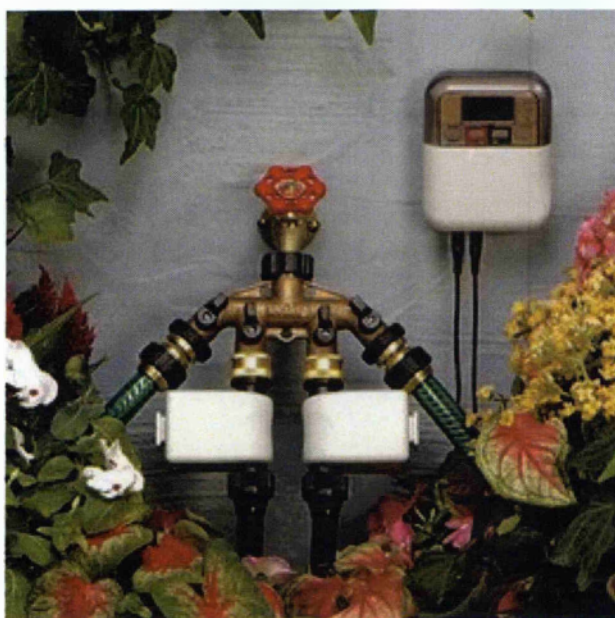


ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΤΜΗΜΑ:ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

«Μέθοδοι άρδευσης μέσω αυτοματοποιημένων συστημάτων»



Του σπουδαστή: ΔΕΚΚΑ ΑΝΤΩΝΙΟΥ

ΕΠΙΒΛ.ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ:

Μουρούτογλου Χρήστος

Λιναρδόπουλος Χρήστος

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2011

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Εισαγωγή.....	3
Ιστορική Αναδρομή.....	5
ΜΕΡΟΣ Ι: ΑΡΔΕΥΣΗ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (ΤΕΧΝΙΚΕΣ) ΑΡΔΕΥΣΗΣ	7
1. Επιφανειακή Άρδευση	7
1.1 Περιγραφή της μεθόδου	7
1.2 Άρδευση με κατάκλυση	8
1.3 Άρδευση με περιορισμένη διάχυση.....	10
1.4 Άρδευση με αυλάκια	12
2. Υπόγεια άρδευση	15
2.1 Γενικά	15
2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα	15
3. Άρδευση με καταιονισμό	17
3.1 Γενικά	17
3.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα	17
4. Άρδευση με σταγόνες (στάγδην άρδευση).....	22
4.1 Γενικά.....	22
4.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα	22
5. Κριτήρια επιλογής του κατάλληλου συστήματος άρδευσης.....	28
A. Το κλίμα	28
B. Το έδαφος	29
Γ. Το είδος των φυτών και ο τρόπος καλλιέργειας	29
Δ. Η διαθέσιμη ποσότητα και η ποιότητα νερού.	30
Ε. Διαθέσιμο εργατικό και τεχνικό δυναμικό	31
ΣΤ. Επίπεδο ανάπτυξης των αγροτών.....	31
Z. Το κόστος των διαφόρων συστημάτων άρδευσης.....	32
ΜΕΡΟΣ ΙΙ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	33
ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ	33
1. Περιγραφή συγκροτήματος άρδευσης με σταγόνες και μικρο-εκτοξευτήρες.....	33
1.1 Πηγή πίεσης ή πηγή τροφοδοσίας του νερού.....	33
1.2 Κεφαλή ή κέντρο ελέγχου.....	34
1.3 Δίκτυο σωληνώσεων	35
1.4 Διανεμητές.....	37
1.5 Εξαρτήματα συνδεσμολογίας.....	40
2. Λειτουργία συγκροτήματος - αυτοματισμοί	46
2.1 Γενικά.....	46

2.2 Χειροκίνητη λειτουργία	47
2.3 Ημιαυτόματη λειτουργία	47
2.4 Διαδοχική λειτουργία	47
2.5 Αυτόματη λειτουργία	47
2.6 Αυτοματισμοί	47
2.7 Σύστημα άρδευσης με κεντρική μονάδα ελέγχου	50
3. Ρύθμιση πίεσης δικτύου - αεραγωγοί υδραυλικό πλήγμα	53
3.1 Γενικά	53
3.2 Ρύθμιση πίεσης	53
3.3 Αεραγωγοί	54
3.4. Υδραυλικό πλήγμα	54
4. Υδρολίπανση	56
4.1 Γενικά	56
4.2 Η τεχνική της υδρολίπανσης και η συμπεριφορά των λιπαντικών στοιχείων	56
4.4 Σύστημα κεντρικού ελέγχου άρδευσης - λίπανσης	64
5. Φυτοπροστασία	66
5.1 Γενικά	66
5.2 Ζιζανιοκτονία	66
5.2.1 Μηχανοκαλλιέργεια	66
5.2.2. Χημική καταπολέμηση	67
6. Διάταξη – εγκατάσταση δικτύου	68
6.1 Γενικά	68
6.2 Διάταξη πηγής πίεσης	68
6.3 Διάταξη κεφαλής	68
6.4 Διάταξη δευτερευόντων και κύριων σωλήνων	69
6.5 Διάταξη πλευρικών σωλήνων	69
6.6. Διάταξη διανεμητών	71
ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΤΟ	
ΑΣΤΙΚΟ ΠΡΑΣΙΝΟ	73
1 Εισαγωγή	73
2 Συνθετικά μέρη αρδευτικού δικτύου αστικού πρασίνου	73
3. Σχεδίαση αρδευτικών δικτύων πρασίνου	78
4 Εγκατάσταση δικτύου	83
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	87

Εισαγωγή

«Νερό αρχή των Πάντων»

Θαλής ο Μιλήσιος

Είναι αμφίβολο αν υφίσταται στον πλανήτη μας φυσικός πόρος σαν το νερό, με τέτοια ζωτική αξία, οικολογική σημασία, οικονομική σπουδαιότητα και πολιτισμική παρουσία στο διάβα της ανθρώπινης εξέλιξης. Το νερό αποτελεί αγαθό αναγκαίο για όλες σχεδόν τις βασικές δραστηριότητες στη ζωή του ανθρώπου.

Όσοπο πολλές φορές δεν είναι δυνατόν να βρεθεί, ούτε τη στιγμή που πρέπει ούτε στην ποσότητα και ποιότητα που χρειάζεται, δημιουργώντας έτσι σοβαρό πρόβλημα βιωσιμότητας για αρκετές χώρες, ιδίως γι' αυτές που χαρακτηρίζονται άνυδρες. Ταυτόχρονα η αύξηση των αναγκών σε νερό λόγω της αύξησης των δραστηριοτήτων, της εξέλιξης της τεχνολογίας και της μεγάλης ανάπτυξης οδήγησαν τον κόσμο σε μια «ψευδαίσθηση» αφθονίας νερού που είναι υπεύθυνη για καταστάσεις λειψυδρίας. Αν σε αυτά συνυπολογίσουμε ότι διεθνώς η ζήτηση του νερού αυξάνεται τρεις φορές πιο γρήγορα από την αύξηση του πληθυσμού, ότι η συνολική ποσότητα του νερού κάθε χώρας παραμένει περίπου σταθερή και τέλος ότι οι υδατικοί πόροι είναι ούτως ή άλλως πεπερασμένοι, μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε την επιτακτική ανάγκη ανάπτυξης μεθόδων και τρόπων αποτελεσματικής αξιοποίησης – χρήσης του πολύτιμου αυτού φυσικού αγαθού.

Η καλλιέργεια του εδάφους της γης για την παραγωγή φυτικών προϊόντων, η γεωργία δηλαδή στο σύνολό της, είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής νερού (70% σε παγκόσμιο επίπεδο και πάνω από 80% στις περισσότερες Μεσογειακές χώρες, για την παραγωγή τροφίμων, και πρώτων υλών. Εκτιμάται ότι από το νερό άρδευσης που εφαρμόζεται μόνο το 55% χρησιμοποιείται από την καλλιέργεια, ενώ 12% χάνεται κατά τη μεταφορά, το 8% κατά την εφαρμογή του στον αγρό και το 25% χάνεται λόγω υπέρ-άρδευσης.

Η αναγκαιότητα της επέκτασης και βελτίωσης των αρδεύσεων για την εξασφάλιση βιώσιμης και αυτοτροφοδοτούμενης γεωργίας ολοένα και αυξάνεται. Με δεδομένο ότι υπάρχουν σοβαροί περιορισμοί για την ανάπτυξη νέων πηγών νερού, ιδιαίτερα από τους υπόγειους υδροφορείς, και τον ανταγωνισμό από τους άλλους χρήστες (ύδρευση και βιομηχανία) η μοναδική λύση για την κάλυψη των αυξανόμενων αναγκών της γεωργίας σε νερό είναι η ορθολογική διαχείριση και πιο αποτελεσματική χρήση του.

Είναι, συνεπώς, απόλυτη προτεραιότητα η εφαρμογή ορθών αρδευτικών πρακτικών θα συμβάλλουν αναμφίβολα στην εξοικονόμηση αλλά και διασφάλιση του νερού για το μέλλον. Σημαντικότερη από τις πρακτικές αυτές είναι η εγκατάσταση και χρήση σύγχρονων **Συστημάτων Αυτόματης Άρδευσης**.

Αντικείμενο της μελέτης αυτής είναι η αναλυτική παρουσίαση των Συστημάτων Αυτόματης Άρδευσης όπως αυτά υφίστανται και χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο.

Συγκεκριμένα στο Μέρος I, γίνεται ανάλυση όλων των συστημάτων άρδευσης, που έχει αναπτύξει ο άνθρωπος κατά καιρούς, καταγράφοντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Απώτερος σκοπός της ανάλυσης αυτής είναι η

επιλογή του κατάλληλου συστήματος προκειμένου να επιτευχθεί η ορθολογικότερη διαχείριση των υδατικών πόρων.

Στο Μέρος II ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των Συστημάτων Αυτόματης Άρδευσης και ειδικότερα του συστήματος άρδευσης με σταγόνες και μικροεκτοξευτήρες καθώς συναντάται σε πολλές εφαρμογές άρδευσης τόσο επαγγελματικές όσο και ερασιτεχνικές.

Στο Μέρος III γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στις εφαρμογές των Συστημάτων Αυτόματης Άρδευσης στους χώρους αστικού πρασίνου (κήπους, πάρκα, χώροι άθλησης, κλπ) και η μελέτη ολοκληρώνεται με την κατάθεση των συμπερασμάτων.

Ιστορική Αναδρομή

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

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

Μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο η διάδοση της καλλιέργειας των φυτών με εφαρμογή αρδευτικών μεθόδων υπήρξε ταχύτατη, με αποτέλεσμα μια πολύ μεγάλη ανάπτυξη των συστημάτων άρδευσης καθώς και επέκταση του εύρους εφαρμογών τους. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας ήταν αποφασιστικής σημασίας στην εξέλιξη αυτή.

Η άρδευση σήμερα αποτελεί τη βάση της γεωργίας στην πιο εξελιγμένη της μορφή. Ενώ όμως τα αποτελέσματα πάνω στη γεωργία από τη σωστή εφαρμογή των αρδεύσεων είναι εντυπωσιακά, η μη σωστή χρήση του αρδευτικού νερού μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά, με μακροχρόνιες επιπτώσεις, προβλήματα υποβάθμισης της γονιμότητας των εδαφών. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της Μεσοποταμίας στην οποία, ενώ η άρδευση κατά τους αρχαίους χρόνους είχε σαν αποτέλεσμα μεγάλη ανάπτυξη και ευημερία, στη συνέχεια συντέλεσε στην προοδευτική υποβάθμιση της γης με συνέπεια οι εκτάσεις αυτές σήμερα να είναι ημιάγονες.

Βασική επιδίωξη όλων των γεωργικά προηγμένων κρατών, στον αγροτικό τομέα, αποτελεί σήμερα η επίτευξη υψηλών αποδόσεων με το μικρότερο δυνατό κόστος. Στην πραγμάτωση του στόχου αυτού, η άρδευση φαίνεται να διαδραματίζει ρόλο αποφασιστικής σημασίας. Αυτό εξηγεί το τεράστιο ενδιαφέρον που εκδηλώνεται διεθνώς κατά τα τελευταία χρόνια για την όσο το δυνατόν πληρέστερη αξιοποίηση των υδάτινων πόρων.

Οι τάσεις που κυριαρχούν σήμερα στον τομέα των αρδεύσεων είναι, από τη μια πλευρά η αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων με κατασκευή νέων αρδευτικών έργων και από την άλλη πλευρά η ανάπτυξη συστημάτων άρδευσης με ελάχιστες απαιτήσεις σε εργατικά χέρια, με υψηλή αποτελεσματικότητα και με μεγάλες δυνατότητες για μείωση των απωλειών κατά την εφαρμογή του νερού.

Συνέπεια των τάσεων αυτών αποτελεί το τεράστιο ενδιαφέρον που εκδηλώνεται τελευταία διεθνώς για ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων άρδευσης μερικώς έως πλήρως

αυτοματοποιημένων, τα οποία ελαχιστοποιούν σε μεγάλο βαθμό το κόστος εφαρμογής του νερού, επιτυγχάνουν υψηλότερες αποδόσεις των καλλιεργειών και μηδενίζουν σχεδόν τις απώλειες κατά τη διανομή και χορήγηση του νερού στα φυτά. Σ' αυτό, φυσικά, βοήθησε σοβαρά η ανάπτυξη της τεχνολογίας στον τομέα της κατασκευής πλαστικών σωλήνων και κάθε είδους πλαστικών εξαρτημάτων συνδεσμολογίας, αλλά και η πρόοδος στην κατασκευή ποικίλων ηλεκτροδραυλικών αυτοματισμών.

Τελικά, ίσως να είναι πολλοί αυτοί που θα ισχυριστούν ότι το νερό δε θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε δραστηριότητες "δευτερεύουσας σημασίας" για τον άνθρωπο, προκειμένου να διαφυλαχτούν κάποιες ποσότητες από αυτό, αναφερόμενοι, για παράδειγμα, στην άρδευση των κήπων, των πάρκων και των χώρων πρασίνου. Όμως, ο χώρος που μας περιβάλλει αφενός και η κατάσταση στην οποία βρίσκεται αφετέρου, αντικατοπτρίζουν την ποιότητα της ζωής μας και τον πολιτισμό μας και η λύση δε θα δοθεί με τον εξοβελισμό των παραπάνω δραστηριοτήτων, αλλά με τη σωστή διαχείριση του πολύτιμου φυσικού πόρου, που καλείται νερό.

ΜΕΡΟΣ Ι: ΑΡΔΕΥΣΗ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (ΤΕΧΝΙΚΕΣ) ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Άρδευση είναι η τεχνητή εφαρμογή του νερού στο έδαφος και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή του ριζοστρώματος για την συμπλήρωση της εδαφικής υγρασίας. Η τεχνική της άρδευσης είναι γνωστή από την αρχαιότητα αλλά με το πέρασμα των αιώνων έχουν εμφανιστεί πολλές τεχνικές - συστήματα άρδευσης και αξίζει μια αναφορά γιατί κάθε μια έχει διαφορετικά πλεονεκτήματα και χρησιμοποιείται σε διαφορετικές καλλιέργειες.

1. Επιφανειακή Άρδευση

1.1 Περιγραφή της μεθόδου

Τις μεθόδους επιφανειακής άρδευσης τις χωρίζουμε σε δύο μεγάλες ομάδες:

α) Τις μεθόδους που αποβλέπουν στο να διηθηθεί το νερό μέσα στο έδαφος κατά το χρόνο της παραμονής του πάνω σ' αυτό και που ονομάζονται γενικά *μέθοδοι άρδευσης με κατάκλυση*.

β) Τις μεθόδους που αποβλέπουν στο να διηθηθεί το νερό μέσα στο έδαφος κατά το χρόνο της ροής του πάνω σ' αυτό και που ονομάζονται γενικά *μέθοδοι άρδευσης με ροή*.

Η άρδευση με κατάκλυση φαίνεται ότι είναι η αρχαιότερη μέθοδος εφαρμογής του αρδευτικού νερού. Το νερό διοχετεύεται προς τα κτήματα ανεξέλεγκτο και εξαπλώνεται σε πολύ εκτεταμένες επιφάνειες. Η ανεξέλεγκτη αυτή εφαρμογή του νερού έχει ως συνέπεια:

- Την απώλεια μεγάλων ποσοτήτων νερού, κυρίως με βαθιά διήθηση.
- Την ανομοιόμορφη κατανομή του νερού πάνω στην αρδευόμενη επιφάνεια.
- Την παραμονή του νερού στο έδαφος πέρα από το ανεκτό για τα φυτά χρονικό όριο.
- Τη δημιουργία ευνοϊκού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη υδροχαρών ζιζανίων.

Σήμερα οι μέθοδοι άρδευσης με κατάκλυση έχουν περιορισμένη εφαρμογή σε εκείνες τις περιπτώσεις που για αγροτεχνικούς λόγους είναι απαραίτητη η εφαρμογή του νερού με κατάκλυση για την ταυτόχρονη επίτευξη και άλλων στόχων όπως είναι:

α. Οι υδρολιπάνσεις ή η υδραυλική επίχωση γαιών, όταν το νερό, με το οποίο πρόκειται να γίνει η άρδευση, έχει αιωρούμενα κατάλληλα συστατικά.

β. Η απόπλυση αλατούχων ή αλατουχοαλκαλιωμένων εδαφών, κατά την οποία εφαρμόζονται μεγάλες ποσότητες νερού.

Επίσης αποκλειστική χρήση της επιφανειακής άρδευσης γίνεται στην ρυζοκαλλιέργεια, η οποία είναι καλλιέργεια που απαιτεί σχεδόν συνεχή κατάκλυση των εδαφών με νερό.

Στην άρδευση με κατάκλυση χρειάζονται μεγάλες παροχές νερού. Κατά την άρδευση με ροή το αρδευτικό νερό ρέει, υπό κλίση επί της επιφάνειας του εδάφους, από το ψηλότερο σημείο του αγρού ως το χαμηλότερο, σαν ένα λεπτό στρώμα νερού. Το νερό ρέει επί τόσο χρόνο, όσος χρειάζεται να υγρανθεί το έδαφος και να φτάσει στον επιθυμητό βαθμό η υγρασία στο βάθος του ριζοστρώματος. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται και άρδευση με διάχυση, γιατί το

νερό από τη διάφυγα εφαρμογής ξεχύνεται στην έκταση που πρόκειται να αρδευτεί. Παλιότερα εφαρμοζόταν η ελεύθερη διάχυση κατά την οποία το νερό παροχετευόταν ελεύθερα πάνω σ' ολόκληρη την επιφάνεια που ήταν για άρδευση. Η μέθοδος αυτή, που συνηθίζεται ακόμη και σήμερα σε μη προηγμένες περιοχές, παρουσιάζει αδυναμία εφαρμογής της δόσης που χρειάζεται για την άρδευση και αδυναμία ελέγχου στην ομοιόμορφη κατανομή του αρδευτικού νερού. Για τον έλεγχο της ροής του νερού χρησιμοποιείται σήμερα ή η περιορισμένη διάχυση κατά την οποία το νερό διαχέεται επί των γαιών περιορισμένο μέσα σε λωρίδες μεταξύ παράλληλων αναχωμάτων, ρέει μέσα σε αυτά σε λεπτό στρώμα, καλύπτει την προς άρδευση επιφάνεια και διηθείται μέσω αυτής, ή η άρδευση με αυλάκια, η οποία μπορεί να θεωρηθεί ως επέκταση της προηγούμενης καθότι το νερό ρέει ακόμη περιορισμένο μέσα στα αυλάκια, διαποτίζει όχι μόνο την επιφάνεια πάνω στην οποία ρέει, αλλά με διήθηση και την έκταση που υπάρχει ανάμεσα στα αυλάκια.

Ανάμεσα στις ειδικότερες μεθόδους άρδευσης υπάρχουν διαφορές ως προς τον τρόπο άρδευσης, σε κάθε χώρα χωριστά, ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες κάθε μιας, την έκταση των αγροτεμαχίων, των καλλιεργητικών συνθηκών, αλλά και των τοπικών συνθηκών. Στη συνέχεια αναπτύσσονται οι κυριότερες από αυτές τις μεθόδους, προσαρμοσμένες στις συνθήκες της χώρας μας.

1.2 Άρδευση με κατάκλυση

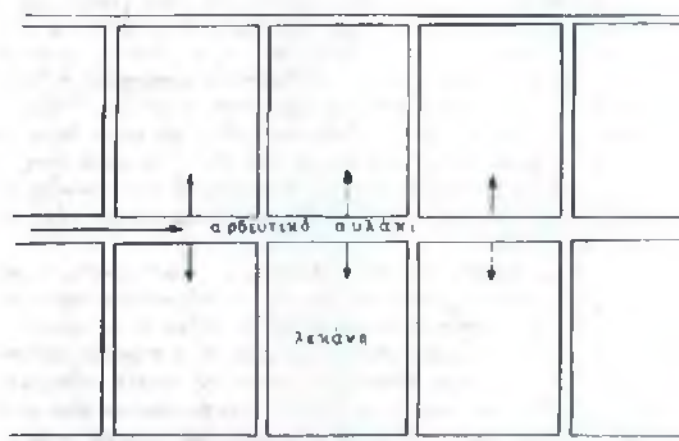
Η άρδευση με κατάκλυση αποτελεί τον πιο απλό τρόπο επιφανειακής αρδεύσεως. Στη μέθοδο αυτή το χωράφι χωρίζεται με χωμάτινα αναχώματα σε μικρής εκτάσεως, σχεδόν οριζόντιες λεκάνες, στις οποίες παροχετεύεται νερό μέχρι να φτάσει σε βάθος ίσο με το ολικό βάθος αρδεύσεως, οπότε διακόπτεται η παροχή και το νερό αφήνεται να διηθηθεί. Η μέγιστη υψομετρική διαφορά μεταξύ ακραίων σημείων της λεκάνης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 5 cm. Η μέθοδος απαιτεί μεγάλη αρδευτική παροχή. Ο ρυθμός εφαρμογής πρέπει να είναι τουλάχιστο 10πλάσιος της διηθητικότητας του εδάφους. Οι διαστάσεις των λεκανών είναι μικρές και το μέγεθος τους διαμορφώνεται ανάλογα με την κλίση της επιφάνειας και τη διηθητικότητα του εδάφους. Σε ελαφρά εδάφη, εφόσον βέβαια δεν υπάρχει περιορισμός από τη διαθέσιμη παροχή, οι λεκάνες έχουν διαστάσεις από λίγα m² μέχρι μισό στρέμμα. Σε συνεκτικά εδάφη, εφόσον η κλίση το επιτρέπει, οι λεκάνες μπορεί να ξεπεράσουν τα δύο στρέμματα.

Τα αναχώματα διαχωρισμού των λεκανών είναι είτε προσωρινά είτε μόνιμα. Τα προσωρινά αναχώματα κατασκευάζονται για μια άρδευση ή, το πολύ, για μια αρδευτική περίοδο. Για την κατασκευή τους χρησιμοποιείται το διπλανό χώμα έτσι που σχηματίζονται μικρές τάφροι δανείων χωμάτων, με ανάλογη επίπτωση πάνω στην ομοιομορφία της αρδεύσεως. Το πλάτος της βάσεως των αναχωμάτων είναι 0,5-1,0 m και το ύψος τους 15-25 cm πάνω από την επιφάνεια του εδάφους μέσα στη λεκάνη. Μόνιμα αναχώματα κατασκευάζονται σε περιπτώσεις πολυετών καλλιεργειών και για την κατασκευή τους παίρνεται χώμα από όλη την επιφάνεια της λεκάνης. Το ύψος τους είναι 15-25 cm και η βάση τους 2,5-3,0 m, με ομαλά πρηνή έτσι που να επιτρέπουν άνετη κίνηση των καλλιεργητικών μηχανημάτων πάνω σ' αυτά.

Για να είναι οικονομική η κατασκευή τους, τα αναχώματα πρέπει να χρησιμοποιηθούν επί τρία τουλάχιστον χρόνια. Οι λεκάνες διακρίνονται σε ορθογώνιες και λεκάνες κατά τις

ισοϋψείς. Στις ορθογώνιες λεκάνες τα αναχώματα σχηματίζουν μεταξύ τους ορθές γωνίες. Σε διαπερατά εδάφη η πράξη επιβάλλει οι λεκάνες να είναι μικρές και να γεμίζουν γρήγορα με νερό. Αυτό σημαίνει πολύπλοκο και δαπανηρό σύστημα διανομής του νερού και συνεχή απασχόληση προσωπικού.

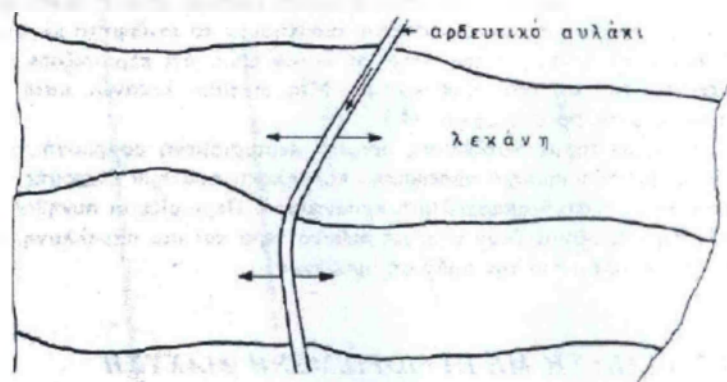
Μεγάλες λεκάνες μπορεί να κατασκευαστούν όταν η επιφάνεια του αγρού είναι σχεδόν οριζόντια και το έδαφος είναι συνεκτικό. Μια διάταξη ορθογώνιων λεκανών φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



α. Ορθογωνικές λεκάνες

Σχ.1 Διάταξη ορθογώνιων λεκανών

Οι λεκάνες κατά τις ισοϋψείς σχηματίζονται με αναχώματα που ακολουθούν τις ισοϋψείς του εδάφους, σε απόσταση μεταξύ τους τέτοια που η υψομετρική διαφορά να μην υπερβαίνει τα 5- 6 cm, και χωρίζονται κατά διαστήματα με εγκάρσια αναχώματα ώστε να αποκτήσουν το επιθυμητό μέγεθος. Το κύριο πλεονέκτημα των λεκανών αυτών είναι ότι περιορίζουν στο ελάχιστο την ανάγκη ισοπεδώσεως. Μια διάταξη λεκανών κατά τις ισοϋψείς φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



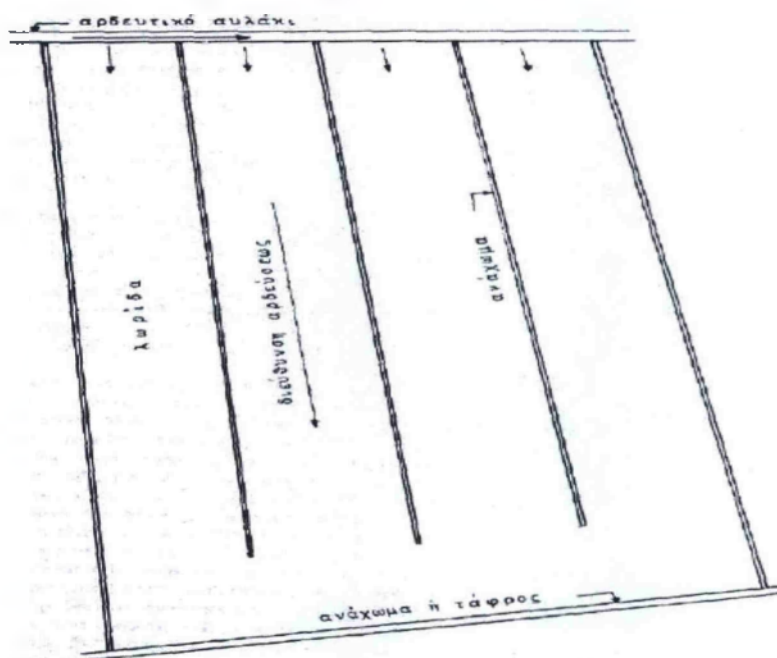
β. Λεκάνες κατά τις ισοϋψείς

Σχ.2 Διάταξη λεκανών κατά ισοϋψείς

Η άρδευση με κατάκλυση βρίσκει περιορισμένη εφαρμογή γιατί απαιτεί μεγάλη παροχή αρδεύσεως, πολύπλοκο σύστημα διανομής του νερού και εντατική απασχόληση προσωπικού. Περιορίζεται συνήθως σε άρδευση οπωρώνων όταν υπάρχει άφθονο νερό και μια παραλλαγή της, χρησιμοποιείται για την άρδευση ορυζώνων.

1.3 Άρδευση με περιορισμένη διάχυση

Στη μέθοδο της περιορισμένης διαχύσεως το χωράφι χωρίζεται σε λωρίδες με παράλληλα αναχώματα κατά τη φορά της μέγιστης κλίσης. Η εγκάρσια κλίση είναι συνήθως μηδενική. Το νερό παροχετεύεται στο πάνω άκρο των λωρίδων και κινείται μονοδιάστατα προς τα κάτω. Μια τυπική διάταξη της μεθόδου φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχ.3 Διάταξη αρδεύσεως με περιορισμένη διάχυση.

Τα αναχώματα που χωρίζουν τις λωρίδες κατασκευάζονται είτε προσωρινά είτε μόνιμα. Στην πρώτη περίπτωση το χωράφι χωρίζεται με πρόχειρα αναχώματα κατά τη διεύθυνση της μέγιστης κλίσεως που κατασκευάζονται με χώματα από δανειστικές τάφρους και από τις δύο πλευρές τους. Επειδή κατά την άρδευση το νερό μπαίνει μέσα στις τάφρους αυτές και κινείται γρήγορα προς τα κάτω, καταστρέφοντας την ομοιομορφία της αρδεύσεως, οι τάφροι πρέπει να διακόπτονται κατά διαστήματα ώστε το νερό να διασκορπίζεται σε όλη τη λωρίδα. Τα προσωρινά αναχώματα έχουν στενή βάση από 0,5-0,8 m και ύψος 15 cm περίπου. Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται για την άρδευση οπωρώνων στους οποίους υπάρχει συγκαλλιέργεια και για την προάρδευση χωραφιών που σπέρνονται με γραμμικές καλλιέργειες, οι οποίες στη συνέχεια αρδεύονται με αυλάκια. Μόνιμα αναχώματα κατασκευάζονται σε χωράφια με πολυετείς καλλιέργειες και κυρίως μηδική. Η διαμόρφωση τους πρέπει να είναι τέτοια που να κρατάει το νερό μέσα στη λωρίδα, να επιτρέπει την άνετη μετακίνηση των καλλιεργητικών μηχανημάτων και παράλληλα να εξασφαλίζει την ύγρανση

τους σε ικανοποιητικό βαθμό, ώστε τα φυτά που αναπτύσσονται πάνω τους να αρδεύονται κανονικά. Τυπικά, το πλάτος της βάσης των μόνιμων αναχωμάτων είναι 2,5-3,0 m και το ύψος τους 15-18 cm, κατασκευάζονται δε με χώματα που παίρνονται από όλη την επιφάνεια του χωραφιού .

