 3.5 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:

### 3.5.1 Χειροκίνητες βάνες

Είναι οι 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 ½" με αρσενικά ή θηλυκά ή αρσενικά και θηλυκά σπειρώματα.

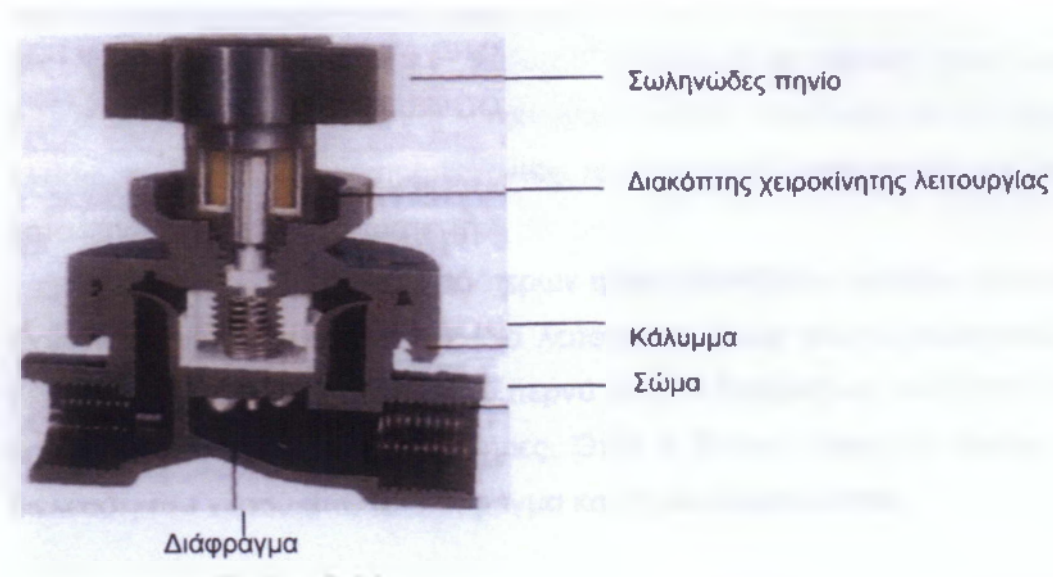
### 3.5.2 Αυτόματες βάνες

Είναι βάνες που επιτρέπουν ή διακόπτουν τη ροή του νερού μετά εντολή του προγράμματος. Ονομάζονται και διαφραγματικές βαλβίδες και διακρίνονται σε ηλεκτρικές και υδραυλικές ανάλογα με τον τρόπο μεταφοράς του σήματος λειτουργίας τους. Στις ηλεκτρικές βαλβίδες το σήμα μεταφέρεται με ηλεκτρικά καλώδια, ενώ στις υδραυλικές βαλβίδες το σήμα μεταφέρεται με σωληνίσκους νερού που διαβιβάζουν τις εντολές με διαφορές πίεσης, που δημιουργούνται σε ένα υδραυλικό προγραμματιστή.

Στα αρδευτικά δίκτυα των έργων πρασίνου στη χώρα μας χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον οι διαφραγματικές ηλεκτρικές βαλβίδες, που ονομάζονται και ηλεκτροβαλβίδες, χωρίς να αποκλείεται και η χρήση υδραυλικών διαφραγματικών βαλβίδων που διασκευάζονται έτσι ώστε να δέχονται σωληνοειδή πηνία που δέχονται ηλεκτρικές εντολές, που παρεμβαίνουν στους σωληνίσκους.

Οι διαφραγματικές ηλεκτρικές βαλβίδες ή ηλεκτροβαλβίδες αποτελούνται από α. το σώμα β. το σωληνοειδές πηνίο γ. το διάφραγμα δ. το διακόπτη χειροκίνητης λειτουργίας ε. το κάλυμμα.





Εικόνα 3.14  
Ηλεκτροβαλβίδα σε τομή

### 3.5.3 Διαφραγματικές υδραυλικές βάνες

Τα περισσότερα αρδευτικά δίκτυα έργων πρασίνου στη χώρα μας κάνουν χρήση ηλεκτροβαλβίδων. 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 πηνία και οι ηλεκτροβαλβίδες. Σε περιοχές λοιπόν που έχουν έντονα και συχνά τέτοια προβλήματα χρησιμοποιούνται υδραυλικές βαλβίδες, 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.

### 3.5.4 Ρυθμιστικά ροής

Μερικές ηλεκτροβαλβίδες 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 και να κλείσει το κύκλωμα χρησιμοποιώντας το ρυθμιστικό ροής χωρίς να χρειάζεται να καταφύγει στον προγραμματιστή.

Στην κορυφή των περισσότερων ηλεκτροβαλβίδων 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.

### 3.5.5 Τύποι ηλεκτροβαλβίδων

#### A. Γραμμική ηλεκτροβαλβίδα

Η γραμμική ηλεκτροβαλβίδα χρησιμοποιείται γενικά όλοι οι αρδευτικοί σωλήνες – ο κεντρικός αγωγός παροχής και οι δευτερεύουσες γραμμές – βρίσκονται στο ίδιο βάθος. Το νερό διέρχεται μέσα από τη γραμμική ηλεκτροβαλβίδα, όπως υποδεικνύεται στην εικ. 8.7. Κατασκευάζονται σε διάφορες διατομές (από ¾" – 8") με θηλυκές και αρσενικές κοχλιώσεις (σπειρώματα).

#### B. Γωνιακή ηλεκτροβαλβίδα

Η ηλεκτροβαλβίδα γωνιακής ροής (εικ.) ονομάζεται έτσι διότι το νερό, κατά τη διέλευσή του μέσα από το σωλήνα και στη συνέχεια από την ηλεκτροβαλβίδα, αλλάζει διεύθυνση ροής κατά 90°, όπως απεικονίζεται στην εικ.. Κατασκευάζονται σε διάφορες διατομές (1", 1½", 2", 2½") με θηλυκά και αρσενικά σπειρώματα.



Εικόνα 3.15

Γωνιακές ηλεκτροβαλβίδες

### 3.5.6 Κριτήρια επιλογής ηλεκτροβαλβίδων

Η επιλογή των ηλεκτροβαλβίδων 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

Ο κατασκευαστής συνοδεύει την κάθε ηλεκτροβαλβίδα με πίνακες απωλειών πίεσης.

Καθώς το νερό περνά μέσα από τη γραμμική ηλεκτροβαλβίδα έχει μεγαλύτερη απώλεια πίεσης, από ότι αν περνούσε η ίδια ποσότητα νερού μέσα από μια γωνιακή ηλεκτροβαλβίδα ίδιας διατομής.

### 3.6 Βασικοί τύποι προγραμματιστών άρδευσης

Οι προγραμματιστές χρησιμοποιούνται στα πλήρως αυτοματοποιημένα αρδευτικά δίκτυα. Ρυθμίζουν την έναρξη και τη διακοπή της λειτουργίας των ηλεκτροβαλβίδων σε σύστημα διαδοχικής λειτουργίας συνήθως.

Όταν καταστρώνεται ένα αρδευτικό σχέδιο, πρώτα επιλέγονται οι εκτοξευτήρες, μετά καθορίζονται οι ζώνες άρδευσης και τέλος επιλέγεται ο προγραμματιστής, σύμφωνα με τις δυνατότητες προγραμματισμού που ταιριάζουν τόσο στις συνθήκες του έργου, όσο και στην τεχνική υποδομή των χρηστών.

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 βαλβίδες.

Οι υδραυλικοί προγραμματιστές συνδέονται με τις υδραυλικές βαλβίδες του δικτύου μέσω μικρών σωληνώσεων, από τις οποίες διέρχεται νερό (η χρήση τους στη χώρα μας πρακτικά δεν υφίσταται). Οι ηλεκτρικοί προγραμματιστές διακρίνονται σε δύο ομάδες. Έχουμε αυτούς οι οποίοι λειτουργούν με ρεύμα 220V AC και χρησιμοποιούνται εκεί όπου παρέχεται ηλεκτρικό ρεύμα. Υπάρχουν όμως δίκτυα σε περιοχές που δεν υπάρχει δίκτυο. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούμε προγραμματιστές που λειτουργούν με μπαταρία.

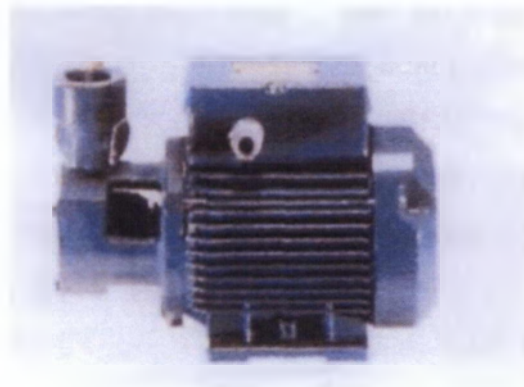


Εικόνα 3.16

Διάφοροι προγραμματιστές

### 3.7 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, γεώτρηση, δίκτυο πόλης κ.τ.λ.) 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 υψομετρικές διαφορές.



Εικόνα 3.17

Φυγοκεντρική αντλία

#### 3.7.1 Τρόπος λειτουργίας των αντλιών

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

Αποτελούνται από μια φτερωτή, η οποία είναι τοποθετημένη μέσα σε ένα θάλαμο (σπειροειδές περίβλημα ή σαλίγκαρο). Η αντλία έχει εισαγωγή (αναρρόφηση) στο κέντρο του καλύμματος της φτερωτής και εξαγωγή (κατάθλιψη) στην περιφέρεια, έτσι ώστε να μπορεί να αντλεί και να αποβάλλει το νερό. Η φτερωτή είναι συνδεδεμένη με έναν ηλεκτροκινητήρα (μοτέρ) δια μέσου ενός άξονα. Κατά την



περιστροφική κίνηση της φτερωτής συμπαρασύρεται με τα πτερύγια μια ποσότητα νερού και εκτινάσσεται από την περιοχή του άξονα προς την περιφέρεια.

Με τη μετακίνηση αυτή δημιουργείται προς το κέντρο της φτερωτής υποπίεση. Το χώρο αυτό τείνει να καταλάβει μια άλλη ποσότητα νερού, που με τη σειρά της συμπαρασύρεται και εκτινάσσεται προς την περιφέρεια της φτερωτής κ.ο.κ. Η δύναμη που ωθεί το νερό στο δημιουργούμενο κενό είναι η ατμοσφαιρική πίεση.

### 3.7.2 Πιεστικά δοχεία (δοχεία διαστολής)

Είναι κλειστές ασφάλινες 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 ηλεκτροβαλβίδα, που υπάρχει συνήθως στο άνω άκρο του πιεστικού δοχείου, η οποία καλύπτεται με ένα ειδικό κάλυμμα.

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

Τα πιεστικά δοχεία παρέχουν σοβαρή προστασία προφυλάσσοντας τα δίκτυα άρδευσης από υδραυλικές και μηχανικές καταπονήσεις.

### 3.7.3 Υπολογισμός ισχύος κινητήρα αντλίας

Η σχέση με την οποία υπολογίζεται η ισχύς του κινητήρα μιας αντλίας είναι:

$$Nw = \frac{Q \times H}{270 \times \eta}$$



όπου:

$N_w$  = η απαιτούμενη ισχύς του κινητήρα σε ίππους (PS)

$Q$  = η παροχή της αντλίας σε  $m^3/h$

$H$  = το μανομετρικό ύψος σε m

$\eta$  = ο βαθμός απόδοσης της αντλίας

Ο συντελεστής ανάλογα με την κατασκευή της αντλίας και τις συνθήκες λειτουργίας κυμαίνεται από 0,50 – 0,80. Ο συντελεστής αυτός καθορίζει την οικονομική λειτουργία του συγκροτήματος. Μεταξύ μιας αντλίας με βαθμό απόδοσης 0,50 και μιας άλλης με βαθμό απόδοσης 0,75 απαιτείται ιπποδύναμη 50% μεγαλύτερη. Για τη σωστή προμήθεια του κατάλληλου κινητήρα, η ισχύς ( $N_w$ ) προσαυξάνεται κατά 20% για τους πετρελαιοκινητήρες και κατά 10% για τους ηλεκτροκινητήρες. Οι βενζινοκινητήρες σπανίζουν στις εφαρμογές άρδευσης, γι' αυτό και δε γίνεται λόγος για αυτούς.

### 3.7.4 Υπολογισμός όγκου πιεστικού δοχείου

Ο όγκος του πιεστικού δοχείου, που θα χρησιμοποιηθεί σε μια εγκατάσταση, υπολογίζεται από τον πιο κάτω τύπο:

$$V_E = 0,33 \times V_{MAX} \times \frac{p_A}{\Delta p(A-E) \times s}$$

όπου:

$V_E$  = ονομαστικός συνολικός όγκος του δοχείου πίεσης σε  $m^3$

$V_{MAX}$  = μέγιστη παροχή  $m^3/h$

$p_A$  = απόλυτη πίεση διακοπής λειτουργίας σε bar

$\Delta p(A-E)$  = διαφορά πίεσης έναρξης – διακοπής λειτουργίας σε bar

$s$  = συχνότητα εκκινήσεων της αντλίας

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

### ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Οι παράμετροι, που πρέπει να έχει υπόψη του ο μελετητής πριν από την έναρξη εργασιών της οποιαδήποτε μελέτης, είναι οι πιο κάτω:

1. Εξοικονόμηση νερού
2. Απόδοση εξοπλισμού
3. Τοπικές συνθήκες
4. Κόστος εγκατάστασης

#### 4.1 Η κατανομή του νερού

Η ομοιομορφία της κατανομής εξασφαλίζεται σε μεγάλο βαθμό από το σχεδιασμό και τη μελέτη του δικτύου, εφόσον ο μελετητής λάβει υπόψη του τις διάφορες συνθήκες που επικρατούν στο χώρο και επηρεάζουν την απόδοση των εκτοξευτήρων κατά τη λειτουργία τους.