Η λωρίδα στο πάνω άκρο της, σε ένα μήκος 10 m περίπου, πρέπει να κατασκευάζεται οριζόντια. Από κει και κάτω η κλίση, ανάλογα με την καλλιέργεια, μπορεί να κυμαίνεται από 0,15% μέχρι 4% και πρέπει απαραίτητα να είναι ομοιόμορφη. Ανομοιομορφία στην κλίση κατά μήκος της λωρίδας συνεπάγεται μεγάλη ανομοιομορφία στην κατανομή του νερού. Η εγκάρσια κλίση των λωρίδων πρέπει να είναι μηδενική, όμως μια μικρή κατά πλάτος υψομετρική διαφορά 2-3 cm δεν δημιουργεί σοβαρά προβλήματα ανομοιομορφίας στην κατανομή του νερού. Όπως είναι φυσικό, εκείνο που προέχει στη μέθοδο αυτή είναι ο καθορισμός του μήκους και του πλάτους των λωρίδων. Το μήκος είναι συνάρτηση της κλίσεως του εδάφους, της διηθητικότητας και της παροχής αρδεύσεως. Ο καλός συνδυασμός των παραγόντων αυτών συνεπάγεται καλή ομοιομορφία κατανομής του νερού. Το μήκος των λωρίδων ποικίλει από 60 m μέχρι 600 m, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Σε ελαφρά αμμώδη εδάφη το μήκος διαμορφώνεται από 60 m μέχρι 90 m, ενώ σε αργιλλικά εδάφη με μικρή διηθητικότητα το μήκος μπορεί να φτάσει μέχρι 600 m. Για μέσες συνθήκες, το πιο κατάλληλο μήκος είναι 300 m.

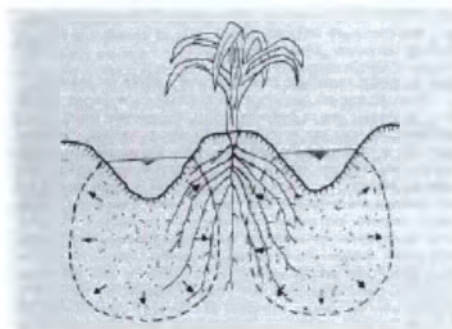
Το πλάτος των λωρίδων διαμορφώνεται ανάλογα με την εγκάρσια και κατά μήκος κλίση, την παροχή αρδεύσεως και την καλλιέργεια. Η μέγιστη εγκάρσια υψομετρική διαφορά στη λωρίδα δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 3 cm. Έτσι, αν η εγκάρσια κλίση είναι 0,3% το πλάτος της λωρίδας δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10 m. Πρέπει ακόμη το πλάτος να είναι αντίστροφα ανάλογο προς την κατά μήκος κλίση γιατί, η μεγάλη παροχή που εφαρμόζεται σε πλατειές λωρίδες δημιουργεί ρυάκια μέσα στη λωρίδα όταν η κλίση είναι μεγάλη, με αποτέλεσμα ανομοιόμορφη άρδευση και διάβρωση του εδάφους. Γενικά, για κλίσεις μέχρι 0,3% το πλάτος μπορεί να είναι πάνω από 10 m, για κλίσεις 0,3-0,5% το πλάτος πρέπει να είναι 7-9 m και για κλίσεις μεγαλύτερες του 0,5% το πλάτος πρέπει να είναι 6 m. Η παροχή αρδεύσεως είναι ένας άλλος παράγοντας ρυθμιστικός του πλάτους των λωρίδων. Έτσι, αν η παροχή είναι 30 l/sec και απαιτούνται 3 l/sec ανά μέτρο πλάτους, το ολικό πλάτος της λωρίδας πρέπει να είναι 10 m. Τέλος, η καλλιέργεια επηρεάζει έμμεσα το πλάτος, ανάλογα με το χώρο που χρειάζονται τα ειδικά κατά περίπτωση καλλιεργητικά μηχανήματα για την εκτέλεση των ελιγμών τους.

Για να έχουμε μεγάλο βαθμό αποδόσεως της αρδεύσεως πρέπει να αποφεύγεται κατά το δυνατό η επιφανειακή απορροή και το λίμνισμα του νερού σε ορισμένες θέσεις της λωρίδας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με περιορισμό της παροχής μετά από κάποιο χρόνο κατά τη διάρκεια της αρδεύσεως ή /και με πλήρη διακοπή της πριν το νερό φτάσει στο κάτω άκρο της λωρίδας. Συνηθισμένη πρακτική αποτελεί η διακοπή της αρδεύσεως να γίνεται όταν το νερό καλύψει το 90% του μήκους της λωρίδας σε ελαφρά εδάφη και το 70% του μήκους σε συνεκτικά εδάφη. Η επιφανειακή απορροή εμποδίζεται με την κατασκευή αναχώματος στο κάτω άκρο της λωρίδας. Το λίμνισμα του νερού στο κάτω μέρος περιορίζεται με διακοπή των παράλληλων αναχωμάτων πριν από το τέρμα της λωρίδας. Αυτό επιτρέπει το νερό να μετακινηθεί προς τις γειτονικές λωρίδες που ακόμη δεν έχουν αρδευτεί. Όταν έρθει η σειρά και αυτών να αρδευτούν, η παροχή διακόπτεται νωρίτερα από τον κανονικό χρόνο.

1.4 Άρδευση με αυλάκια

Στη μέθοδο αυτή, που αποτελεί τον κύριο τρόπο αρδεύσεως των γραμμικών καλλιεργειών, το χωράφι διαμορφώνεται σε αυλάκια συνήθως με διεύθυνση προς τη μέγιστη κλίση, στο πάνω μέρος των οποίων παροχετεύεται το νερό με μικρή παροχή. Με τον τρόπο αυτό μέρος μόνο της επιφάνειας του χωραφιού σκεπάζεται με νερό. Η διήθηση του νερού από τα αυλάκια είναι κατακόρυφη και πλευρική. Η πλευρική διήθηση είναι εξαιρετικά ενδιαφέρουσα γιατί, κυρίως με αυτή, εφοδιάζονται με νερό τα φυτά που καλλιεργούνται στις ράχες μεταξύ των αυλακών.

Αυτή επίσης επηρεάζει την κατανομή των διαλυτών αλάτων και των λιπασμάτων που δεν δεσμεύονται από το έδαφος. Μια τυπική κατανομή της υγρασίας στο έδαφος κατά την άρδευση με αυλάκια φαίνεται στο παρακάτω σχήμα .



Σχ.4 Κατανομή υγρασίας στο έδαφος κατά την άρδευση με αυλάκια

Η κατανομή της υγρασίας εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Συνεκτικά ομοιόμορφα εδάφη παρουσιάζουν έντονη πλευρική κίνηση σε αντίθεση προς τα αντίστοιχα ελαφρά στα οποία η κίνηση αυτή είναι σχετικά περιορισμένη. Ανομοιόμορφα εδάφη ή εδάφη που έχουν υψηλή υπόγεια στάθμη παρουσιάζουν εντονότερη πλευρική κίνηση από τα ομοιόμορφα.

Η παροχή που εφαρμόζεται στα αυλάκια είναι συνάρτηση των διαστάσεων και της διαθρωπικότητάς τους. Γενικά, η διάβρωση του εδάφους κατά την άρδευση με αυλάκια είναι μεγαλύτερη απ' ό τι με περιορισμένη διάχυση, γιατί στα αυλάκια το νερό βρίσκεται σε άμεση επαφή με το έδαφος ενώ στην περιορισμένη διάχυση η επιφάνεια του προστατεύεται ήδη από την καλλιέργεια. Ο βαθμός διαβρώσεως εξαρτάται από το έδαφος και την ταχύτητα κινήσεως του νερού. Τα αμμώδη εδάφη είναι πιο ευκολοδιάβρωτα από τα αργιλλώδη. Η ταχύτητα του νερού είναι συνάρτηση της κλίσεως και της παροχής.

Οι μικρές σχετικά διαστάσεις των αυλακών και η ανάγκη προστασίας του εδάφους από τη διάβρωση επιβάλλουν συνήθως μικρή παροχή αρδεύσεως, που έχει σαν συνέπεια βραδεία προς τα κατάντη κίνηση του νερού. Μετά τη διακοπή της αρδεύσεως, λόγω των μικρών διαστάσεων, το νερό που μένει στα αυλάκια είναι περιορισμένο και αποχωρεί πολύ γρήγορα.

Εξαιτίας των λόγων αυτών, άρδευση με σταθερή παροχή έχει σαν συνέπεια ανομοιόμορφη κατανομή του νερού ή /και μεγάλη επιφανειακή απορροή, ανάλογα με την παροχή και τη διάρκεια της αρδεύσεως. Ομοιομορφία κατανομής και περιορισμός της επιφανειακής απορροής μπορεί να επιτευχθεί αν εφαρμοστεί μεταβαλλόμενη παροχή. Στην

αρχή εφαρμόζεται μεγάλη παροχή για να φτάσει το νερό όσο γίνεται γρηγορότερα στο τέρμα, που στη συνέχεια περιορίζεται έτσι που να καλύπτει μόνο τις ανάγκες διηθήσεως από την αρχή μέχρι το τέλος του αυλακιού. Γενικά, ο χρόνος που χρειάζεται για την άρδευση μιας συγκεκριμένης εκτάσεως ή για την εφαρμογή μιας ορισμένης ποσότητας νερού, είναι σημαντικά μεγαλύτερος κατά την άρδευση με αυλάκια παρά με περιορισμένη διάχυση ή κατάκλυση, γιατί στα αυλάκια η διήθηση του νερού στο έδαφος γίνεται από μέρος μόνο της επιφάνειας του ενώ στις άλλες δύο από ολόκληρη.

Τα αυλάκια χρησιμοποιούνται για την άρδευση όλων των γραμμικών καλλιεργειών και των οπωρώνων σε εδάφη με μικρή κλίση. Στην περίπτωση αυτή, τα αυλάκια είναι παράλληλα μεταξύ τους, με συνηθισμένη ισαποχή 80-100 cm, βάθος 15-20 cm και δέχονται παροχές από 1 μέχρι 3.5 lt/sec. Το μήκος τους κυμαίνεται από 80 μέχρι 800 m, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Αυλάκια όμως μπορεί να χρησιμοποιηθούν και σε επικλινή και τοπογραφικά ανομοιόμορφα χωράφια. Εδώ τα αυλάκια ακολουθούν ισοκλινείς με μικρή κλίση, έχουν ακανόνιστη διεύθυνση, μήκος από 60 μέχρι 120 m και διαστάσεις που επιτρέπουν μεγάλη παροχή. Η διάταξη αυτή εφαρμόζεται κυρίως για την άρδευση οπωρώνων σε επικλινή εδάφη. Ακόμη, κατά την άρδευση οπωρώνων χρησιμοποιούνται αυλάκια σε διάταξη τέτοια, με την οποία επιτυγχάνεται ελάττωση της ταχύτητας του νερού, περιορισμός της διαθρώσεως και αύξηση της επιφάνειας διηθήσεως και του χρόνου παραμονής του νερού στην επιφάνεια του χωραφιού.

Ιδιαίτερα πρέπει να προσεχθεί η κατανομή των αλάτων όταν τα χωράφια αρδεύονται με αυλάκια. Λόγω του τρόπου με τον οποίο κινείται το νερό στο έδαφος, τα άλατα συγκεντρώνονται στο μεταξύ των αυλακών έδαφος και κοντά στην επιφάνεια της ράχης.

Διαδοχικές αρδεύσεις με τα ίδια αυλάκια έχουν σαν συνέπεια την αύξηση της αλατότητας στο μεταξύ τους διάστημα, που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην καλλιέργεια σε περιοχές όπου η βροχόπτωση δεν επαρκεί για την έκπλυση τους. Σε τέτοιες περιπτώσεις πρέπει να αλλάζει διαδοχικά η θέση των αυλακών ή / και να εφαρμόζεται προάρδευση με περιορισμένη διάχυση ή καταιονισμό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ουζούνης, Δ., (1985). *Η θεωρητική και πρακτική μέθοδος αρδεύσεως με σταγόνες*. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
2. Μιχελάκης Ν., (1988), *Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης -Άρδευση με Σταγόνες*, εκδ. Εκδοτική Αγροτεχνική ΕΑΕ
3. ΠΑΠΑΖΑΦΕΙΡΙΟΥ, Ζ., (1998). *Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων*. εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη
4. ΠΑΠΑΖΑΦΕΙΡΙΟΥ, Ζ., (1999). *Ανάγκες σε Νερό των Καλλιεργειών*. εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη

2. Υπόγεια άρδευση

2.1 Γενικά.

Η υπόγεια άρδευση ή υπάρδευση συνίσταται στην τεχνητή ρύθμιση της στάθμης του υπόγειου νερού (με προσθήκη νερού) σε κατάλληλο υψόμετρο ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη αναλογία νερού και αέρα μέσα στο ριζόστρωμα των καλλιεργειών . Έτσι, η υπόγεια άρδευση μπορεί να θεωρηθεί σαν το αντίστροφο της στράγγισης.

Η υπόγεια άρδευση είναι πολύ διαδεδομένη σε βροχερές περιοχές γιατί συνδυάζεται άριστα με το υπάρχον σύστημα στράγγισης των νερών της βροχής. Έτσι, κατά τις περιόδους ξηρασίας, όταν η εξάτμιση είναι μεγαλύτερη από τη βροχόπτωση, εμποδίζεται η ροή του νερού στις τάφρους στράγγισης και με αυτό τον τρόπο ρυθμίζεται το ύψος της υπόγειας στάθμης, για τον εφοδιασμό των καλλιεργειών με νερό. Το σύστημα αυτό είναι πολύ διαδεδομένο στην Ολλανδία όπου το κλίμα, η τοπογραφία και τα αξιοποιηθέντα από τη θάλασσα εδάφη (Polders) απαιτήσαν την κατασκευή στραγγιστικών τάφρων. Συνήθως, τα Polders της Ολλανδίας είναι 2 - 5 m κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Κάθε κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών (μόνιμη απειλή για τα Polders) κατά την διάρκεια της υπάρδευσης, όπου έχουμε ανοδική κίνηση του νερού, αντισταθμίζεται από την προς τα κάτω κίνηση του νερού κατά την βροχερή περίοδο.

Καλό είναι να σημειωθεί ότι η υπόγεια άρδευση γίνεται είτε με υπόγειες σωληνώσεις είτε με διάτρητες σωληνώσεις από τις οποίες το νερό διαβρέχει το έδαφος με βαρύτητα, τριχοειδή ανύψωση και διάχυση.

2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Σημαντικότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι τα παρακάτω:

- Είναι αποτελεσματική σε ξηρά εδάφη με μικρή υδατοϊκανότητα και υψηλή υδραυλική αγωγιμότητα.
- Οι απαιτήσεις σε εργατικά χέρια είναι πολύ μικρές.
- Η ανάπτυξη αγριόχορτων είναι ελάχιστη ώστε και τα έξοδα καταπολεμήσεως των είναι ελάχιστα.
- Δε χρειάζονται ισοπεδώσεις, αυλακώσεις κ.λπ.
- Η εξάτμιση νερού είναι ελάχιστη.
- Η ανάπτυξη των καλλιεργειών είναι καλή

Σημαντικότερα μειονεκτήματα είναι τα εξής:

- Τα γειτονικά κτήματα επηρεάζονται.
- Η ποιότητα του νερού πρέπει να είναι καλή για να αποφευχθούν προβλήματα αλάτωσης των εδαφών.
- Χρειάζεται εντατικότερη στράγγιση και απόπλυση των εδαφών για τον έλεγχο της περιεκτικότητας των σε άλατα.
- Η βλάστηση των σπόρων δεν είναι ομοιόμορφη εάν ο έλεγχος της υπόγειας στάθμης είναι ακανόνιστος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ουζούνης, Δ., (1985). *Η θεωρητική και πρακτική μέθοδος αρδεύσεως με σταγόνες*. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
2. Μιχελιάκης Ν., (1988), *Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης -Άρδευση με Σταγόνες*, εκδ. Εκδοτική Αγροτεχνική ΕΑΕ
3. ΠΑΠΑΖΑΦΕΙΡΙΟΥ, Ζ., (1998). *Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων*. εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη
4. ΠΑΠΑΖΑΦΕΙΡΙΟΥ, Ζ., (1999). *Ανάγκες σε Νερό των Καλλιεργειών*. εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη

3. Άρδευση με καταιονισμό

3.1 Γενικά.

Η μέθοδος εφαρμογής του νερού σε όλη την επιφάνεια του αγρού υπό τύπο ψεκασμού, δηλαδή κατά τρόπο που προσομοιάζει με τις φυσικές βροχοπτώσεις, ονομάζεται άρδευση με καταιονισμό.

Ο καταιονισμός αποτελεί τον φυσικότερο τρόπο εφαρμογής του νερού στο χωράφι. Κατά απομίμηση προς την φυσική βροχή, με τους εκτοξευτήρες, και την κατάλληλη διάταξη τους, προσπαθούμε να πετύχουμε, κατά το δυνατόν, ομοιόμορφη διαβροχή του χωραφιού με νερό, που διηθείται στο έδαφος κατακόρυφα υπό ακόρεστες συνθήκες ροής.

Ο καταιονισμός προσαρμόζεται για άρδευση όλων των εμπορεύσιμων καλλιεργειών, κάτω από μεγάλη ποικιλία εδαφικών συνθηκών. Ιδιαίτερα, η μέθοδος συνιστάται όταν η διαθέσιμη παροχή άρδευσης είναι σχετικά μικρή και όταν το έδαφος είναι πολύ διαπερατό, ανομοιόμορφο, αβαθές, με υψηλή υπόγεια στάθμη, μεγάλη κλίση και ανώμαλη τοπογραφία.

Η άρδευση με καταιονισμό, παρόλο ότι θεωρείται σήμερα σαν μία σύγχρονη μέθοδος άρδευσης, είναι γνωστή από παλαιότερα χρόνια. Τα παλαιότερα συγκροτήματα άρδευσης με καταιονισμό αποτελούνταν, κατά το πλείστον, από μόνιμες σωληνώσεις σιδήρου ή χυτοσιδήρου και γενικά από βαριά υλικά, τα οποία καθιστούσαν ασύμφορη την επέκταση της μεθόδου για την άρδευση των συνήθων καλλιεργειών. Η κατά τα τελευταία χρόνια ανάπτυξη των περιστροφικών εκτοξευτήρων και των ελαφρών πλαστικών σωλήνων, συντέλεσε στη χρησιμοποίηση της μεθόδου σε μεγάλη κλίμακα.

3.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

3.2.α. Πλεονεκτήματα.

Τα σπουδαιότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου άρδευσης με καταιονισμό είναι τα εξής:

α. Δυνατότητα εφαρμογής των αρδεύσεων σε εδάφη που δεν προσφέρονται για επιφανειακή άρδευση.

Είναι δυνατή η εφαρμογή της άρδευσης σε ορισμένα εδάφη τα οποία λόγω της μηχανικής σύστασης τους ή της τοπογραφικής διαμόρφωσης της επιφάνειάς τους, δεν είναι δυνατό να αρδευτούν με μεθόδους επιφανειακής άρδευσης. Τέτοια εδάφη είναι αυτά που έχουν κλίση μεγαλύτερη του 4-5%, τα πολύ ελαφρά εδάφη με βασική διηθητικότητα μεγαλύτερη των 75 mm την ώρα και γενικά τα εδάφη όπου τα μήκη διαδρομής του νερού που επιτυγχάνονται είναι κάτω των 100m.

β. Έργο άμεσης απόδοσης

Αξιοποιείται αμέσως η επένδυση χρημάτων και μπορούμε να προλάβουμε αποτελεσματικά καταστάσεις άμεσης ανάγκης. Τα δίκτυα καταιονισμού κατασκευάζονται ταχύτατα επειδή τα υλικά κατασκευής τους διαθέτουν προκατασκευασμένα από τις βιομηχανίες.

γ. Οικονομία αρδευτικού νερού

Στην άρδευση με καταιονισμό οι απώλειες νερού οφείλονται κυρίως στην εξάτμιση και υπολογίζονται σε 10 -15% του νερού εφαρμογής ενώ παράλληλα έχουμε μη γενικές απώλειες λόγω εξάτμισης κατά την μεταφορά και διανομή του νερού. Αντίστοιχα οι απώλειες των μεθόδων επιφανειακής άρδευσης από εξάτμιση, βαθιά διήθηση ή επιφανειακή απορροή, κάτω από συνήθεις συνθήκες εδάφους κυμαίνονται σε 30 - 50% , ενώ είναι επίσης θεαματικές οι απώλειες λόγω εξάτμισης κατά τη μεταφορά του νερού. Ο καταιονισμός έχει, επομένως, βαθμό αποδόσεως άρδευσης 85-90% ενώ οι επιφανειακές μέθοδοι άρδευσης έχουν βαθμό αποδόσεως 50-70%. Με τον καταιονισμό λοιπόν, μπορούμε με την ίδια ποσότητα νερού να αρδεύσουμε πολύ μεγαλύτερη έκταση.

δ. Δεν καταστρέφεται καλλιεργήσιμη έκταση

Ενώ στα δίκτυα επιφανειακής άρδευσης, ποσοστό 12 ή 14% της συνολικής έκτασης καταλαμβάνεται από τα έργα, στα δίκτυα καταιονισμού δεν απαιτείται εκσκαφή διωρύγων, αλλά προσωρινή εκσκαφή για την τοποθέτηση των υπογείων αγωγών, η οποία αποκαθίσταται αμέσως μετά την δοκιμαστική λειτουργία του αγωγού.

ε. Δεν απαιτείται συστηματοποίηση των γαιών.

Σε όλες τις μεθόδους επιφανειακής άρδευσης, η επιτυχία της άρδευσης εξαρτάται κατά 90 % από την επιμελημένη ισοπέδωση των αρδευόμενων γαιών. Στον καταιονισμό δεν απαιτείται λεπτομερής ισοπέδωση των γαιών η οποία αφενός μεν είναι δαπανηρή, αφ' ετέρου δε απαιτεί πολύ χρόνο, ιδίως όταν πρόκειται να εφαρμοστεί σε αρδευτικά δίκτυα μεγάλων εκτάσεων, όπως είναι τα δίκτυα συλλογικής άρδευσης.

στ. Αξιοποίηση μικρών και διεσπαρμένων παροχών

Μικρές παροχές νερού είναι πρακτικά αχρησιμοποίητες λόγω των απωλειών κατά τη διαδρομή του νερού στα δίκτυα επιφανειακής άρδευσης. Με τον καταιονισμό, επειδή το νερό διοχετεύεται με κλειστούς αγωγούς, οι απώλειες μεταφοράς μηδενίζονται.

ζ. Χορήγηση του νερού υπό φυσική μορφή.

Το αρδευτικό νερό κατά τη διαδρομή του στον ατμοσφαιρικό αέρα, πριν φτάσει στις καλλιέργειες, θερμαίνεται και προσλαμβάνει άζωτο και οξυγόνο τα οποία συμπαρασύρει στο έδαφος. Επίσης ξεπλένει τα φύλλα των φυτών από τη σκόνη, τα επιβλαβή έντομα, και τα δηλητηριώδη αμμωνιακά άλατα της αποσύνθεσης.

η. Δεν καταστρέφεται η δομή του εδάφους,

Από την αναπόφευκτη υπεράρδευση, κατά τις επιφανειακές μεθόδους, καταστρέφεται η δομή του εδάφους. Τα λεπτόκοκκα συστατικά του εδάφους παρασύρονται και φράσσουν τους πόρους του εδάφους με συνέπεια τη δημιουργία μονοκοκκικής δομής του εδάφους. Ο αέρας εκτοπίζεται από τους πόρους του εδάφους. Μετά το τέλος της άρδευσης σχηματίζεται επιφανειακή "κρούστα" στο έδαφος, η οποία εμποδίζει την είσοδο του αέρα για την αναπνοή των ριζών και την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Έτσι μετά από κάθε επιφανειακή άρδευση χρειάζεται σκάλισμα. Με τον καταιονισμό, και μάλιστα με τη χρησιμοποίηση μικρών

εκτοξευτήρων, μπορούμε να ρυθμίσουμε την άρδευση ανάλογα με την διηθητικότητα του εδάφους και να αποφύγουμε όλες τις παραπάνω δυσμενείς συνέπειες.

θ. Αποφεύγονται εστίες ζιζανίων

Κατά την επιφανειακή άρδευση αναπτύσσονται εστίες ζιζανίων τόσο στις όχθες των διωρύγων και των τάφρων, όσο και μέσα στα χωράφια. Με τον καταιονισμό και επειδή υπάρχει δυνατότητα άρδευσης και των νεαρών φυτών, επιταχύνεται η ανάπτυξη τους με συνέπεια την ταχεία κάλυψη της επιφάνειας του εδάφους από τα καλλιεργούμενα φυτά τα οποία σκιάζουν το έδαφος και εμποδίζουν την ανάπτυξη των ζιζανίων τα οποία πλην των άλλων απομυζούν τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους και χρησιμεύουν σαν μεσάζοντες εκκόλαψης επιβλαβών εντόμων.

ι. Ελάττωση των εργατικών άρδευσης

Στα σύγχρονα δίκτυα καταιονισμού, η παρακολούθηση της άρδευσης είναι περιττή, και μάλιστα, όταν το σύστημα είναι μόνιμο, η εργατική δαπάνη τείνει να μηδενιστεί.

ια. Ελάττωση των καλλιεργητικών δαπανών.

Με τον καταιονισμό μπορούμε να συνδυάσουμε την λίπανση καθώς και την καταπολέμηση ασθενειών με την άρδευση, επιτυγχάνοντας ελάττωση του κόστους των καλλιεργητικών δαπανών.

ιβ. Προστασία από τον παγετό

Εκτοξεύοντας την ώρα του παγετού νερό στα φυτά εκμεταλλευόμαστε την θερμοχωρητικότητα του νερού καθώς και την θερμότητα πήξης, η οποία είναι 8 cal/lit νερού σε ° C.

ιγ. Καλύτερη διανομή του νερού με ελεύθερη ζήτηση

Η διανομή του νερού μπορεί να γίνει με ελεύθερη ζήτηση κυρίως με τον καταιονισμό, καθόσον κατά τις επιφανειακές μεθόδους άρδευσης αφ' ενός μεν απαιτούνται πολύ μεγαλύτερες παροχές από τις κανονικές, με συνέπεια τις πολύ μεγαλύτερες διαστάσεις έργου, αφ' ετέρου δε ο έλεγχος του νερού είναι δυσχερέστατος.

ιδ. Ευκολία χρήσεως του δικτύου.

Ο τρόπος χρήσης του συγκροτήματος καταιονισμού γίνεται εύκολα κατανοητός, σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, και από τους πιο αδαείς χωρικούς, ενώ αντίθετα η πλειονότητα των γεωργών, παρόλη την πείρα μίας ολόκληρης ζωής, δεν αντιλαμβάνεται την ορθή χρήση της μιας ή της άλλης επιφανειακής μεθόδους άρδευσης.

3.2.β. Μειονεκτήματα.

Έναντι των παραπάνω πλεονεκτημάτων η άρδευση με καταιονισμό παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα, τα οποία πολλές φορές περιορίζουν την εφαρμογή της. Τα σπουδαιότερα από αυτά είναι:

α. Μεγάλη δαπάνη για την αρχική εγκατάσταση

Το κόστος κατασκευής του δικτύου μεταφοράς του νερού καθώς επίσης και το κόστος των διαφόρων εξαρτημάτων των δικτύων καταιονισμού είναι υψηλό συγκρινόμενο με τις δαπάνες κατασκευής δικτύων επιφανειακής άρδευσης.

β. Αυξημένα έξοδα λειτουργίας.

Κατά την κατασκευή δικτύων επιφανειακής άρδευσης γίνεται εκμετάλλευση της φυσικής τοπογραφίας του εδάφους και η ροή του νερού επιτυγχάνεται με τη βαρύτητα χωρίς να απαιτείται άντληση. Στον καταιονισμό, με εξαίρεση μεμονωμένες περιπτώσεις όπου η πηγή υδροδότησης βρίσκεται αρκετά υψηλά, ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη πίεση λειτουργίας του συστήματος, σε όλες τις άλλες περιπτώσεις απαιτείται δαπάνη λειτουργίας αντλητικού συγκροτήματος για την εξασφάλιση της υπόψη πίεσης.

γ. Ανομοιόμορφη κατανομή της βροχής λόγω του ανέμου.

Ο άνεμος συμπαρασύρει τα σταγονίδια της βροχής κατά την πνοή του και προκαλεί ανομοιόμορφη άρδευση του αγρού. Με ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη από 2,8 m/sec εμφανίζονται συνθήκες ανομοιόμορφης διασποράς του νερού. Για ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη από 4,5 m/sec, ή όταν ο αέρας είναι πολύ ξηρός και υπόκειται σε εντατική ηλιακή ακτινοβολία, δεν ενδείκνυται η άρδευση με καταιονισμό και πρέπει να αναστέλλεται.

δ. Μηχανικές βλάβες συσκευών ή εξαρτημάτων δικτύου.

Στα δίκτυα καταιονισμού είναι αναγκαία η τοποθέτηση διαφόρων συσκευών και εξαρτημάτων για την σωστή λειτουργία τους, όπως αντλιών, δικλίδων, αεροεξαγωγών, ρυθμιστών πίεσεως και παροχής, βαλβίδων (αντιπληγματικών ή αντεπιστροφής), φίλτρων, εκτοξευτήρων. Η μη κανονική λειτουργία των παραπάνω, επιδρά δυσμενώς στην κανονική λειτουργία του δικτύου, ή και αναστέλλει την άρδευση.

ε. Ποιότητα αρδευτικού νερού.

Στην άρδευση με καταιονισμό είναι αδύνατη η χρήση νερού υψηλής αλατότητας γιατί προκαλούνται εγκαύματα στα φύλλα των φυτών. Επίσης η χρήση νερού με μεγάλη ποσότητα φερτών υλών προκαλεί αποφράξεις των φίλτρων καθώς επίσης και γρήγορη φθορά των εκτοξευτήρων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ουζούνης, Δ., (1985). *Η θεωρητική και πρακτική μέθοδος αρδεύσεως με σταγόνες*. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
2. Μιχελάκης Ν., (1988), *Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης -Άρδευση με Σταγόνες*, εκδ. Εκδοτική Αγροτεχνική ΕΑΕ
3. ΠΑΠΑΖΑΦΕΙΡΙΟΥ, Ζ., (1998). *Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων*. εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη
4. ΠΑΠΑΖΑΦΕΙΡΙΟΥ, Ζ., (1999). *Ανάγκες σε Νερό των Καλλιεργειών*. εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη

4. Άρδευση με σταγόνες (στάγδην άρδευση)

4.1 Γενικά

Στη μέθοδο άρδευσης με σταγόνες ή στάγδην άρδευση, το νερό εφαρμόζεται στα φυτά που πρόκειται να αρδευτούν με την μορφή σταγόνων και με τέτοιο τρόπο, ώστε κάθε φυτό χωριστά να εφοδιάζεται με την απαραίτητη για την ανάπτυξη του υγρασία. Η υγρασία με την μορφή σταγόνων παρέχεται στο ριζόστρωμα των καλλιεργειών συνεχώς με την βοήθεια ειδικών σταλακτήρων, που είναι τοποθετημένοι σε αποστάσεις που θέλουμε πάνω σε σωλήνες από πολυαιθυλένιο, απλωμένες επιφανειακά, συνήθως κατά μήκος των γραμμών φύτευσης των φυτών ή των δένδρων.

Κατά τους Ισραηλινούς Haley ,Boaz, Shani, Dan (Ευρωπαϊκό συνέδριο στάγδην άρδευσης, Βουκουρέστι 1972), η άρδευση με σταγόνες αποτελεί μια τεχνική που προορίζεται να θέσει το νερό και τα λιπάσματα κατευθείαν στη διάθεση των ριζών με διανεμητές ειδικά σχεδιασμένους και υπολογισμένους για πολύ μικρές παροχές, έτσι ώστε η κίνηση του νερού μισά στο έδαφος να είναι τρισδιάστατη και η τάση του να διατηρείται συνεχώς σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

Κατά τους Αμερικανούς Marsh, Branson, Gustavson και Davis (2^ο Διεθνές Συνέδριο στάγδην άρδευσης, Καλιφόρνια 1974), άρδευση με σταγόνες είναι η διανομή του νερού με μικρές ποσότητες, σε συχνά διαστήματα, από διανεμητές που ονομάζονται σταλακτήρες και τοποθετούνται κατά προκαθορισμένα διαστήματα στους σωλήνες διανομής. Η παροχή των σταλακτήρων πρέπει να είναι αρκετά χαμηλή, ώστε η κίνηση του νερού στην επιφάνεια του εδάφους να είναι αρκετά περιορισμένη και να μην δημιουργείται «λίμνασμα νερού».

Από πλευράς ορολογίας η άρδευση με σταγόνες χαρακτηρίζεται από τους Ελληνικούς όρους άρδευση στάλα-στάλα, ή στάγδην άρδευση και από τους ξένους drip ή trickle irrigation, avgonitte a gonitte, irrigazione a goccia, riego por goteo ή riego gota-gota. Υπάρχει επίσης και πλήθος εμπορικών ονομασιών που αναφέρονται στην άρδευση στάγδην, όπως: water miser, water saver, microtrickle, micropor, irri-drip, blass system κ.α.

4.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

4.2.α. Πλεονεκτήματα

Αυτά συνοψίζονται σε γενικές γραμμές στα ακόλουθα :

α. Αύξηση των αποδόσεων.

Η εύκολη απορρόφηση των υδατικών διαλυμάτων και ο συνεχής εφοδιασμός του ριζοστρώματος των φυτών με θρεπτικά στοιχεία ιδίως όταν στο αρδευτικό νερό διαλύονται λιπάσματα , αποτελεί βασικό παράγοντα για την αύξηση των αποδόσεων με την μέθοδο αυτή. Έπειτα, κατά το πότισμα με την μέθοδο αυτή, μια λωρίδα εδάφους μεταξύ των φυτών παραμένει ξερή με αποτέλεσμα, όπως τουλάχιστον φαίνεται, να διατίθεται μεγαλύτερη ηλιακή ενέργεια για την διαπνοή και αύξηση των φυτών, παρά με όποια άλλη μέθοδο άρδευσης στην

οποία υγραίνεται όλη σχεδόν η επιφάνεια του εδάφους και ένα μεγάλο μέρος της ηλιακής ενέργειας διατίθεται για την εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια του εδάφους.

Πειράματα και εφαρμογές σε πολλές χώρες του κόσμου απέδειξαν ότι με την άρδευση με σταγόνες η αύξηση των αποδόσεων κυμαίνεται συνήθως από 25-50 % για τις δενδρώδεις καλλιέργειες και 30 -70 % για τις κηπευτικές. Σε πολλές δε περιπτώσεις πειραμάτων , παρατηρήθηκε εκτός από τις υψηλές αποδόσεις, καλλίτερη ανάπτυξη των φυτών, καλλίτερη ποιότητα και μεγαλύτερη πρωιμότητα.

β. Ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης και απόδοσης των φυτών

Η συχνή και με βραδύ ρυθμό χορήγηση του νερού με μικρές παροχές δεν εκτοπίζει τον αέρα μέσα από το έδαφος και έτσι δημιουργούνται ευνοϊκότερες συνθήκες για το ριζικό σύστημα των φυτών. Κατά την άρδευση γεμίζουν με νερό οι μικροπόροι του εδάφους, ενώ οι μακροπόροι παραμένουν γεμάτοι με αέρα με αποτέλεσμα η ροή να είναι ακόρεστη και το νερό να κατέρχεται με τριχοειδή κίνηση. Τα φυτά δεν παθαίνουν το λεγόμενο stress από απότομες μεταβολές της εδαφικής υγρασίας κάτω από τις οποίες αναγκάζονται να περιορίσουν τη διαπνοή τους και κατ' αυτόν τον τρόπο να δημιουργήσουν προϊόντα χονδρόφλουδα κατώτερης ποιότητας.

Η υδατοπεριεκτικότητα διατηρείται σε υψηλά επίπεδα κοντά στην υδατοϊκανότητα και η τάση σε αντίστοιχα χαμηλά επίπεδα που δεν υπερβαίνουν τα 30 μέχρι 50 centibars. Γενικά, όσο μικρότερη είναι η συχνότητα των αρδεύσεων, δηλαδή μεσολαβεί μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μεταξύ αυτών, τόσο υψηλότερη είναι και η τάση, που εκφράζει τη δύναμη συγκράτησης του νερού από τους κόκκους του εδάφους. Είναι σήμερα παραδεκτό, ότι σε χαμηλότερα επίπεδα της εδαφικής τάσης της υγρασίας, (γύρω στο 1/3 της ατμόσφαιρας), εξασφαλίζεται ευκολότερη πρόσληψη του νερού και των θρεπτικών στοιχείων και δημιουργούνται ευνοϊκότερες συνθήκες για την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών.

γ. Οικονομία αρδευτικού νερού.

Επειδή με την μέθοδο αυτή ποτίζεται μια μικρή έκταση εδάφους γύρω από το φυτό, υπάρχουν πολύ ελαττωμένες απώλειες από την εξάτμιση. Το νερό πηγαίνει κατευθείαν στο ριζόστρωμα και δεν παρασύρεται από τον αέρα ώστε να εξατμίζεται πριν πέσει στο έδαφος όπως γίνεται στην περίπτωση της τεχνητής βροχής.

Επίσης δεν υπάρχουν απώλειες από βαθιά διήθηση όπως στην επιφανειακή άρδευση , η δε ποσότητα του χορηγουμένου νερού είναι μικρή . Γενικά υπολογίζεται ότι η οικονομία νερού σε σχέση με την τεχνητή βροχή ανέρχεται σε 20 - 25 % , σε σχέση δε με την επιφανειακή άρδευση, σε 50 % περίπου. Εκτός αυτών με την μέθοδο αυτή δεν ποτίζονται υποχρεωτικά και οι εκτάσεις που βρίσκονται έξω από τα όρια του χωραφιού όπως συμβαίνει με την τεχνητή βροχή.

δ. Χαμηλό κόστος αντλητικού συγκροτήματος και δικτύου

Αφού η ποσότητα νερού ανά μονάδα επιφάνειας στη μονάδα του χρόνου (παροχή) είναι μικρή και η πίεση λειτουργίας είναι επίσης μικρή, η απαιτούμενη ισχύς των συγκροτημάτων είναι μικρότερη από τις άλλες μεθόδους. Έτσι τα μικρά συγκροτήματα είναι πιο οικονομικά, προσφέρουν δε ένα πλεονέκτημα από πλευράς κατανάλωσης ηλεκτρικής

ενέργειας, το ότι κατά την λειτουργία τους με μικρή ισχύ και μεγάλο χρόνο λειτουργίας, ιδίως τις νυκτερινές ώρες δεν δημιουργούν ανεπιθύμητες και αντιοικονομικές αιχμές στα δίκτυα της ΔΕΗ. Εκτός αυτών επειδή η παροχή νερού είναι μικρή, οι σωλήνες μεταφοράς και διανομής των δικτύων μπορεί να έχουν μικρότερες διαμέτρους και επομένως μικρότερο κόστος προμηθείας από ότι θα είχαν αν η άρδευση γίνονταν με τεχνητή βροχή .

ε. Αξιοποίηση μικρών παροχών και χρησιμοποίηση χαμηλών πιέσεων.

Το πλεονέκτημα αυτό έχει ιδιαίτερη αξία σε περιοχές που το νερό είναι λίγο και δεν είναι δυνατό να αξιοποιηθεί με καμιά άλλη μέθοδο. Με ορισμένη παροχή, είναι δυνατό κατά την άρδευση με σταγόνες , να αρδευτεί μεγαλύτερη έκταση από ό,τι με τα συμβατικά συστήματα άρδευσης.

Ακόμη μπορεί να εφαρμοστεί το νυκτερινό πότισμα και να αξιοποιηθεί το νερό καλύτερα, όταν στις άλλες μεθόδους είναι αδύνατο και περιορίζεται αναγκαστικά ο συνολικός ημερήσιος χρόνος άρδευσης σε 16-18 ώρες .

Η πίεση λειτουργίας των συγκροτημάτων είναι σημαντικά μειωμένη απ' ότι στα συγκροτήματα της τεχνητής βροχής. Είναι δυνατόν ακόμη και μια υπερυψωμένη δεξαμενή να επαρκέσει για να λειτουργήσει το συγκρότημα της άρδευσης με σταγόνες. Υπάρχουν πορώδεις σωλήνες και ειδικά μπεκ λεπτοροής που απαιτούν λιγότερο από μισή ατμόσφαιρα.

στ. Δυνατότητα αξιοποίησης αλατούχων νερών.

Τα συστήματα άρδευσης με σταγόνες δίνουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν για την άρδευση των καλλιεργειών αλατούχα νερά γιατί:

1) Με την απευθείας χορήγηση νερού στο έδαφος χωρίς να βρέχεται το φύλλωμα των φυτών, αποφεύγονται ζημιές στα φύλλα από την αυξημένη οσμωτική πίεση που δημιουργείται με την αύξηση της συγκέντρωσης αλάτων καθώς το νερό εξατμίζεται από το βρεχόμενο φύλλωμα.

2) Με τη μεγάλη συχνότητα των αρδεύσεων η υδατοπεριεκτικότητα του εδάφους βρίσκεται σε συνεχώς υψηλά επίπεδα με αποτέλεσμα η συγκέντρωση των αλάτων στο εδαφικό διάλυμα και στη συνέχεια η οσμωτική τάση στο έδαφος να διατηρείται συνεχώς σε χαμηλά επίπεδα, το δε ριζόστρωμα να βρίσκεται σε ανεκτές συνθήκες τάσης. Αυτό εξασφαλίζεται περισσότερο με την συχνότητα των ποτισμάτων.

ζ. Ανεξαρτητοποίηση της άρδευσης από τον άνεμο .

Η χορήγηση του νερού πάνω ή πολύ κοντά στη επιφάνεια του εδάφους, ανεξαρτητοποιεί την εφαρμογή από τον άνεμο και δεν υπόκειται στη δυσμενή επίδραση αυτού, όπως συμβαίνει με την τεχνητή βροχή.

η. Άρδευση επικλινών και ανώμαλων εδαφών.

Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί σε επικλινή και ανώμαλα εδάφη , τα οποία θα ήταν αδύνατο , ή πολύ δαπανηρό , να ποτιστούν με άλλες μεθόδους.

θ. Οικονομία εργατικών.

Τα δίκτυα άρδευσης με σταγόνες , ως μόνιμα δίκτυα , δεν χρειάζονται ημερομίσθια για την λειτουργία τους. Χρειάζεται μόνο μια περιοδική επιθεώρηση των δικτύων για να εξακριβωθεί αν υπάρχουν βλάβες και να αποκατασταθούν.

ι. Μείωση των ζιζανίων.

Όπως έχει αναφερθεί , το έδαφος με την μέθοδο σταγόνα-σταγόνα βρέχεται κατά τμήματα, που αποτελούν μέρος της όλης έκτασης, την οποία καταλαμβάνει η καλλιέργεια. Κατά συνέπεια τα ζιζάνια αναπτύσσονται στα τμήματα αυτά του εδάφους και εύκολα μπορούν να ελεγχθούν με οικονομικά ζιζανιοκτόνα και πολλές φορές, εφόσον υπάρχουν οι προϋποθέσεις, η καταπολέμηση γίνεται μέσου του ίδιου δικτύου.

ια. Ευκολία λίπανσης.

Υπάρχει δυνατότητα να χορηγηθούν αρκετά λιπάσματα διαλυμένα μέσα στο αρδευτικό νερό με κατάλληλους υδρολιπαντήρες. Έτσι και οικονομία εργατικών γίνεται και καλλίτερη αποτελεσματικότητα της λίπανσης επιτυγχάνεται, αφού το λίπασμα χορηγείται κατευθείαν στο ριζόστρωμα.

ιβ. Εύκολη κυκλοφορία μέσα στο χωράφι.

Η διατήρηση σε ξερή κατάσταση της λωρίδας μεταξύ των φυτών επιτρέπει την κυκλοφορία για την εκτέλεση διαφόρων καλλιεργητικών εργασιών κατά την περίοδο της άρδευσης, όπως συγκομιδή καρπών, διάφορες μεταφορές κ.λπ.

ιγ. Έλεγχος ασθενειών και εντόμων .

Με τον τρόπο που χορηγείται το νερό στα φυτά χωρίς αυτά να βραχούν στο φύλλωμα, δεν δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη των μυκητολογικών και εντομολογικών προσβολών. Επίσης τα εντομοκτόνα και μυκητοκτόνα φυτοφάρμακα δεν εκπλύνονται, εφόσον το φύλλωμα δεν βρέχεται κατά το πότισμα και η διάρκεια δράσης τους παρατείνεται. Τέλος σε διάφορα πειράματα, μυκητοκτόνα εδάφους που προστέθηκαν στο αρδευτικό νερό και απολυμαντικά εδάφους σε αέρια κατάσταση, που εφαρμόστηκαν στο δίκτυο άρδευσεων, έδωσαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα και αρκετές ελπίδες για τη δυνατότητα εφαρμογής ορισμένων φυτοφαρμάκων μέσου των δικτύων άρδευσεων.

4.2.β. Μειονεκτήματα

Η γρήγορη διάδοση της μεθόδου τα τελευταία χρόνια, αναμφίβολα οφείλεται στα σοβαρά αγρονομικά πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν. Όμως κατά την εφαρμογή της αντιμετωπίζονται σε μικρό ή μεγάλο βαθμό και διάφορα προβλήματα τα οποία αποτελούν μειονεκτήματα. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

α. Βουλώματα (εμφράξεις) .

Κατά την λειτουργία των συγκροτημάτων με σταγόνες παρουσιάζονται συνήθως βουλώματα στους σταλακτήρες από οργανικά ή ανόργανα υλικά, που μεταφέρονται από το

αρδευτικό νερό, από ιζήματα διαφόρων ενώσεων και από την ανάπτυξη διαφόρων μικροοργανισμών μέσα στο δίκτυο (φυσικές, χημικές, ή βιολογικές εμφράξεις). Τα οργανικά υλικά συνήθως είναι μικρά κομμάτια διαφόρων φυτικών οργάνων (σπόροι, φύλλα, ξύλα κ.λπ.), ή διάφοροι μικροοργανισμοί (σκουλήκια, έντομα, αυγά εντόμων κ.λπ.). Τα ανόργανα υλικά, είναι τεμαχίδια εδάφους (άμμος, ιλύς, άργιλος) . Τα μικρά αυτά τεμαχίδια μαζεύονται σιγά - σιγά στα τοιχώματα της οπής εκροής των σταλακτήρων, ή των μικροεκτοξευτήρων και προκαλούν μείωση της διατομής με συνέπεια την μείωση της παροχής. Βουλώματα μπορεί να προκληθούν και από ιζήματα διαφόρων χημικών ενώσεων ιδίως Ca, Mg, Fe, Al και P. Οι σχηματιζόμενοι συνήθως κρύσταλλοι των ενώσεων αυτών περνούν το φίλτρο, προχωρούν στο υπόλοιπο δίκτυο και φθάνουν μέχρι τις οπές εκροής των σταλακτήρων τις οποίες σιγά σιγά βουλώνουν. Έπειτα η θερμοκρασία, που αναπτύσσεται μέσα στο σωληνωτό δίκτυο (μέχρι 70 ° C) και ιδίως προς τις άκρες του δικτύου, ευνοεί την κατακρήμιση των αλάτων από την εξάτμιση του νερού που γίνεται από τους όχι αεροστεγείς συνδέσμους του δικτύου, ή από τους σταλακτήρες. Τέλος βουλώματα μπορεί να προκληθούν και από την ανάπτυξη μέσα στο δίκτυο διαφόρων μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες, κ.λπ.). Οι μικροοργανισμοί αυτοί μπορεί, είτε να βουλώνουν τις οπές των σταλακτήρων μαζεμένοι σε μορφή αποικιών, είτε να υποβοηθήσουν την συγκέντρωση και κατακρήμιση διαφόρων ιζημάτων αλάτων.

β. Υψηλό κόστος αρχικής εγκατάστασης.

Το κόστος εγκατάστασης του συστήματος της άρδευσης με σταγόνες εξαρτάται κυρίως από το είδος της καλλιέργειας, τη φύση του εδάφους, την επιτυχία και οικονομικότητα της μελέτης. Γι' αυτό χρειάζεται προσοχή στο σχεδιασμό του δικτύου και τους υπολογισμούς των διαμέτρων των σωλήνων. Επειδή πρόκειται για μόνιμο δίκτυο, με πολλά εξαρτήματα και αυτοματισμούς, το κόστος είναι σημαντικά υψηλό.

γ. Κίνδυνος συγκέντρωσης αλάτων στο έδαφος.

Στις περιπτώσεις χρησιμοποίησης νερού που περιέχει άλατα, δημιουργείται πάντοτε μια αυξημένη συγκέντρωση απ' αυτά περιμετρικά, στα όρια μεταξύ της υγρής και ξερής φάσης του εδάφους. Και όταν μεν σημειώνονται ικανοποιητικές βροχοπτώσεις το πρόβλημα καταντά ασήμαντο, γιατί με τις βροχές απομακρύνονται τα άλατα στα βαθύτερα στρώματα, όταν όμως οι βροχοπτώσεις είναι ανεπαρκείς , τότε πρέπει να γίνουν εκκλύσεις με επί πλέον αρδεύσεις. Σπουδαίο ρόλο στην αντιμετώπιση του προβλήματος παίζει η παράταση των αρδεύσεων μέχρι τις αρχές του χειμώνα.

δ. Αδυναμία προστασίας από τους παγετούς.

Δεν υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί το δίκτυο της άρδευσης για την προστασία των καλλιεργειών από τους παγετούς, όπως μπορεί να γίνει με τον καταιονισμό.

ε. Εμφάνιση τροφολειών στα φυτά.

Η αιτία της εμφάνισης τροφολειών αποτελεί το γεγονός της ανάπτυξης του ριζικού συστήματος στο ίδιο πάντοτε τμήμα εδάφους, σ' εκείνο δηλαδή που συνεχώς υγραίνεται από τους σταλακτήρες. Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο η λίπανση πρέπει να εφαρμόζεται μαζί με την άρδευση και να είναι πλήρης. Από την άλλη πλευρά η διατήρηση αυξημένης υγρασίας και καλού αερισμού του εδάφους κατά την άρδευση με σταγόνες ευνοεί τον πολλαπλασιασμό της

μικροβιακής χλωρίδας, που επιταχύνει την ανοργανοποίηση και αποσύνθεση της οργανικής ουσίας.

στ. Εξοικείωση με τη μέθοδο.

Εκτός από το σχεδιασμό του δικτύου, που απαιτεί ειδικευμένο προσωπικό, η εγκατάσταση και η παρακολούθηση της λειτουργίας (έλεγχος εδαφικής υγρασίας, διαδικασία αλάτωσης, αυτοσχεδιασμός στον τρόπο και τη συχνότητα του ποτίσματος) απαιτούν εξοικείωση με το σύστημα και οι παραγωγοί χρειάζονται χρόνο να την αποκτήσουν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ουζούνης Δ., (2002), *Συστήματα αυτόματης άρδευσης, άρδευση με σταγόνες και μικροεκτοξευτήρες*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
2. Ουζούνης, Δ., (1985). *Η θεωρητική και πρακτική μέθοδος αρδεύσεως με σταγόνες*. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
3. Μπαμπίλης Δ., (2004), *Αρδεντικά δίκτυα πρασίνου*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
4. Μιχελάκης Ν., (1988), *Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης -Άρδευση με Σταγόνες*, εκδ. Εκδοτική Αγροτεχνική ΕΑΕ
5. Μαυρογιαννόπουλος Γ., (2005), *Θερμοκήπια*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
6. Τερζίδης Γ., Παπαζαφειρίου Δ., (1997), *Γεωργική Υδραυλική*, εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη
7. ΠΑΠΑΖΑΦΕΙΡΙΟΥ, Ζ., (1998). *Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων*. εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη
8. ΠΑΠΑΖΑΦΕΙΡΙΟΥ, Ζ., (1999). *Ανάγκες σε Νερό των Καλλιεργειών*. εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη

5. Κριτήρια επιλογής του κατάλληλου συστήματος άρδευσης.

5.1 Γενικά

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος άρδευσης εντάσσεται μέσα στη γενικότερη προσπάθεια του ανθρώπου για ορθολογική χρήση του νερού σε κάθε τομέα χρήσης του (ύδρευση, βιομηχανία, άρδευση κλπ), ώστε να αποφεύγεται η σπατάλη του και ταυτόχρονα να επιτυγχάνονται και τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

Μεταξύ των τομέων κατανάλωσης νερού, την πρώτη θέση κατέχει, με τις αρδεύσεις, η γεωργία και γι' αυτό κάθε βελτίωση στον τομέα αυτό ερμηνεύεται σε όφελος μεγάλων ποσοτήτων νερού. Εδώ θα πρέπει να διευκρινισθεί ότι τα φυτά, για να αναπτυχθούν φυσιολογικά, έχουν ανάγκη από ορισμένη ποσότητα νερού, η οποία πρέπει να τους δοθεί ανεξάρτητα από το σύστημα άρδευσης που θα εφαρμοστεί. Επομένως όταν μιλάμε για όφελος σε καμιά περίπτωση δεν εννοούμε περιορισμό των αναγκών των φυτών σε νερό. Το όφελος συνδέεται άμεσα με τον καλύτερο τρόπο μεταφοράς και διανομής του νερού, ώστε να περιορίζονται στο ελάχιστο δυνατόν οι αναπόφευκτες απώλειες νερού (εξάτμιση, βαθιά διήθηση κ.λπ.). Αυτό σημαίνει κατάλληλη εκλογή και σωστή λειτουργία του συστήματος άρδευσης.

Βέβαια, θα πρέπει να αναφερθεί ότι όπως όλες οι άλλες επιχειρήσεις έτσι και οι γεωργικές έχουν σαν τελικό σκοπό το κέρδος και γι' αυτό το κόστος του συστήματος παίζει σοβαρό ρόλο στην τελική απόφαση της επιλογής του συστήματος. Με σκοπό τη διευκόλυνση στην εκλογή του συστήματος άρδευσης γίνεται μία συνοπτική αναφορά στους βασικούς παράγοντες - κριτήρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, όπως π.χ. το κλίμα, το έδαφος, τα φυτά και ο τρόπος καλλιέργειας τους, οι διαθέσιμες ποσότητες νερού, το διαθέσιμο εργατικό και τεχνικό δυναμικό, το επίπεδο ανάπτυξης του αγρότη και το κόστος των έργων

A. Το κλίμα

Όπως είναι γνωστό, το κλίμα προσδιορίζει κατά βάση την ποσότητα του νερού που εξατμίζεται από την επιφάνεια του εδάφους και την ποσότητα που καταλήγει στην ατμόσφαιρα με το μηχανισμό της διαπνοής των φυτών. Από τους παράγοντες του κλίματος ιδιαίτερη σημασία έχουν οι άνεμοι και η θερμοκρασία. Έτσι, αν στην περιοχή φυσούν συχνά άνεμοι με ταχύτητα μεγαλύτερη από 4 - 5 m/sec τότε απαγορεύεται η εφαρμογή του συστήματος καταιονισμού γιατί είναι αδύνατη η εξασφάλιση ομοιόμορφης άρδευσης, με αποτέλεσμα την εμφάνιση στο έδαφος κηλίδων με περίσσεια νερού και κηλίδων με ανεπάρκεια νερού.

Επίσης, η επικράτηση γενικά υψηλών θερμοκρασιών κάνει προβληματική την εφαρμογή του καταιονισμού, γιατί μεγάλες ποσότητες νερού χάνονται λόγω της έντονης εξάτμισης του νερού. Για το λόγο αυτό, ακόμη και όταν για μια περιοχή η θερμοκρασία εγκατάστασης του συστήματος καταιονισμού δεν είναι απαγορευτική, δε συνιστάται η λειτουργία του δικτύου τις μεσημβρινές ώρες.

Έτσι στις παραπάνω περιπτώσεις ενδείκνυται η επιφανειακή άρδευση, χωρίς να αποκλείεται και η άρδευση με σταγόνες, ή παραλλαγές του συστήματος καταιονισμού, ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες της καλλιέργειας (μικροεκτοξευτήρες κ.α.) Στην περίπτωση

σοβαρών ελλείψεων νερού, θα πρέπει να προτείνονται καλλιέργειες ανθεκτικές στην ξηρασία. Αν η περιοχή πληττείται από παγετούς, ο καταιονισμός αποτελεί ένα μέσο αντιπαγετικής προστασίας.

B. Το έδαφος

Εάν η προς άρδευση περιοχή είναι ανώμαλη και παρουσιάζει μεγάλες κλίσεις, τότε αποκλείεται η επιφανειακή άρδευση. Επίσης η επιφανειακή άρδευση αποκλείεται στην περίπτωση εδαφών με μεγάλη διηθητικότητα (π.χ. αμμώδη εδάφη με διηθητικότητα μεγαλύτερη από 20 cm/h), γιατί τα μήκη των αυλακίων πρέπει να είναι μικρά και η πυκνότητα τους μεγάλη. Αυτό κάνει ασύμφορη την εφαρμογή της μεθόδου γιατί η έκταση που καταλαμβάνει το δίκτυο είναι μεγάλη, τα έξοδα συντήρησης αυξημένα και η κυκλοφορία των μηχανημάτων προβληματική.

Εδάφη αβαθή και με σχετικά μεγάλες κλίσεις αποφεύγεται να ισοπεδώνονται λόγω κινδύνου αποκαλύψεως αγόνων εδαφών. Συνεπώς σ' αυτά τα εδάφη είναι αδύνατη η εφαρμογή της επιφανειακής άρδευσης. Επίσης, αν η υπόγεια στάθμη του νερού βρίσκεται σε μικρό βάθος από την επιφάνεια του εδάφους, πάλι η επιφανειακή άρδευση δεν ενδείκνυται, γιατί στην πράξη δεν είναι εύκολος ο έλεγχος των ποσοτήτων του εφαρμοζόμενου νερού και ο κίνδυνος ανύψωσης της υπόγειας στάθμης στο βάθος του κύριου ριζοστρώματος των φυτών είναι μεγάλος. Στη μη εφαρμογή της επιφανειακής άρδευσης οδηγεί συχνά και η αδυναμία εκτέλεσης των απαραίτητων ισοπεδώσεων λόγω έλλειψης, σε πολλές περιπτώσεις, των αναγκαίων τεχνικών μέσων. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις τη λύση προσφέρει το σύστημα καταιονισμού, το οποίο παρέχει επιπλέον τη δυνατότητα εφαρμογής μικρών αρδευτικών δόσεων, πράγμα που είναι δύσκολο να εφαρμοστεί με την επιφανειακή άρδευση. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα εφαρμογής της άρδευσης με σταγόνες, ή με άλλες παραλλαγές του καταιονισμού (μικροεκτοξευτήρες κ.λπ.). Στις περιπτώσεις εφαρμογής μεγάλων αρδευτικών δόσεων, πάνω από 80 m³ / στρέμμα, η επιφανειακή άρδευση προσφέρεται καλύτερα. Επίσης η επιφανειακή άρδευση μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις άλλες περιπτώσεις που δε συμπεριλαμβάνονται σ' αυτές που αναφέρθηκαν προηγουμένα.

Γ. Το είδος των φυτών και ο τρόπος καλλιέργειας

Μια χαρακτηριστική περίπτωση που το είδος της καλλιέργειας επιβάλλει με τρόπο σαφή το σύστημα άρδευσης, είναι η καλλιέργεια του ρυζιού, το οποίο υποχρεωτικά αρδεύεται με επιφανειακή άρδευση και μάλιστα με κατάκλυση.

Επιβάλλουν την επιφανειακή άρδευση και ορισμένες καλλιέργειες που το φύλλωμά τους δεν πρέπει να βρέχεται κατά την άρδευση, γιατί είναι ευαίσθητες σε ασθένειες, όπως π.χ. το αμπέλι και ορισμένα από τα κηπευτικά (μαρούλι, ντομάτα κ.λπ.).

Εντατικές κηπευτικές καλλιέργειες (λαχανικά κ.α.) καλλιεργούμενες σε σειρές, αρδεύονται με τη μέθοδο των αυλακίων. Επίσης η άρδευση λιβαδιών, βοσκών, μηδικής, τριφυλλιού και άλλων συγγενών φυτών, που συχνά καλλιεργούνται κατά λωρίδες, γίνεται κατά κανόνα με το σύστημα επιφανειακής άρδευσης με λωρίδες, χωρίς να αποκλείεται και η τεχνητή βροχή με εκτοξευτήρες υψηλής πίεσεως (κανόνια κ.λπ.).

Φυτείες καπνού και τεύτλων προσφέρονται για επιφανειακή άρδευση. Το καλαμπόκι, όταν καλλιεργείται σε βαριά, αλλά και σε συνήθη εδάφη, προσφέρεται καλύτερα για επιφανειακή άρδευση, γιατί η άρδευση με τεχνητή βροχή παρουσιάζει μεγάλες δυσκολίες στη μετακίνηση των γραμμών άρδευσης από θέση σε θέση, ιδίως όταν τα φυτά αποκτούν μεγάλο ύψος.

Τελευταία, η δημιουργία υβριδίων καλαμποκιού υψηλής απόδοσης, δικαιολογεί την πρόσθετη δαπάνη για εγκαταστάσεις περύγων άρδευσης στην ίδια θέση σε όλη τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου. Έτσι, με τη χρησιμοποίηση από την αρχή υπερυψωμένων εκτοξευτήρων πάνω σε ειδικά στελέχη, κατάλληλα προσαρμοσμένα και στερεωμένα, τείνει να εκλείψει το σοβαρό πρόβλημα της μετακίνησης των περύγων άρδευσης των υβριδίων αυτών, των οποίων το ύψος φθάνει συχνά και μερικές φορές ξεπερνάει τα 2,50 μέτρα.