Ανεξαρτήτως του τύπου, της μάρκας και του μοντέλου του εκτοξευτήρα η εφαρμογή του νερού ποτέ δεν είναι ακριβώς ίδια σε κάθε τετραγωνικό μέτρο της καλυπτόμενης επιφάνειας. Η ομοιομορφία της κατανομής σε μια ζώνη εκτοξευτήρων εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά κάλυψης και εφαρμογής του νερού κάθε τύπου εκτοξευτήρα, η οποία ποικίλλει ανάλογα με:

1. Τη γεωμετρική κατανομή ή κατατομή της υγρασίας στη διάμετρο διαβροχής (υγρασία κατά βάθος).
2. Τον άνεμο, ο οποίος παραμορφώνει την κατανομή εφαρμογής του νερού και της κάλυψης.
3. Τη χωροθέτηση των εκτοξευτήρων.
4. Την πίεση λειτουργίας των εκτοξευτήρων.
5. Την ταχύτητα περιστροφής (για περιστροφικούς εκτοξευτήρες).

Ας παρατηρήσουμε το στόμιο του ακροφυσίου ημικυκλικής κάλυψης ενός στατικού εκτοξευτήρα διαμέτρου 3mm., με ακτίνα διαβροχής 4m.. Το νερό διασκορπίζεται

από ένα στόμιο με εμβαδόν διατομής περίπου  $7\text{mm}^2$  σε μια καλυπτόμενη επιφάνεια  $25\text{m}^2$ , μια έκταση δηλαδή η οποία είναι κατά 3.500.000 φορές μεγαλύτερη από το στόμιο εκροής.

Ας υποθέσουμε ότι η δέσμη νερού, που εκρέει από ένα περιστροφικό εκτοξευτήρα κατανέμεται ισόποσα σε όλο της το μήκος. Όταν η δέσμη νερού περιστρέφεται, κατανέμει μια ποσότητα νερού η οποία μειώνεται διαρκώς όσο απομακρυνόμαστε από το κέντρο, καθώς το εμβαδόν στην επιφάνεια αυξάνεται. Συνεπώς, η κατανομή νερού στο έδαφος που θα προκύψει θα είναι τριγωνικής μορφής.

Αντίθετα, έστω ότι η δέσμη, η οποία εκτοξεύεται, διανέμει μια διαρκώς αυξανόμενη ποσότητα νερού κατά μήκος της, σε αντιστοιχία με το διαρκώς αυξανόμενο εμβαδόν που θα πρέπει να καλύψει. Όταν η δέσμη περιστρέφεται, θα καταλείπει ίση ποσότητα νερού από τον εκτοξευτήρα μέχρι τα όρια του βεληνεκούς του σε ολόκληρη την έκταση. Η κατανομή του νερού στο έδαφος θα είναι συνεπώς ένα ορθογώνιο.

#### 4.1.1 Ο παράγοντας άνεμος

Ο παράγοντας εκείνος, ο οποίος επηρεάζει την κατανομή του νερού ενός εκτοξευτήρα και ο οποίος δεν ελέγχεται από τον κατασκευαστή εκτοξευτήρων, είναι ο άνεμος. Οι μεταβαλλόμενες συνθήκες του ανέμου (ταχύτητα, διεύθυνση και σταθερότητα) επηρεάζουν την κατανομή του νερού του εκτοξευτήρα. Οι επιδράσεις που ασκούν οι άνεμοι είναι αρκετές:

1. Η ακτίνα κάλυψης μειώνεται από την προσήνεμη πλευρά του εκτοξευτήρα.
2. Στην υπήνεμη πλευρά η δέσμη του νερού μεταφέρεται από τον άνεμο, μειώνοντας έτσι τον όγκο του νερού που εφαρμόζεται κάτω από τη δέσμη. Το νερό που εκτοξεύεται στην προσήνεμη πλευρά ωθείται επίσης προς τα πίσω πέραν του εκτοξευτήρα και εναποτίθεται στην υπήνεμη πλευρά κοντά στον εκτοξευτήρα.

3. Μειώνεται το μήκος της δέσμης του, όταν ο εκτοξευτήρας περιστρέφεται και εκτοξεύει νερό κάθετα προς τη διεύθυνση του ανέμου.

Ένας περιστροφικός εκτοξευτήρας, όταν περιστρέφεται με σταθερή ταχύτητα σε συνθήκες άπνοιας, θεωρητικά θα πρέπει να δώσει μια κατανομή συμμετρική ως προς το κέντρο. Αυτό όμως έχει περιορισμένη σημασία για το μελετητή του δικτύου, καθώς η επίδραση του ανέμου δεν είναι ισόποσα ανάλογη προς όλες τις κατευθύνσεις από τον εκτοξευτήρα.

Όταν ο άνεμος έχει ταχύτητα μικρότερη των 5km/h, θεωρούμε ότι επικρατεί πλήρης άπνοια. Τα δίκτυα άρδευσης με εκτοξευτήρες δεν λειτουργούν σχεδόν ποτέ σε συνθήκες πλήρους άπνοιας.

Η παραμόρφωση της κατανομής από τον αέρα εξαρτάται τόσο από το μέγεθος των σταγονιδίων, όσο και από την ταχύτητα του ανέμου. Η τροχιά των μεγάλων σταγονιδίων επηρεάζεται λιγότερο από τον άνεμο, από ότι αυτή των μικρών σταγονιδίων. Η επίδραση του ανέμου, όμως, είναι ένας μόνο από τους πολλούς παράγοντες, που θα πρέπει να εξεταστούν σχετικά με το μέγεθος των σταγονιδίων.

Για να έχουμε διασπορά του νερού σε όλες τις περιοχές κάλυψης, θα πρέπει να έχουμε σταγονίδια διαφορετικού μεγέθους. Τα μεγάλα μεγέθους σταγονίδια έχουν την τάση να πέφτουν στα εξωτερικά όρια της διαβρεχόμενης περιοχής, ενώ τα μικρότερα σταγονίδια πέφτουν κοντά στον εκτοξευτήρα. Η πράξη μάς έχει δείξει ότι όταν η ταχύτητα του ανέμου υπερβαίνει τα 16km/h η κατανομή του νερού είναι τόσο ανομοιόμορφη, που επιβάλλεται η διακοπή άρδευσης.

Ένα άλλο στοιχείο, που επηρεάζει την κατανομή του νερού, είναι η πίεση λειτουργίας του δικτύου. Οι διάφορες αποκλίσεις από την προτεινόμενη πίεση λειτουργίας για έναν εκτοξευτήρα επηρεάζουν την κατανομή του νερού. Όταν η πίεση είναι πολύ μεγάλη παρατηρείται μείωση της καλυπτόμενης επιφάνειας. Το

ίδιο αποτέλεσμα θα παρατηρήσουμε και όταν έχουμε υπερβολική μείωση της πίεσης.

#### 4.1.2 Η άρδευση

Η ημερήσια απώλεια νερού από το έδαφος θα πρέπει να αναπληρώνεται με βροχόπτωση ή άρδευση. Σκοπός ενός αρδευτικού δικτύου είναι η έγκαιρη και στις απαιτούμενες ποσότητες παροχή νερού στα φυτά και όχι απλώς η ύγρανση της επιφάνειας του εδάφους.

Η κατανάλωση νερού από τα φυτά ισούται με το άθροισμα των ποσοτήτων νερού που απαιτούν για να ευδοκιμήσουν και των ποσοτήτων που αναπληρώνουν τις απώλειες. Ο σχεδιασμός των αρδευτικών δικτύων βασίζεται συνήθως στη μέση τιμή της απαίτησης σε νερό κατά το δυσμενέστερο μήνα. Στις περισσότερες περιοχές της χώρας μας ο Ιούλιος είναι ο μήνας όπου παρατηρείται η μεγαλύτερη απαίτηση νερού.

$$\text{Απαίτηση σε Νερό Άρδευσης} = [(E_{\text{το}} \times K_c) - R_{\text{eff}}] / AA$$

όπου:

$E_{\text{το}}$  = Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς

$K_c$  = Συντελεστής φυτείας

$R_{\text{eff}}$  = Αποτελεσματική βροχόπτωση

$AA$  = Αρδευτική Απόδοση

Οι τιμές του Συντελεστή φυτείας ( $K_c$ ) ποικίλλουν ανάλογα με το είδος του φυτού και το μήνα του έτους.

Η Αρδευτική Απόδοση ( $AA$ ) είναι ένας γενικός όρος, ο οποίος χρησιμοποιείται με ποιοτική έννοια. Είναι ένα μέτρο του κατά πόσο το χρησιμοποιούμενο κατά την άρδευση νερό αξιοποιείται προς όφελος των φυτών. Η απόδοση ορίζεται ως η αναλογία του νερού που αξιοποιείται από τη φυτεία προς τη συνολική



χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού. Εγγενείς απώλειες υπάρχουν σε κάθε αρδευτική μέθοδο και μια υπολογισμένη απόδοση της τάξης του 85% υποδεικνύει ένα πολύ καλό σύστημα. Δεν είναι δυνατόν να επιτύχουμε απόδοση 100%, καθώς κάτι τέτοιο θα απαιτούσε ένα σύστημα το οποίο θα παρείχε νερό χωρίς απώλειες, συμπεριλαμβανομένων και αυτών προκύπτουν λόγω απορροής και βαθιάς διήθησης κάτω από τη ζώνη των ριζών. Κατά το σχεδιασμό δικτύων άρδευσης έργων πρασίνου και για τον υπολογισμό των αρδευτικών απαιτήσεων χρησιμοποιούμε ως ελάχιστο στόχο το 75% (0,75).

Η αποτελεσματική βροχόπτωση ( $R_{eff}$ )<sup>2</sup> υπολογίζεται από την επιμετρούμενη βροχόπτωση ( $P$ ) με τους ακόλουθους τρόπους (USDA S.C.)

Για  $P \leq 250\text{mm}$  τότε:

$$R_{eff} = \{Px(125-0,2xP)\}/125$$

Για  $P > 250\text{mm}$  τότε:

$$R_{eff} = 125-0,1xP$$

#### 4.1.3 Εξατμισοδιαπνοή

Το κλίμα της περιοχής όπου πρόκειται να γίνει έργο πρασίνου είναι καθοριστικής σημασίας για τις απαιτήσεις σε νερό του χλοοτάπητα. Γενικά το κλίμα της χώρας μας χαρακτηρίζεται από ηπιότητα στοιχείων, έλλειψη καταιγίδων, χιονοπτώσεων και χαλαζοπτώσεων. Η διαφορά θερμοκρασιών όμως μεταξύ καλοκαιριού και χειμώνα είναι αρκετή, ώστε να δημιουργεί δυσκολίες που παρουσιάζονται στη διαχείριση των διάφορων ειδών χλοοτάπητα. Οι χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα προκαλούν πρόωμο λήθαργο στα θερμοφιλα είδη των χλοοταπήτων, ενώ η υψηλή καλοκαιρινή θερμοκρασία και ξηρασία δημιουργούν stress στα ψυχρόφιλα είδη. Οι υδατικές ανάγκες των φυτών είναι οι ανάγκες σε νερό, που απαιτούνται για την ευδοκίμηση των χλοοταπήτων σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Για να προσδιορίσουμε τις ανάγκες αυτές πρέπει να υπολογίσουμε την εξατμισοδιαπνοή.

Ορίζεται ως εξατμισοδιαπνοή ή υδατοκατανάλωση το συνδυασμένο αποτέλεσμα δύο παραγόντων: α) της διαπνοής, δηλαδή της ποσότητας νερού που αποβάλλεται (καταναλώνεται) στον ατμοσφαιρικό αέρα μέσω των στοματίων των φυτών και β) της εξάτμισης, δηλαδή της ποσότητας του νερού που εξατμίζεται από το παρακείμενο έδαφος.

Μια από τις μεθόδους υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς ( $ET_0$ ) είναι η μέθοδος των Penman-Monteith, (FAO-24, 1977).

$$ET_0 = \frac{0,408(Rn-G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)}$$

Όπου:

$ET_0$ : Δυναμική εξατμισοδιαπνοή ( $\text{mm day}^{-1}$ )

$Rn$ : Πυκνότητα ροής καθαρής ακτινοβολίας στην επιφάνεια της φυτείας ( $\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$ )

$G$ : Πυκνότητα της ροής θερμότητας στο έδαφος ( $\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$ )

$T$ : Μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρα στα 2m. ύψος ( $^{\circ}\text{C}$ )

$u_2$ : Ταχύτητα ανέμου σε 2m. Ύψος ( $\text{m s}^{-1}$ )

$e_s$ : Μερική πίεση κορεσμένων υδρατμών (kPa)

$e_a$ : Πραγματική πίεση υδρατμών (kPa)

$\Delta$ : Κλίση καμπύλης πίεσης υδρατμών ( $\text{kPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

$\gamma$ : Ψυχομετρική σταθερά ( $\text{kPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

Η διαπνοή εξαρτάται από το κλίμα της περιοχής, το στάδιο ανάπτυξης, τη φάση βλάστησης, το είδος και την ποικιλία των φυτών. Η εξάτμιση εξαρτάται από το βαθμό κάλυψης του έδαφος, την υδατική του κατάσταση, την υδραυλική αγωγιμότητα και από τις κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος. Οι βασικοί κλιματολογικοί παράγοντες είναι η θερμοκρασία, η ηλιακή ακτινοβολία, η υγρασία

και η ταχύτητα του ανέμου. Η απώλεια νερού μπορεί να συμβεί επίσης και δια μέσου της απορροής ή της διήθησης κάτω από το επίπεδο απορρόφησης των ριζών.

Η εξατμισοδιαπνοή  $ET$ , που χρησιμοποιείται συνήθως στην άρδευση έργων πρασίνου, προκύπτει από πίνακες δεδομένων διαφόρων μετεωρολογικών παραμέτρων που αναφέρονται σε συγκεκριμένο τόπο. Στις περισσότερες εφαρμογές άρδευσης έργων πρασίνου γίνεται χρήση της Εξατμισοδιαπνοής Αναφοράς ( $ET_0$ ). Για την προσαρμογή της  $ET_0$  σε κάποιο συγκεκριμένο φυτικό είδος γίνεται χρήση ενός συντελεστή  $K_0$  (συντελεστής είδους φυτού).