Τα οπωροφόρα μπορούν να αρδεύονται με όλα τα συστήματα άρδευσης εκτός εάν άλλοι προσδιοριστικοί παράγοντες επιβάλλουν το ένα ή το άλλο σύστημα. Στην περίπτωση εφαρμογής επιφανειακής άρδευσης, η μέθοδος κατά λεκάνη είναι η επικρατέστερη, ενώ στην περίπτωση καταιονισμού, η άρδευση μπορεί να γίνεται κάτω ή πάνω από την κόμη των δένδρων. Η άρδευση με σταγόνες είναι δυνατή σε όλα τα οπωροφόρα, αρκεί μόνο το νερό να είναι καλής ποιότητας, γιατί αν περιέχει άλατα και δεν προβλεφθεί ικανοποιητική απόπλυση, υπάρχει μεγάλος κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών. Σε καλλιέργειες σε θερμοκήπια μπορούν να εφαρμοσθούν επίσης όλα τα συστήματα, αλλά τελευταία φαίνεται να κερδίζει έδαφος η αυτοματοποιημένη άρδευση με σταγόνες.

Δ. Η διαθέσιμη ποσότητα και η ποιότητα νερού.

Όταν η διαθέσιμη ποσότητα νερού είναι περιορισμένη (πηγές μικρών παροχών), το σύστημα καταιονισμού είναι το καλύτερο, γιατί επιτρέπει την καλύτερη εφαρμογή του νερού στο χωράφι. Όταν η διαθέσιμη ποσότητα νερού είναι πολύ μικρή, τότε ενδείκνυται η άρδευση με σταγόνες.

Η επιφανειακή άρδευση λόγω των αυξημένων απωλειών νερού από βαθιά διήθηση απαιτεί μεγαλύτερες παροχές, και από αυτή την άποψη, δε διαθέτει την προσαρμοστικότητα των άλλων συστημάτων άρδευσης.

Εκτός από τη διαθέσιμη ποσότητα, σημαντικό ρόλο στην επιλογή του κατάλληλου συστήματος άρδευσης παίζει και η ποιότητα του. Όταν το νερό είναι κρύο και οι καλλιέργειες παρουσιάζουν σχετική ευπάθεια σ' αυτό, ή όταν το νερό περιέχει άλατα και προκαλεί εγκαύματα στο φύλλωμα των καλλιεργειών, τότε πρέπει να αποφεύγεται το σύστημα καταιονισμού και να εφαρμόζεται η επιφανειακή άρδευση. Εφόσον υπάρχει η δυνατότητα, συνιστάται η προθέρμανση του νερού σε υπαίθριες δεξαμενές, για να αποκτήσει κατάλληλη θερμοκρασία, η οποία κυμαίνεται γύρω στους 25 ° C.

Ως προς την επιλογή του συστήματος άρδευσης με αλατούχο νερό, θα μπορούσε κανείς να πει, ότι η μέθοδος άρδευσης με λεκάνες είναι η πιο καλή, γιατί επιτρέπει καλή απόπλυση. Σε δεύτερη σειρά τοποθετείται η άρδευση κατά λωρίδες, ενώ ο καταιονισμός δίνει επίσης καλά αποτελέσματα, αλλά σε καλλιέργειες των οποίων το φύλλωμα είναι ανθεκτικό στα άλατα. Η ανεπαρκής άρδευση λόγω του κινδύνου συγκέντρωσης των αλάτων στη ζώνη του ριζικού συστήματος των φυτών, πρέπει να αποκλείεται τελείως.

Η άρδευση με σταγόνες στην προκειμένη περίπτωση πρέπει να χρησιμοποιείται με μεγάλη προσοχή, γιατί, συνήθως με το σύστημα αυτό, επειδή κατά κανόνα δεν γίνεται συστηματική απόπλυση, όταν οι βροχοπτώσεις στην περιοχή του έργου δεν είναι αρκετές για την απομάκρυνση των αλάτων, υπάρχει κίνδυνος σοβαρής αλάτωσης του εδάφους. Η εξυγίανση του απαιτεί την προσαγωγή μεγάλων ποσοτήτων νερού, που σημαίνει στην ουσία νέο αρδευτικό δίκτυο. Πάντως, γενικός κανόνας στη χρήση αλατούχων νερών είναι η ενδεδειγμένη σε κάθε περίπτωση απόπλυση των εδαφών για την αποφυγή αλάτωσης τους. Επίσης τα αλατούχα νερά, προκαλούν σοβαρά προβλήματα εμφράξεων στους σταλακτήρες του συστήματος άρδευσης με σταγόνες λόγω καθίζησης των διαλυμένων αλάτων στην έξοδο του νερού. Το πρόβλημα αυτό είναι μικρότερο στα ακροφύσια των εκτοξευτήρων του συστήματος καταιονισμού.

Ε. Διαθέσιμο εργατικό και τεχνικό δυναμικό

Η έλλειψη εργατικού δυναμικού σε μια περιοχή ευνοεί την εφαρμογή των συστημάτων καταιονισμού και άρδευσης με σταγόνες. Με το πρώτο σύστημα ο αγρότης καλείται να επέμβει μόνο για τη μετακίνηση της γραμμής άρδευσης εφόσον το δίκτυο είναι συλλογικό. Στο χρονικό διάστημα παραμονής της γραμμής στην ίδια θέση, μπορεί να επιδίδεται σε άλλες γεωργικές εργασίες. Στις περιπτώσεις μάλιστα μόνιμου δικτύου καταιονισμού, η απασχόληση του γεωργού περιορίζεται στο να θέσει σε λειτουργία το δίκτυο και μετά το τέλος της άρδευσης να τη διακόψει.

Με το σύστημα της άρδευσης με σταγόνες η απασχόληση του αγρότη περιορίζεται μόνο στην εκκίνηση και το σταμάτημα του συστήματος, ενώ μετά από κάθε άρδευση πρέπει να καθαρίζει τα φίλτρα από τις κάθε είδους στέρεες φερτές ύλες, που κατακρατούνται σ' αυτά. Βέβαια μια γενικότερη εποπτεία και έλεγχος της καλής λειτουργίας των σταλακτήρων πρέπει να γίνεται συστηματικά. Αντίθετα η ύπαρξη διαθέσιμου εργατικού δυναμικού ευνοεί την επιφανειακή άρδευση η οποία είναι κατά κανόνα οικονομικότερη.

Άλλος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την εκλογή του συστήματος άρδευσης, είναι και το διαθέσιμο τεχνικό δυναμικό. Ανεπτυγμένο τεχνικό δυναμικό ευνοεί την εγκατάσταση δικτύων καταιονισμού ή άρδευσης με σταγόνες, γιατί είναι δυνατή η επί τόπου επισκευή διαφόρων βλαβών που μπορεί να παρουσιασθούν κατά τη λειτουργία του δικτύου σε διάφορες ευαίσθητες εγκαταστάσεις του. Αντίθετα, η έλλειψη ανεπτυγμένου τεχνικού δυναμικού ευνοεί το παραδοσιακό σύστημα της επιφανειακής άρδευσης, για το οποίο υπάρχει πατροπαράδοτη εμπειρία και αυτό δεν πρέπει να παραληφθεί στη διαδικασία της επιλογής του συστήματος.

ΣΤ. Επίπεδο ανάπτυξης των αγροτών

Όπως και στην περίπτωση του τεχνικού δυναμικού έτσι και εδώ η ύπαρξη ανεπτυγμένου αγροτικού δυναμικού ευνοεί την εφαρμογή των νεώτερων συστημάτων άρδευσης. Όταν το επίπεδο των αγροτών είναι ανεπτυγμένο, οι αγρότες πείθονται και συνεργάζονται εύκολα δημιουργώντας έτσι ευνοϊκές οικονομικές προϋποθέσεις για την εφαρμογή αυτών των συστημάτων, που σε ατομική βάση θα ήταν αντιοικονομικά (π.χ. συλλογικά δίκτυα καταιονισμού).

Προσπάθειες που έγιναν σε υπανάπτυκτες χώρες να εγκαταστήσουν σύγχρονα και αυτοματοποιημένα συστήματα άρδευσης, απέτυχαν κατά το μεγαλύτερο ποσοστό, με συνέπεια οι χώρες αυτές να βρεθούν στη δυσάρεστη θέση να πληρώνουν δάνεια για έργα, που δεν τους απέδωσαν τα αναμενόμενα οφέλη. Στην περίπτωση αυτή επιβάλλεται η εκπαίδευση του ιθαγενούς στοιχείου σε όλα τα επίπεδα και σε ικανοποιητικό αριθμό, για να αναλάβουν τη διοίκηση, λειτουργία και συντήρηση των νέων συστημάτων άρδευσης. Παράλληλα πρέπει να προβλέπεται η ανάπτυξη του τεχνικού δυναμικού στις περιοχές των έργων για τις απαραίτητες επισκευές ή αντικαταστάσεις φθαρμένου υλικού.

Z. Το κόστος των διαφόρων συστημάτων άρδευσης

Για τα σημερινά δεδομένα, μπορεί κανείς να πει ότι σε περιπτώσεις που και τα τρία συστήματα που είδαμε (επιφανειακή άρδευση, καταιονισμός, άρδευση με σταγόνες) είναι δυνατόν να εφαρμοστούν, το μικρότερο κόστος έχει η επιφανειακή άρδευση, ακολουθεί ο καταιονισμός και τελευταία έρχεται η άρδευση με σταγόνες.

Πολύ συχνά όμως η έλλειψη εργατικών χεριών, η βελτίωση της ποιότητας της εργασίας και το αναμενόμενο υψηλό εισόδημα, ανατρέπουν την παραπάνω σειρά. Έτσι π.χ. ενώ ένας οπωρώνας θα μπορούσε να αρδευτεί με τη μέθοδο επιφανειακής άρδευσης ή με καταιονισμό, λόγω ελλείψεως εργατικών χεριών, αρδεύεται με το σύστημα των σταγόνων, αν και το κόστος εγκατάστασης του είναι πολύ μεγαλύτερο.

Επίσης σε ένα θερμοκήπιο, που αποφέρει υψηλό εισόδημα, το κόστος του συστήματος με σταγόνες, αν και μεγαλύτερο απ' ότι στα άλλα συστήματα, δεν απασχολεί τον παραγωγό, γιατί σχετικά με το εισόδημα, είναι πολύ μικρό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μιχελάκης Ν., (1988), *Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης -Άρδευση με Σταγόνες*, εκδ. Εκδοτική Αγροτεχνική ΕΑΕ
2. Μαυρογιαννόπουλος Γ., (2005), *Θερμοκήπια*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
3. Τερζίδης Γ., Παπαζαφειρίου Δ., (1997), *Γεωργική Υδραυλική*, εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη
4. ΠΑΠΑΖΑΦΕΙΡΙΟΥ, Ζ., (1998). *Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων*. εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη
5. ΠΑΠΑΖΑΦΕΙΡΙΟΥ, Ζ., (1999). *Ανάγκες σε Νερό των Καλλιεργειών*. εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη

ΜΕΡΟΣ ΙΙ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Οι τρόποι επιφανειακής άρδευσης που αναφέρθηκαν στο Μέρος Ι, (κατάκλυση, περιορισμένη διάχυση, αυλάκια) των διαφόρων καλλιεργειών, έχουν σχεδόν εκλείψει και αντικατασταθεί από τα Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης, που κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η μεγάλη εξοικονόμηση νερού. Τα Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης έχουν καθιερωθεί ως τα πιο αποδοτικά και τα πιο εύκολα στη χρήση του νερού με πολλαπλά οικονομικά οφέλη για τον χρήστη, αλλά και την οικονομία του τόπου γενικότερα.

Η άρδευση με σταγόνες (στάγδην) και μικροεκτοξευτήρες και η άρδευση με καταιονισμό είναι μέθοδοι που επιδέχονται πλήρη αυτοματοποίηση. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ελέγχεται καλύτερα η διάρκεια άρδευσης και ανάλογα με τον επιπλέον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται, η δόση άρδευσης, να εφαρμόζεται έγκαιρα με συνέπεια την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και ποσοτήτων νερού που σπαταλούνται λόγω υπεράρδευσης. Από την άλλη περιορίζεται στο ελάχιστο η εφαρμογή μικρότερων δόσεων άρδευσης σε σύγκριση με αυτές που πραγματικά απαιτεί το φυτό με συνέπεια να αποφεύγονται απώλειες στην παραγωγή

Τα Συστήματα αυτά αποτελούνται από δίκτυα κλειστών αγωγών διαφόρων διαμέτρων πάνω στα οποία εφαρμόζονται εξαρτήματα για τον έλεγχο και τη διάθεση του νερού στην υπό άρδευση καλλιέργεια. Για τη λειτουργία τους απαιτείται η ύπαρξη πίεσης, η προέλευση της οποίας μπορεί να είναι είτε φυσική (υψομετρική διαφορά), ή τεχνητή (εγκατάσταση αντλητικών συγκροτημάτων).

Σε γενικές γραμμές μπορούμε να κατατάξουμε τα Συστήματα αυτά σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με την πίεση λειτουργίας και την παροχή τους. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα συστήματα που λειτουργούν με χαμηλή-μέση πίεση λειτουργίας και μικρή-μέση παροχή, όπως είναι οι σταγόνες και οι εκτοξευτήρες μικρής παροχής (sprinklers). Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα συστήματα που απαιτούν υψηλή πίεση λειτουργίας και μεγάλη παροχή (καταιονισμός, τεχνητή βροχή), όπως είναι οι διαφόρων τύπων εκτοξευτήρες με κινητά μέρη.

ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ

1. Περιγραφή συγκροτήματος άρδευσης με σταγόνες και μικροεκτοξευτήρες.

1.1 Πηγή πίεσης ή πηγή τροφοδοσίας του νερού.

Η πηγή πίεσης ή τροφοδοσίας ή και σταθμός άντλησης του νερού αποτελείται από τον κινητήρα και μια φυγόκεντρη ή στροβιλοφόρο αντλία με την οποία γίνεται η άντληση και ταυτόχρονα η κατάθλιψη του νερού. Η άντληση του νερού γίνεται συνήθως από δεξαμενές, λίμνες, ποτάμια, πηγάδια κλπ.

Πηγή πίεσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και μια υπερυψωμένη δεξαμενή η οποία λόγω θέσης εξασφαλίζει την απαιτούμενη πίεση λειτουργίας του δικτύου ή μια υδροληψία από ένα μεγάλο αρδευτικό δίκτυο από κλειστούς αγωγούς υπό πίεση.

Η πηγή πίεσης έχει ως σκοπό να καλύψει την πίεση λειτουργίας των διανεμητών νερού (σταλακτήρες, μικροεκτοξευτήρες κλπ), τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στα διάφορα εξαρτήματα του συστήματος, καθώς και τις υψομετρικές διαφορές.

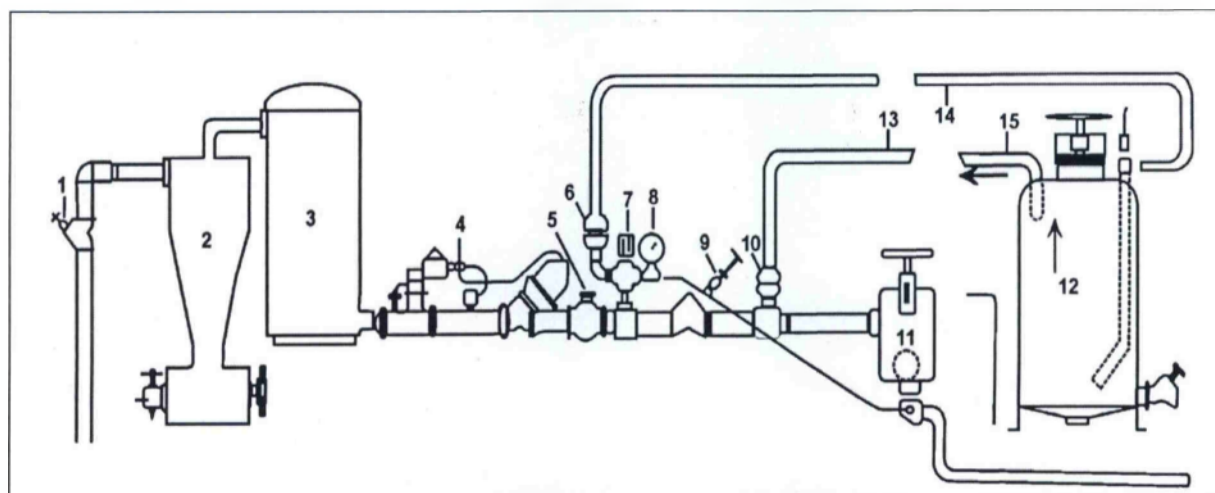
Ειδική κατηγορία πηγής πίεσης αποτελούν τα δίκτυα οικιακής χρήσης νερού στις αστικές περιοχές, όπου το νερό βρίσκεται υπό πίεση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας θεωρείται η άρδευση όλων σχεδόν των έργων πρασίνου ιδιωτικά ή δημόσια (κήποι, πάρκα κλπ).

1.2 Κεφαλή ή κέντρο ελέγχου.

Το κέντρο ελέγχου αποτελείται από ένα σύνολο μηχανισμών μέσα από τους οποίους διέρχεται το νερό πριν την τελική του διανομή στα σημεία άρδευσης, με σκοπό να εξασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία του συστήματος και η απρόσκοπτη ροή του νερού προς τα φυτά. Ταυτόχρονα πραγματοποιείται ο καθαρισμός του νερού από ξένες ύλες, ρυθμίζεται η πίεση του, εξασφαλίζεται η αυτοματοποίηση του προγράμματος άρδευσης και τέλος γίνεται η προσθήκη λιπασμάτων και φυτοπροστατευτικών ουσιών.

Οι κυριότεροι από τους μηχανισμούς που περιλαμβάνει μια κεφαλή είναι οι ακόλουθοι:

1. Η κεντρική ή γενική βάνα
2. Ο υδροκυκλώνας
3. Το φίλτρο άμμου
4. Η αυτόματη ογκομετρική βαλβίδα
5. Η βαλβίδα αντεπιστροφής
6. Η βαλβίδα εξαερισμού
7. Ο ταχυσύνδεσμος για την τροφοδοσία με νερό του υδρολιπαντήρα
8. Το μανόμετρο
9. Η βάνα στραγγαλισμού
10. Ο ταχυσύνδεσμος για την τροφοδοσία του συστήματος με διάλυμα λιπάσματος
11. Το φίλτρο σίτας
12. Ο υδρολιπαντήρας
13. Η γραμμή νερού από τον υδρολιπαντήρα στο σύστημα
14. Η γραμμή νερού από το σύστημα στον υδρολιπαντήρα
15. Η έξοδος του διαλύματος του λιπάσματος



Σχ.5 Σχηματική παράσταση κεφαλής.

- (1) Γενική βάνα, (2) Υδροκυκλώνας, (3) Φίλτρο άμμου,
 (4) Αυτόματη ογκομετρική βαλβίδα, (5) Βαλβίδα αντεπιστροφής, (6) Βαλβίδα εξαερισμού,
 (7) Ταχυσύνδεσμος τροφοδοσίας υδρολιπαντήρα, (8) Μανόμετρο, (9) Βάνα στραγγαλισμού,
 (10) Ταχυσύνδεσμος τροφοδοσίας συστήματος, (11) Φίλτρο σίτας, (12) Υδρολιπαντήρας,
 (13) Γραμμή νερού από υδρολιπαντήρα προς το σύστημα, (14) Γραμμή νερού από το σύστημα
 στον υδρολιπαντήρα και (15) έξοδος του διαλύματος.

(πηγή: Ουζούνης Δ.,2002, Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με σταγόνες & μικροεκτοξευτήρες, εκδ. Γαρταγάνη)

Η διάταξη των μηχανισμών επιβάλλεται να γίνεται με σωστή σειρά, ανάλογα με το επιτελούμενο σκοπό του καθενός, ώστε να μην παρεμποδίζεται η λειτουργία του ενός από τον άλλον και να αποδίδει ο καθένας χωριστά και όλοι μαζί το μέγιστο δυνατό. Σε περίπτωση υψηλών πιέσεων, τόσο οι διακόπτες λειτουργίας (βάνες), όσο και οι μειωτές πίεσης κρίνεται απαραίτητο να μπαίνουν πριν από τα φίλτρα και τους λιπαντήρες προς αποφυγή καταπόνησης και υδραυλικών πληγμάτων.

Η κεφαλή βρίσκεται στην αρχή του δικτύου, αμέσως μετά την πηγή πίεσης-τροφοδοσίας και η θέση εγκατάστασης της μέσα στο κτήμα εκλέγεται εκείνη, η οποία προσφέρεται για έλεγχο και παρακολούθηση της άρδευσης από τον ενδιαφερόμενο.

Στις περιπτώσεις δημόσιων δικτύων κρίνεται αναγκαία η τοποθέτηση βαλβίδας αντεπιστροφής πριν από την είσοδο του υδρολιπαντήρα, έτσι ώστε να αποφεύγεται η επιστροφή του νερού με διαλυμένα λιπάσματα που ενδεχόμενα μπορεί να προκαλέσουν μόλυνση της πηγής του νερού.

1.3 Δίκτυο σωληνώσεων

Το δίκτυο σωληνώσεων χρησιμοποιείται για τη μεταφορά του νερού από την πηγή στο χώρο άρδευσης (κτήμα, κήπο, κλπ), να το διανέμει στα διάφορα μέρη του και τελικά να το μοιράσει στα φυτά μέσω των διανεμητών.

1.3.1 Κύριοι σωλήνες

Οι κύριοι σωλήνες μεταφέρουν το νερό από την πηγή μέχρι τις διακλαδώσεις τους με τους δευτερεύοντες ενώ διατάσσονται κατά κανόνα παράλληλα προς την κλίση του εδάφους για οικονομία ενέργειας και υλικών. Είναι οι μεγαλύτεροι σε διάμετρο αγωγοί που

χρησιμοποιούνται σε ένα δίκτυο και αποτελούνται συνήθως από αγωγούς πολυαιθυλενίου (PE) ψηλής πυκνότητας ή πολυβινυλοχλωρίου (PVC). Για λόγους προστασίας η τοποθέτησή τους γίνεται συνήθως υπόγεια. Η εξωτερική τους διάμετρος κυμαίνεται από 40-355 mm, ενώ η αντοχή τους στην πίεση κυμαίνεται από 6 έως 16 atm.

1.3.2 Δευτερεύοντες σωλήνες

Οι αγωγοί αυτοί είναι μικρότερης διαμέτρου από τους κύριους σωλήνες και συνήθως αποτελούνται από πολυαιθυλένιο (PE) ψηλής ή χαμηλής πυκνότητας, ανάλογα με την περίπτωση. Παράγονται σε κουλούρες μήκους 100, 200, 300 και 400 m, με αντοχή σε πιέσεις 4, 6, 10 και σπάνια 16 atm και σε σταθερές εξωτερικές διαμέτρους 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90 και 110 mm. Οι αγωγοί αυτοί ενώνονται μεταξύ τους με διάφορα εξαρτήματα όπως υδραυλικά από πλαστικό, εξαρτήματα τύπου ρακορ-κοχλία και υδροληψίες ή σέλες. Διατάσσονται υποχρεωτικά κάθετα προς τους πλευρικούς (βλ. 1.3.3) και με διάφορες κατευθύνσεις σε σχέση με τους κύριους.



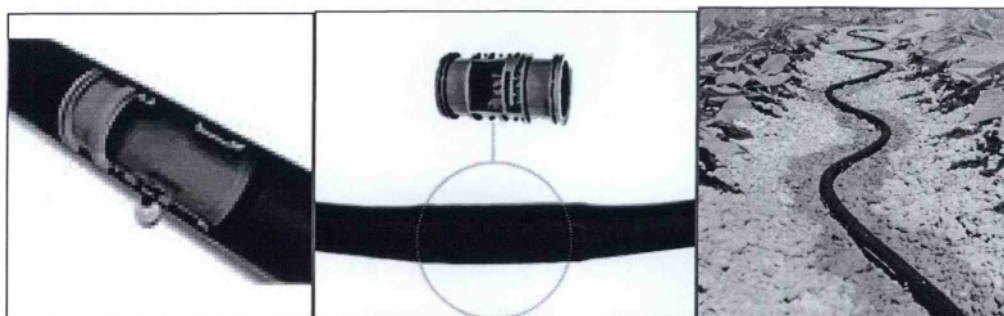
Εικ.1 Σωλήνες άρδευσης από πολυαιθυλένιο (PE) (πηγή Διαδίκτυο)

1.3.3 Πλευρικοί σωλήνες

Είναι οι μικρότεροι σε διάμετρο αγωγοί. Αποτελούνται από πολυαιθυλένιο (PE) χαμηλής πυκνότητας και σκοπός τους είναι να προσλαμβάνουν το νερό από τους δευτερεύοντες και να το διαμοιράζουν ομοιόμορφα δια μέσω των διανεμητών ή από ειδικούς πόρους ή διατρήσεις που φέρουν τα τοιχώματά τους. Η εξωτερική τους διάμετρος κυμαίνεται από 12-32 mm και η αντοχή τους σε πιέσεις από 0,5-6 atm. Τοποθετούνται επιφανειακά κατά κανόνα κάθετα προς τους δευτερεύοντες και παράλληλα προς τις γραμμές της καλλιέργειας. Το χρώμα τους είναι μαύρο για αυξημένη αντοχή στη φωτόλυση της ηλιακής ακτινοβολίας καθώς είναι αδιαπέραστοι από το φως. Η ιδιότητα αυτή εμποδίζει ταυτόχρονα την ανάπτυξη μικροοργανισμών στο εσωτερικό τους όπως άλγες, μύκητες κλπ, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν εμφράξεις στο σύστημα. Ανάλογα με τον τρόπο που διανέμουν το νερό διακρίνονται σε:

- **διανεμτοφόρους:** διανέμουν το νερό μέσω των διανεμητών που φέρουν, ενώ στην περίπτωση που οι διανεμητές είναι σταλακτήρες, ονομάζονται *σταλακτηφόροι*
- **διάτρητους:** φέρουν σε κανονικά διαστήματα οπές από τις οποίες το νερό εκρέει ή εκτοξεύεται με τη μορφή πίδακα, χρησιμοποιούνται κυρίως για την άρδευση κηπευτικών και ανθοκομικών φυτών.

- πορώδεις: έχουν πορώδη τοιχώματα από τα οποία το νερό διαχέεται στο επίπεδο των ριζών των φυτών (υπόγεια άρδευση) με τη μορφή εφίδρωσης και για το λόγο αυτό τοποθετούνται κατά κανόνα υπόγεια.



Εικ.2 Σταλακτηφόροι σωλήνες(αριστερά & κέντρο) και σωλήνας εφίδρωσης (δεξιά (πηγή Διαδίκτυο)

1.3.4 Εγκατάσταση σωληνώσεων

Τόσο οι κύριοι όσο και οι δευτερεύοντες σωλήνες, κατά κανόνα, τοποθετούνται υπόγεια. Οι σημαντικότεροι λόγοι που επιβάλλουν την υπόγεια τοποθέτησή τους είναι οι παρακάτω:

- αποφεύγεται η παρεμπόδιση των καλλιεργητικών εργασιών και διευκολύνονται οι μετακινήσεις στο χώρο άρδευσης
- προφυλάσσονται οι σωλήνες από μηχανικές βλάβες, που δύναται να προκληθούν από μηχανήματα, ζώα κλπ
- προστατεύονται οι σωλήνες από τη δυσμενή επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας

Τέλος πριν την τελική κάλυψη του δικτύου με χώμα είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί έλεγχος της στεγανότητάς για λόγους πρόνοιας διαρροών, διαφοράς πίεσης στα διάφορα σημεία κλπ. Κατά τον έλεγχο αυτό το δίκτυο γεμίζεται με νερό και με μανόμετρο στα υψηλότερα ελέγχεται η πίεση δοκιμής. Στις συνήθεις διαμέτρους των σωληνώσεων το δίκτυο δοκιμάζεται σε πίεση 1,5 φορές μεγαλύτερη από την ονομαστική πίεση λειτουργίας των σωληνώσεων για αρκετές ώρες. Μετά το πέρας όλων των παραπάνω πραγματοποιείται η ολική επίχωση του δικτύου.

1.4 Διανεμητές

Οι διανεμητές συνδέονται με τους αγωγούς άρδευσης με ειδικά εξαρτήματα ή είναι ενσωματωμένοι. Διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες και κάθε τύπος διανεμητή χαρακτηρίζεται από την ονομαστική παροχή του εκφρασμένη σε lt/h και την πίεση λειτουργίας εκφρασμένη σε bar.

1.4.1 Σταλάκτες (drippers)

Σταλάκτες (drippers) ονομάζονται οι διανεμητές νερού που χρησιμοποιούνται για τον εξοπλισμό των συστημάτων εντοπισμένης άρδευσης με σταγόνες. Κατασκευάζονται συνήθως από πλαστική σκληρή ύλη πολυπροπυλενίου ή πολυαιθυλενίου και το κοινό χαρακτηριστικό τους είναι ότι επιτρέπουν την εκροή νερού με τη μορφή ελεύθερων σταγόνων καθώς και το

ότι λειτουργούν σε χαμηλή πίεση (1-2atm). Οι σταλάκτες υπάρχουν σε μεγάλη ποικιλία ειδών και τύπων.



Εικ.3 Διάφοροι σταλάκτες (πηγή Διαδίκτυο)

A. Κατάταξη με βάση τα υδραυλικά χαρακτηριστικά: διακρίνονται σε σταλάκτες μεγάλης και μικρής διαδρομής.

α) Σταλάκτες μεγάλης διαδρομής

Σε αυτούς το νερό διαγράφει μια μεγάλη διαδρομή μέσα από μια μικρή διατομή με αποτέλεσμα την απώλεια φορτίου λόγω τριβών. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν:

- **Σταλάκτες με ελικοειδή διαδρομή:** το νερό ακολουθεί μια ελικοειδή διαδρομή έως ότου εκρεύσει.
- **Σταλάκτες με σπειροειδή διαδρομή:** το νερό ακολουθεί ένα είδος λεπτής σπειροειδούς διαδρομής μέσα στο σώμα του σταλακτήρα έως ότου εκρεύσει.
- **Σταλάκτες με μαιανδρική διαδρομή:** το νερό ακολουθεί μια διαδρομή από εναλλασσόμενες διευρύνσεις και στενώσεις σε σχήμα μαιάνδρου.
- **Σταλάκτες μικτής διαδρομής:** πρόκειται για συνδυασμό των παραπάνω τύπων όπου οι δίοδοι του νερού είναι ελικοειδείς στην αρχή και ευθύγραμμοι στο τέλος.

β) Σταλάκτες μικρής διαδρομής

Στον τύπο αυτό το νερό διέρχεται από μία οπή μικρής διαμέτρου μέσα στην οποία προκαλείται απώλεια πίεσης με αποτέλεσμα η εκροή να παίρνει τη μορφή πίδακα, ο οποίος με ένα κατάλληλο κάλυμμα μετατρέπεται σε σταγόνες. Σε αυτούς ανήκουν:

- **Σταλάκτες τύπου οπής:** για την έξοδο του νερού έχουν μια μικρή οπή με σχετικό κάλυμμα
- **Σταλάκτες τύπου στροβίλου:** το νερό εισέρχεται εφαπτομενικά σε έναν κυλινδρικό θαλαμίσκο, όπου στροβιλίζεται με σημαντικές απώλειες φορτίου και ακολούθως ανεβαίνει προς τα πάνω και εκρέει με τη μορφή σταγόνων.

B. Κατάταξη με βάση τον τρόπο σύνδεσης: διακρίνονται σε

α) **Πλευρικοί σταλάκτες:** συνδέονται πλευρικά στα τοιχώματα των αγωγών άρδευσης και προεξέχουν από αυτούς. Για την τοποθέτησή τους χρησιμοποιείται ένας διατρητήρας (σγρόμπια) ανοίγοντας μια οπή και ακολούθως ωθείται ο σταλάκτης σε αυτή με τον ειδικό συνδετήρα που φέρει στο άκρο του. Έχουν το πλεονέκτημα της εύκολης τοποθέτησης και στις επιθυμητές αποστάσεις ενώ σταδιακά μπορούμε να τοποθετούμε και νέους ανάλογα με τις υδατικές απαιτήσεις των φυτών. Μειονεκτούν στο γεγονός ότι μπορούν εύκολα να αποσπασθούν από τους αγωγούς που είναι τοποθετημένοι από ανθρώπους, ζώα και μηχανήματα.

β) **Γραμμικοί σταλάκτες:** έχουν σχήμα κυλινδρικό, μήκος 10 εκ περίπου και εξωτερική διάμετρο ίση ή λίγο μεγαλύτερη από εκείνη του πλευρικού σωλήνα. Για να γίνει η σύνδεση κόβεται ο πλευρικός σωλήνας και τα δύο στενότερα αυλακωτά άκρα του σταλάκτη εισάγονται στις αντίστοιχες τομές του σωλήνα. Πλεονεκτούν στην ταχύτερη εγκατάσταση του δικτύου και στην εύκολη περιτύλιξη των πλευρικών σωλήνων όταν αυτό απαιτηθεί. Μειονεκτούν στο γεγονός ότι δεν υπάρχουν πολλά περιθώρια επιλογής λόγω τυποποίησής τους από το εργοστάσιο κατασκευής καθώς και στο ότι η παρεμβολή τους προκαλεί μεγαλύτερες απώλειες πίεσης ταυτόχρονα και η αποσύνδεσή τους δεν είναι σχετικά εύκολη.

Γ. Κατάταξη με βάση των αριθμό των οπών εξόδου:

α) **Σταλάκτες απλής εξόδου:** έχουν μια μόνο οπή για την εκροή του νερού και είναι οι πλέον διαδεδομένοι.

β) **Σταλάκτες πολλαπλής εξόδου:** διαθέτουν 2-6 οπές εκροής του νερού το οποίο διανέμεται στα διάφορα σημεία του εδάφους μέσω λεπτών σωληνίσκων.

Δ. Κατάταξη με βάση τη ρύθμιση της παροχής: διακρίνονται σε

α) **Σταλάκτες σταθερής παροχής:** διατηρούν την παροχή τους ορισμένη και σταθερή σε δεδομένη πίεση

β) **Σταλάκτες ρυθμιζόμενης παροχής:** για ορισμένη πίεση μεταβάλλουν την παροχή τους με ειδική ρύθμιση, είτε αυξάνοντας το μήκος της διαδρομής είτε μειώνοντας τη διατομή της οπής εκροής.

γ) **Σταλάκτες αυτορυθμιζόμενοι:** διατηρούν την παροχή τους σταθερή όταν η πίεση μεταβάλλεται με κατάλληλους μηχανισμούς.

1.4.2 Μικροεκτοξευτήρες (sprayers ή microsprinklers)

Πρόκειται για μικρούς πλαστικούς εκτοξευτήρες που απαντώνται σε πολλά είδη και τύπους. Η παροχή τους κυμαίνεται από 30-400 lt/h με πίεση 1 bar. Διακρίνονται στους δύο παρακάτω τύπους:

α) **Περιστρεφόμενοι μικροεκτοξευτήρες:** οι οποίοι διαθέτουν ένα κινητό τμήμα που περιστρέφεται κατά τη λειτουργία τους και εκτοξεύει το νερό κυκλικά.

β) **Στατικοί μικροεκτοξευτήρες:** οι οποίοι δεν έχουν κινητά μέρη και έτσι εκτοξεύουν το νερό σταθερά σε κυκλικό ή ημικυκλικό σχήμα.

Η σύνδεσή και των δύο τύπων, με τους αγωγούς άρδευσης γίνεται είτε με απευθείας τοποθέτησή τους πάνω σε αυτούς (κάρφωμα) είτε με τη βοήθεια ειδικών εύκαμπτων σωληνίσκων που μεταφέρουν το νερό από τον πλευρικό σωλήνα στο μικροεκτοξευτήρα. Σε αυτήν την περίπτωση ο μικροεκτοξευτήρας τοποθετείται για στήριξη πάνω σε ειδικό υποστήριγμα (λόγχη) το οποίο καρφώνεται στο έδαφος.

Οι μικροεκτοξευτήρες πλεονεκτούν έναντι των σταλακτών, γιατί δεν παρουσιάζουν εύκολα προβλήματα εμφράξεων, καθώς η ταχύτητα ροής του νερού σε αυτούς είναι μεγαλύτερη από αυτή στους σταλάκτες. Στα μειονεκτήματά τους συγκαταλέγονται το πολύ μικρό μέγεθος σταγονιδίων (υγρό νέφος) που δημιουργούν γεγονός που ευνοεί την ανάπτυξη μυκήτων, τη διασπορά των σταγονιδίων από τον άνεμο με συνέπεια την ανομοιόμορφη άρδευση και τέλος τη μεγαλύτερη απώλεια νερού λόγω αυξημένης εξάτμισης.



Εικ.4 Διάφοροι μικροεκτοξευτήρες (πηγή Διαδίκτυο)

1.5 Εξαρτήματα συνδεσμολογίας

Τα εξαρτήματα συνδεσμολογίας αποτελούν το συνδετικό μέσο όλου του αρδευτικού δικτύου. Η συναρμολόγηση του δικτύου και η υδατοστεγής σύνδεση των σωληνώσεων και τμημάτων αυτού, προϋποθέτει την ύπαρξη ενδιάμεσων, πλαστικών ή μεταλλικών, εξαρτημάτων καθώς και τη σωστή τοποθέτησή τους.

Τα εξαρτήματα αυτά χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία γωνιών (90°) και διακλαδώσεων (ταφ), για τη μείωση διατομών, για τη σφράγιση και επισκευή σωλήνων, για τη σύνδεση εκτοξευτήρων και βαλβίδων με αυτούς καθώς και για τη σύνδεση σωλήνων

μεταξύ τους. Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους. Σε εξαρτήματα πολυαιθυλενίου (PE), σε εξαρτήματα χαλκού και σε εξαρτήματα πολυβινυλοχλωρίου (PVC).

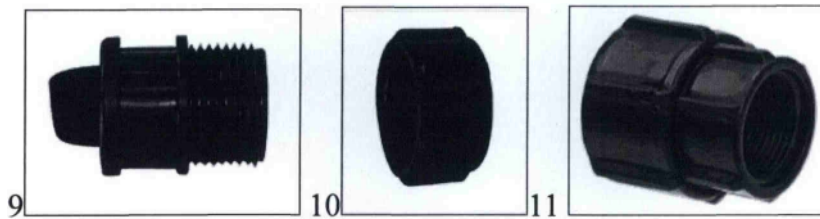
1.5.1 Εξαρτήματα πολυαιθυλενίου (PE)

Τα εξαρτήματα πολυαιθυλενίου συνδέονται στους σωλήνες πολυαιθυλενίου με στροφή (κοχλίωση ή βίδωμα) ή με σύσφιγξη. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

Α) Υδραυλικά εξαρτήματα: υπάρχουν σε διάφορα μεγέθη και μερικά τα σημαντικότερα από αυτά είναι:

- 1) **Μαστός:** φέρει αρσενικό σπείρωμα (κοχλίωση) και στις δύο οπές του.
- 2) **Μούφα:** φέρει θηλυκό σπείρωμα (κοχλίωση) και στις δύο οπές του.
- 3) **Γωνία θηλυκή:** έχει μορφή γωνίας 90° και φέρει ίδιο θηλυκό σπείρωμα και στις δύο οπές του.
- 4) **Γωνία αρσενική:** έχει μορφή γωνίας 90° και φέρει ίδιο αρσενικό σπείρωμα και στις δύο οπές του.
- 5) **Γωνία θηλυκή – αρσενική:** έχει μορφή γωνίας και φέρει αρσενικό σπείρωμα στη μία οπή του και θηλυκό στην άλλη.
- 6) **Ταφ θηλυκό:** εξάρτημα κάθετης διακλάδωσης με θηλυκές οπές και στις τρεις οπές του.
- 7) **Ταφ αρσενικό:** φέρει αρσενικές οπές και στις τρεις οπές του.
- 8) **Ταφ αρσενικό – θηλυκό – αρσενικό:** εξάρτημα διακλάδωσης που φέρει αρσενικές οπές στα άκρα και θηλυκή οπή στο μέσο του.
- 9) **Μούφα συστολική:** φέρει θηλυκά σπειρώματα διαφορετικής διατομής.
- 10) **Μαστός συστολικός:** φέρει αρσενικά σπειρώματα διαφορετικής διατομής.
- 11) **Συστολή Αμερικής:** φέρει εξωτερικά αρσενικό σπείρωμα μιας διατομής και εσωτερικά θηλυκό σπείρωμα μικρότερης διατομής.
- 12) **Τάπα αρσενική – θηλυκή:** απομονώνει ένα άλλο υδραυλικό εξάρτημα





Εικ.5 1) Μαστός, 2) Μούφα, 3) Γωνία θηλυκή, 4) Γωνία αρσενική, 5) Γωνία θηλυκή – αρσενική, 6) Ταφ θηλυκό, 7) Ταφ αρσενικό, 8) Συστολή Αμερικής, 9) Τάπα αρσενική, 10) Τάπα θηλυκή, 11) Μούφα συστολική, (πηγή Διαδίκτυο)

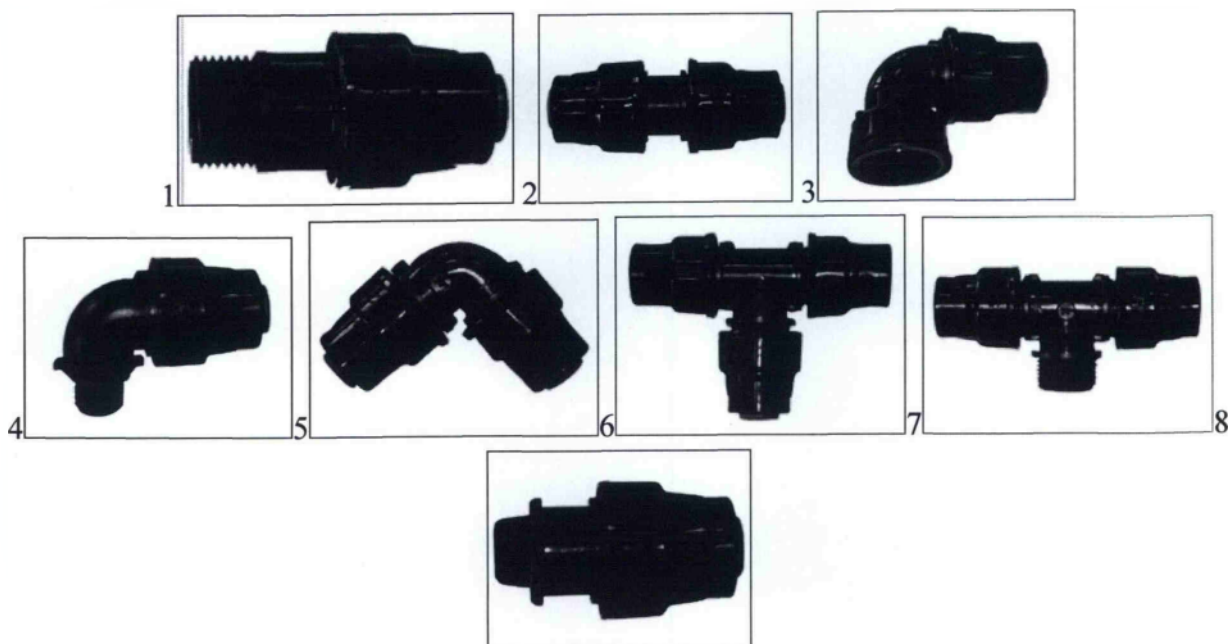
B) Εξαρτήματα σύνδεσης σωλήνων:

Η σύνδεση σωλήνων πολυαιθυλενίου (PE) μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Ο πλέον διαδεδομένος είναι με τη χρήση εξαρτημάτων μηχανικής σύσφιγξης (ρακόρ).

i) Εξαρτήματα μηχανικής σύσφιγξης (ρακόρ) τύπου lock

Τα εξαρτήματα αυτά φέρουν στο ένα άκρο ένα μηχανισμό τύπου ρακόρ που δέχεται το σωλήνα και στο άλλο άκρο φέρουν όμοιο μηχανισμό ή κάποιο άλλο υδραυλικό σπειρώμα, αρσενικό ή θηλυκό, για σύνδεσή του σε κάποιο άλλο εξάρτημα. Τέτοια εξαρτήματα είναι:

- **Ρακόρ lock αρσενικό:** συνδέει ένα σωλήνα με υδραυλικό εξάρτημα θηλυκού σπειρώματος
- **Σύνδεσμος lock:** συνδέει σωλήνες ίδιας διαμέτρου.
- **Γωνία lock – θηλυκή:** συνδέει σωλήνα με υδραυλικό εξάρτημα αρσενικού σπειρώματος σε γωνία 90°
- **Γωνία lock – αρσενική:** συνδέει σωλήνα με υδραυλικό εξάρτημα θηλυκού σπειρώματος σε γωνία 90°
- **Γωνία lock:** συνδέει δύο σωλήνες ίδιας διαμέτρου σε γωνία 90°
- **Ταφ lock:** συνδέει τρεις σωλήνες ίδιας διαμέτρου
- **Ταφ lock – θηλυκό:** συνδέει δύο σωλήνες ίδιας διαμέτρου με υδραυλικό εξάρτημα αρσενικού σπειρώματος
- **Ταφ lock – αρσενικό:** συνδέει δύο σωλήνες ίδιας διαμέτρου με υδραυλικό εξάρτημα θηλυκού σπειρώματος
- **Τάπα lock:** απομονώνει ένα σωλήνα

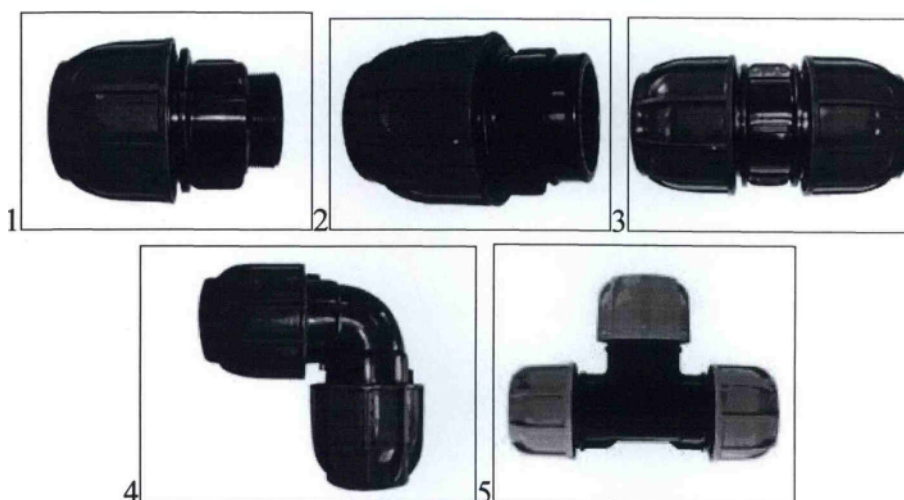


Εικ.6 1)Ρακόρ lock αρσενικό, 2) Σύνδεσμος lock, 3)Γωνία lock – θηλυκή, 4)Γωνία lock – αρσενική, 5)Γωνία lock, 6)Ταφ lock, 7)Ταφ lock – αρσενικό, 8) Τάπα lock
(πηγή Διαδίκτυο)

ii) Εξαρτήματα μηχανικής σύσφιγξης (ρακόρ) κοχλιωτά

Τα κοχλιωτά εξαρτήματα χρησιμοποιούνται για συνδέσεις σωλήνων με διατομή $\varnothing 25 - \varnothing 110$ και τοποθετούνται με ώθηση και σύσφιξη. Τα βασικότερα από αυτά είναι:

- Ρακόρ κοχλιωτό αρσενικό: συνδέει σωλήνα με υδραυλικό εξάρτημα θηλυκού σπειρώματος
- Ρακόρ κοχλιωτό θηλυκό: συνδέει σωλήνα με υδραυλικό εξάρτημα αρσενικού σπειρώματος
- Σύνδεσμος κοχλιωτός: συνδέει δύο σωλήνες ίδιας διατομής
- Γωνία κοχλιωτή: συνδέει δύο σωλήνες ίδιας διατομής σε γωνία 90°
- Ταφ κοχλιωτό: συνδέει τρεις σωλήνες ίδιας διατομής.



Εικ.7 1)Ρακόρ κοχλιωτό αρσενικό, 2)Ρακόρ κοχλιωτό θηλυκό, 3)Σύνδεσμος κοχλιωτός, 4)Γωνία κοχλιωτή, 5)Ταφ κοχλιωτό (πηγή Διαδίκτυο)

iii) Εξαρτήματα με ακίδες (σπαρωτά-φίς)

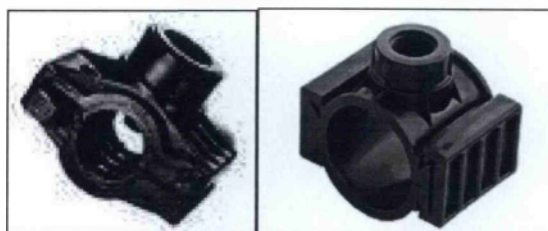
Αυτά χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση σωλήνων με διατομή από Ø4 - Ø32 και τοποθετούνται με ώθηση. Μερικά από αυτά είναι: ταφ σπαρωτό, γωνία σπαρωτή, σύνδεσμος σπαρωτός, τάπα σπαρωτή, μαστός σπαρωτός, δίοφθαλμο (απομονώνει ένα σωλήνα με την αναστροφή του ακραίου τμήματος), λήψη (με αυτή κάνουμε διακλαδώσεις σε μικρότερης διατομής σωλήνα).



Εικ.8 1)Γωνία φίς, 2)Σύνδεσμος φίς, 3)Ταφ φίς (πηγή Διαδίκτυο)

1.5.2 Σέλες υδροληψίας

Οι σέλες υδροληψίας χρησιμοποιούνται για την ασφαλή από άποψη στεγανότητας λήψη του νερού από τους αρδευτικούς σωλήνες. Προσαρμόζονται με διάφορους τρόπους πάνω σε αυτούς. Φέρουν θηλυκά σπειρώματα διαφόρων διατομών όπως 1/2", 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2" κ.α. Πάνω σε αυτές προσαρμόζονται οι διάφοροι σωλήνες που χρειάζεται να πάρουν νερό, οι σωλήνες ανύψωσης, οι εκτοξευτήρες, οι ηλεκτροβαλβίδες κλπ. Οι σημαντικότεροι τύποι σελών υδροληψίας είναι η συρταρωτή σέλα, η σέλα σφήνας και η σέλα με βίδες.



Εικ.9 Σέλες υδροληψίας (συρταρωτή αριστερά, σφήνας δεξιά) (πηγή Διαδίκτυο)

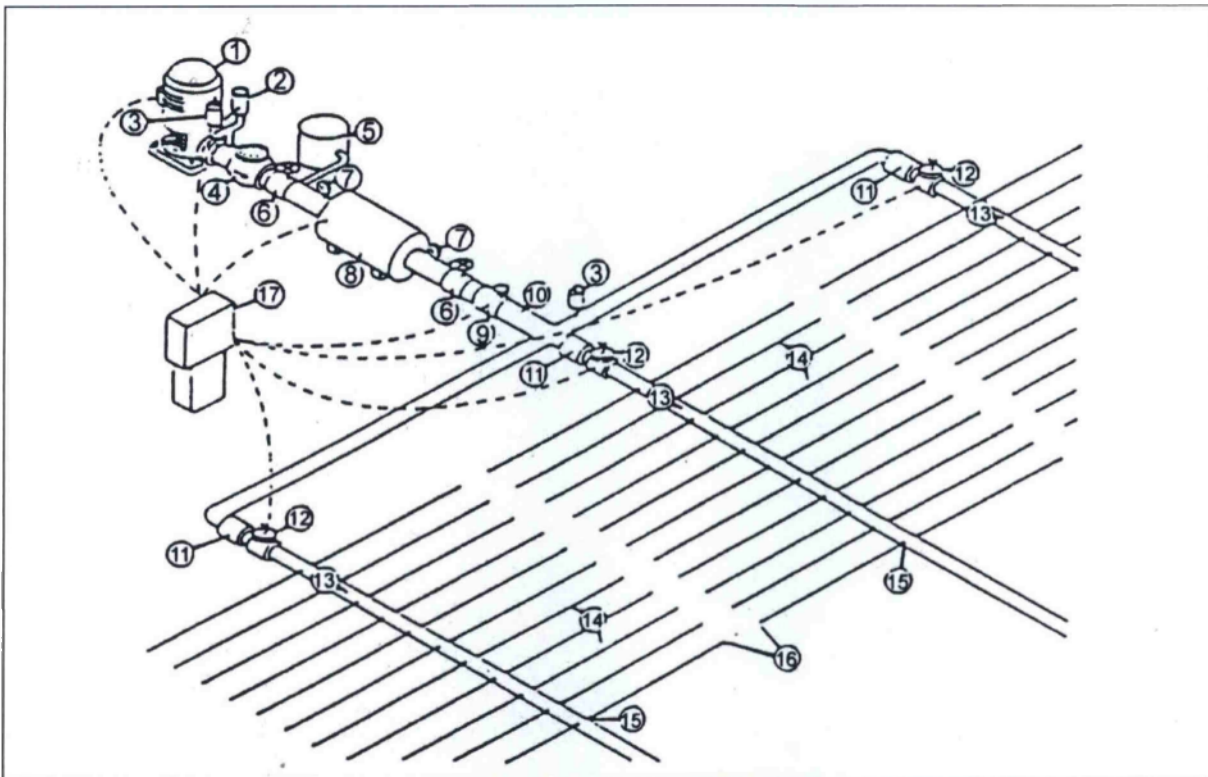
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ουζούνης Δ., (2002), *Συστήματα αυτόματης άρδευσης, άρδευση με σταγόνες και μικροεκτοξευτήρες*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
2. Ουζούνης, Δ., (1985). *Η θεωρητική και πρακτική μέθοδος αρδεύσεως με σταγόνες*. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
3. Μπαμπίλης Δ., (2004), *Άρδευτικά δίκτυα πρασίνου*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
4. Μιχελάκης Ν., (1988), *Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης -Άρδευση με Σταγόνες*, εκδ. Εκδοτική Αγροτεχνική ΕΑΕ
5. Μαυρογιαννόπουλος Γ., (2005), *Θερμοκήπια*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
6. Τερζίδης Γ., Παπαζαφειρίου Δ., (1997), *Γεωργική Υδραυλική*, εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη
7. ΠΑΠΑΖΑΦΕΙΡΙΟΥ, Ζ., (1998). *Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων*. εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη
8. ΠΑΠΑΖΑΦΕΙΡΙΟΥ, Ζ., (1999). *Ανάγκες σε Νερό των Καλλιεργειών*. εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη

2. Λειτουργία συγκροτήματος - αυτοματισμοί

2.1 Γενικά

Η ορθή χρήση του νερού στη γεωργία σήμερα επιτυγχάνεται με την επιστημονική εφαρμογή της άρδευσης, η οποία είναι προϊόν των συστημάτων αυτόματης και πλήρως ελεγχόμενης άρδευσης. Ειδικά, στις περιπτώσεις, όπου αντιμετωπίζεται η άρδευση εκτεταμένων χώρων καλλωπιστικού πρασίνου και μεγάλων δυναμικών καλλιεργειών είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση συλλογικών συστημάτων αυτόματης άρδευσης με κεντρική μονάδα ελέγχου. Τα συστήματα αυτά ακολουθούν τις τελευταίες εξελίξεις στον τομέα του αυτοματισμού της άρδευσης. Μια ολοκληρωμένη τυπική μονάδα αυτόματου αρδευτικού δικτύου με τα βασικά στοιχεία απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχ.6 Αυτόματη τυπική μονάδα αρδευτικού συγκροτήματος. (1) Ηλεκτραντλία, (2) Κεντρική βάνα, (3) Βαλβίδα εκτονωτική, (4) Βαλβίδα αντεπιστροφής, (5) Σύστημα υδρολίπανσης, (6) Βάνα διαφορικής πίεσης, (7) Μανόμετρα, (8) Σύστημα φιλτραρίσματος, (9) Υδρόμετρο ή αυτόματη ογκομετρική βαλβίδα, (10) Κεντρικός αγωγός, (11) Φίλτρο εισόδου στους σωλήνες (αν είναι αναγκαίο), (12) Βάνες ελέγχου (χειροκίνητες και αυτόματες), (13) Είσοδος σωλήνων, (14) Σταλακτοφόροι σωλήνες, (15) Συναρμολογήσεις, (16) Τέρμα της γραμμής άρδευσης, πόμα ή αυτόματη βαλβίδα εκκένωσης, (17) Προγραμματιστής άρδευσης. (πηγή: Ουζούνης Δ., 2002, Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με σταγόνες & μικροεκτοξευτήρες, εκδ. Γαρταγάνη)

Ανάλογα με το μέγεθος της εκμετάλλευσης και τις δυνατότητες επιβάρυνσης εφαρμόζεται και ο βαθμός αυτοματοποίησης του συστήματος άρδευσης. Σήμερα ένα αυτόματο αρδευτικό δίκτυο λειτουργεί από την πιο απλή μορφή του με χειροκίνητες βάνες και μειωτές πίεσης μέχρι την πιο αυτοματοποιημένη με ηλεκτρικούς χρονοδιακόπτες και ηλεκτρονικό προγραμματιστή.

2.2 Χειροκίνητη λειτουργία

Κατά τη χειροκίνητη λειτουργία όλοι οι απαιτούμενοι χειρισμοί, τόσο για την έναρξη και παύση της λειτουργίας του δικτύου, όσο και την εναλλαγή των στάσεων πραγματοποιούνται με απλούς χειροκίνητους διακόπτες ή μειωτές πίεσης στην κεφαλή του δικτύου ή την αρχή κάθε στάσης.

2.3 Ημιαυτόματη λειτουργία

Η ημιαυτόματη λειτουργία πραγματοποιείται με ειδικές ογκομετρικές βαλβίδες, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να κλείνουν αυτόματα, αφού περάσει η προκαθορισθείσα στο σχετικό όργανο ποσότητα νερού.

2.4 Διαδοχική λειτουργία

Η διαδοχική χορήγηση νερού από τη μία στάση στην άλλη, στις περιπτώσεις άρδευσης του αγρού με περισσότερες από μια στάσεις, διενεργείται με διαφραγματικές βαλβίδες. Οι βαλβίδες αυτές επιτρέπουν ή διακόπτουν τη ροή του νερού αυτόματα και διακρίνονται σε υδραυλικές και ηλεκτρικές.

2.5 Αυτόματη λειτουργία

Η αυτόματη λειτουργία πραγματοποιείται με ένα ηλεκτρικό χρονοδιακόπτη, ο οποίος μπορεί να προγραμματιστεί κατά βούληση, ώστε να θέτει σε κίνηση τον ηλεκτροκινητήρα και να το σταματά ύστερα από ορισμένη διάρκεια λειτουργίας. Υπάρχει και πολλαπλός χρονοδιακόπτης, που ρυθμίζει και τη διαδοχική λειτουργία των ηλεκτρικών διαφραγματικών βαλβίδων των διαφόρων στάσεων άρδευσης.

Είναι δυνατή επίσης η ρύθμιση της άρδευσης με ογκομέτρηση του διερχομένου από την κεφαλή νερού, αρκεί η ογκομετρική βαλβίδα να διασυνδεθεί ηλεκτρικά με ένα προγραμματιστή, ώστε με τη διακοπή της, να διακόπτεται και η λειτουργία του κινητήρα της αντλίας.

Άλλος τρόπος αυτοματισμού είναι η σύνδεση ενός ηλεκτρικού προγραμματιστή με ένα εξατμισόμετρο, οπότε αυτοματοποιείται η άρδευση με εξάρτηση από την εξατμισοδιαπνοή.

Ακόμη είναι δυνατό να αυτοματοποιηθεί η άρδευση στις περιπτώσεις κατά τις οποίες συσχετίζεται η υγρασιακή κατάσταση του εδάφους με αυτόματα ηλεκτρονικά όργανα διαμέσου тенσιομέτρων, τα οποία μετρώντας με ακρίβεια την εδαφική υγρασία δίνουν την εντολή έναρξης ή παύσης της άρδευσης και κανονίζουν πάντοτε η τάση της εδαφικής υγρασίας να είναι χαμηλή στα όρια μύζησης των ριζών των φυτών.

2.6 Αυτοματισμοί

Οι αυτοματισμοί στην τοπική άρδευση με σταγόνες ή μεκάρκια άρχισαν να εφαρμόζονται εξαιτίας του συνεχούς αυξανόμενου κόστους των εργατικών, των ευκολιών που προσφέρουν και των δυνατοτήτων που παρέχουν πάνω στην εφαρμογή των προγραμμάτων άρδευσης. Έτσι:

- Δίνεται η δυνατότητα άρδευσης τις νυχτερινές ώρες.
- Παρέχεται η δυνατότητα αύξησης της αρδευόμενης έκτασης και οικονομικότερης αντιμετώπισης του φιλτραρίσματος του νερού.

Έτσι αν η υδροληψία ή η αντλία καλύπτει ένα μόνο μέρος της έκτασης, με τη χρησιμοποίηση των αυτοματισμών και ποτίζοντας σε 24ωρη βάση, πολλαπλασιάζεται η αρδευόμενη επιφάνεια μέχρι και 12 φορές ή και περισσότερο, ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας και το εφαρμοζόμενο εύρος άρδευσης.

Όταν εξάλλου έχουμε νερό με πολλές ξένες ύλες και το κόστος φιλτραρίσματος όλης της ποσότητας μιας εφαρμογής άρδευσης είναι ακριβό, τότε συμφέρει πολλές φορές τεχνοοικονομικά να φιλτράρεται λιγότερη ποσότητα νερού και η έκταση να ποτίζεται διαδοχικά.

Τα στοιχεία ενός συστήματος ελέγχου περιλαμβάνουν τους προγραμματιστές και τις ηλεκτροβάνες.