Πιο κάτω δίδονται παραδείγματα υπολογισμού των υδατικών αναγκών τόσο σε ψυχρόφιλους χλοοτάπητες όσο και σε θερμόφιλους.

### Περιοχή Αθηνών

Σύμφωνα με το σύστημα Bagnouls-Gaussien και τα κλιματολογικά δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού Αθηνών, το κλίμα της πόλης των Αθηνών χαρακτηρίζεται σαν έντονο θερμομεσογειακό με έντονη θερινή ξηρή περίοδο και σχετικά ήπιο και ημίξηρο χειμώνα. Οι βροχοπτώσεις είναι λίγες και όχι ομοιόμορφα κατανεμημένες κατά τη διάρκεια του έτους, ενώ οι ελάχιστες χιονοπτώσεις εμφανίζονται κατά την περίοδο του χειμώνα.

### Αρδευτική περίοδος

Για να καθοριστεί η αρχή και το τέλος της αρδευτικής περιόδου είναι απαραίτητα τα δεδομένα, που αφαιρούν τις μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης ( $P$ ) και της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς ( $ET_0$ ) (Penman-Monteith). Από τον πίνακα διαπιστώνεται ότι η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ξεπερνά τη βροχόπτωση το μήνα Φεβρουάριο, ενώ το αντίθετο συμβαίνει κατά το μήνα Νοέμβριο. Συνεπώς, κατά μια ευρύτερη προσέγγιση, μπορούμε να πούμε ότι η αρχή της αρδευτικής περιόδου είναι ο Φεβρουάριος και το τέλος της ο Οκτώβριος. Οπότε η διάρκεια της πιθανής αρδευτικής περιόδου ανέρχεται περίπου σε 250 ημέρες.

Αυτό βέβαια είναι μια εντελώς θεωρητική προσέγγιση διότι, αν λάβουμε υπόψη μας όσα αναφέραμε προηγουμένως, κανένας δεν μπορεί να αποκλείσει την πιθανότητα να χρειαστεί να αρδεύσουμε και τους υπόλοιπους μήνες σε περιπτώσεις που προκύψει ένα χρονικό διάστημα ανομβρίας και το ισοζύγιο νερού στο ριζόστρωμα είναι αρνητικό.

#### Καθαρές ανάγκες του χλοοτάπητα σε νερό

Γνωρίζοντας τους μήνες αιχμής, κατά τους οποίους ο χλοοτάπητας παρουσιάζει τις υψηλότερες απαιτήσεις σε νερό όπου ταυτόχρονα οι βροχοπτώσεις δεν μπορούν να καλύψουν αυτές τις ανάγκες, καθώς και τη διάρκεια της πιθανής αρδευτικής περιόδου μπορούμε να υπολογίσουμε τις υδατικές απαιτήσεις του χλοοτάπητα, που πρέπει να καλυφθούν με την άρδευση.

#### Ψυχρόφιλοι χλοοτάπητες

Στον πίνακα υπολογίζονται οι υδατικές ανάγκες του ψυχρόφιλου χλοοτάπητα κατά τους μήνες αιχμής, καθώς και η καθημερινή ημερήσια ανάγκη σε κάθε έναν από αυτούς. Για τον υπολογισμό της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής ( $ET_0$ ) θεωρείται απαραίτητη η γνώση του φυτικού συντελεστή  $K_c$ , ο οποίος έχει τιμή 0,95 για τον ψυχρόφιλο χλοοτάπητα (FAO, 1992).

Από τον πίνακα 4.1 διαπιστώνεται ότι οι συνολικές υδατικές ανάγκες του ψυχρόφιλου χλοοτάπητα κατά τους μήνες αιχμής ανέρχονται σε 880,1mm.

Πίνακας 4.1

Υδατικές ανάγκες ψυχρόφιλου χλοοτάπητα κατά τους μήνες αιχμής στην Αθήνα.

Α/Α	ΜΗΝΕΣ ΑΙΧΜΗΣ								
	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο
ET <sub>0</sub> mm/μήνα	42,00	68,20	99,00	136,40	171,00	213,90	195,30	132,40	80,60
K <sub>c</sub>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
ET <sub>c</sub> mm/μήνα K <sub>c</sub> x ET <sub>0</sub>	39,90	64,80	94,10	129,60	162,50	203,20	185,50	125,80	76,60
Reff mm/μήνα	34,80	34,80	22,20	22,20	13,70	5,90	6,90	14,60	46,80
Υδατικές ανάγκες mm/μήνα ET <sub>c</sub> -Reff	5,10	30,00	71,90	107,40	148,80	197,30	178,60	111,20	29,80
ΣΥΝΟΛΟ mm	880,10								
Ημερήσιες υδατικές ανάγκες mm/ημ	0,18	0,97	2,40	3,46	4,96	6,36	5,76	3,70	0,96
Ύψος νερού που θα εφαρμοσθεί με δίκτυο αποδοτικότητας 75%	0,24	1,29	3,20	4,61	6,62	8,48	7,68	4,93	1,28

#### Θερμόφιλοι χλοοτάπητες

Στον πίνακα γίνεται υπολογισμός των υδατικών αναγκών και της ημερήσιας ανάγκης σε νερό χλοοτάπητα κατά τους μήνες αιχμής. Ακολουθείται ο ίδιος ακριβώς τρόπος, όπως και στην περίπτωση του ψυχρόφιλου χλοοτάπητα, με τη διαφορά ότι ο φυτικός συντελεστής K<sub>c</sub> για το θερμόφιλο είναι 0,85 (FAO, 1992).

Από πίνακα 4.2 διαπιστώνεται ότι οι συνολικές υδατικές ανάγκες του υδρόφιλου χλοοτάπητα κατά τους μήνες αιχμής ανέρχεται σε 766,21mm.



Πίνακας 4.2

Υδατικές ανάγκες του θερμόφιλου χλοοτάπητα κατά τους μήνες αιχμής στην Αθήνα.

Α/Α	ΜΗΝΕΣ ΑΙΧΜΗΣ								
	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο
ET <sub>0</sub> mm/μήνα	42,00	68,20	99,00	136,40	171,00	213,90	195,30	132,40	80,60
K <sub>c</sub>	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
ET <sub>c</sub> mm/μήνα K <sub>c</sub> x ET <sub>0</sub>	35,70	58,00	84,20	116,00	145,40	181,80	166,00	112,50	68,50
Reff mm/μήνα	34,80	34,80	22,20	22,20	13,70	5,90	6,90	14,60	46,80
Υδατικές ανάγκες mm/μήνα ET <sub>c</sub> -Reff	0,91	23,20	62,00	93,80	131,70	175,90	159,10	97,90	21,70
ΣΥΝΟΛΟ mm	766,21								
Ημερήσιες υδατικές ανάγκες mm/ημ	0,03	0,75	2,06	3,03	4,39	5,67	5,10	3,26	0,70
Ύψος νερού που θα εφαρμοσθεί με δίκτυο αποδοτικότητας 75%	0,04	1,00	2,75	4,04	5,85	7,56	6,80	4,35	0,93

Είναι αντιληπτό ότι από τη στιγμή που θα υπάρχει αυτό το ευρύ φάσμα τιμών, είναι απαραίτητο να γίνεται ο προσδιορισμός των αναγκών του χλοοτάπητα με βάση τις μικροκλιματολογικές συνθήκες της κάθε περιοχής.

Για τη μελέτη πολύ μικρών έργων μπορούμε να λάβουμε υπόψη μας τον πίνακα 4.3.

Όταν το νερό της άρδευσης δεν είναι καλής ποιότητας, όσον αφορά στα άλατα, τότε η δόση άρδευσης υπολογίζεται αυξημένη έως 15% για τη διατήρηση της παραγωγικότητας του εδάφους.

Στο παράρτημα του βιβλίου και στους πίνακες δίδονται τιμές μηνιαίων εξατμισοδιαπνοών για θερμόφιλους και ψυχρόφιλους χλοοτάπητες σε πολλές πόλεις της Ελλάδας.

### Πίνακας 4.3

Ενδεικτικές απαιτήσεις σε νερό από διάφορα είδη φυτών τους καλοκαιρινούς μήνες.

Είδος φυτού	Ζήτηση σε νερό ανά εβδομάδα (mm)
Χλοοτάπητας	35 - 55
Ποώδης βλάστηση	15 - 25
Θάμνοι	25 - 40
Δένδρα	25 - 40
Τριαντάφυλλα	35 - 50
Ετήσια και πολυετή φυτά	35 - 50
Λαχανικά	40 - 50

#### 4.2 Επιλογή εκτοξευτήρων

Υπάρχει μια κατηγορία εκτοξευτήρων στατικών μικρής ακτίνας (1-5m), μια άλλη κατηγορία περιστροφικών μέσης ακτίνας (4-9m), μια τρίτη κατηγορία περιστροφικών μεγάλης ακτίνας (7-15m) και μια τέταρτη κατηγορία περιστροφικών πολύ μεγάλης ακτίνας (12-30m).

Προκειμένου τώρα να οδηγηθούμε στη σωστή επιλογή εκτοξευτήρα, 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 κ.τ.λ.)
- ε) την πηγή του νερού
- στ) τη διαθέσιμη πίεση
- η) πρόσθετες λεπτομέρειες του ανάγλυφου
- θ) τη δυνατότητα συντήρησης

Στα χαρακτηριστικά επιλογής εκτοξευτήρων διακρίνουμε: την πίεση και την παροχή λειτουργίας, την ακτίνα διαβροχής, την επιφάνεια διαβροχής (κύκλου ή τμήματος κύκλου) και τη γωνία εκτόξευσης του νερού.

#### 4.2.1 Τοποθέτηση εκτοξευτήρων στο έδαφος

Το κυριότερο πρόβλημα, που καλείται να λυθεί με τη χωροθέτηση των εκτοξευτήρων, είναι να διαταχθούν αυτοί κατά τέτοιο τρόπο και στον αναγκαίο αριθμό, ώστε το νερό να διανέμεται ομοιόμορφα, όπως συμβαίνει και με τη φυσική βροχόπτωση. Σε περίπτωση λανθασμένης τοποθέτησης των εκτοξευτήρων παρατηρούνται προβλήματα ανεπαρκούς άρδευσης (εμφάνιση πολύ υγρών περιοχών σε εναλλαγή με ξηρές περιοχές). Μετά τη χωροθέτηση θα γίνει προσδιορισμός της απαιτούμενης συνολικής παροχής (κατανάλωσης) του δικτύου και ο διαχωρισμός σε ζώνες άρδευσης για να προκύψουν οι ανάλογοι προμετρικοί πίνακες υλικών και εργασιών του έργου.

Η διάταξη των εκτοξευτήρων συχνά αποτελεί το πιο δύσκολο μέρος του σχεδιασμού. Αν και υπάρχουν πολλές μέθοδοι διάταξης, δεν υπάρχει μια μέθοδος η οποία είναι κατάλληλη για όλες τις περιπτώσεις.

Το κόστος του συστήματος και οι περιορισμοί στην παροχή του νερού είναι παράγοντες που πάντα εισάγουν ένα βαθμό σχεδιαστικού σχεδιασμού. Η διατομή μιας ήδη υπάρχουσας υδροληψίας ή μιας αντλίας και οι σχετικές σωληνώσεις παροχής είναι ιδιαίτερα περιοριστικοί παράγοντες για ένα δίκτυο. Αν η ήδη υπάρχουσα υδροληψία νερού δεν επαρκεί για την κάλυψη μιας έκτασης, θα πρέπει ενδεχομένως να υπολογιστεί το κόστος μιας νέας μεγαλύτερης υδροληψίας. Οι υδραυλικές ιδιότητες της υδροληψίας (πίεση και παροχή), επηρεάζουν την επιλογή του είδους και του αριθμού των εκτοξευτήρων και συνεπώς επηρεάζουν ολόκληρο το δίκτυο.

Η ομοιόμορφη κάλυψη της επιφάνειας από το δίκτυο επιτυγχάνεται συνδυάζοντας την κατανομή τουλάχιστον δύο γειτονικών εκτοξευτήρων. Οι σχεδιαστικά προσδιοριζόμενες αποστάσεις για να έχουμε ομοιομορφία διαβροχής βασίζονται στον συγκερασμό των υποδείξεων του κατασκευαστή των εκτοξευτήρων, της αποκτούμενης εμπειρίας και του οικονομικού αποτελέσματος. Αν και η απόλυτη ομοιομορφία του δικτύου εκτοξευτήρων δεν είναι εφικτή, εν τούτοις είναι δυνατόν να βελτιωθεί με προσεκτική επιλογή του εκτοξευτήρα και των σχετικών αποστάσεων, που θα επιλεγούν κατά τον σχεδιασμό.

Η ύπαρξη ανέμων, όπως αναφέραμε προηγουμένως, επηρεάζει σημαντικά την ομοιομορφία του δικτύου. Σε αυτές τις περιπτώσεις τις αποστάσεις μεταξύ των εκτοξευτήρων μειώνονται ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου.

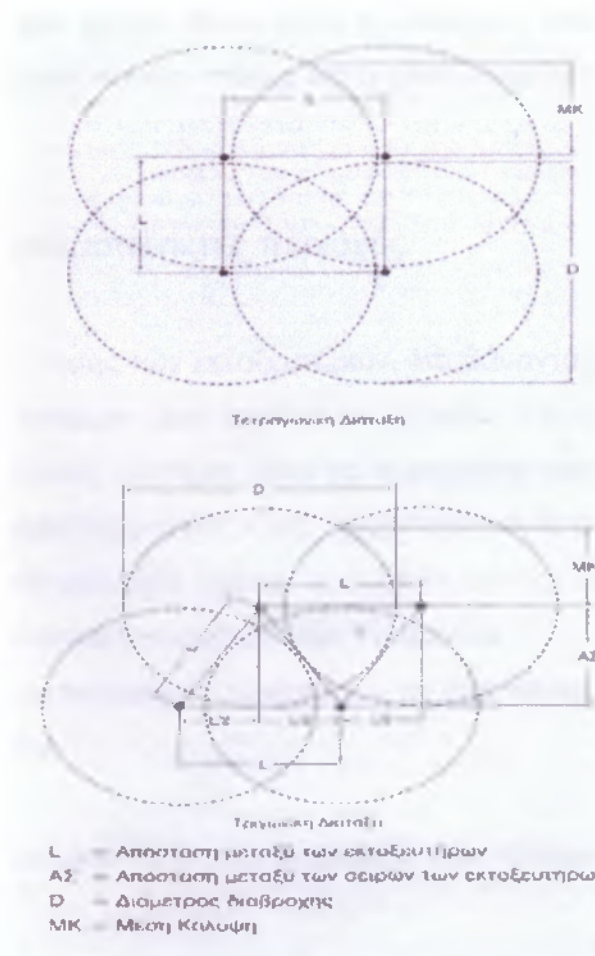
Οι συνήθεις τύποι διάταξης των εκτοξευτήρων στα έργα πρασίνου είναι δύο: η τετραγωνική και η τριγωνική διάταξη. Η τριγωνική διάταξη εξυπηρετεί καλύτερα την άρδευση χώρων με ακανόνιστο σχήμα και επιτρέπει την τοποθέτηση των εκτοξευτήρων σε μεγαλύτερες αποστάσεις, οπότε δίνεται η δυνατότητα χρήσης λιγότερων εκτοξευτήρων σε ένα αρδευτικό έργο. Αυτό αυτόματα σημαίνει ότι μειώνεται το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης του αρδευτικού δικτύου σε σύγκριση με την τετραγωνική διάταξη. Η τετραγωνική διάταξη εξυπηρετεί καλύτερα σε χώρους με κανονικά γεωμετρικά σχήματα. Συχνά σε ένα έργο είναι απαραίτητη για πρακτικούς λόγους η χρήση τριγωνικής διάταξης, τετραγωνικής διάταξης ή διάταξης μονής σειράς ή ακόμα και η χρήση ενός συνδυασμού διατάξεων.

#### **4.2.2 Μεταξύ τους απόσταση**

Οι εκτοξευτήρες κωδικοποιούνται από τον κάθε κατασκευαστή ανάλογα με την ακτίνα διαβροχής και πίεσης λειτουργίας τους. Η απόσταση μεταξύ των εκτοξευτήρων και η απόδοση για μια συγκεκριμένη επιφάνεια ποικίλλει από μοντέλο σε μοντέλο. Στον αρδευτικό σχεδιασμό χρησιμοποιούνται οι προτεινόμενες ακτίνες διαβροχής (ΠΑΔ), που αναγράφονται στους καταλόγους του κατασκευαστή.

Οι κύκλοι όμως που απεικονίζονται σε ένα σχέδιο μπορεί να είναι πολύ παραπλανητικοί αν ο κατασκευαστής δεν έχει κατανοήσει τους περιορισμούς της κατανομής του νερού.

Δυστυχώς δεν υπάρχει ένας σταθερός τύπος με συγκεκριμένες μεταβλητές για τον προσδιορισμό της απόστασης. Οι περισσότερες σχεδιαστικές λύσεις για κάθε συγκεκριμένη σειρά εκτοξευτήρων βασίζονται στην εμπειρία και στοχεύουν στην υιοθέτηση ενός πρακτικού συμβιβασμού για τη μόνιμη εγκατάσταση εκτοξευτήρων, που θα λειτουργούν από μεταβαλλόμενες, σε κάποιο βαθμό κάθε φορά, συνθήκες ανέμου.



Εικόνα 4.1

Τριγωνική και τετραγωνική διάταξη.



Η χρησιμοποιούμενη απόσταση (ή αποστάσεις) σε μια συγκεκριμένη διάταξη εκτοξευτήρων σε μια περιοχή εξαρτάται κυρίως από:

1. Το μέγεθος και το σχήμα της περιοχής
2. Το μέγεθος, τον τύπο και τις αποστάσεις των φυτών ή άλλων παραγόντων, που είναι πιθανόν να παρεμποδίζουν την εφαρμογή του νερού
3. Τη γνώση και την εμπειρία του μελετητή σχετικά με τις πραγματικές αποδόσεις του συγκεκριμένου μοντέλου εκτοξευτήρα και της επιλεγμένης σειράς ακροφυσίου
4. Τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο, όπως είναι η διαθέσιμη στον σχεδιασμό του δικτύου παροχή και πίεση νερού, καθώς επίσης και η μέση ταχύτητα του ανέμου

#### **4.2.3 Διάταξη εκτοξευτήρων σύμφωνα με τον άνεμο**

Θα εξετάσουμε τις αποστάσεις τοποθέτησης των εκτοξευτήρων, 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.

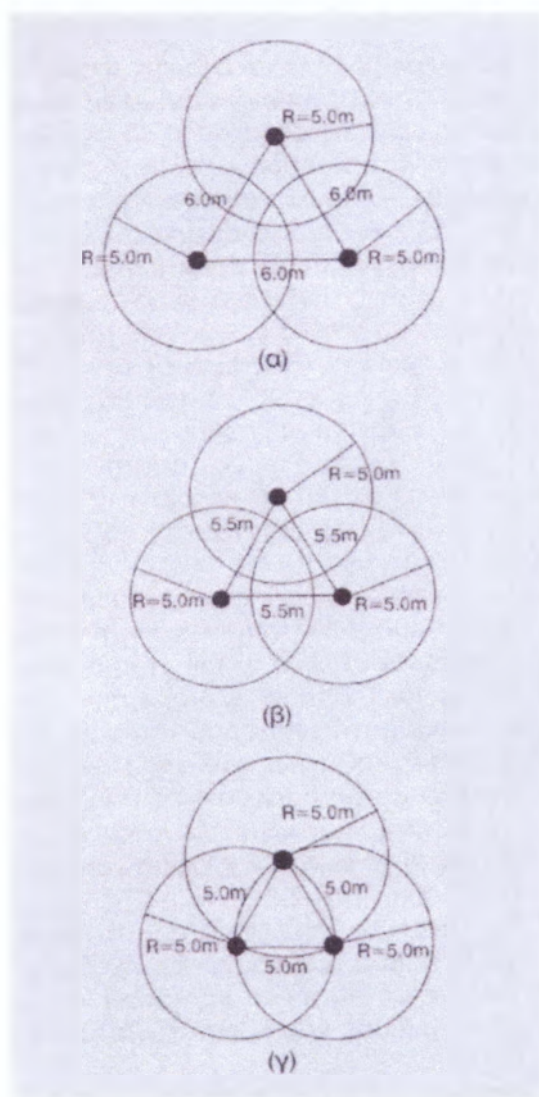
Συνήθως οι εταιρείες που παράγουν εκτοξευτήρες προτείνουν τις διαστάσεις των διατάξεων για διάφορες ταχύτητες ανέμου:

##### **A. τριγωνική διάταξη**

1. Άπνοια: τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στο 60% της διαμέτρου του κύκλου διαβροχής τους
2. Άνεμος 6km/h: τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στο 55% της διαμέτρου του κύκλου διαβροχής τους
3. Άνεμος 13km/h: τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στο 50% της διαμέτρου του κύκλου διαβροχής τους

Έτσι αν για παράδειγμα χρησιμοποιούμε εκτοξευτήρες με διάμετρο του κύκλου διαβροχής τους 10m, πρέπει να τοποθετήσουμε τους εκτοξευτήρες μεταξύ τους στις ακόλουθες αποστάσεις, ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου:

1. Άπνοια:  $10 \times 0,60 = 6m$ .
2. Άνεμος 6km/h:  $10 \times 0,55 = 5,5m$ .
3. Άνεμος 13km/h:  $10 \times 0,50 = 5m$ .



Εικόνα 4.2

Τριγωνική διάταξη εκτοξευτήρων σε διαφορετικές συνθήκες ανέμου

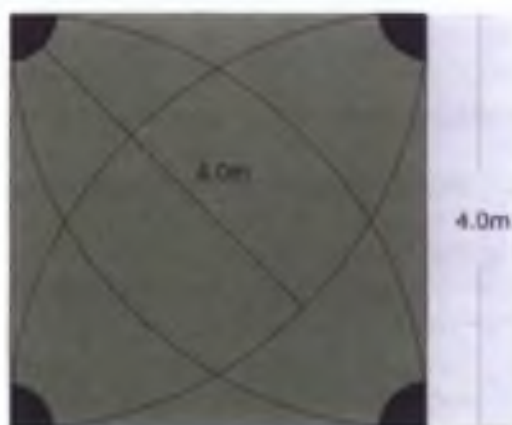
#### Β. Τετραγωνική διάταξη

1. Άπνοια: τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στο 50% της διαμέτρου του κύκλου διαβροχής τους

2. Άνεμος 6km/h: τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στο 45% της διαμέτρου του κύκλου διαβροχής τους
3. Άνεμος 13km/h: τοποθετούμε τους εκτοξευτήρες στο 40% της διαμέτρου του κύκλου διαβροχής τους

Έτσι αν για παράδειγμα χρησιμοποιούμε εκτοξευτήρες με διάμετρο του κύκλου διαβροχής τους 10m, πρέπει να τοποθετήσουμε τους εκτοξευτήρες μεταξύ τους στις ακόλουθες αποστάσεις, ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου:

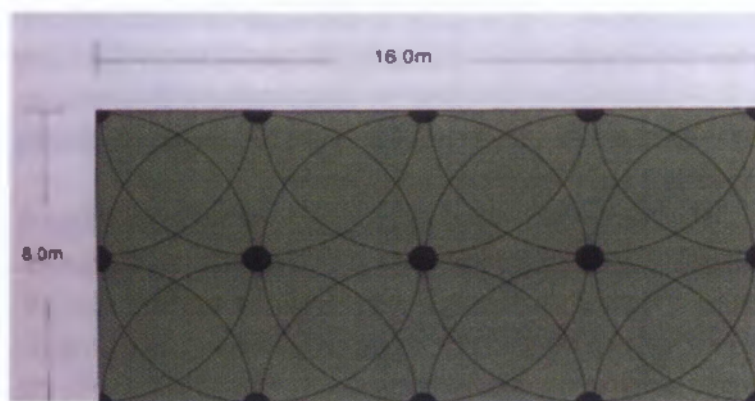
1. Άπνοια:  $10 \times 0,50 = 5m$ .
2. Άνεμος 6km/h:  $10 \times 0,45 = 4,5m$ .
3. Άνεμος 13km/h:  $10 \times 0,40 = 4m$ .



Εικόνα 4.3

#### Τετραγωνική περιοχή άρδευσης

Στην εικόνα 4.3 η περιοχή άρδευσης είναι τετραγωνική με μήκος πλευράς 4m. Στην περίπτωση αυτή τοποθετούμε εκτοξευτήρες (κατηγορίας μικρής ακτίνας) στις τέσσερις γωνίες της συγκεκριμένης έκτασης, που φέρουν ακροφύσιο για διαβροχή 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 στην περιοχή άρδευσης δοχεία με τυχαίο τρόπο, θα διαπιστώσουμε ότι μετά το τέλος της άρδευσης θα περιέχουν όλα περίπου την ίδια ποσότητα νερού.



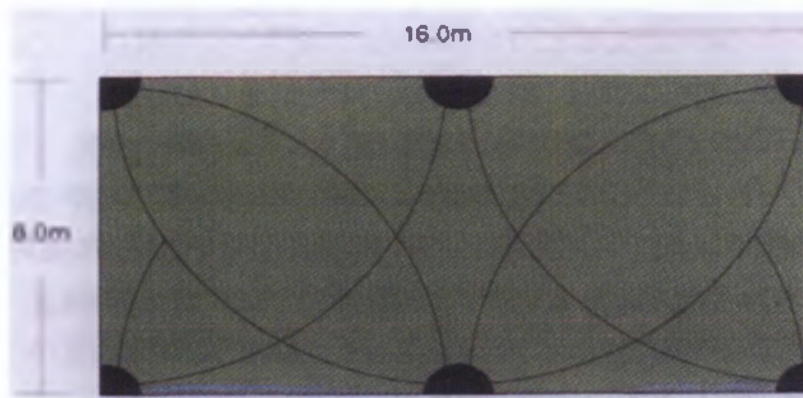
Εικόνα 4.4

Ορθογώνια περιοχή άρδευσης 16m. x 8m.  
(πρώτη προσέγγιση)

Ας υποθέσουμε ότι πρόκειται να αρδεύσουμε την έκταση που φαίνεται στο σχήμα της εικόνας 4.4. Πρόκειται για ορθογώνια περιοχή, με μήκος 16m. x 8m. 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 αυτοανυψούμενοι εκτοξευτήρες (τύπου pop-up) με προτεινόμενη ακτίνα διαβροχής (ΠΑΔ) 4m.

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 της μελέτης ενός αρδευτικού δικτύου 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 προτεινόμενη ακτίνα διαβροχής (ΠΑΔ) 8m., όπως φαίνεται στην εικόνα.



Εικόνα 4.5

Ορθογώνια περιοχή άρδευσης 16m. x 8m.  
(δεύτερη προσέγγιση)

Με τη δεύτερη προσέγγιση είναι πιθανό να έχουμε μείωση του κόστους εγκατάστασης. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις στις οποίες η σχεδίαση των αρδευτικών συστημάτων θα καθορίζονται από τον παράγοντα διαθέσιμος χρόνος για άρδευση. Τότε προτείνεται η χρήση εκτοξευτήρων που λειτουργούν με μεγαλύτερη πίεση, εφαρμόζοντας νερό με γρηγορότερους ρυθμούς ή η αλλαγή ακροφυσίων ή ενδεχομένως και η αναζήτηση των αντίστοιχων υλικών από άλλη εταιρεία παραγωγής.