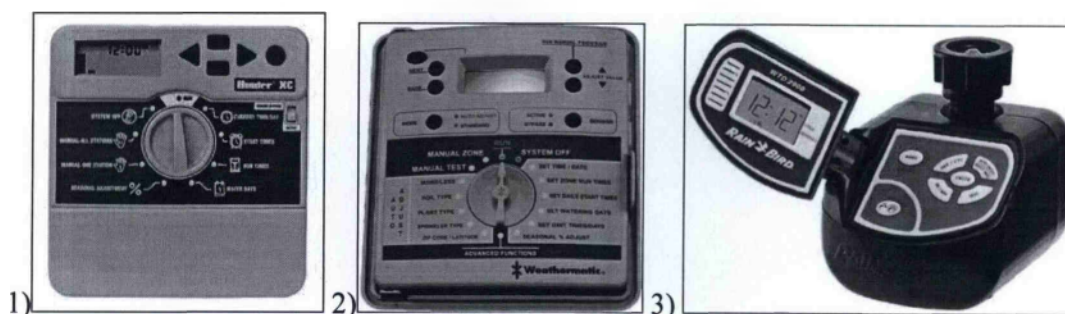
2.6.1. Προγραμματιστές

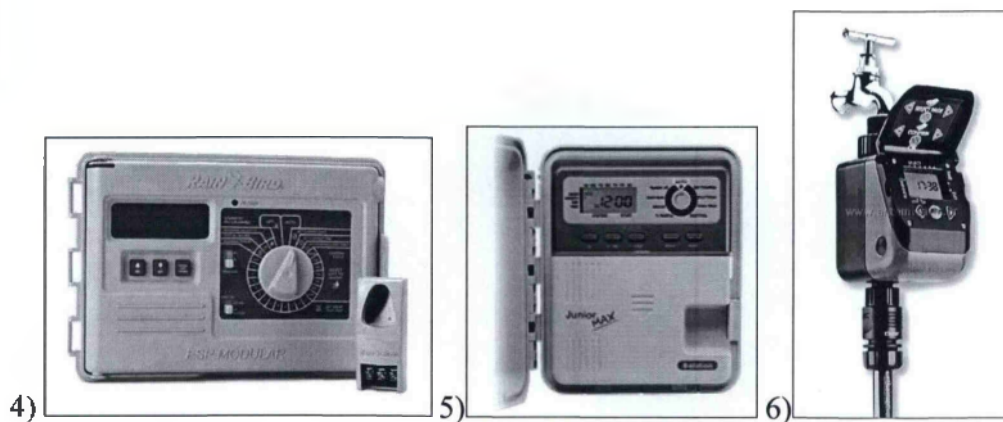
Οι προγραμματιστές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τους ηλεκτρομηχανικούς και τους ηλεκτρονικούς. Οι ηλεκτρομηχανικοί χρησιμοποιούν ένα μικρό σερβοκινητήρα και μηχανικές επαφές. Οι ηλεκτρονικοί προγραμματιστές είναι συνήθως εφοδιασμένοι με μια μικρή μπαταρία, που κρατά το πρόγραμμα στη μνήμη, όταν διακοπεί το ρεύμα και έτσι το πότισμα ξεκινά με την επανασύνδεση, χωρίς να χρειάζεται να προγραμματιστεί πάλι. Έχουν επίσης και βοηθητική έξοδο για τον έλεγχο της αντλίας νερού.

Τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά ενός προγραμματιστή είναι:

- 1) Ο αριθμός στάσεων ή σταθμών
- 2) Η ρύθμιση του χρόνου ποτίσματος κάθε σταθμού
- 3) Οι ημέρες ποτίσματος
- 4) Ο αριθμός ποτισμάτων (κύκλων) ανά ημέρα ποτίσματος
- 5) Ο αριθμός προγραμμάτων

Όλοι οι προγραμματιστές τροφοδοτούνται με 220V/50Hz και έχουν εξόδους 24V/50Hz, για λόγους ασφάλειας και είναι η συνηθισμένη τάση για τις ηλεκτρομαγνητικές βάνες.

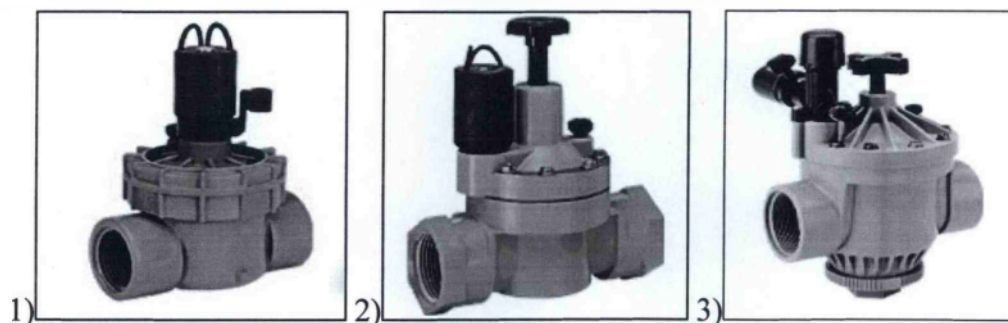




Εικ.10 Διάφοροι τύποι προγραμματιστών άρδευσης: 1) Hunter XC (πηγή: <http://www.hunterindustries.com>, 2)Weathermatic smartline (πηγή: <http://www.weathermatic.com>), 3)Rainbird WTD 2900 (πηγή: <http://www.rainbird.gr>), 4)Rainbird ESP (πηγή: <http://www.rainbird.gr>), 5)Irritrol Junior Max (πηγή: <http://www.irritrol.com>), 6) Claber Video 2 (πηγή: <http://www.claberinc.com>)

2.6.2. Ηλεκτροβάνες

Οι ηλεκτρομαγνητικές βάνες είναι πλαστικές ή μεταλλικές βάνες με διάφραγμα, που έχουν ηλεκτρομαγνήτη, ο οποίος λειτουργεί με 24V/50Hz. Η αρχή λειτουργίας τους είναι, ότι ανοιγοκλείνουν με την πίεση του νερού και γι' αυτό για όλα τα μοντέλα από 3/4" - 3" χρησιμοποιείται ο ίδιος ηλεκτρομαγνήτης. Η πίεση λειτουργίας κυμαίνεται από 0,5 atm (ελάχιστη) μέχρι 10 atm (μέγιστη) και αντέχουν στα λιπάσματα και φάρμακα που χρησιμοποιούνται κατά την άρδευση στα δίκτυα. Ορισμένες έχουν ενσωματωμένο ρυθμιστή πίεσης ή εξωτερικό φίλτρο για τις περιπτώσεις εκείνες που το νερό είναι πολύ ακάθατο. Όλες γενικά έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν χειροκίνητα, όταν προκύψει κάποια βλάβη στο σύστημα. Οι ηλεκτροβάνες μπαταρίας συνοδεύονται και από ένα προγραμματιστή μπαταρίας και έτσι αποτελούν ένα αυτόνομο σημείο ελέγχου χωρίς καλώδια. Στις περιπτώσεις που έχουμε παραπάνω από μια ηλεκτροβάνα σ' ένα δίκτυο, ρυθμίζουμε το χρόνο έναρξης και τη διάρκεια κάθε μιας, ώστε να υπάρχει 1 αλληλοδιαδοχή στο πότισμα. Σήμερα υπάρχουν ηλεκτροβάνες σε διάφορους τύπους, που μπορούν να προσαρμοστούν σε κάθε μια ξεχωριστή περίπτωση δικτύου άρδευσης.



Εικ.11 Διάφοροι τύποι ηλεκτροβάνας, 1)Ηλεκτροβάνα χωρίς έλεγχο ροής, 2)Ηλεκτροβάνα με έλεγχο ροής, 3)Ηλεκτροβάνα με ρυθμιστή πίεσης (πηγή Διαδίκτυο)

2.6.3. Εγκατάσταση συστήματος αυτόματου ποτίσματος

Η εγκατάσταση συστήματος αυτόματου ποτίσματος γενικά διακρίνεται σε δύο κατηγορίες:

α) Εγκατάσταση ηλεκτρικών συστημάτων

Στο σύστημα αυτό ο προγραμματιστής εγκαθίσταται κοντά στην υδροληψία και συγκεκριμένα αν θέλουμε να κάνουμε οικονομία σε καλώδια τοποθετείται στο εσωτερικό του αντλιοστασίου και αν δεν υπάρχει αντλιοστάσιο σε ειδικό κουτί για προστασία.

β) εγκατάσταση υδραυλικών συστημάτων

Στο σύστημα αυτό γίνεται η εγκατάσταση του προγραμματιστή, όπως στην προηγούμενη περίπτωση και κοντά του εγκαθίστανται οι ηλεκτροβάνες - πιλότοι, που συνδέονται ηλεκτρικά μ' αυτόν. Επιπλέον σε κάθε ηλεκτροβάνη - πιλότο υπάρχει και μια χειροκίνητη βάνη 1/2", ώστε όταν δεν υπάρχει ρεύμα να μπορούμε να κάνουμε διαδοχικό πότισμα από το χώρο του προγραμματιστή. Η σύνδεση κάθε βάνης - πιλότου με την αντίστοιχη υδραυλική βάνη γίνεται με σωλήνα πολυαιθυλενίου Φ12 ή Φ16, ανάλογα με την απόσταση. Ο σωλήνας αυτός είναι υπόγειος, όπως οι κύριοι αγωγοί.

Τα πλεονεκτήματα του υδραυλικού συστήματος είναι:

- Στην περίπτωση που η παροχή του νερού είναι ανεξάρτητη από το ηλεκτρικό ρεύμα (π.χ. υδροληψία αρδευτικού δικτύου) και διακοπεί το ρεύμα με συνέπεια να μη λειτουργεί ο προγραμματιστής, εύκολα γίνεται το διαδοχικό πότισμα από το χώρο ελέγχου με τις χειροκίνητες βάνες ελέγχου.
- Στην περίπτωση βλάβης της γραμμής, που συνδέει τον προγραμματιστή με τη βάνη (διαρροή του σωλήνα) η επιθεώρηση και επισκευή είναι ευκολότερη απ' ό,τι στην περίπτωση των καλωδίων.

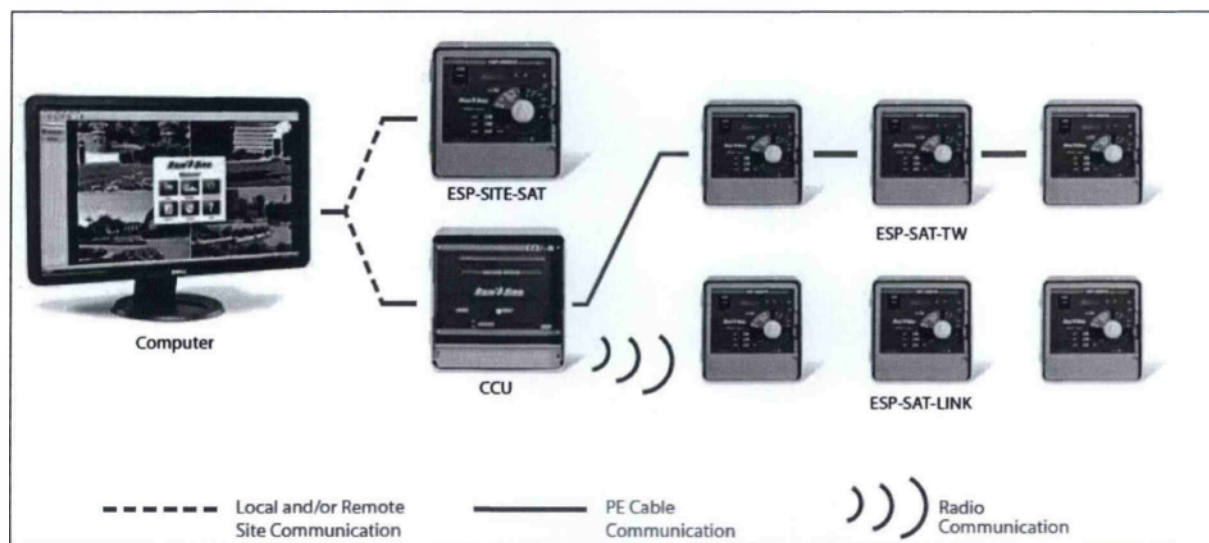
2.7 Σύστημα άρδευσης με κεντρική μονάδα ελέγχου

Ένα σύστημα άρδευσης με κεντρική μονάδα ελέγχου αποτελεί σήμερα την πλέον σύγχρονη και τελειοποιημένη μορφή άρδευσης από άποψη ορθολογικής και οικονομικής διαχείρισης του νερού. Η χρησιμοποίηση τέτοιων συστημάτων άρδευσης συνεπάγεται εξοικονόμηση νερού και ενέργειας, μείωση του κόστους και μέγιστη δυνατή αξιοποίηση του νερού από τα φυτά. Η ορθή χρήση του νερού στη γεωργία επιτυγχάνεται με την επιστημονική εφαρμογή της άρδευσης που είναι πλέον προϊόν των συστημάτων αυτόματου και πλήρως ελεγχόμενου ποτίσματος.

Τα συστήματα αυτά ανήκουν στις τελευταίες εξελίξεις στον τομέα του αυτοματισμού της άρδευσης και τα συναντούμε σε μεγάλα αρδευτικά δίκτυα, καθώς και στην άρδευση εκτεταμένης επιφάνειας πρασίνου, πάρκα πόλεων κ.ά. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των δικτύων αυτόματης άρδευσης με κεντρική μονάδα ελέγχου είναι ότι παρουσιάζει ιδιαίτερη ευελιξία στην εξυπηρέτηση των αναγκών σε νερό μεγάλων εκτάσεων με ανομοιομορφίες στις υδατικές απαιτήσεις τους.

2.7.1. Κεντρικό δίκτυο αυτόματης άρδευσης

Ο εγκέφαλος του συστήματος της αυτόματης άρδευσης είναι ένας κεντρικός ηλεκτρονικός υπολογιστής, που αποτελεί την κεντρική μονάδα. Η λειτουργία του δικτύου επιτυγχάνεται με έναν αριθμό δορυφορικών προγραμματιστών (περιφερειακοί σταθμοί) διαμέσου μιας μονάδας επικοινωνίας και ενίσχυσης σημάτων (modem). Οι περιφερειακοί προγραμματιστές, που ο αριθμός τους ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος της αρδευόμενης έκτασης και ιδιαιτεροτήτων που παρουσιάζει, ελέγχουν με τη σειρά τους έναν αριθμό ηλεκτροβανών που ανοιγοκλείνουν σύμφωνα με τη σειρά του αυτοματισμού, δηλαδή των εντολών που λαμβάνουν. Η κεντρική μονάδα ελέγχου ενός συλλογικού δικτύου αυτόματης άρδευσης εμφανίζει τμηματικά στην οθόνη του υπολογιστή τις διάφορες λειτουργίες του δικτύου και τις δυνατότητες ελέγχου.



Εικ. 12 Κεντρικό σύστημα ελέγχου άρδευσης Rainbird MAXICOM²

(πηγή: <http://www.rainbird.gr>)

2.7.2. Σχεδιασμός δικτύου

Ο σχεδιασμός του δικτύου συνίσταται στη δημιουργία ενός τοπικού δικτύου, που περιλαμβάνει:

- Έναν κεντρικό υπολογιστή, ο οποίος χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του δικτύου και είναι ειδικά φτιαγμένος για εφαρμογές στην άρδευση.
- Μια μονάδα αντικεραυνικής προστασίας, τόσο του κεντρικού υπολογιστή, όσο και των δορυφορικών - περιφερειακών προγραμματιστών.
- Μια μονάδα (modem) επικοινωνίας και ενίσχυσης των σημάτων ανάμεσα στον κεντρικό Η/Υ και των περιφερειακών προγραμματιστών.
- Μια ομάδα δορυφορικών προγραμματιστών 16 στάσεων, 4 ανεξαρτήτων προγραμμάτων, που ο καθένας χωριστά έχει τη δυνατότητα αυτόματης λειτουργίας, ως ατομικός προγραμματιστής, πέραν της λειτουργίας του ως μονάδας του συνολικού δικτύου.
- Ένα σύνολο ηλεκτροβανών διαφόρων διαμέτρων, ανάλογα με τις συγκεκριμένες εφαρμογές άρδευσης που η καθεμιά καλείται να εξυπηρετήσει.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ουζούνης Δ., (2002), *Συστήματα αυτόματης άρδευσης, άρδευση με σταγόνες και μικροεκτοξευτήρες*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
2. Ουζούνης, Δ., (1985). *Η θεωρητική και πρακτική μέθοδος αρδέσεως με σταγόνες*. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
3. Μπαμπίλης Δ., (2004), *Αρδεντικά δίκτυα πρασίνου*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
4. Μιχελάκης Ν., (1988), *Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης -Άρδευση με Σταγόνες*, εκδ. Εκδοτική Αγροτεχνική ΕΑΕ
5. Μαυρογιαννόπουλος Γ., (2005), *Θερμοκήπια*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
6. Τερζίδης Γ., Παπαζαφειρίου Δ., (1997), *Γεωργική Υδραυλική*, εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη

3. Ρύθμιση πίεσης δικτύου - αεραγωγοί υδραυλικό πλήγμα

3.1 Γενικά

Βασική επιδίωξη των αρδεύσεων γενικά είναι η επίτευξη ομοιομορφίας κατά την άρδευση, δηλαδή η ισόποση διανομή του νερού σε όλη την αρδευόμενη έκταση ή τμημάτων αυτής. Η ύπαρξη ομοιομορφίας όμως προϋποθέτει την ομαλή έξοδο του νερού από τα μέσα διανομής, η οποία επιτυγχάνεται μόνο όταν η πίεση του νερού είναι στο ίδιο επίπεδο σε όλη την έκταση του δικτύου. Επομένως απαιτούνται κάποιοι βασικοί υπολογισμοί και παρεμβάσεις ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες σε κάθε περίπτωση που συνοψίζονται και εκφράζονται με τον όρο *ρύθμιση πίεσης - παροχής του δικτύου*. Η ρύθμιση πίεσης εξασφαλίζει την ομαλή λειτουργία του αρδευτικού συγκροτήματος και την ομοιομορφία της άρδευσης, διατηρώντας σε σταθερά επίπεδα την πίεση, την παροχή και τον εξαερισμό του δικτύου.

3.2 Ρύθμιση πίεσης

Επειδή σε διάφορα σημεία του δικτύου λόγω ειδικών συνθηκών, όπως υψομετρικών διαφορών, απωλειών φορτίου και άλλα πολλά, η πίεση είναι υψηλότερη απ' ό,τι απαιτούν οι ανάγκες της ομαλής λειτουργίας, γι' αυτό επιβάλλεται να γίνει ρύθμιση, ώστε να διατηρείται αυτή σταθερή σε όλη την έκταση του δικτύου. Όταν δεν είναι δυνατή ή δε συμφέρει οικονομικά η χρήση σωληνώσεων με κατάλληλες διαμέτρους, τότε χρησιμοποιούνται *ρυθμιστές πίεσης*. Υπάρχουν πολλοί τύποι ρυθμιστών πίεσης με διάφορες δυνατότητες ρύθμισης. Κάθε τύπος περιλαμβάνει διάφορα μεγέθη, καθένα από τα οποία καλύπτει μια ορισμένη περιοχή ροής. Τέτοιοι είναι οι πιεζοθραύστες, οι σταθεροί, μεταβλητοί και μικτοί ρυθμιστές.

3.2.1 Πιεζοθραύστες

Οι πιεζοθραύστες είναι οι συνηθισμένοι διακόπτες (ή βάνες) με τους οποίους προκαλείται μια τοπική στένωση της σωλήνωσης και μειώνεται έτσι η πίεση λόγω των αυξημένων τριβών. Χρειάζεται οπωσδήποτε ένα μανόμετρο, το οποίο δείχνει την πίεση, ώστε ανάλογα με αυτή να ρυθμίζεται το κλείσιμο τους. Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο δίκτυο, όταν η πίεση εισόδου δεν είναι σταθερή και παρουσιάζει διακυμάνσεις, γιατί ανάλογες διακυμάνσεις θα παρατηρούνται και στην έξοδο.

3.2.2 Σταθεροί ρυθμιστές

Οι σταθεροί ρυθμιστές μειώνουν τη μεταβαλλόμενη πίεση εισόδου και τη διατηρούν σταθερή στην έξοδο τους σε επιθυμητά επίπεδα. Η διατομή της ροής στο εσωτερικό τους ελαττώνεται βαθμηδόν με την αύξηση της πίεσης σε τρόπο, ώστε οι προκαλούμενες απώλειες λόγω τριβών να αντισταθμίζουν τις αυξήσεις της πίεσης. Κατασκευάζονται σε διάφορους τύπους που ο καθένας μειώνει μια πίεση από 1-4 atm και τη διατηρεί σταθερή στο επίπεδο της μίας ατμόσφαιρας περίπου.

3.2.3 Μεταβλητοί ρυθμιστές

Οι μεταβλητοί ρυθμιστές είναι σχετικά περίπλοκα όργανα με σκοπό να μειώνουν μια κυμαινόμενη πίεση εισόδου και να τη διατηρούν σταθερή στην έξοδο τους σε ένα χαμηλότερο επίπεδο, το οποίο μπορεί να μεταβάλλεται σε κάθε περίπτωση ανάλογα με τις απαιτήσεις. Για το χειρισμό αυτών των οργάνων έχουν προβλεφθεί ειδικοί κοχλίες ή κουμπιά. Οποσδήποτε η μεταβολή του επιπέδου ρύθμισης της πίεσης απαιτεί την ύπαρξη μανομέτρου.

3.2.4 Μεικτοί ρυθμιστές

Οι μεικτοί ρυθμιστές συνδυάζουν τις ιδιότητες των σταθερών και των μεταβλητών ρυθμιστών. Οι ρυθμιστές αυτού του τύπου μειώνουν και διατηρούν σταθερή μια αυξομειούμενη πίεση σε διάφορα συγκεκριμένα επίπεδα με την προσθήκη περιφερειακά στο εσωτερικό τους ειδικών ελαστικών δακτυλίων. Οι ρυθμιστές αυτοί έχουν τη δυνατότητα για ρύθμιση της πίεσης σε 3 - 4 διάφορα επίπεδα, με την προσθήκη κατάλληλων δακτυλίων. Για την αλλαγή του επιπέδου ρύθμισης δε χρειάζονται μανόμετρο. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν απλές βάνες διακοπής της ροής, καθώς και σαν βαλβίδες αντεπιστροφής.

3.3 Αεραγωγοί

Σε πολλές περιπτώσεις μέσα στις σωληνώσεις των δικτύων εγκλωβίζεται αέρας και δημιουργούνται διάφορα προβλήματα στη λειτουργία του δικτύου. Στις επικλινείς εκτάσεις, λόγω υψομετρικών διαφορών, τα κατώτερα τμήματα εξακολουθούν να λειτουργούν για κάποιο χρονικό διάστημα μετά την παύση του συγκροτήματος. Έτσι δημιουργείται μια αναρροφητική τάση στους σταλακτήρες των υψηλότερων τμημάτων με αποτέλεσμα την αναρρόφηση αέρα και μικροτεμαχίων της ύλης του εδάφους. Για την αντιμετώπιση της ανεπιθύμητης αναρρόφησης μικροτεμαχίων της ύλης που προκαλούν εμφράξεις και ανωμαλίες στη λειτουργία του συστήματος τοποθετούνται στα υψηλότερα σημεία του δικτύου βαλβίδες εξαερισμού οι οποίες επιτρέπουν την είσοδο αέρα, όχι όμως και την έξοδο του νερού κατά τη λειτουργία του συγκροτήματος.

Στο εμπόριο υπάρχουν βαλβίδες αυτόματες, που επιτρέπουν την έξοδο του αέρα όταν το δίκτυο βρίσκεται υπό πίεση, βαλβίδες κινητικές, που επιτρέπουν την έξοδο και είσοδο μεγάλων ποσοτήτων αέρα κατά την έναρξη και παύση της λειτουργίας του δικτύου και βαλβίδες διπλής ενέργειας, που συνδυάζουν τη λειτουργία των αυτομάτων και των κινητικών.

3.4. Υδραυλικό πλήγμα

Το υδραυλικό πλήγμα είναι ένα φαινόμενο κατά το οποίο δημιουργούνται υπερπίεσεις στους σωλήνες του δικτύου, λόγω συσσώρευσης αέρα μέσα σ' αυτούς, ύστερα από απότομη διακοπή της κυκλοφορίας του νερού που μπορεί να εισέλθει είτε από απότομο κλείσιμο ή άνοιγμα κάποιας δικλείδας, είτε από στιγμιαία διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος. Η απότομη διακοπή της λειτουργίας του αντλητικού συγκροτήματος προκαλεί αρχικά μια υποπίεση στην έξοδο της αντλίας η οποία μεταφέρεται στη συνέχεια στους αγωγούς με αποτέλεσμα τη δημιουργία κενού σε ορισμένα σημεία του δικτύου, η επαναπλήρωση του οποίου επιφέρει τοπικά εξαιρετικά υψηλές πιέσεις. Οι υπερπίεσεις που δημιουργούνται λόγω υδραυλικού πλήγματος μπορεί να ξεπερνούν την αντοχή των σωλήνων του δικτύου και αν δεν ληφθεί

πρόνοια αντιπληγματικής προστασίας προξενούνται θραύσεις στους σωλήνες και γενικότερα περιορίζεται η διάρκεια της ζωής τους.

3.4.1. Αντιπληγματική προστασία δικτύου

Η αντιπληγματική προστασία του αρδευτικού δικτύου ανάλογα με τα αίτια του την προκαλούν διακρίνεται σε προστασία έναντι πληγμάτων από συσσώρευση αέρα και σε προστασία έναντι πληγμάτων προκαλουμένων από χειρισμό δικλείδων ελέγχου και υδροληψιών.

Στην πρώτη περίπτωση οι σωλήνες πρέπει να τοποθετούνται με μικρή κλίση μέσα στο έδαφος, ώστε ο αέρας να συσσωρεύεται στα υψηλότερα σημεία στα οποία και τοποθετείται αεραγωγός, αλλά και δίνεται η δυνατότητα εκκένωσης του δικτύου.

Στη δεύτερη περίπτωση υπολογίζεται η αύξηση πίεσης στους αγωγούς από το χειρισμό των αναφερομένων οργάνων εξαιτίας του οποίου προκαλείται το υδραυλικό πλήγμα και επιλέγεται η θέση, ο τύπος και το μέγεθος της αντιπληγματικής βαλβίδας, ώστε να εκτονώνεται από το όργανο ελέγχου η περιοριζόμενη παροχή, χωρίς τη δημιουργία παραπέρα αύξησης της πίεσης, η οποία να υπερβαίνει τα όρια της ονομαστικής πίεσης λειτουργίας των σωλήνων.

Σε πολύπλοκες μορφές δικτύων ή σε περιπτώσεις που τα υδραυλικά πλήγματα εμφανίζονται σε περισσότερα σημεία τα προβλήματα αυτά αντιμετωπίζονται και επιλύονται με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ουζούνης Δ., (2002), *Συστήματα αυτόματης άρδευσης, άρδευση με σταγόνες και μικροεκτοξευτήρες*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
2. Ουζούνης, Δ., (1985). *Η θεωρητική και πρακτική μέθοδος αρδεύσεως με σταγόνες*. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
3. Μπαμπύλης Δ., (2004), *Αρδεντικά δίκτυα πρασίνου*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
4. Μιχελάκης Ν., (1988), *Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης -Άρδευση με Σταγόνες*, εκδ. Εκδοτική Αγροτεχνική ΕΑΕ
5. Μαυρογιαννόπουλος Γ., (2005), *Θερμοκήπια*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
6. Τερζίδης Γ., Παπαζαφειρίου Δ., (1997), *Γεωργική Υδραυλική*, εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη

4. Υδρολίπανση

4.1 Γενικά

Επειδή με τα συστήματα της τοπικής άρδευσης υγραίνεται τμήμα μόνο του εδάφους, η διασπορά των λιπασμάτων σε όλη την επιφάνεια κατά τον παραδοσιακό τρόπο λίπανσης δε συνιστάται, γιατί τα λιπαντικά στοιχεία στα ξερά τμήματα του εδάφους δεν μπορούν να μετακινηθούν με το νερό της άρδευσης. Γι' αυτό αποτελεσματικότερη είναι η προσθήκη των λιπαντικών στοιχείων στο νερό της άρδευσης που παρέχει και τη δυνατότητα εφαρμογής της λίπανσης περισσότερες φορές και με μικρότερες δόσεις μέσω της υδρολίπανσης.

Σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους λίπανσης, όπως επιφανειακή λίπανση, λίπανση κατά ζώνες, ψεκασμός με διαφυλλικά λιπάσματα, η υδρολίπανση είναι πιο αποδοτική, γιατί με το υγρό έδαφος οι ρίζες των φυτών ενεργοποιούνται ευκολότερα και η πρόσληψη των θεραπευτικών ουσιών είναι καλύτερη. Τα λιπάσματα παρέχονται σε μικρές δόσεις, κλιμακωτά και σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, σύμφωνα με την ανάπτυξη του φυτού και τις συγκεκριμένες ανάγκες του. Τα λιπάσματα αραιώνονται επαρκώς και έτσι αποφεύγεται ο κίνδυνος εγκαυμάτων. Η διασπορά τους εξάλλου είναι ομοιόμορφη με συνέπεια να γίνεται οικονομία στην ποσότητα των λιπασμάτων, εξοικονόμηση χρόνου και εργατικών και σε πολλές περιπτώσεις μείωση στην κατανάλωση ενέργειας.

Η εφαρμογή ωστόσο της υδρολίπανσης με τα συστήματα αυτόματης άρδευσης υπόκειται και σε ορισμένους περιορισμούς, που έχουν σχέση με τη φύση των λιπασμάτων, τη μηχανική σύσταση του εδάφους, τη συχνότητα και τις δόσεις άρδευσης.

4.2 Η τεχνική της υδρολίπανσης και η συμπεριφορά των λιπαντικών στοιχείων

Η χορήγηση των νιτρικών αλάτων πρέπει να γίνεται σε ελεγχόμενες ποσότητες νερού, γιατί τα ιόντα αυτά εκπλένονται εύκολα με το νερό. Αντίθετα το κάλιο συγκρατείται εύκολα στο έδαφος και για την επαρκή κίνηση του προς το ριζικό σύστημα των φυτών απαιτούνται μεγάλες ποσότητες διαλύματος. Ο φωσφόρος είναι διαθέσιμος σε περίπλοκες χημικές ενώσεις μικρής διαλυτότητας και λαμβάνεται από τα φυτά κατευθείαν από το εδαφικό διάλυμα. Τα ιχνοστοιχεία βρίσκονται σε χημικές ενώσεις μικρής διαλυτότητας.

Συνεπώς η εφαρμογή των λιπασμάτων κατά την υδρολίπανση πρέπει να γίνεται με μια σειρά, ανάλογα με την ευκινησία των ιόντων, δηλαδή πρώτα ο φωσφόρος, στη συνέχεια το κάλιο, κατόπιν το άζωτο και τελευταία ο σίδηρος και οπωσδήποτε πάντοτε σε ελεγχόμενες ποσότητες και ρυθμούς. Τέλος τα χημικά λιπάσματα κατά την εφαρμογή τους από τα συστήματα αυτόματης άρδευσης πρέπει να παρουσιάζουν διαλυτότητα, να είναι απαλλαγμένα από ακαθαρσίες και να μην περιέχουν ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου, που αντιδρούν με τον αέρα και το νερό και σχηματίζουν ιζήματα που προκάνουν εμφράξεις στους σταλακτήρες και τους μικροεκτοξευτήρες.