### 4.3 Ύψος βροχόπτωσης ακροφυσίων

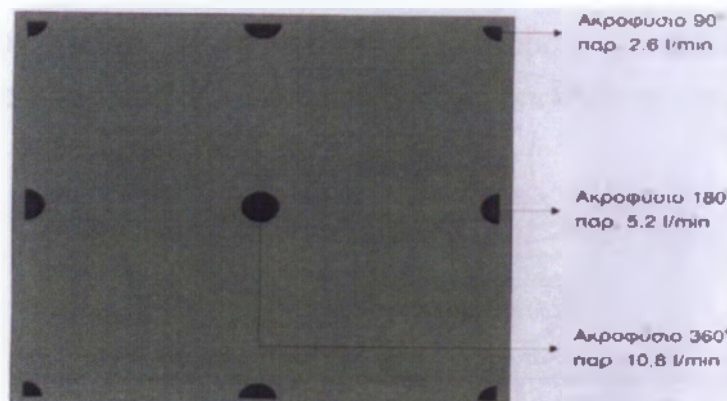
Η ταχύτητα εφαρμογής ή ύψος βροχόπτωσης ακροφυσίων αναφέρεται σε χιλιοστά (mm) νερού, που εφαρμόζονται σε μια συγκεκριμένη επιφάνεια ανά ώρα. Αν οι εκτοξευτήρες παρέχουν π.χ. σε έναν κήπο 25mm νερού σε όλη την έκταση ανά μια ώρα (1h), τότε λέμε ότι η ταχύτητα εφαρμογής ή το ύψος βροχόπτωσης των εκτοξευτήρων είναι 25mm ανά ώρα. Ειδικότερα μια ζώνη (στάση) εκτοξευτήρων, η οποία έχει ταχύτητα εφαρμογής 25m/h εναποθέτει 6,25mm ύψος νερού σε 15 λεπτά λειτουργίας.



#### 4.4 Η επιλογή των ακροφυσίων

##### A. 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.



Εικόνα 4.6

Τα ακροφύσια της ίδιας ομάδας αποδίδουν παροχές ανάλογες του κυκλικού τομέα που αρδεύουν.

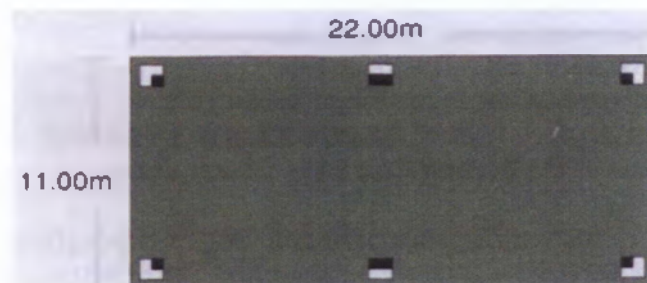
Οι εκτοξευτήρες με ακροφύσια ημικυκλικής κάλυψης καλύπτουν τη μισή έκταση από ότι οι εκτοξευτήρες με ακροφύσια πλήρους κυκλικής κάλυψης. Αυτό το χαρακτηριστικό της συμβατότητας της διαβροχής μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε ακροφύσια της ίδιας ομάδας με κυκλική, ημικυκλική ή τεταρτημοριακή κάλυψη, σε εκτοξευτήρες της ίδιας κατηγορίας και να έχουμε ομοιόμορφη κατανομή του νερού σε όλα τα τμήματα της αρδευόμενης επιφάνειας.

##### B. 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 για να αποδώσει τις προδιαγραφές του.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε δύο γριναζωτούς εκτοξευτήρες, στους οποίους έχουμε τοποθετήσει το ίδιο ακριβώς ακροφύσιο. Από αυτούς, ο ένας έχει ρυθμιστεί να διαγράψει (αρδεύει) ένα τεταρτημόριο του κύκλου ( $90^\circ$ ) και ο άλλος έχει ρυθμιστεί να διαγράψει (αρδεύει) επιφάνεια μισού κύκλου ( $180^\circ$ ). Αν τους ενεργοποιήσουμε ώστε να λειτουργούν και οι δύο ταυτόχρονα μέσα στον ίδιο χρόνο ( $30''$ ), ο πρώτος θα καλύψει  $90^\circ$  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 μια 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 δύο εκτοξευτήρες να λειτουργούν μαζί (στην ίδια ζώνη), τότε η απαιτούμενη παροχή στο ακροφύσιο του δεύτερου εκτοξευτήρα πρέπει να είναι η διπλάσια από τον πρώτο, για να καλύψει το έλλειμμα που προκύπτει, ειδήλλως ο δεύτερος εκτοξευτήρας πρέπει να λειτουργεί για διπλάσιο χρόνο από τον πρώτο.



Εικόνα 4.7

Διάταξη περιστροφικών εκτοξευτήρων για την άρδευση χλοοτάπητα επιφάνειας πλάτους 11m και μήκους 22m.

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.

#### 4.5 Ταχύτητα εφαρμογής νερού στη ζώνη

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 σε μια συγκεκριμένη ζώνη (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 ενός τεταρτημορίου του κύκλου ή άλλων τομέων κάλυψης. Μετατρέπουμε τα l/min σε l/h (1l/min = 60l/h). Έτσι, σε κάθε έκταση πολλαπλασιάζουμε την παροχή όλων των εκτοξευτήρων της αρδευόμενης έκτασης (εφόσον οι παροχές μας δίνονται σε l/min) με τον αριθμό 60 (λεπτά). Διαιρούμε αυτή την τιμή με το εμβαδόν (m<sup>2</sup>) της αρδευόμενης έκτασης.

Ταχύτητα εφαρμογής νερού στη ζώνη (mm/h) =

$$\frac{\text{Συνολική ροή εκτοξευτήρων (l/h)}}{\text{Εμβαδόν βρεχόμενης επιφάνειας (m}^2\text{)}}$$

όπου: 1l/m<sup>2</sup> = 1mm νερού.

Επίσης ταχύτητα εφαρμογής (mm/h) =

$$\frac{\text{Συνολική ροή εκτοξευτήρων (l/min)} \times 60(\text{min/h})}{\text{Εμβαδόν βρεχόμενης επιφάνειας (m}^2\text{)}}$$

#### 4.6 Εύρος και δόση άρδευσης

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προέκυψε ότι οι περιστροφικοί εκτοξευτήρες που χρησιμοποιούμε διανέμουν 9,12mm νερού ανά ώρα. Από τον πίνακα με τις

ενδεικτικές απαιτήσεις των φυτών για νερό (πιν. 4.3), παρατηρούμε ότι οι χλοοτάπητες απαιτούν 55mm νερού (περίπου) την εβδομάδα προκειμένου να αναπτυχθούν. Το ερώτημα είναι πόσο συχνά (εύρος άρδευσης) και με ποια διάρκεια (δόση άρδευσης) θα πρέπει να βάζουμε σε λειτουργία το αρδευτικό δίκτυο, ώστε να έχουμε ικανοποιητική άρδευση.

### Αρδευτικό πρόγραμμα

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 αρδεύουμε 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 αρδεύουμε 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 δεν θα μπορούν να προμηθευτούν το νερό που βρίσκεται βαθύτερα και τα φυτά θα αντιμετωπίσουν σοβαρό πρόβλημα.

Διαιρούμε το συνολικό χρόνο εβδομαδιαίας άρδευσης με τις 7 ημέρες της εβδομάδας και υπολογίζουμε το χρόνο της ημερήσιας λειτουργίας του δικτύου:  $416/7 = 59\text{min}$ .

Αυτό όμως που καθορίζει το χρόνο της ημερήσιας δόσης άρδευσης είναι ο τύπος κάθε εδάφους σε συνδυασμό με το ρυθμό απορρόφησης νερού που έχει και το βάθος των ριζών. Όταν αρδεύουμε αργιλώδη εδάφη είμαστε αναγκασμένοι να εφαρμόζουμε 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>2</sup>.

Πίνακας 4.4

Ρυθμοί τελικής διήθησης διαφόρων τύπων εδαφών.

Τύπος εδάφους	Τελική ταχύτητα διήθησης
Αμμοπηλώδες	40mm/h
Ιλυοπηλώδες	25mm/h
Αργιλώδες	5mm/h

Παρατηρούμε λοιπόν ότι τα αμμώδη εδάφη απορροφούν νερό γρηγορότερα από ότι τα αργιλώδη εδάφη.

Στις περιπτώσεις αυτές που ο χρόνος εφαρμογής της ημερήσιας δόσης άρδευσης είναι μεγαλύτερος των 30min θα πρέπει να γίνεται διερεύνηση του τύπου του εδάφους που διαχειριζόμαστε. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, εφαρμόζουμε άρδευση σε αργιλώδες έδαφος, που έχει τελική ταχύτητα διήθησης περίπου 5 χιλιοστά νερού ανά ώρα (mm/h).

Αν τώρα διαιρέσουμε τα 916min, που χρειάζεται να λειτουργήσουν οι εκτοξευτήρες για να εφαρμόσουν 50mm νερού την εβδομάδα στο χλοοτάπητα, με μέγιστο χρόνο άρδευσης το όριο των 30min (μετά από 30min η τελικά ταχύτητα διήθησης θα ήταν μικρότερη της ταχύτητας εφαρμογής του νερού με αποτέλεσμα τη συγκέντρωση νερού στην επιφάνεια του εδάφους), θα έχουμε:  $916\text{min}/30\text{min} = 30,53 = 31$  επαναλήψεις.

Παρατηρούμε ότι οι εκτοξευτήρες θα πρέπει να λειτουργήσουν δεκατέσσερις φορές την εβδομάδα, για 30min κάθε φορά, για να εφαρμόσουν 50mm νερού την εβδομάδα σε αργιλώδη εδάφη, τα οποία έχουν τελική ταχύτητα διήθησης 5mm/h για ένα δίκτυο με συντελεστή αποδοτικότητας 80%.



Στα πιο πάνω παραδείγματα αποδεχθήκαμε για εκπαιδευτικούς λόγους ότι η προτεινόμενη ακτίνα διαβροχής (ΠΑΔ) είναι και αποτελεσματική.

Η εμπειρία έχει δείξει ότι η αποτελεσματική ακτίνα διαβροχής (ΑΑΔ) είναι το 90% της προτεινόμενης ακτίνας διαβροχής (ΠΑΔ).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ** **ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΟ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ**

### **5.1 Μέτρηση ζεύγους πίεσης - παροχής**

Η μέτρηση του ζεύγους πίεσης-παροχής είναι η πρώτη ενέργεια που γίνεται εκ μέρους μας σε ένα έργο και αφορά την μέτρηση των δυνατοτήτων και των προδιαγραφών της κεντρικής υδροληψίας μας. Η μέτρηση αυτή πρέπει να έχει τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια, διότι πάνω σε αυτή θα στηριχθεί και θα διαστασιοποιηθεί ολόκληρο το έργο.

Για να μετρήσουμε το ζεύγος πίεσης – παροχής, συνδέουμε σε σειρά ένα μανόμετρο, μια βάνα και ένα παροχόμετρο. Σχεδιάζουμε ένα πίνακα με δύο στήλες. Η πρώτη θα είναι η στήλη της πίεσης και η δεύτερη η στήλη της παροχής. Προσαρμόζουμε τη μια άκρη του σωλήνα στο όργανο και την άλλη στην παροχή του νερού. Ανοίγουμε εντελώς τη βάνα του οργάνου. Ανοίγουμε τη βρύση σιγά-σιγά για να εξαερώσουμε το σωλήνα μέχρι το όργανο. Αφού βεβαιώσουμε ότι έχει γίνει εξαέρωση την ανοίγουμε εντελώς. Κλείνουμε λίγο τη βάνα του οργάνου και σταθεροποιούμε το πιεσόμετρο (μανόμετρο) σε μια ένδειξη (έστω 2bar). Διαβάζουμε την ένδειξη του παροχόμετρου. Σημειώνουμε το ζεύγος P,Q στον πίνακα. Κλείνουμε ακόμα περισσότερο τη βάνα του οργάνου. Παρατηρούμε ότι η πίεση αυξάνει και η παροχή μειώνεται. Παίρνουμε άλλο ένα ζεύγος (π.χ. στα 3bar). Συνεχίζουμε και φτιάχνουμε πίνακα με 5 ζεύγη P,Q. Κλείνουμε τη βρύση.

### **5.2 Συγκέντρωση εξοπλισμού**

Η εγκατάσταση ενός αυτόματου δικτύου άρδευσης απαιτεί την ασφαλή συναρμολόγηση πολλών εξαρτημάτων. Είναι πολύ βασική προϋπόθεση για έναν επιτυχημένο εργολήπτη 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. Τονίζουμε αυτή την ιδιαιτερότητα διότι πρέπει να έχει γίνει ήδη αντιληπτό ότι τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται σε ένα δίκτυο είναι πάρα πολλά.

Όλα τα παραπάνω σημαίνουν οικονομικές επιβαρύνσεις, αλλά προπάντων έλλειψη επαγγελματισμού. Αυτό σημαίνει ότι όταν πάρουμε τον πίνακα υλικών από τον 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).

### **5.3 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 προβλεπόμενες θέσεις. Σε περίπτωση που κάτι δεν συμβαδίζει με τη μελέτη, είναι αναγκαία η επαφή με τον μελετητή και η συζήτηση μαζί του για την επίλυση οποιουδήποτε προβλήματος σε αυτό το στάδιο των εργασιών.

Κατόπιν ορίζονται με τις σημαίες επισήμανσης τα σημεία τοποθέτησης των εκτοξευτήρων και οι επιφάνειες 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.

Τα ορύγματα πρέπει να διανοίγονται κατά τρόπον ώστε να καθίσταται δυνατή η εγκατάσταση των σωλήνων σε αρκετό βάθος, για να προστατευθούν από τις κλιματολογικές συνθήκες και τις μηχανικές καταπονήσεις. Το βάθος ορύγματος πρέπει να είναι μεγαλύτερο από τη διάμετρο του αγωγού:

- 50-60cm, σε χώρους χωρίς κυκλοφορία οχημάτων.
- 60-70cm, σε χώρους (δρόμους) με ελαφρά κυκλοφορία.
- 80-100cm, σε δρόμους συνηθισμένης ή βαριάς κυκλοφορίας.

Το πλάτος του ορύγματος πρέπει να είναι το λιγότερο 20cm μεγαλύτερο από την ονομαστική διάμετρο του σωλήνα. Ο πυθμένας του ορύγματος πρέπει να έχει απαλλαγή από βράχους, πέτρες ή αιχμηρά αντικείμενα και να έχει στρωθεί με άμμο πάχους τουλάχιστον 10cm. Σε πετρώδη εδάφη είναι απαραίτητο να αυξηθεί το βάθος εκσκαφής κατά 15cm με την τοποθέτηση άμμου ή μικρών χαλικιών στο πυθμένα.

Πρέπει να αποφεύγουμε να κάνουμε τέτοιες εκσκαφές στη βάση των κορμών προϋπαρχόντων δένδρων και θάμνων και να τηρούμε απόσταση τουλάχιστον 1,5cm 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 κ.τ.λ.).

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



Εικόνα 5.1

Μηχανική διάνοιξη χαντακιών



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

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 κατά προσέγγιση. Διότι τότε τα υπολείμματα (ρετάλια) των σωλήνων θα επιβαρύνουν το κόστος του έργου.



Εικόνα 5.2

Καθαρισμός χαντακιών

#### 5.4 Συνδεσμολογία

Αφού έχουμε κόψει σωστά τους σωλήνες αρχίζουμε την τοποθέτηση των υλικών συνδεσμολογίας, σύμφωνα με την μελέτη. Τοποθετούμε τα ταυ στις διακλαδώσεις και συνεχίζουμε με τις σέλες.

Η κοπή σωλήνων πολυαιθυλενίου έχει μεγάλη σημασία για τη σύνδεση με τα διάφορα εξαρτήματα. Το κόψιμο πρέπει να είναι εντελώς κάθετο και λείο. Τα



εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την κοπή σωλήνων πολυαιθυλενίου είναι η σέγα ή ένα κοφτερό κλαδευτικό ψαλίδι ή ειδικοί κόφτες. Οι κόφτες αυτοί έχουν συγκεκριμένο εύρος ανοίγματος.

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου συνδέονται ανάλογα με τη χρήση τους, τόσο με ακιδωτά υλικά όσο και με υλικά τύπου lock ή κοχλιωτά. Τα ακιδωτά υλικά τοποθετούνται με ώθηση. Για να επιτύχουμε μια σωστή (στεγανή) σύνδεση πρέπει αφενός τα άκρα των σωλήνων που πρόκειται να συνδεθούν να είναι απόλυτα καθαρά και στεγνά, αφετέρου τα υλικά σύνδεσης να είναι καλής ποιότητας.

Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος επηρεάζει σαφέστατα τους σωλήνες πολυαιθυλενίου. Έτσι κατά τους χειμερινούς μήνες οι σωλήνες γίνονται πιο σκληροί και συνεπώς ο χειρισμός τους είναι πιο επίπονος. Η χρήση φλόγας ή διαφόρων λιπαντικών ουσιών, για να «μαλακώσει» ο σωλήνα ρητά απαγορεύεται. Το πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί με την έκθεση της κουλούρας στον ήλιο ή με τη χρήση ζεστού νερού. Τα υλικά συνδεσμολογίας τύπου lock τοποθετούνται με σύσφιξη. Για να επιτύχουμε μια σωστή (στεγανή) σύνδεση πρέπει αφενός τα άκρα των σωλήνων που πρόκειται να συνδεθούν να είναι απόλυτα καθαρά και στεγνά με λείες τομές, αφετέρου τα υλικά σύνδεσης να είναι καλής ποιότητας και συμβατά με τους σωλήνες.



Εικόνα 5.3

Σύνδεση σωλήνων με υλικά lock

Τα κοχλιωτά εξαρτήματα τοποθετούνται με σύσφιξη, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία.

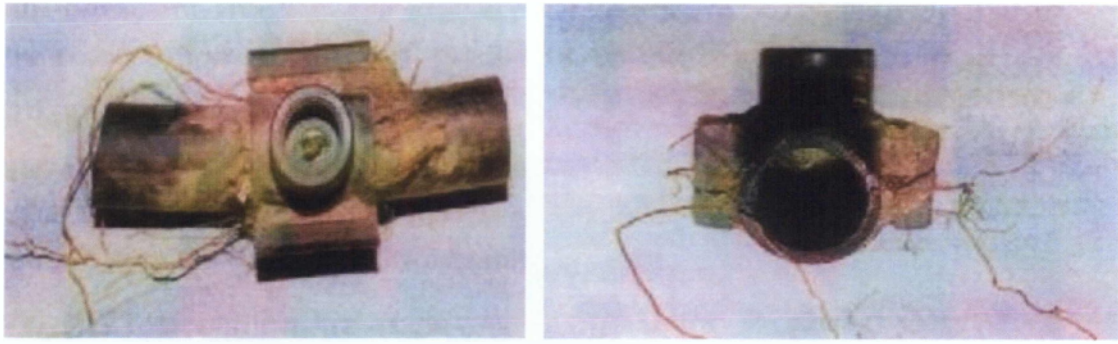
Για μεγαλύτερες από  $\varnothing 32$  διατομές για να σφίξουμε το ρακόρ, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και τον αλυσοκάβουρα. Για να τοποθετηθούν οι σέλες τις περισσότερες φορές προαπαιτείται να γίνει ανάλογη διάτρηση στο σωλήνα με ειδικούς διατρητήρες (σγρόμπιες). Αυτοί οι διατρητήρες έχουν διάφορες διατομές, ανάλογα με τη σέλα που θα χρησιμοποιηθεί ( $\varnothing 8$ ,  $\varnothing 10$ ,  $\varnothing 12$  κ.τ.λ.).



Εικόνα 5.4  
Τοποθέτηση σέλας



Εικόνα 5.5  
Διατρητήρες (σγρόμπια)



Εικόνα 5.6

Η ρίζα έχει ανοίξει τη σέλα και στραγγαλίζει το σωλήνα

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 αυτόν 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 χρειαστεί να επισκευαστεί.

### 5.5 Τοποθέτηση εκτοξευτήρων

Οι εκτοξευτήρες τοποθετούνται υπόγεια με τέτοιο τρόπο, ώστε το άνω μέρος τους να βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια του εδάφους. Ο εκτοξευτήρας 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. Οι περισσότεροι εκτοξευτήρες δέχονται στην είσοδο 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. Οι μέθοδοι τοποθέτησης ενός εκτοξευτήρα στο δίκτυο είναι δύο:

A. 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. Τυλίγουμε δέκα βόλτες τεφλόν και στις δύο κοχλιώσεις του μαστού. Βιδώνουμε το μαστό στον εκτοξευτήρα. Βιδώνουμε τον εκτοξευτήρα με τον μαστό στη σέλα.

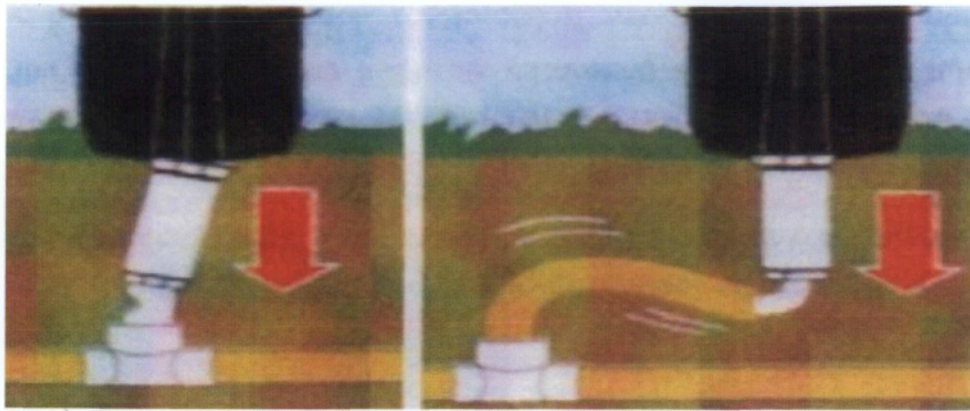


Εικόνα 5.7

Απευθείας τοποθέτηση στο σωλήνα

B. Τοποθέτηση με παράκαμψη. Χρησιμοποιώντας δύο γωνίες  $\varnothing 16 / 1/2''$  ή  $\varnothing 16 / 3/4''$  στις άκρες μικρού τμήματος σωλήνα διατομής  $\varnothing 16$  τοποθετούμε τη μια άκρη στη σέλα και την άλλη άκρη στην υποδοχή του εκτοξευτήρα. Με αυτό 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 σπείρωματα επιβάλλεται. Βιδώνουμε τη μια γωνία στη σέλα και την άλλη γωνία την είσοδό του. Ωθούμε τον εκτοξευτήρα με τη γωνία στο τμήμα του σωλήνα  $\varnothing 16$  που έχουμε κόψει. Ωθούμε την άλλη άκρη του σωλήνα στη γωνία της σέλας.





Εικόνα 5.8

Η απευθείας τοποθέτηση των εκτοξευτήρων στην υδροληψία μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα

### 5.6 Τοποθέτηση ηλεκτροβαλβίδων και συλλεκτών ηλεκτροβαλβίδων

Ακολουθώντας τη μελέτη, ερχόμαστε στα σημεία που πρέπει να τοποθετηθούν οι ηλεκτροβαλβίδες. Επανελέγχουμε αν πληρούν οι επιλεγμένες θέσεις τις προδιαγραφές χωροθέτησης (να βρίσκονται κοντά στη ζώνη που ελέγχουν και σε τέτοιο σημείο, που όταν θα χρειαστεί να τις δοκιμάσουμε χειροκίνητα, να έχουμε απόλυτο οπτικό έλεγχο χωρίς να πέφτουν τα νερά επάνω μας).

Αφού βεβαιωθούμε για τα παραπάνω, διευρύνουμε στο συγκεκριμένο σημείο το χαντάκι και δημιουργούμε όρυγμα διαστάσεων 50cm x 50cm x 30cm (μήκος x πλάτος x ύψος) ή και μεγαλύτερο αν πρόκειται να τοποθετήσουμε περισσότερες ηλεκτροβαλβίδες συγκεντρωμένες. Τοποθετούμε τα ανάλογα ρακόρ στην είσοδο και την έξοδο της ηλεκτροβαλβίδας. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στη σωστή τοποθέτηση της ηλεκτροβαλβίδας.

Λανθασμένη τοποθέτηση σημαίνει ότι η ηλεκτροβαλβίδα δεν θα κλείνει όταν διοχετεύουμε νερό στους σωλήνες. Σε περίπτωση που χρειάζεται να γίνει κόμβος ηλεκτροβαλβίδων χρησιμοποιούμε είτε ειδικά εξαρτήματα συνδεσμολογίας είτε προσαρμόζουμε με απλά υδραυλικά εξαρτήματα (ταυ, γωνίες κ.τ.λ.) τις ηλεκτροβαλβίδες μεταξύ τους, τοποθετώντας τη μια παράλληλα στην άλλη. Χρειάζεται προσοχή στις αποστάσεις μεταξύ των ηλεκτροβαλβίδων. Πρέπει να



τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε αν χρειαστεί να επισκευαστεί 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.

Σε πολλά δίκτυα προκύπτει η ανάγκη να κατασκευαστεί κόμβος ηλεκτροβαλβίδων (συλλέκτης ή κολλεκτέρ) με χρήση προκατασκευασμένων ειδικών εξαρτημάτων, μεταλλικών ή πλαστικών που δέχονται δύο, τρεις ή τέσσερις ηλεκτροβαλβίδες.

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

Ανοίγουμε τις κατάλληλες οπές στις παρειές των φρεατίων για να διέρχονται οι σωλήνες με σχετική άνεση. Τα ανοίγματα αυτά γίνονται με τη χρήση κοπτικών εργαλείων (σέγα, πριόνι κ.τ.λ.). φροντίζουμε τα καλύμματα των φρεατίων να είναι ακριβώς στο ίδιο επίπεδο με το γύρω έδαφος. Τέλος, ρίχνουμε επαρκή ποσότητα από χαλίκι, ώστε οι ηλεκτροβαλβίδες να «κάθονται» πάνω σε αυτό.



Εικόνα 5.9

Κόμβος τριών ηλεκτροβαλβίδων σε φρεάτιο

## **5.8 Σύνδεση με την παροχή νερού**

### **5.8.1 Σύνδεση με 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 ξεχνάμε ότι με τις συγκεκριμένες μετρήσεις «κτιστεί» όλη η εγκατάσταση.

Απαραίτητος για τη σύνδεση στο δίκτυο πόλης είναι ένας σφαιρικός διακόπτης (κεντρικός) για όλο το δίκτυο. Ακολουθεί το κεντρικό φίλτρο και η αντεπιστροφή βαλβίδα (δεν επιτρέπει την, για οποιοδήποτε λόγο, επιστροφή του νερού των αρδευτικών σωλήνων στο δίκτυο ύδρευσης). Στη συνέχεια τοποθετείται, αν προβλέπεται, η κεντρική ηλεκτροβαλβίδα (master valve). Αμέσως μετά συνδέεται ο κεντρικός σωλήνας.

### **5.8.2 Σύνδεση με αντλία**

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

Όταν γίνεται χρήση αντλιών για την παροχή νερού, οι προγραμματιστές μπορούν να εφοδιαστούν με ένα κύκλωμα ελέγχου αντλίας. Το κύκλωμα ελέγχου κλείνει κατά την έναρξη του αρδευτικού κύκλου και ανοίγει μόλις και η τελευταία ηλεκτροβαλβίδα ολοκληρώσει τη λειτουργία της, διατηρώντας έτσι σε λειτουργία την αντλία καθ' όλη τη διάρκεια του αρδευτικού κύκλου.

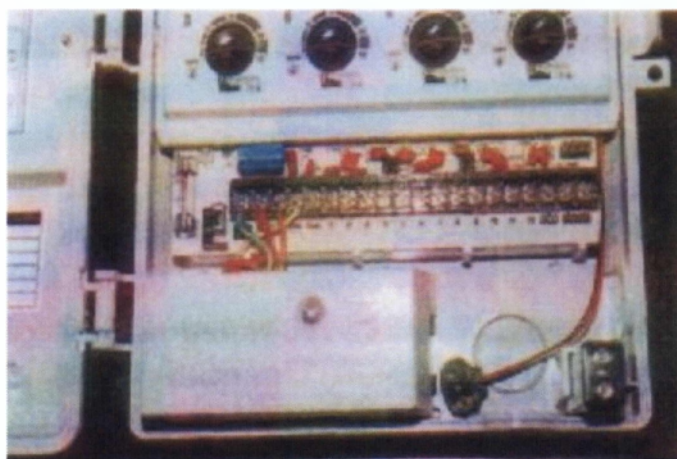
Τα κυκλώματα ελέγχου αντλιών συμπεριλαμβάνονται στον στάνταρ εξοπλισμό σε μερικά μοντέλα προγραμματιστών, ενώ αποτελούν προαιρετικό εξοπλισμό σε άλλα. Το κύκλωμα μπορεί να αποτελείται από ένα ενσωματωμένο ή ξεχωριστό ρελέ, το οποίο να ελέγχεται από το κύριο κύκλωμα ηλεκτροβαλβίδων.