Ο λιπαντήρας είναι ένα δοχείο ανθεκτικό στη διάβρωση, που συνδέεται με το δίκτυο άρδευσης και μέσα στο οποίο διαλύονται με νερό τα λιπάσματα που προορίζονται για

υδρολίπανση. Το διάλυμα που προκύπτει στη συνέχεια αναμειγνύεται με το αρδευτικό νερό, υφίσταται κι άλλη αραίωση και φθάνει τελικά της ρίζες των φυτών στις κατάλληλες συγκεντρώσεις. Κατά την παρασκευή των αρχικών διαλυμάτων στο λιπαντήρα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος συσσωμάτωσης του λιπάσματος στον πυθμένα του δοχείου. Προς αποφυγή αυτού πρέπει απαραίτητα να προστίθεται το λίπασμα στο νερό και όχι αντίστροφα. Καλόν είναι επίσης να μην προσεγγίζονται τα όρια κορεσμού του διαλύματος.

Σήμερα υπάρχει πληθώρα λιπασμάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για υδρολίπανση, αρκεί η επιλογή τους να βασίζεται σε τεχνικά χαρακτηριστικά και να λαμβάνεται φυσικά υπόψη το κόστος τους. Στον πίνακα 1 δίνεται η χημική σύνθεση των περισσότερο γνωστών λιπασμάτων με τη περιεκτικότητά τους επί τοις εκατό σε θρεπτικά στοιχεία, τη διαλυτότητα τους καθώς και τη φυσιολογική αντίδραση τους. Στο εμπόριο κυκλοφορούν και άλλα πολλά λιπάσματα κατάλληλα για υδρολίπανση με πολλές δυνατότητες χρήσεως.

Πίνακας 1. Τεχνικά χαρακτηριστικά των πιο γνωστών λιπασμάτων

Όνομασία λιπάσματος	Περιεκτικότητα % σε θρεπτικά στοιχεία *							Διαλυτότητα Kg/100lt νερού		Φυσιολογική αντίδραση
	N-NO ₃	N-NH ₄	P P ₂ O ₅	K K ₂ O	MgO MgO	Ca 30	S 304	0°C	20°C	
Νιτρική αμμωνία	16,75	16,75	-	-	-	-	-	118	192	Ελαφρά όξινη
Θειική αμμωνία	-	21	-	-	-	-	24	71	75	Πολύ όξινη
							73			
Νιτρική άσβεστος	15,5	-	-	-	-	18,5	-	102	122	Αλκαλική
Νιτρικό κάλι	13	-	-	38 46	-	-	-	13	32	Αλκαλική
Νιτρικό Μαγνήσιο	10,9	-	-	-	9,5 15,7	-	-	-	279	Ουδέτερη
MAP Φωσφορικό μοναμμώνιο		12	26,2 60					23	37	Όξινη
PAP Φωσφορικό διαμμώνιο	-	20,5	23 53	-	-	-	-	43	66	Όξινη
Φωσφορικό κάλι	-	-	22 51	28 34	-	-	-	14	23	Όξινη
Θειικό Μαγνήσιο 16%	-	-	-	-	9,8 18	-	12 36	60	71	Ουδέτερη
Θειικό κάλι				41 50	-	-	17 51	7	71	Ουδέτερη
Ουρία		45 (N Ουρικό)	-	-	-	-		67	105	Όξινη

* Η μετατροπή των οξειδίων των στοιχείων σε απλά στοιχεία γίνεται ως εξής:
 $P_2O_5=P:0,44$ - $K_2O=K:0,63$ - $MgO=Mg:0,60$ - $CaO=Ca:0,71$ - $SO_4=S:0,33$

Τα λιπάσματα σε στερεή μορφή πρέπει απαραίτητα να προδιαλυθούν, ώστε να κατακαθίσουν τα αδιάλυτα περιβλήματα των κόκκων μαζί με τα άλλα αδρανή υλικά που υπάρχουν. Ακόμη η έγχυση τους στο δίκτυο άρδευσης επιβάλλεται να γίνεται πριν από τα φίλτρα στην κεφαλή του δικτύου. Κατά την ανάμειξη των λιπασμάτων απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή, καθώς και γνώση των δυνατοτήτων ανάμειξης των λιπασμάτων κατά τη υδρολίπανση, δοθέντος ότι οι κίνδυνοι των εμφράξεων είναι άμεσοι και αναπόφευκτοι. Ο πίνακας 2 δίνει μια σαφή εικόνα για το ποια λιπάσματα αναμιγνύονται και ποια όχι.

Πίνακας 2. Δυνατότητα ανάμειξης ή μη λιπασμάτων

ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ	(NH ₄) ₂ SO ₄	Ca(NO ₃) ₂	NaNO ₃	KNO ₃	K ₂ SO ₄	MgSO ₄
Θεική αμμωνία [(NH ₄) ₂ SO ₄]	0	-	+	+	+	+
Νιτρικό ασβέστιο [Ca(NO ₃) ₂]	-	0	+	+	-	-
Νιτρικό νάτριο (NaNO ₃)	+	+	0	+	+	+
Νιτρικό κάλιο (KNO ₃)	+	+	+	0	+	+
Θεικό κάλιο (K ₂ SO ₄)	+	-	+	+	0	+
Θεικό μαγνήσιο (MgSO ₄)	+	-	+	+	+	0
Φωσφορική αμμωνία	+	-	+	+	+	-

(+ = αναμιγνύονται, - = δεν αναμιγνύονται)

4.2.3. Υπολογισμός της ποσότητας του λιπάσματος και της συγκέντρωσης του λιπαντικού διαλύματος σε απλούς λιπαντήρες.

Κατά την υδρολίπανση είναι απαραίτητο να υπολογισθούν οι απαιτούμενες ποσότητες των λιπασμάτων με βάση τις λιπαντικές μονάδες που πρέπει να χορηγηθούν κατά στρέμμα και να ελέγχεται, αν η συγκέντρωση του λιπαντικού διαλύματος βρίσκεται μέσα στα ανεκτά και ευνοϊκά όρια για κάθε καλλιέργεια. Έτσι, επιτυγχάνεται από τη μια η πλήρης θρέψη των φυτών και από την άλλη αποφεύγονται προβλήματα τοξικότητας, που επιδρούν δυσμενώς στην ανάπτυξη και απόδοση αυτών. Ο υπολογισμός των ποσοτήτων του λιπάσματος είναι εύκολος αν ξέρουμε την περιεκτικότητα (%) του λιπάσματος σε λιπαντικά στοιχεία και τις απαιτούμενες λιπαντικές μονάδες ανά στρέμμα. Ο υπολογισμός είναι απλός και στηρίζεται στην απλή μέθοδο των τριών της πρακτικής αριθμητικής. Η συγκέντρωση του λιπαντικού στοιχείου στο αρδευτικό νερό, βρίσκεται αν εκτός από τα παραπάνω, γνωρίζουμε και το ύψος άρδευσης της καλλιέργειας με βάση την εμπειρική σχέση:

$$M = \frac{q \times 10 \times \alpha}{Id}$$

Όπου: M = η συγκέντρωση λιπαντικού στοιχείου στο αρδευτικό νερό σε Mg/lι

q = η ποσότητα λιπάσματος σε Kg

α = Η περιεκτικότητα (%) του λιπαντικού στοιχείου στο λίπασμα.

Id = Το ύψος άρδευσης σε mm³/στρέμμα ή mm νερού

Σε περίπτωση κατά την οποία υπάρχουν στοιχεία ως προς την επιθυμητή συγκέντρωση των λιπαντικών στοιχείων στο νερό της άρδευσης, τότε από την παραπάνω σχέση γνωρίζοντας το ύψος άρδευσης, μπορούμε να υπολογίσουμε την απαιτούμενη ποσότητα λιπάσματος, λύνοντας την ως προς q, ήτοι:

$$q = \frac{M \times Id}{I_0 \times \alpha}$$

Οι απλοί υδρολιπαντήρες λειτουργούν με στραγγαλισμό του νερού. Η βάνα για το σκοπό αυτό τοποθετείται στον κεντρικό αγωγό και ανάμεσα στις δύο συνδέσεις του υδρολιπαντήρα. Έτσι, αναγκάζει μια ποσότητα νερού να περάσει από τον υδρολιπαντήρα και να επανέλθει στον κεντρικό αγωγό του δικτύου, συμπαρασύροντας ποσότητες λιπάσματος από το πυκνό διάλυμα του.

Ωστόσο κατά τη διάρκεια του ποτίσματος με την πάροδο του χρόνου, οι συγκεντρώσεις του πυκνού διαλύματος που περνούν στον κεντρικό αγωγό μέσω του υδρολιπαντήρα ελαττώνονται συνεχώς με αποτέλεσμα να μην εξασφαλίζεται ισόρροπη διανομή των θρεπτικών ουσιών στο χώρο του ριζικού συστήματος των φυτών. Γι'αυτό ο καλλιεργητής γνωρίζοντας τη διάρκεια της άρδευσης επεμβαίνει ρυθμιστικά μέσω της βάνας στραγγαλισμού, ώστε στο μέτρο του δυνατού οι συγκεντρώσεις των λιπαντικών στοιχείων να διατηρούνται σταθερές.

Όπως και να είναι όμως η υδρολίπανση δεν πρέπει να αρχίζει ταυτόχρονα με την έναρξη της άρδευσης αλλά λίγο αργότερα, καθώς επίσης και να τελειώνει λίγο πριν από το πέρας της άρδευσης, για να μην παραμένουν υπολείμματα από οξέα και λιπάσματα, τα οποία δημιουργούν κινδύνους διάβρωσης των μεταλλικών μερών του δικτύου.

4.3 Μέθοδοι και μέσα υδρολίπανσης - Θέση και σύνδεση μηχανισμών υδρολίπανσης

Τα λιπαντικά στοιχεία μπορούν να εισαχθούν μέσα στο νερό του δικτύου άρδευσης με διάφορους τρόπους, αρκεί να ληφθεί υπόψη η ευαισθησία των φυτών στη λίπανση, το είδος των λιπασμάτων που θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν, ο χρόνος και ο ρυθμός εφαρμογής τους, καθώς και οι συνθήκες και οι δυνατότητες του δικτύου άρδευσης.

Από το δοχείο το μητρικό διάλυμα του λιπάσματος μεταφέρεται με διάφορους μηχανισμούς της κεφαλής στον κεντρικό αγωγό του δικτύου, όπου αραιώνεται σε τέτοιο βαθμό, ώστε το τελικό θρεπτικό διάλυμα που καταλήγει στις ρίζες των φυτών να περιέχει τα λιπαντικά στοιχεία στη συνιστώμενη συγκέντρωση και αναλογία μεταξύ τους, ανάλογα με το είδος του φυτού και το στάδιο ανάπτυξης τους.

Με βάση τις θρεπτικές ανάγκες του φυτού συνολικά, αλλά και κατά το στάδιο ανάπτυξης του, τις ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που απομακρύνονται με την ολοκλήρωση της παραγωγής, καθώς και την περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά συστατικά, υπολογίζουμε τις αναγκαίες λιπαντικές μονάδες που πρέπει να χορηγήσουμε ανά στρέμμα.

Γνωρίζοντας την περιεκτικότητα επί τοις εκατό των λιπασμάτων σε θρεπτικά στοιχεία (N, P₂O₅, K₂O, MgO,...) την συγκέντρωση χορήγησής τους (π.χ. 150ppm ή mg θρεπτικού στοιχείου ανά lt νερού), καθώς και την ποσότητα και ποιότητα από άποψη αγωγιμότητας του χορηγούμενου νερού, προσδιορίζουμε πόσα γραμμάρια λιπάσματος ανά κυβικό μέτρο νερού πρέπει να χορηγηθούν στα φυτά. Στη συνέχεια καθορίζουμε τη διάρκεια και τη συχνότητα των υδρολιπάνσεων για την πλήρη κάλυψη των θρεπτικών αναγκών της καλλιέργειας.

Υστερα καταρτίζεται το συγκεκριμένο πρόγραμμα της υδρολίπανσης, που παρέχει πλήρη θρέψη των φυτών. Το πρόγραμμα αυτό μπορεί να εφαρμοστεί εξ' ολοκλήρου με την υδρολίπανση ή να συνδυαστεί στην πράξη και με τη χρησιμοποίηση κοκκωδών λιπασμάτων σαν βασική λίπανση.

Το μητρικό διάλυμα διοχετεύεται στο δίκτυο, όταν όλες οι σωληνώσεις του είναι γεμάτες με νερό και η πίεση έχει σταθεροποιηθεί και είναι η ίδια σε όλα τα σημεία του, ώστε η έναρξη της διανομής του λιπαντικού διαλύματος να είναι ταυτόχρονη σε όλα τα φυτά. Μετά το τέλος της υδρολίπανσης εξακολουθεί για αρκετό χρόνο η διοχέτευση καθαρού νερού για την έκπλυση του δικτύου και ιδιαίτερα των μέσων διανομής του νερού (σταλακτήρες, μικροεκτοξευτήρες) που είναι ευπαθείς στις εμφράξεις.

Τα μέσα διοχέτευσης των λιπασμάτων στο δίκτυο άρδευσης τοποθετούνται στην κεφαλή με την οποία συνδέονται κατάλληλα και αποτελούν το τμήμα της κεφαλής για την υδρολίπανση. Συγκεκριμένα τοποθετούνται μετά από την κεντρική βάνα ελέγχου και τον υδροκυκλώνα ή διαχωριστή άμμου, όταν η άντληση του νερού γίνεται από γεώτρηση και περιέχει άμμο, ή το φίλτρο χαλικιού, όταν η άντληση του νερού γίνεται από επιφανειακά νερά λίμνης, ποταμού κ.α. που περιέχουν άλγες (πρασινάδες). Ακόμη τοποθετούνται μετά από τη βαλβίδα αντεπιστροφής, την εκτονωτική βαλβίδα (αντιπληγματική), το ρυθμιστή πίεσης, τη βαλβίδα εξαερισμού και το υδρόμετρο ή αυτόματη ογκομετρική βαλβίδα.

Σε περίπτωση διοχέυσεως χημικών παρασκευασμάτων, τα οποία ενδεχόμενα θα μπορούσαν να προκαλέσουν διάβρωση στα φίλτρα σίτας, κρίνεται απαραίτητη η πρόβλεψη και δεύτερης εξόδου προς τον κεντρικό αγωγό του δικτύου μετά από το φίλτρο, ως εφεδρικό, για τη χρησιμοποίηση μόνο για την παραπάνω περίπτωση.

Όταν το χρησιμοποιούμενο νερό της άρδευσης περιέχει υψηλά ποσοστά ρύπων, τότε επιβάλλεται οπωσδήποτε η χρησιμοποίηση φίλτρου σίτας πριν από το μηχανισμό της υδρολίπανσης για την προστασία του.

Στον κεντρικό αγωγό και πριν από τη σύνδεση του μηχανισμού της υδρολίπανσης πρέπει να μπαίνει πάντα η βαλβίδα αντεπιστροφής (κλαπέ) για την αποφυγή ρύπανσης του νερού με λιπάσματα ή άλλα χημικά παρασκευάσματα.

Εκείνο που έχει ιδιαίτερη σημασία είναι ότι η διοχέτευση των λιπασμάτων πρέπει να γίνεται στον κεντρικό αγωγό πριν από τη διακλάδωση στους δευτερεύοντες αγωγούς, ώστε τα λιπάσματα να διανέμονται σε όλη την καλλιέργεια.

Βασικά οι μέθοδοι υδρολίπανσης ή γενικότερα οι μέθοδοι διοχέτευσης των χημικών λιπασμάτων στο νερό των δικτύων τοπικής άρδευσης, διακρίνονται με βάση τα υδραυλικά τους κριτήρια σε *μεθόδους διαφορικής πίεσης* και *μεθόδους άντλησης*.

4.3.1. Υδρολίπανση με διαφορική πίεση

Κατά τη μέθοδο αυτή τα λιπάσματα (στερεά ή υγρά) τοποθετούνται μέσα σε δοχεία. Τα δοχεία αυτά με δύο πλαστικούς ή ελαστικούς σωλήνες συνδέονται παράλληλα (by pass) με την κύρια σωλήνωση της κεφαλής του δικτύου. Με μία βάνα ανάμεσα στα σημεία που συνδέονται οι πλαστικοί σωλήνες, στραγγαλίζεται η ροή στη κύρια σωλήνωση και δημιουργείται μια διαφορά πίεσης ανάμεσα στα σημεία αυτά, με αποτέλεσμα μέρος της

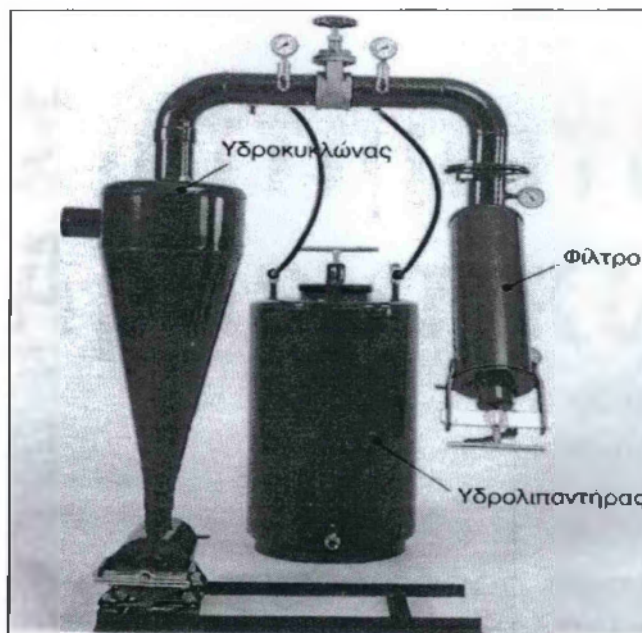
παροχής της κεντρικής σωλήνωσης να αναγκάζεται να περάσει μέσα από το δοχείο της λιπάνσεως και να επιστρέψει ξανά σε αυτήν συμπαρασύροντας διαλυμένη ποσότητα λιπάσματος. Οι τρόποι εφαρμογής της υδρολίπανσης με διαφορεική πίεση στην πράξη σήμερα είναι οι εξής:

α. Υδρολίπανση με ανοικτό δοχείο

Κατά τη μέθοδο αυτή τα λιπάσματα διαλύονται σε ανοικτό δοχείο, το οποίο γεμίζει με νερό από τον καταθλιπτικό αγωγό του δικτύου άρδευσης. Το δοχείο αυτό συνδέεται με το σωλήνα αναρρόφησης της αντλίας, η οποία στη συνέχεια προωθεί το διάλυμα του λιπάσματος στο δίκτυο άρδευσης.

β. Υδρολίπανση με υδρολιπαντήρα

Ο υδρολιπαντήρας είναι ένα δοχείο κατάλληλα κατασκευασμένο, ώστε να αντέχει στην πίεση και στη διάβρωση, που κλείνει υδατοστεγώς και στο οποίο τοποθετείται το μητρικό διάλυμα. Το δοχείο αυτό συνδέεται παράλληλα (by pass) με την κύρια σωλήνωση της κεφαλής του δικτύου με δύο πλαστικούς ή ελαστικούς σωλήνες (Φ16 -Φ20), μήκους 1 - 1,5m. Μεταξύ των σημείων σύνδεσης των πλαστικών σωλήνων τοποθετείται μια βάνα με την οποία στραγγαλίζεται η ροή στην κύρια σωλήνωση και έτσι δημιουργείται μια διαφορά πίεσης ανάμεσα στα σημεία αυτά. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι ένα μέρος της παροχής της κεντρικής σωλήνωσης να αναγκάζεται να περάσει μέσα από τον υδρολιπαντήρα και να επιστρέψει σ' αυτήν συμπαρασύροντας διαλυμένη μια ποσότητα λιπάσματος από το δοχείο, η οποία ανακατεύεται σε ολόκληρη την παροχή και διαμοιράζεται ομοιόμορφα στο δίκτυο.



Εικ.13 Υδροκυκλώνας με μεταλλικό φίλτρο σήτας και υδρολιπαντήρα (πηγή: Μπαμπίλης Δ.,2004, Άρδευτικά δίκτυα πρασίνου, Εκδ. Σταμούλης)

4.3.2. Υδρολίπανση με άντληση

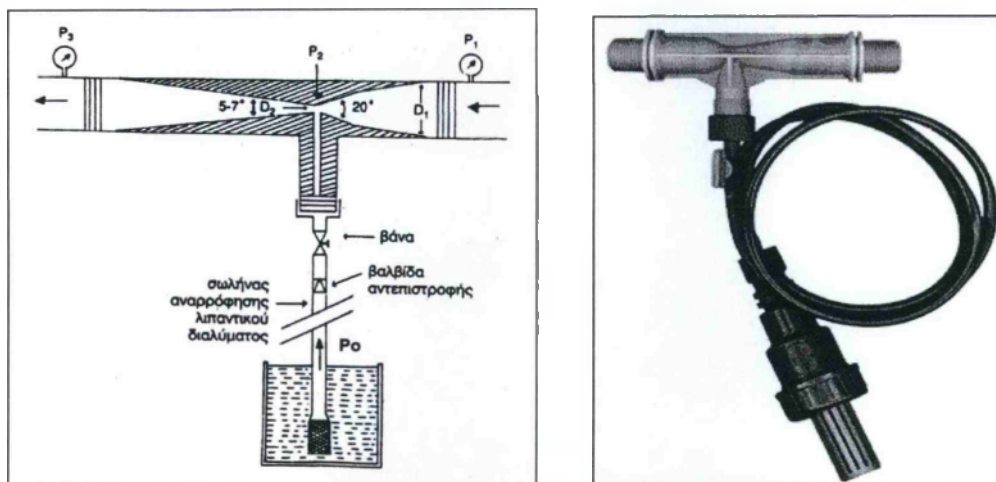
Η υδρολίπανση με άντληση πραγματοποιείται με δύο διαφορετικούς τρόπους. Ο ένας είναι με *αναρρόφηση* και ο άλλος με *κατάθλιψη* του λιπαντικού διαλύματος.

α. Αντλίες αναρρόφησης λιπαντικού διαλύματος

Η αναρρόφηση του λιπαντικού διαλύματος γίνεται μέσα από ανοικτό δοχείο, όπου βρίσκεται στην κατάσταση της ατμοσφαιρικής πίεσης. Η διοχέτευση του λιπαντικού διαλύματος στον κεντρικό αγωγό επιτυγχάνεται με διαφόρους τρόπους, οι οποίοι στηρίζονται στη δημιουργία χαμηλότερης πίεσης από εκείνη της ατμοσφαιρικής που έχει το διάλυμα στο δοχείο, με αποτέλεσμα την αναρρόφηση του. Η χαμηλότερη αυτή πίεση επιτυγχάνεται στην πράξη με *εγχυτές του τύπου Venturi* ή με *κοινές μηχανικές αντλίες*.

1. Εγχυτές τύπου Venturi

Οι εγχυτές τύπου Venturi αποτελούν απλές κατασκευές αντλιών αναρρόφησης, οι οποίες με βάση την αρχή Venturi προκαλούν σημαντική πτώση της πίεσης σε μια απότομη στένωση του αγωγού, έτσι ώστε η πίεση εισόδου P_1 να ελαττωθεί σε μία πίεση P_2 μικρότερη από την ατμοσφαιρική P_0 . Λόγω της επικρατούσας διαφοράς πίεσης $P_0 - P_2$ επιτυγχάνεται η αναρρόφηση του λιπαντικού διαλύματος από το μητρικό διάλυμα. Η αναρρόφηση γίνεται μέσω του σωλήνα αναρρόφησης, ο οποίος είναι συνδεδεμένος ακριβώς στο σημείο της στένωσης του εγχυτή, ενώ το άλλο άκρο καταλήγει στο ανοικτό δοχείο (Σχ. 7).



Σχ. 7 Σχηματική παράσταση εγχυτή Venturi (πηγή: Ουζούνης Δ., 2002, Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με σταγόνες & μικροεκτοξευτήρες, εκδ. Γαρταγάνη)

Εικ. 14 Εγχυτής τύπου Venturi (πηγή Διαδίκτυο)

2. Μηχανικές αντλίες

Οι αντλίες αυτές είναι οι συνηθισμένες φυγοκεντρικές αντλίες που χρησιμοποιούνται για την άντληση της παροχής του δικτύου. Το λιπαντικό διάλυμα βρίσκεται σ' ένα ανοικτό δοχείο και οδηγείται από εκεί στο σωλήνα αναρρόφησης της αντλίας με ένα στενό σωλήνα. Στη συνέχεια το λιπαντικό διάλυμα διοχετεύεται στο δίκτυο άρδευσης. Σοβαρό μειονέκτημα

της μεθόδου αυτής αποτελεί ο κίνδυνος διάβρωσης των τμημάτων της αντλίας που έρχονται σε επαφή με τα λιπαντικά στοιχεία.

β. Αντλίες κατάθλιψης λιπαντικού διαλύματος

Στην περίπτωση των αντλιών κατάθλιψης, το μητρικό θρεπτικό διάλυμα βρίσκεται σε απλό ανοικτό δοχείο κάτω από την ατμοσφαιρική πίεση από το οποίο με κατάθλιψη εισάγεται στο δίκτυο, όπου η πίεση είναι υψηλότερη της ατμοσφαιρικής. Το σημείο εισόδου μπορεί να είναι στον κύριο αγωγό της κεφαλής του δικτύου μετά από τα φίλτρα χαλκικών και πριν από τα φίλτρα σίτας, στο ίδιο ακριβώς σημείο που γίνεται η έγχυση και με τη μέθοδο της διαφορικής πίεσης. Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται για κατάθλιψη του λιπαντικού διαλύματος διακρίνονται σε *ηλεκτρικές ή υδραυλικές*, ανάλογα με το είδος της ενέργειας που χρησιμοποιούν.

1. Ηλεκτρικές αντλίες λίπανσης

Οι αντλίες αυτές είναι συνήθως φυγοκεντρικές και έχουν σχεδιαστεί κατάλληλα για την έγχυση λιπασμάτων. Είναι δοσομετρικές αντλίες (proportional pumps) και διακρίνονται σε διαφραγματικές και εμβολοφόρες.

2. Υδραυλικές αντλίες λίπανσης

Στις αντλίες του τύπου αυτού, η πηγή ενέργειας είναι υδραυλική. Η πίεση του νερού δηλαδή χρησιμοποιείται κατά διάφορους τρόπους για την κίνηση υδραυλικού κινητήρα, ο οποίος θέτει σε κίνηση την αντλία που απορροφά το λιπαντικό διάλυμα. Το μητρικό θρεπτικό διάλυμα αντλείται από απλό ανοικτό δοχείο. Είναι δοσομετρικές αντλίες και σαν τέτοιες μπορούν να χορηγούν την απαιτούμενη δόση λιπάσματος στην κατάλληλη για το φυτό συγκέντρωση του τελικού διαλύματος. Η συγκέντρωση αυτή μάλιστα παραμένει σταθερή σ' όλη τη διάρκεια της υδρολίπανσης, ανεξάρτητα από τυχόν αλλαγές της παροχής του δικτύου άρδευσης.

3. Αναλογικές αντλίες λίπανσης

Οι αναλογικές αντλίες λίπανσης μπορούν να είναι ηλεκτρικές ή υδραυλικές, όπως παραπάνω περιγράφηκαν, οι οποίες όμως συνδεδεμένες με κατάλληλους ηλεκτρικούς ή υδραυλικούς μηχανισμούς εξασφαλίζουν σταθερή αναλογική έγχυση του λιπαντικού διαλύματος στο νερό του δικτύου. Η συγκέντρωση του λιπάσματος στο νερό του δικτύου διατηρείται σταθερή ακόμη και αν η παροχή του δικτύου μεταβάλλεται από διάφορα αίτια, τυχαία ή επιβεβλημένα.

4. Δοσομετρικές αντλίες λίπανσης

α. Δοσομετρική αντλία λίπανσης AMIAD

Η αντλία αυτή είναι υδραυλική, τύπου πιστονιού και λειτουργεί χωρίς απώλεια πίεσης, αλλά με κατανάλωση-αποχέτευση νερού. Χρησιμοποιείται σε μόνιμα δίκτυα με σταγόνες ή με τεχνητή βροχή, αλλά και σε αυτοπροωθούμενα συστήματα άρδευσης (καρούλια), καθόσον εμφανίζει τη δυνατότητα λειτουργίας σε μεγάλο εύρος πιέσεων από 0,5 έως 9 atm.

β. Δοσομετρική αντλία λίπανσης FERTIC

Η αντλία αυτή είναι υδραυλική με έμβολο που λειτουργεί χωρίς απώλεια πίεσης, αλλά με κατανάλωση-αποχέτευση νερού. Η κατανάλωση-αποχέτευση νερού είναι σε ποσότητα διπλάσια εκείνης του εγγεόμενου μητρικού διαλύματος. Το μέγιστο εύρος πίεσης λειτουργίας της αντλίας κυμαίνεται από 1 μέχρι 10atm. Το γεγονός αυτό της δίνει τη δυνατότητα χρησιμοποιήσεως πέραν των συστημάτων άρδευσης με σταγόνες και στην τεχνητή βροχή, καθώς και στα αυτοπροωθούμενα συστήματα που μετακινούν κανόνια.

γ. Δοσομετρικές αντλίες λίπανσης MSR

Οι υδραυλικές αντλίες αυτού του είδους είναι δοσομετρικές - αναλογικές αντλίες που λειτουργούν όμως με απώλεια πίεσης χωρίς κατανάλωση νερού. Είναι αντλίες κατασκευασμένες από πολύ ανθεκτικά υλικά και κυκλοφορούν στο εμπόριο με δύο ή περισσότερες κεφαλές για μεγαλύτερη ποικιλία χρήσεων. Η αντοχή τους φθάνει τις 10 atm και τα μεγαλύτερα μοντέλα εμφανίζουν μειωμένες απώλειες πίεσης.

δ. Δοσομετρικές αντλίες λίπανσης DOSATRON

Οι αντλίες αυτές είναι εμβολοφόρες υδραυλικές, δοσομετρικές - αναλογικές, που λειτουργούν με απώλεια πίεσης χωρίς κατανάλωση νερού. Στο εμπόριο κυκλοφορούν διάφορα μοντέλα που είναι κατασκευασμένα από ανθεκτικά πλαστικά υλικά και εμφανίζουν διαφορετική μέγιστη και ελάχιστη παροχή και πίεση λειτουργίας.

4.4 Σύστημα κεντρικού ελέγχου άρδευσης - λίπανσης.