Οι αντλίες ποτέ δεν τροφοδοτούνται άμεσα από το κυρίως κύκλωμα των ηλεκτροβαλβίδων του προγραμματιστή του αρδευτικού δικτύου, διότι οι ακροδέκτες των ρελέ δεν μπορούν να μεταφέρουν ηλεκτρικό ρεύμα μεγάλης έντασης. Τα στοιχεία που αφορούν τη δυνατότητα μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος των ακροδεκτών θα πρέπει να ληφθούν από τον κατασκευαστή, καθώς ποικίλλουν.

Είναι πάντα απαραίτητο η παροχή ηλεκτρικής ισχύος των κινητήρων των αντλιών να είναι ανεξάρτητη από αυτή των προγραμματιστών.

### 5.9 Τοποθέτηση προγραμματιστή

Ο προγραμματιστής είναι ο 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 5.11

Θύρα επαφών προγραμματιστή

Αφού έχουμε συνδέσει όλα τα καλώδια, τοποθετούμε την μπαταρία (αν προβλέπεται). Βάζουμε το φισ του προγραμματιστή στην πρίζα. Ο πίνακας ενδείξεων του προγραμματιστή μας δίνει κάποιες πληροφορίες ανάλογα με τον κατασκευαστή.

## 5.10 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. Οι σωλήνες πρέπει να τοποθετηθούν στα ορύγματα, να περιβλυθούν με άμμο ή χώματα εκσκαφής καλά κοσκινισμένα, μέχρι ύψους 30cm από την άνω γενέτειρά τους. Η επίχωση αυτή πρέπει να συμπυκνωθεί μέχρι περίπου 95% proctor κατά DIM 4033.



Εικόνα 5.12

Επίχωση εκτοξευτήρα στην οριστική θέση

Για εγκατάσταση των σωλήνων σε επικλινή εδάφη πρέπει να χρησιμοποιηθεί υποστήριξη από μπετόν. Ο υπόλοιπος χώρος του ορύγματος συμπληρώνεται με προϊόντα εκσκαφής.

Αφού κλείσουμε όλα τα χαντάκια μπορούμε πλέον να ρυθμίσουμε τα ακροφύσια με πολύ μεγάλη ακρίβεια.



Εικόνα 5.13

Ρύθμιση ακροφυσίων

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



## ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΔΥΝΗΤΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΕΤο (mm/περίοδο) ΓΙΑ ΘΕΡΜΟΦΙΛΟΥΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΕΣ

(Πηγή: FAO)

	ΙΑΝΟΥΑΡ.	ΦΕΒΡ.	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣ.	ΣΕΠΤΕΜ.	ΟΚΤΩΒ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚΕΜΒ.	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΡΑΞΟΣ	26,46	39,74	68,47	104,92	161,33	166,23	152,35	123,30	86,80	52,88	31,06	4,26	1017,8
ΑΘΗΝΑ	20,77	34,17	67,96	112,51	186,10	189,62	172,66	136,79	91,84	50,57	24,92	3,18	1091,09
ΑΚΥΝΘΟΣ	30,71	44,15	71,82	106,27	158,34	162,08	148,17	120,19	85,51	53,57	33,24	4,70	1018,75
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	45,59	55,07	81,89	118,10	176,26	181,84	168,14	138,92	102,35	68,97	48,56	7,36	1193,05
ΘΕΣ/ΝΙΚΗ	17,13	30,49	60,47	98,52	156,02	159,55	143,27	111,54	73,08	38,85	18,76	2,50	910,18
ΚΕΡΚΥΡΑ	22,67	34,64	61,60	95,79	147,03	149,82	134,81	106,05	71,50	41,06	23,59	3,43	891,99
ΛΑΜΙΑ	13,19	28,21	59,69	98,83	156,72	159,61	142,30	109,37	69,78	34,70	14,19	1,73	888,32
ΛΑΡΙΣΑ	22,41	30,30	49,38	84,25	156,37	165,97	148,25	107,51	58,01	21,79	14,18	2,36	860,78
ΛΗΜΝΟΣ	33,43	43,52	72,08	110,82	174,17	181,27	167,83	137,52	98,73	62,51	39,35	5,61	1126,84
ΜΥΤΙΛΗΝΗ	37,09	48,99	78,17	116,39	176,78	182,37	167,90	137,22	98,66	63,05	40,58	5,87	1153,07
ΝΑΞΟΣ	57,88	67,81	90,10	118,84	164,73	169,77	159,95	137,75	108,87	81,00	61,70	9,31	1227,71
ΠΑΤΡΑ	30,12	42,08	68,13	101,21	152,35	156,70	143,98	117,47	84,23	53,36	33,51	4,75	987,89
ΡΟΔΟΣ	33,72	46,47	81,32	128,08	203,01	210,20	192,56	154,90	107,72	64,60	38,21	5,43	1266,22
ΣΑΜΟΣ	40,18	52,40	83,41	124,27	188,84	194,68	179,03	146,09	104,92	67,17	43,67	6,38	1231,04
ΤΡΙΚΑΛΑ	22,06	31,91	52,45	87,15	157,28	166,94	150,13	110,32	60,65	22,82	13,92	2,29	877,92
ΧΑΝΙΑ	36,05	48,46	76,51	112,13	165,73	168,78	153,25	123,34	87,33	55,60	37,46	5,74	1070,38
ΧΙΟΣ	35,96	49,56	83,62	128,17	197,32	202,55	184,30	147,56	102,59	62,41	38,83	5,74	1238,61

## ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΔΥΝΗΤΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΕΤο (mm/περίοδο) ΓΙΑ ΨΥΧΡΟΦΙΛΟΥΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΕΣ

(Πηγή: FAO)

	ΙΑΝΟΥΑΡ.	ΦΕΒΡ.	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣ.	ΣΕΠΤΕΜ.	ΟΚΤΩΒ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚΕΜΒ.	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΡΑΞΟΣ	26,46	39,74	68,47	104,92	148,58	166,23	152,35	123,3	86,80	52,88	31,06	4,26	1005,05
ΑΘΗΝΑ	20,77	34,17	67,96	112,51	183,10	189,62	172,66	136,76	91,84	50,57	24,92	3,18	1088,06
ΑΚΥΝΘΟΣ	30,71	44,15	71,82	106,27	158,34	162,08	148,17	120,19	85,51	53,57	33,24	4,70	1018,75
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	45,59	55,07	81,89	118,10	176,26	181,84	168,14	138,92	102,35	68,97	48,56	7,36	1193,05
ΕΣ/ΝΙΚΗ	17,13	30,49	60,47	98,52	145,25	159,55	143,27	111,54	73,08	38,85	18,76	2,50	899,41
ΕΡΚΥΡΑ	22,67	34,64	61,60	95,79	138,85	149,82	134,81	106,05	71,50	41,06	23,59	3,43	883,81
ΛΑΜΙΑ	13,19	28,21	59,69	98,73	146,23	159,61	142,30	109,37	69,78	34,70	14,19	1,73	877,83
ΛΑΡΙΣΑ	22,41	30,30	49,38	84,25	140,25	165,97	148,25	107,51	58,01	21,79	14,18	2,36	844,66
ΗΜΝΟΣ	33,34	43,52	72,08	110,82	161,45	181,27	167,83	137,52	98,73	62,51	39,35	5,61	1114,03
ΤΙΛΗΝΗ	37,09	48,99	78,17	116,39	164,65	182,37	167,90	137,22	98,66	63,05	40,58	5,87	1140,94
ΙΑΞΟΣ	57,88	67,81	90,10	118,84	153,15	169,77	159,95	137,75	108,87	81,00	61,70	9,31	1216,13
ΙΑΤΡΑ	30,12	42,08	68,13	101,21	141,25	156,70	143,98	117,47	84,23	53,36	33,51	4,75	976,79
ΟΔΟΣ	33,72	46,47	81,32	128,08	188,05	210,20	192,56	154,90	107,72	64,60	38,21	5,43	1251,26
ΑΜΟΣ	40,18	52,40	83,41	124,27	175,56	194,68	179,03	146,09	104,92	67,17	43,67	6,38	1217,76
ΙΚΑΛΑ	22,06	31,91	52,45	87,15	152,28	166,94	150,13	110,32	60,65	22,82	13,92	2,29	877,92
ΑΝΙΑ	36,05	48,46	76,51	112,13	155,86	168,78	153,25	123,34	87,33	55,6	37,46	5,74	1060,51
ΧΙΟΣ	35,96	49,56	83,62	128,17	184,50	202,55	184,30	147,56	102,59	62,41	38,83	5,74	1225,79

## ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ



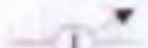
Κεντρικός Διακόπτης



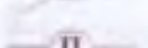
Διακόπτης Ζώνης



Ηλεκτροβάνα



Ηλεκτροβάνα με ρυθμιστή ροή



Προγραμματιστής



Ηλεκτροβάνα Κεντρική (Master)



Αντεπίστροφη Βλαβίδα



Εξαεριστικό



Στατικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 360°



Στατικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 180°



Στατικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 90°



Περιστροφικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 360°



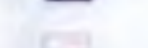
Περιστροφικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 180°



Περιστροφικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 90°



Αντλία



Πιεστικό Δοχείο



Φίλτρο



Υδρομετρητής



Ρυθμιστής Πίεσης



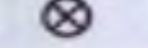
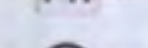
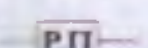
Παροχή Νερού



Σταλάκτης



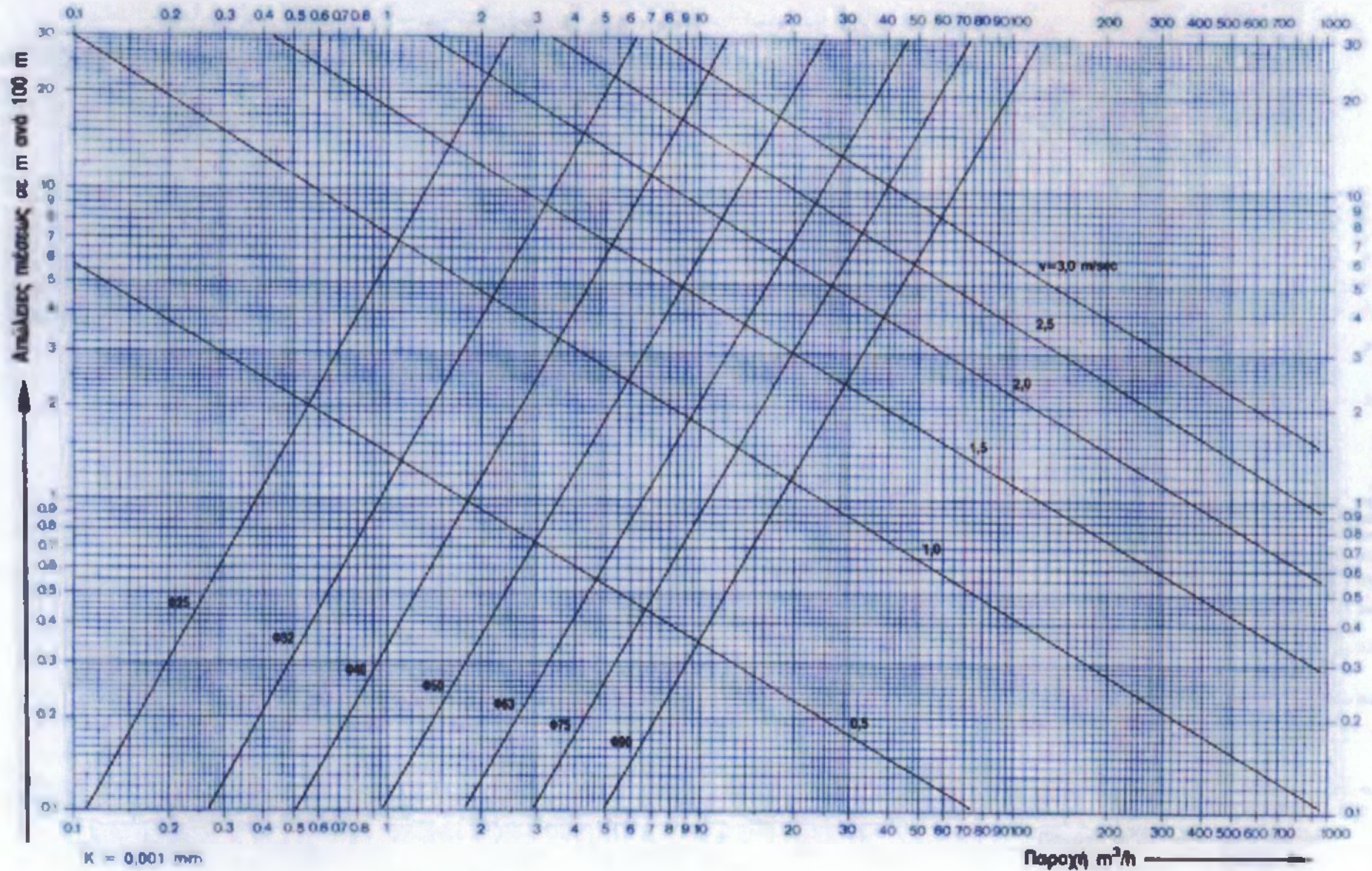
Καλώδιο ΝΥΥ





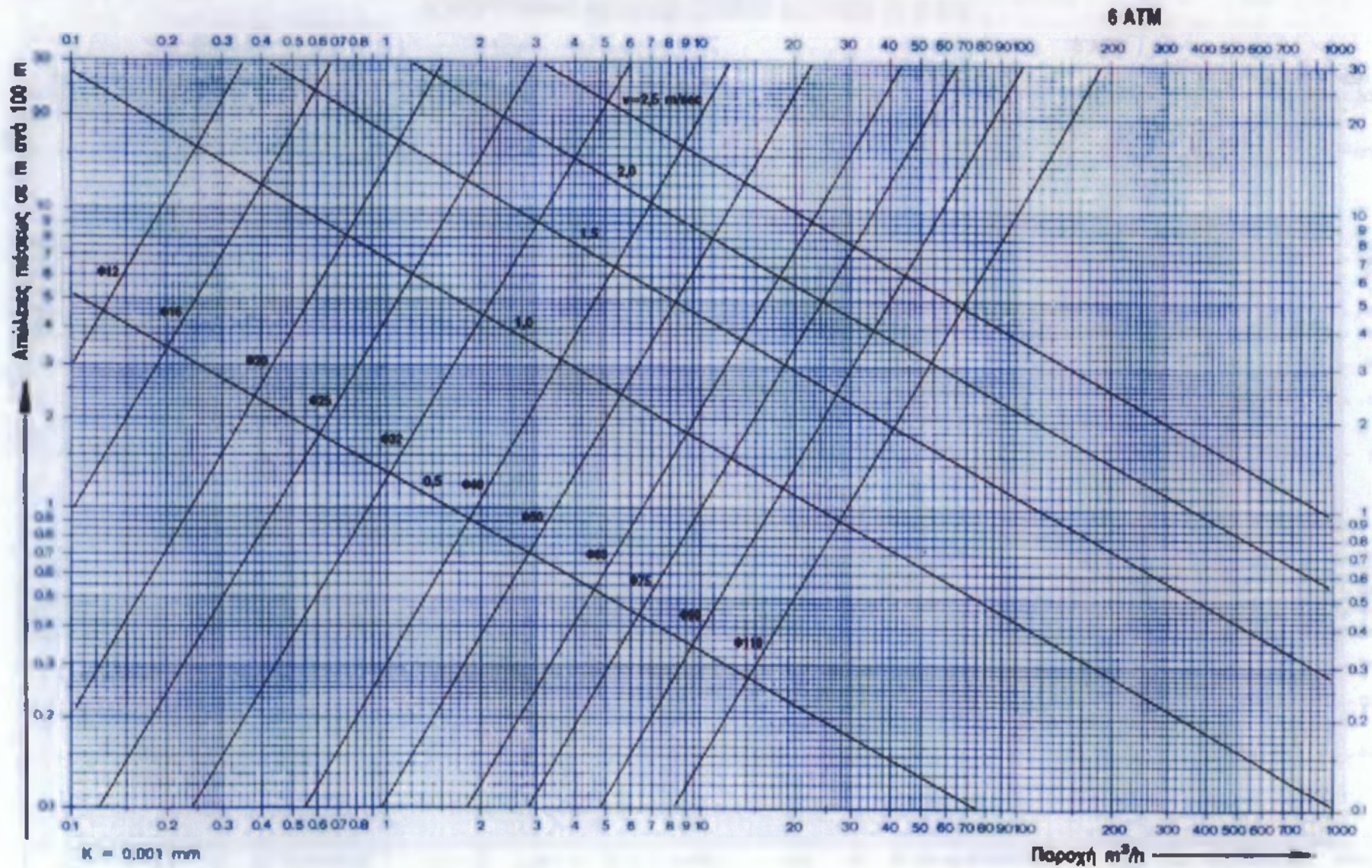
# ΝΟΜΟΓΡΑΦΗΜΑ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΙΕΣΕΩΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΡΕ 4 ΑΤΜ

4 ΑΤΜ



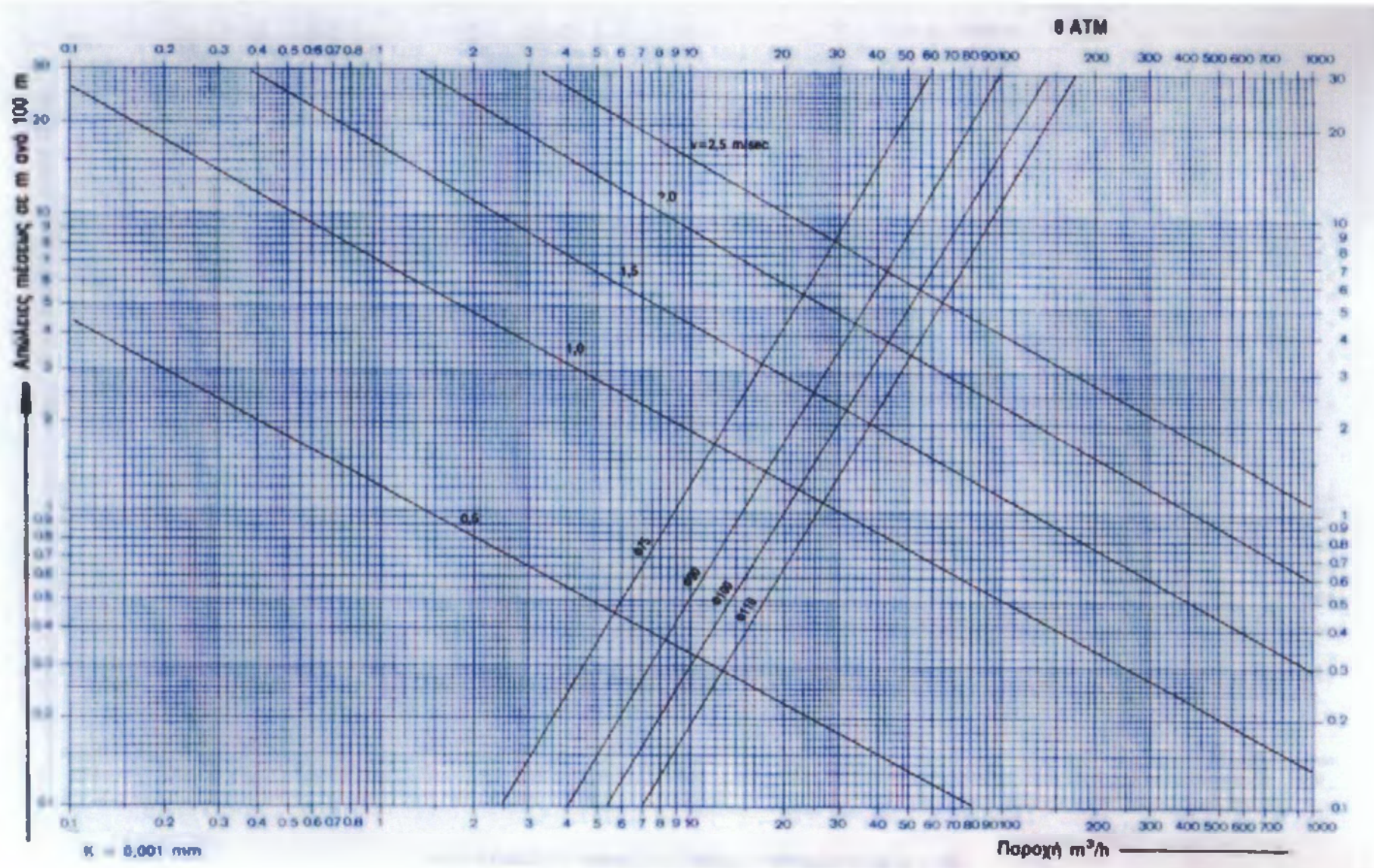


# ΝΟΜΟΓΡΑΦΗΜΑ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΙΕΣΕΩΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΡΕ 6 ΑΤΜ



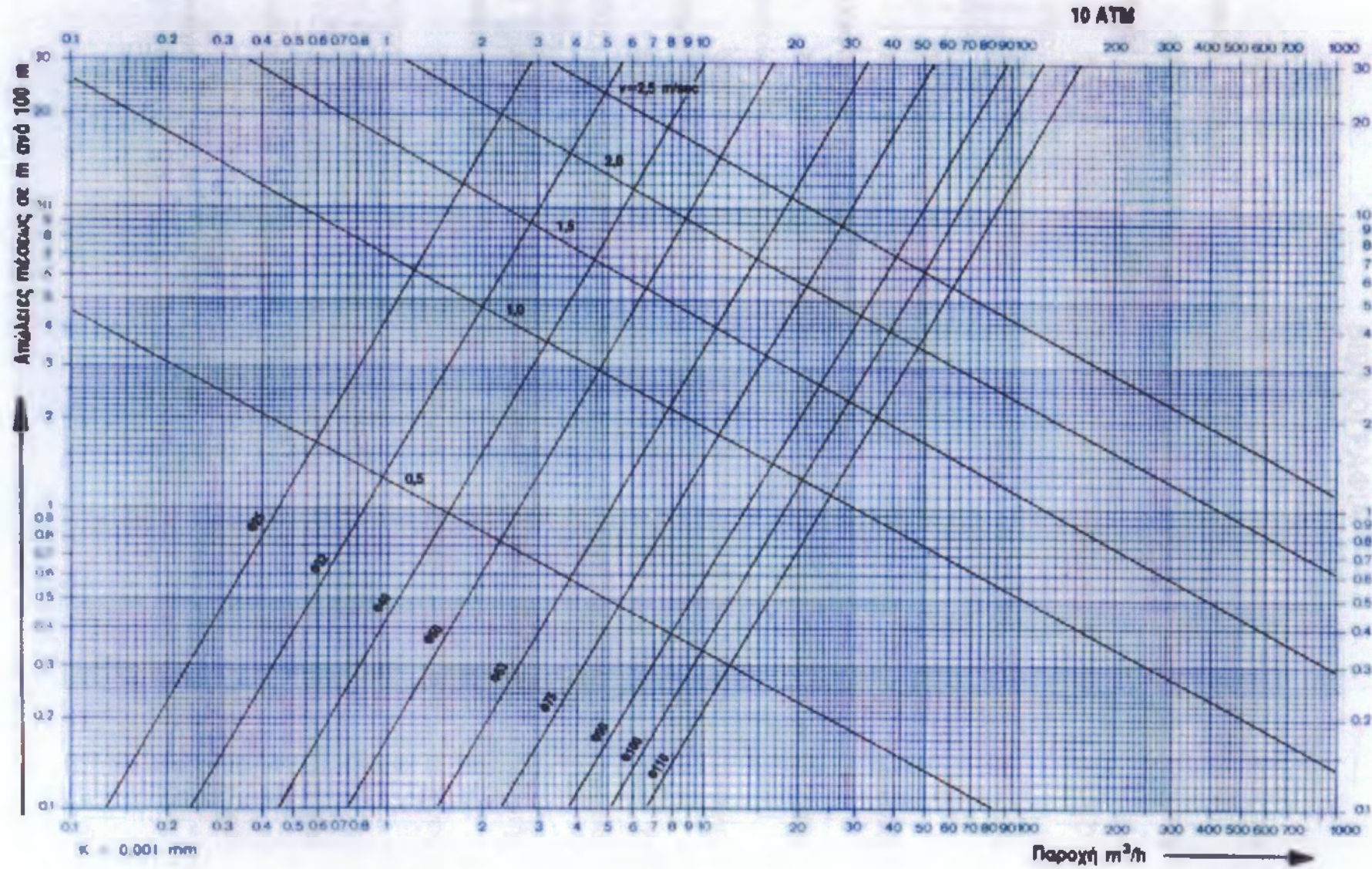


## ΝΟΜΟΓΡΑΦΗ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΙΕΣΕΩΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΡΕ 8 ΑΤΜ





# ΝΟΜΟΓΡΑΦΗΜΑ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΙΕΣΕΩΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΡΕ 10 ΑΤΜ



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Israelsen, W.O. – Hansen, E.V. (1968). Αρδεύσεις – Βασικές Αρχές και Μέθοδοι. Αθήνα
- Κανταρτζής, Α.Ν. (2002). Ανθοκομία, Τόμος 10<sup>ος</sup>, Εκτύπωση Γραφικές Τέχνες Αφοι ΡΟΗ Α.Ε., Αθήνα
- Κάππου, Μ.Μ. (1991). Αντληση – Ύδρευση – Άρδευση, Εκδόσεις Μ.Κάπου, Αθήνα
- Καρακατσούλη, Γ.Π. (1984). Αρδεύσεις – Στραγγίσεις, Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα
- Καραμπέτσος, Χ.Ι. (2001). Φυσιολογία Φυτών, Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας
- Κοντοβάς, Δ. (1993). Υιοθετήστε το αυτόματο πότισμα, Γεωργική Τεχνολογία 9 : 84 – 90
- Κωνσταντινίδης, Α.Γ. (1984). Άρδευση και συστήματα αρδεύσεων, Εκδόσεις Σακκούλα, Θεσσαλονίκη
- Μπαμπίλης, Ι.Δ. (2004). Αρδευτικά δίκτυα πρασίνου, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα
- Μπαμπίλης, Δ. – Σπαθαριώτης, Μ. – Βαλιώτης, Χ. – Καλαντζόπουλος, Γ. (2004). Εφαρμογές αρδευτικών δικτύων στην κηποτεχνία, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα
- Molenaar, A. (μετάφραση Νικολάου Π.) (1962). Άρδευση δια τεχνητής βροχής, Αθήνα
- Ουζούνης, Θ.Δ. (2002). Συστήματα αυτόματης άρδευσης, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
- Σπαντιδάκης, Γ.Ι. (1999). Γράσις, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα
- Σπαντιδάκης, Γ.Ι. (1994). Είδη και εμπορικές ποικιλίες του χλοοτάπητα. Γεωργική Τεχνολογία, Μάιος '94 : 78 – 87
- Σπαντιδάκης, Γ.Ι. (1990). Προβλήματα και ασθένειες στον ελληνικό χώρο. Γεωργική Τεχνολογία, Οκτώβριος '90 : 93 – 103
- Τσίτσια, Κ.Κ. (1997). Εδαφολογία, Τ.Ε.Ι. Λάρισας