Μια κεντρική μονάδα ελέγχου άρδευσης - λίπανσης διαθέτει ηλεκτρονικό υπολογιστή για τον προγραμματισμό και τον έλεγχο της άρδευσης και της λίπανσης, καθώς επίσης και κλιματολογικό προγραμματιστή για την καταγραφή και ρύθμιση των κλιματολογικών παραγόντων. Η ρύθμιση των κλιματολογικών παραγόντων συνίσταται στον έλεγχο των συστημάτων θέρμανσης, σκίασης, τεχνητού φωτισμού, εξαερισμού και τροφοδοσίας με CO₂, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για θερμοκήπια. Η συλλογή των πληροφοριών, η αποθήκευση και αξιολόγηση τους, καθώς και ο κεντρικός έλεγχος γίνεται μέσω ειδικών οργάνων και οθόνης με κατάλληλα προγράμματα για την άρδευση, την υδρολίπανση και τον κλιματολογικό έλεγχο. Απαραίτητη είναι η ύπαρξη τριών τουλάχιστον δοχείων λίπανσης που μας επιτρέπει τη χρησιμοποίηση δύο πυκνών διαλυμάτων με διαχωρισμό αφενός των κατιόντων (Ca⁺⁺) και αφετέρου των ανιόντων (SO₄⁻) και (PO₄⁻) για την αποφυγή δημιουργίας ιζημάτων. Το τρίτο δοχείο περιέχει νιτρικό ή φωσφορικό οξύ για την εξουδετέρωση των δισανθρακικών (HCO₃⁻) του νερού της άρδευσης και των έλεγχου του pH.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ουζούνης Δ., (2002), *Συστήματα αυτόματης άρδευσης, άρδευση με σταγόνες και μικροεκτοξευτήρες*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
2. Ουζούνης, Δ., (1985). *Η θεωρητική και πρακτική μέθοδος αρδύσεως με σταγόνες*. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
3. Μπαμπίλης Δ., (2004), *Άρδευτικά δίκτυα πρασίνου*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
4. Μιχελάκης Ν., (1988), *Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης -Άρδευση με Σταγόνες*, εκδ. Εκδοτική Αγροτεχνική ΕΑΕ
5. Μαυρογιαννόπουλος Γ., (2005), *Θερμοκήπια*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
6. Τερζίδης Γ., Παπαζαφειρίου Δ., (1997), *Γεωργική Υδραυλική*, εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη

5. Φυτοπροστασία

5.1 Γενικά

Η εμφάνιση διαφόρων μυκητολογικών, εντομολογικών και ιολογικών προσβολών είναι σημαντικά μικρότερη στις περιπτώσεις άρδευσης με σταγόνες απ' ό,τι στην άρδευση με καταιονισμό. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε δύο κυρίως λόγους: Πρώτον η σχετική υγρασία γύρω από την επιφάνεια των φύλλων είναι μικρότερη, όταν εφαρμόζεται άρδευση με σταγόνες απ' ό,τι όταν εφαρμόζεται άρδευση με καταιονισμό. Δεύτερον η υπολειμματική δράση των φυτοφαρμάκων στην άρδευση με σταγόνες είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη στην άρδευση με καταιονισμό. Και αυτό, γιατί συμβαίνουν εκπλύσεις των φυτοφαρμάκων με το νερό της άρδευσης και δεν προστατεύεται η φυλλική επιφάνεια για πολύ χρόνο.

Η σήψη των ριζών των φυτών περιορίζεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό στην άρδευση με σταγόνες σε σχέση με την άρδευση με συμβατικές μεθόδους για τους προφανείς λόγους ότι, τόσο η υγρασιακή κατάσταση του εδάφους, όσο και ο εδαφικός αέρας στην περιοχή των ριζών είναι σαφώς καλύτερες και πιο κοντά σε εκείνες τις συνθήκες που απαιτούν οι ρίζες για την ανάπτυξη τους. Κατά την τοπική άρδευση δε διαβρέχεται όλο το έδαφος όπως συμβαίνει κατά τις κλασικές μεθόδους άρδευσης και συνεπώς δε λαμβάνει χώρα πλήρης κορεσμός νερού με σχεδόν παντελή εκδίωξη του αέρα για μακρό διάστημα.

5.2 Ζιζανιοκτονία

Το πρόβλημα της ανάπτυξης ζιζανίων σε αγρούς που αρδεύονται με αυτόματα συστήματα και ειδικότερα με συστήματα στάγδην άρδευσης είναι περιορισμένο, σε σχέση με εκείνους τους αγρούς που αρδεύονται με καταιονισμό ή άλλες κλασικές μεθόδους, όπου έχουμε γενική διαβροχή του εδάφους. Στην άρδευση με σταγόνες τα ζιζάνια αναπτύσσονται μόνο στους υγραινόμενους χώρους και επομένως η έκτασή τους είναι μικρότερη απ' ό,τι με τις μεθόδους γενικής διαβροχής. Επομένως η καταπολέμηση των ζιζανίων είναι ευκολότερη και το κόστος μικρότερο. Στην πράξη τα ζιζάνια αντιμετωπίζονται είτε με μηχανοκαλλιέργεια, είτε με χημική καταπολέμηση.

5.2.1 Μηχανοκαλλιέργεια

Τα ζιζάνια που αναπτύσσονται κατά κηλίδες στους υγραινόμενους χώρους είναι δυνατό να καταστραφούν με τη μηχανοκαλλιέργεια κατά τη διεύθυνση των λωρίδων και κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μην προξενούνται ζημίες στους πλευρικούς σωλήνες. Σε περίπτωση κατά την οποία απαιτείται η καταστροφή της στενής λωρίδας που μένει κατά τον παραπάνω τρόπο, τότε περιτυλίγονται οι πλευρικοί σωλήνες σε ρολά και μαζεύονται στα σημεία τροφοδότησης τους στους δευτερεύοντες σωλήνες και στη συνέχεια εκτελείται εδαφοκαλλιέργεια κατά την κάθετη διεύθυνση (σταύρωμα). Πολλές φορές, επειδή η εργασία αυτή προϋποθέτει μια σημαντική δαπάνη και δεν αποκλείει την πρόκληση σημαντικών ζημιών στους σταλακτήρες, προτιμάται η καταπολέμηση τους με ζιζανιοκτόνα.

5.2.2. Χημική καταπολέμηση

Τα ετήσια ή πολυετή ζιζάνια σε αγρούς αρδευόμενους με συστήματα τοπικής άρδευσης αντιμετωπίζονται ικανοποιητικά με διάφορα ζιζανιοκτόνα. Ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες ανάπτυξης των ζιζανίων, του κλίματος και του εφαρμοζόμενου συστήματος άρδευσης είναι δυνατή η εφαρμογή προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων. Υπάρχουν ζιζανιοκτόνα τα οποία διατηρούνται στο έδαφος για μεγάλο χρονικό διάστημα ακόμη και με τις συνθήκες της συνεχούς υγρασίας της άρδευσης με σταγόνες. Είναι δυνατή επίσης η χρησιμοποίηση προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων κατά το χειμώνα, καθώς και η χρήση ζιζανιοκτόνων επαφής κατά τη θερινή περίοδο. Ακόμη χρησιμοποιούνται μείγματα ζιζανιοκτόνων με προφυτρωτική δράση, καθώς επίσης και από το φύλλωμα κατά τη θερινή περίοδο. Τέλος είναι δυνατή η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων με το νερό της άρδευσης, μέσω του συστήματος με σταγόνες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ουζούνης Δ., (2002), *Συστήματα αυτόματης άρδευσης, άρδευση με σταγόνες και μικροεκτοξευτήρες*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
2. Ουζούνης, Δ., (1985). *Η θεωρητική και πρακτική μέθοδος αρδεύσεως με σταγόνες*. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
3. Μπαμπίλης Δ., (2004), *Αρδεντικά δίκτυα πρασίνου*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
4. Μιχελάκης Ν., (1988), *Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης -Άρδευση με Σταγόνες*, εκδ. Εκδοτική Αγροτεχνική ΕΑΕ
5. Μαυρογιαννόπουλος Γ., (2005), *Θερμοκήπια*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
6. Τερζίδης Γ., Παπαζαφειρίου Δ., (1997), *Γεωργική Υδραυλική*, εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη

6. Διάταξη – εγκατάσταση δικτύου

6.1 Γενικά

Με τον όρο διάταξη δικτύου εννοούμε τη θέση που παίρνουν στο χώρο τα διάφορα τμήματα, εξαρτήματα ή μηχανισμοί, ώστε να εξασφαλίζεται η λειτουργικότητα και η αποδοτικότητα του. Πρέπει κατά την εγκατάσταση του δικτύου να τηρούνται απαραίτητα οι αρχές και οι κανόνες οι οποίοι εγγυώνται την επιτυχία του. Γενικά η διαδοχική σειρά τοποθέτησης των βασικών μερών ενός δικτύου τοπικής άρδευσης σχεδόν πάντοτε είναι η εξής:

- α. Πηγή πίεσης ή πηγή τροφοδοσίας νερού.
- β. Κέντρο ελέγχου ή κεφαλή.
- γ. Σωλήνες:
 - i) κύριοι,
 - ii) δευτερεύοντες,
 - iii) πλευρικοί ή διανεμητοφόροι.
- δ. Διανεμητές.

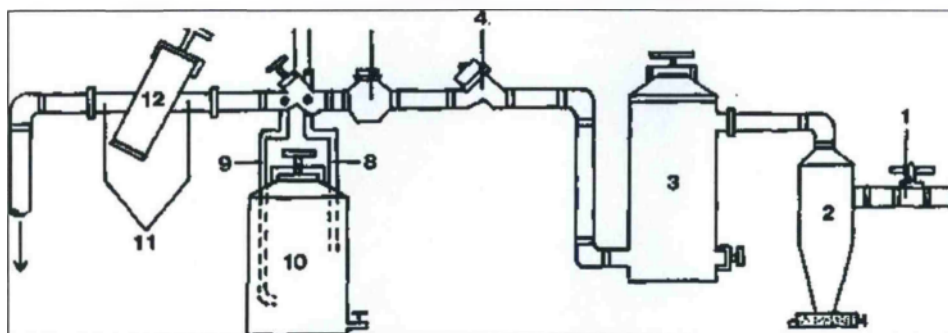
Οι ειδικοί μηχανισμοί διήθησης του νερού, αυτοματισμού της λειτουργίας, ρύθμισης πίεσης, υδρολίπανσης κλπ., διατάσσονται ενδιάμεσα σε διάφορα σημεία από την αρχή του δικτύου μέχρι του σημείου εισόδου του νερού στους δευτερεύοντες σωλήνες.

6.2 Διάταξη πηγής πίεσης

Η θέση της πηγής πίεσης ή τροφοδοσίας νερού, η οποία μπορεί να είναι αντλία, υπερυψωμένη δεξαμενή ή υδροληψία από κλειστούς αγωγούς υπό πίεση, καθορίζεται από τις συνθήκες του κτήματος. Προτιμάται κατά κανόνα η θέση της πηγής πίεσης που εξασφαλίζει συνεχή παροχή με ελάχιστο κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας και βρίσκεται πλησιέστερα προς την κεφαλή του δικτύου.

6.3 Διάταξη κεφαλής

Το νερό από την πηγή τροφοδοσίας προτού περάσει στις σωληνώσεις του δικτύου διέρχεται από την κεφαλή ή κέντρο ελέγχου. Η κεφαλή απαρτίζεται, όπως προαναφέρθηκε, από ένα σύνολο μηχανισμών που είναι: φίλτρα, υδρολιπαντήρας, ρυθμιστής πίεσης, αυτόματη ογκομετρική βαλβίδα, βαλβίδα αντεπιστροφής, μανόμετρα, βάνες κ.ά. (Σχ. 8.3.1.)



Σχ.8 Σχηματική παράσταση κεφαλής ή κέντρο ελέγχου.

1)Γενική βάνα, 2)Υδροκυκλώνας, 3)Φίλτρο χαλικιών, 4)Αυτόματη ογκομετρική βαλβίδα, 5)Βαλβίδα αντεπιστροφής, 6)Βαλβίδα εξαερισμού, 7)Βάνα στραγγαλισμού, 8)Σωλήνας εισόδου νερού στο λιπαντήρα, 9)Σωλήνας εισόδου λιπαντικού διαλύματος στο σύστημα, 10)Υδρολιπαντήρας, 11)Σημεία μανομέτρησης, 12)Φίλτρο σίτας.

(πηγή: Ουζούνης Δ.,2002, *Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με σταγόνες & μικροεκτοξευτήρες*, εκδ. Γαρταγάνη)

Ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες της άρδευσης σε μια κεφαλή, άλλοτε μεν περιλαμβάνονται όλοι οι προηγούμενοι μηχανισμοί, άλλοτε ένα μέρος απ' αυτούς και άλλοτε και άλλοι πέραν από αυτούς. Η διάταξη των μηχανισμών του κέντρου ελέγχου ακολουθεί μια λογική σειρά, ώστε ο ένας μηχανισμός να μην παρεμποδίζει τη λειτουργία των άλλων, αλλά αντίθετα να τη διευκολύνει και όλοι μαζί να είναι άριστα συντονισμένοι. Η θέση εγκατάστασης της κεφαλής μέσα στο αγρόκτημα επιλέγεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε ο άνθρωπος που ελέγχει την άρδευση να μπορεί ανά πάσα στιγμή να την επισκέπτεται, ενώ ταυτόχρονα να εξυπηρετεί το δυνατόν καλύτερα τη διάταξη του δικτύου.

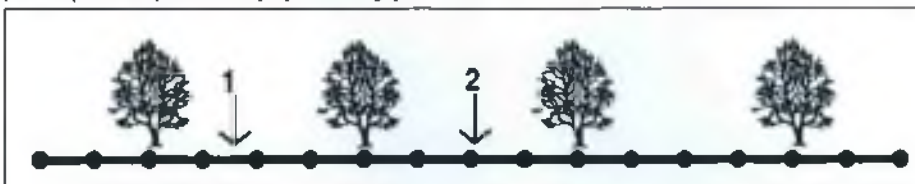
6.4 Διάταξη δευτερευόντων και κύριων σωλήνων

Οι δευτερεύοντες σωλήνες διατάσσονται οπωσδήποτε κάθετα προς τους πλευρικούς και με διάφορες κατευθύνσεις προς τους κύριους. Σε επικλινείς εκτάσεις οι δευτερεύοντες ακολουθούν την κλίση του εδάφους, ενώ οι πλευρικοί ή διανεμητοφόροι τους οποίους εφοδιάζουν με νερό, διατάσσονται κάθετα προς την κλίση ακολουθώντας τις γραμμές φύτευσης των φυτών. Σε επίπεδα εδάφη ο κύριος αγωγός μεταφοράς νερού τροφοδοτεί τους δευτερεύοντες αγωγούς σχεδόν πάντοτε στο μέσον τους, έτσι ώστε η κατανομή του νερού να διαμοιράζεται εξίσου και να είναι δυνατή η χρήση σωλήνων με μικρότερη διάμετρο.

6.5 Διάταξη πλευρικών σωλήνων

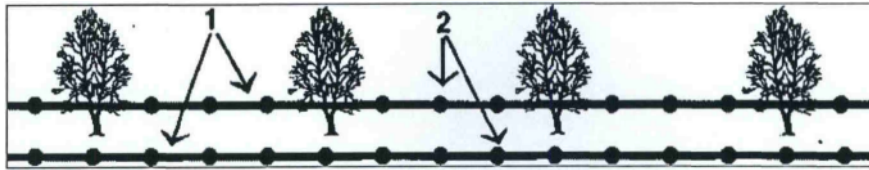
Οι πλευρικοί σωλήνες ή αγωγοί εφαρμογής διατάσσονται κατά κανόνα κάθετα προς τους δευτερεύοντες που τους τροφοδοτούν και παράλληλα προς τις γραμμές της καλλιέργειας. Οι διατάξεις των αγωγών εφαρμογής νερού είναι πολλοί ανάλογα πάντα με το είδος του φυτού, τις αποστάσεις φύτευσης, του τύπου εδάφους και της παροχής του σταλακτήρα ή μικροεκτοξευτήρα. Οι πιο συνηθισμένες απ' αυτές είναι οι εξής:

A. Απλή ευθεία διάταξη: Ένας ευθύς αγωγός εφαρμογής για κάθε σειρά φυτών (Σχ. 9). Πρόκειται για την επικρατέστερη διάταξη.



Σχήμα 9. Απλή ευθύγραμμη διάταξη σε δέντρα: 1)Αγωγός εφαρμογής, 2)Σταλακτήρας
(πηγή: Ουζούνης Δ.,2002, *Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με σταγόνες & μικροεκτοξευτήρες*, εκδ. Γαρταγάνη)

B. Διπλή ευθεία διάταξη: Δύο ευθείς αγωγοί εφαρμογής σε κάθε σειρά φυτών (Σχ.10).

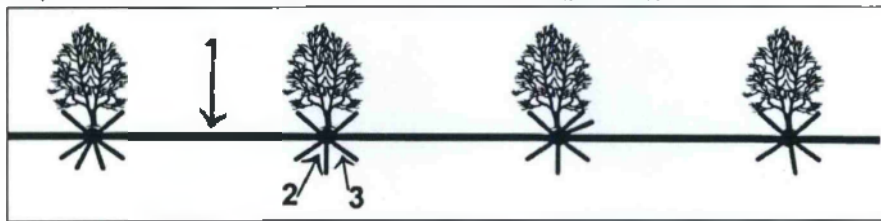


Σχ.10. Διπλή ευθεία διάταξη αγωγών εφαρμογής σε δένδρα

1) Αγωγοί εφαρμογής, 2) Σταλακτήρες.

(πηγή: Ουζούνης Δ., 2002, Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με σταγόνες & μικροεκτοξευτήρες, εκδ. Γαρταγάνη)

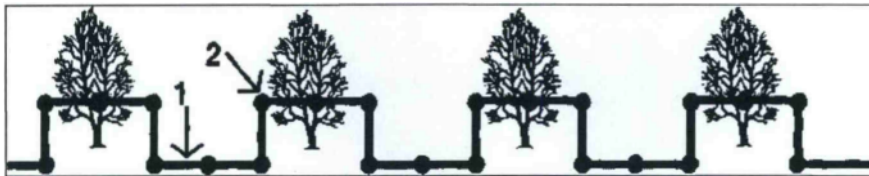
Γ. Απλή ευθεία διάταξη με σταλακτήρες πολλαπλής εξόδου: Ένας ευθύγραμμος αγωγός εφαρμογής σε κάθε σειρά φυτών με σταλακτήρες πολλαπλής εξόδου και ακτινωτή διάταξη των μικροσωλήνων που συνδέονται πάνω στο σταλακτήρα. (Σχ. 12)



Σχ.12. Ευθύγραμμη διάταξη αγωγού εφαρμογής με σταλακτήρες πολλαπλής εξόδου, 1) Αγωγός εφαρμογής, 2) Σταλακτήρες, 3) Μικροσωλήνες.

(πηγή: Ουζούνης Δ., 2002, Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με σταγόνες & μικροεκτοξευτήρες, εκδ. Γαρταγάνη)

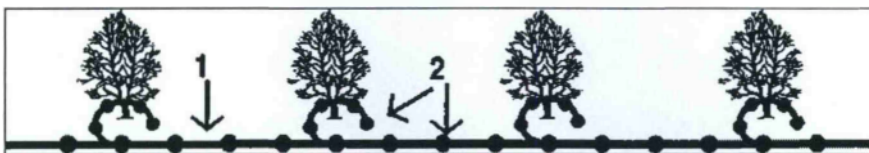
Δ. Μαιανδρική διάταξη: Ένας αγωγός εφαρμογής που έχει σχήμα μαιάνδρου σε κάθε σειρά φυτών (Σχ. 13)



Σχ. 13. Μαιανδρική διάταξη αγωγού εφαρμογής ανά σειρά δένδρων. 1) Αγωγός εφαρμογής, 2) Σταλακτήρες.

(πηγή: Ουζούνης Δ., 2002, Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με σταγόνες & μικροεκτοξευτήρες, εκδ. Γαρταγάνη)

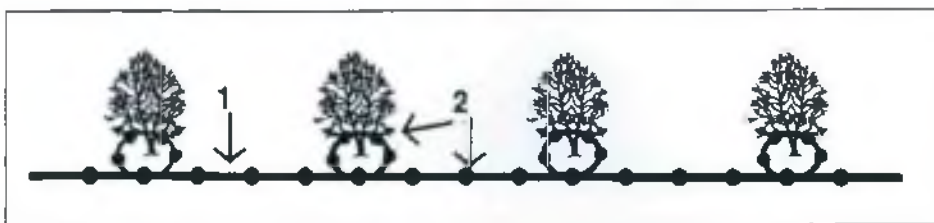
Ε. Μεικτή ευθεία - ημικυκλική διάταξη: Ένας ευθύγραμμος αγωγός εφαρμογής σε κάθε σειρά δένδρων που φέρει σταλακτήρες και σε ημικύκλιο γύρω από κάθε δένδρο. (Σχ. 14)



Σχ. 14. Μεικτή ευθύγραμμη - ημικυκλική διάταξη. 1) Αγωγός εφαρμογής, 2) Σταλακτήρες.

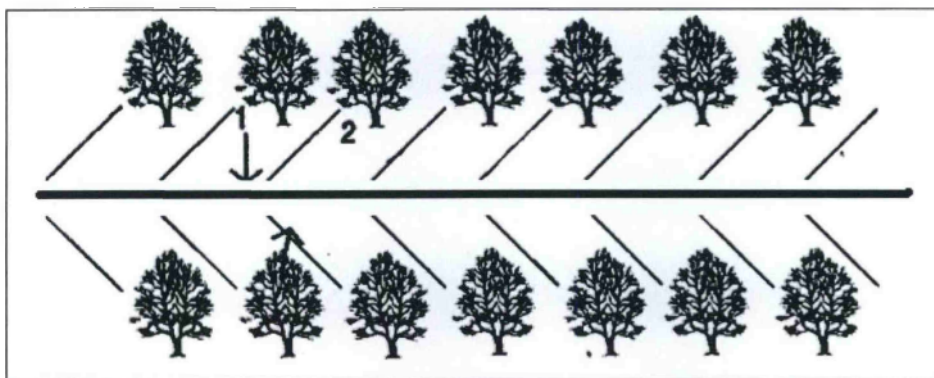
(πηγή: Ουζούνης Δ., 2002, Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με σταγόνες & μικροεκτοξευτήρες, εκδ. Γαρταγάνη)

Στ. Μεικτή ευθεία - κυκλική διάταξη: Ένας ευθύγραμμος αγωγός εφαρμογής σε κάθε σειρά δένδρων που φέρει σταλακτήρες και σε κυκλικό αγωγό γύρω από κάθε δένδρο (Σχ.15).



Σχ. 15. Μεικτή ευθύγραμμη - κυκλική διάταξη. 1) Αγωγός εφαρμογής, 2) Σταλακτήρες.
(πηγή: Ουζούνης Δ., 2002, Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με σταγόνες & μικροεκτοξευτήρες, εκδ. Γαρταγάνη)

Ζ. Διάταξη ψαροκόκαλου: Ένας ευθύγραμμος αγωγός εφαρμογής σε δύο σειρές φυτών που τροφοδοτεί μικροσωλήνες, οι οποίοι μπορεί να φέρουν στα άκρα τους σταλακτήρες ή να ρέουν το νερό ελεύθερα. (Σχ. 16)



Σχ. 16. Διάταξη ψαροκόκαλου. 1) Αγωγός εφαρμογής, 2) Μικροσωλήνας
(πηγή: Ουζούνης Δ., 2002, Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με σταγόνες & μικροεκτοξευτήρες, εκδ. Γαρταγάνη)

6.6. Διάταξη διανεμητών

Η διάταξη των διανεμητών εξαρτάται από το είδος και το ανάγλυφο του εδάφους, από το είδος της καλλιέργειας και το στάδιο ανάπτυξης της, αλλά και από το είδος και τη διάταξη των διανεμητοφόρων σωλήνων, καθώς επίσης και από την παροχή των σταλακτάρων και μικροεκτοξευτήρων. Ο βασικός στόχος τελικά είναι να επιτευχθεί το αναγκαίο ποσοστό υγραινόμενου εδάφους, ενώ ταυτόχρονα να εξασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία του δικτύου και χαμηλό κόστος εγκατάστασης.

Γενικά, σε ελαφρά εδάφη επιβάλλεται οι διανεμητές να τοποθετούνται σε πυκνότερες διατάξεις και με μικρές παροχές, ενώ σε βαριά εδάφη σε αραιότερες διατάξεις και με μεγαλύτερες παροχές. Σε καλλιέργειες κηπευτικών συνήθως χρησιμοποιείται ένας σταλακτήρας ανά φυτό και σπανιότερα ένας σταλακτήρας ανά δύο φυτά. Στις δενδρώδεις καλλιέργειες οι σταλακτήρες τοποθετούνται συνήθως ένας ανά 1m ή 0,80m πάνω στη γραμμή φύτευσης κατά μήκος της οποίας τοποθετούνται οι διανεμητοφόροι και διατάσσονται σε απλή ευθεία γραμμή. Όταν πρόκειται να επιλεγούν μικροεκτοξευτήρες, αυτοί διατάσσονται συνήθως ένας ανά δένδρο με ανάλογη παροχή, διαφορετικά δύο ανά δένδρο αν η παροχή τους είναι μικρή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ουζούνης Δ., (2002), *Συστήματα αυτόματης άρδευσης, άρδευση με σταγόνες και μικροεκτοξευτήρες*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
2. Ουζούνης, Δ., (1985). *Η θεωρητική και πρακτική μέθοδος αρδεύσεως με σταγόνες*. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
3. Μπαμπίλης Δ., (2004), *Άρδεντικά δίκτυα πρασίνου*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
4. Μιχελάκης Ν., (1988), *Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης -Άρδευση με Σταγόνες*, εκδ. Εκδοτική Αγροτεχνική ΕΑΕ
5. Μαυρογιαννόπουλος Γ., (2005), *Θερμοκήπια*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
6. Τερζίδης Γ., Παπαζαφειρίου Δ., (1997), *Γεωργική Υδραυλική*, εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη

ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΡΑΣΙΝΟ

1 Εισαγωγή

Το μέγεθος των σύγχρονων πόλεων, η άναρχη επέκτασή τους, η πυκνή δόμηση, η υπερβολική κυκλοφοριακή φόρτιση εξασφαλίζουν τους ελεύθερους φυσικούς χώρους στις πόλεις και δημιουργούν τα γνωστά περιβαλλοντικά προβλήματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, της αρνητικής μεταβολής του αστικού κλίματος, της ηχορύπανσης, των πλημμύρων, της γενικότερης αισθητικής υποβάθμισης του τοπίου.

Στα μεγάλα αστικά κέντρα, όπου συνήθως δεν υπάρχει σωστός πολεοδομικός σχεδιασμός, είναι αισθητή η έλλειψη πρασίνου. Το πράσινο συμβάλλει στη βελτίωση του αστικού μικροκλίματος μέσω του ελέγχου της θερμοκρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας, του ανέμου, των βροχοπτώσεων και της υγρασίας. Μειώνει τους διάφορους τύπους ρύπανσης με τον καθαρισμό του αέρα, και τον εμπλουτισμό της ατμόσφαιρας καθώς και με τον έλεγχο του θορύβου, ελέγχει τη διάβρωση του εδάφους και την απορροή των όμβριων.

Η ορθολογική χρήση του νερού είναι καθοριστική για την ανάπτυξη και διατήρηση του αστικού πρασίνου καθώς αυτό δεν είναι βιώσιμο αν δεν είναι αρδευόμενο. Η άρδευση του αστικού πρασίνου εξετάζεται ξεχωριστά στο κεφάλαιο αυτό καθώς αποτελεί ένα δυναμικό τομέα αναφορικά με τις αρδεύσεις, ο οποίος συνεχώς εξελίσσεται και προσαρμόζεται ανάλογα με τις ανάγκες και την εξέλιξη των αστικών περιοχών.

2 Συνθετικά μέρη αρδευτικού δικτύου αστικού πρασίνου

2.1 Σωληνώσεις – Εξαρτήματα συνδεσμολογίας

Στο αστικό πράσινο χρησιμοποιούνται σωλήνες και εξαρτήματα συνδεσμολογίας όπως αυτά που περιγράφηκαν στο Μέρος ΙΙ στις ενότητες 1.3 και 1.5 αντίστοιχα. Όσον αφορά τους σωλήνες, κυρίως χρησιμοποιούνται σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) διατομής Ø6 - Ø32.

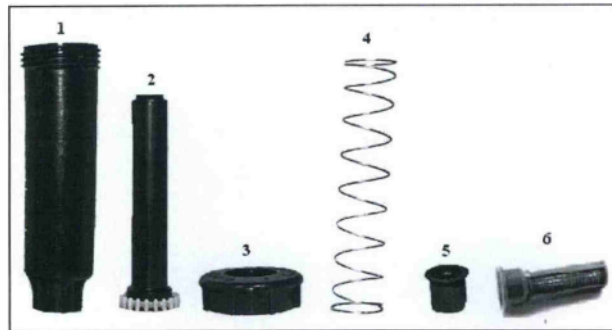
2.2 Εκτοξευτήρες

Οι εκτοξευτήρες είναι οι μηχανισμοί των δικτύων άρδευσης που εκτοξεύουν νερό σε μια επιφάνεια καλυμμένη συνήθως με χλοοτάπητα. Με τους μηχανισμούς που διαθέτουν διασπών και διασκορπίζουν το νερό σε μορφή σταγόνων στο έδαφος. Στο εμπόριο κυκλοφορούν πολλοί τύποι εκτοξευτήρων με διαφορετικά μορφολογικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά. Διακρίνονται σε δύο ομάδες τους **στατικούς** και τους **δυναμικούς**. Σε κάθε μια από αυτές τις ομάδες συναντάμε διάφορους τύπους τόσο **υπόγειους αυτοανωψόμενους** (τύπου pop-up), όσο και **υπέργειους**.

2.2.1 Στατικοί εκτοξευτήρες

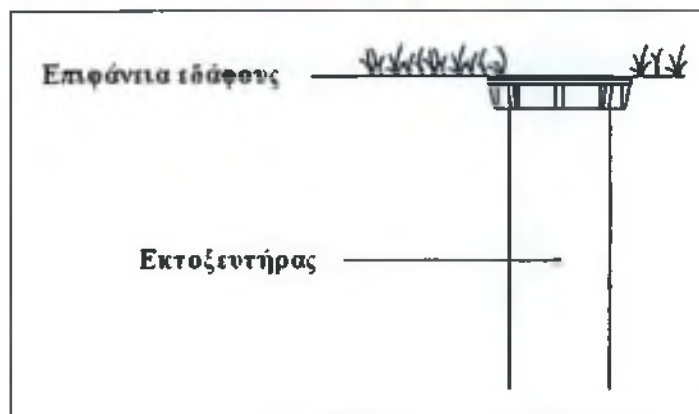
A. Υπόγειοι αυτοανυψώμενοι (τύπου pop-up)

Οι εκτοξευτήρες αυτής της κατηγορίας δεν έχουν περιστρεφόμενα τμήματα. Αποτελούνται από 6 μέρη (εικ.7.1) το σώμα, το έμβολο, το άνω μέρος, το φίλτρο, το ελατήριο επαναφοράς και το ακροφύσιο.



Εικ.15 Μέρη υπόγειου αυτοανυψώμενου εκτοξευτήρα (pop-up). 1:σώμα, 2:έμβολο, 3:άνω μέρος, 4: ελατήριο, 5:ακροφύσιο, 6:φίλτρο. (πηγή: Διαδίκτυο)

Έχουν τη δυνατότητα να διασκορπίζουν αναλογικά το νερό σε μικρές σχετικά αποστάσεις (μέχρι 5m), σε κύκλους ή τμήματα κύκλου όπως επίσης σε ορθογώνια μικρά σχήματα ή λωρίδες. Τοποθετούνται υπόγεια με τέτοιο τρόπο ώστε το άνω μέρος τους να βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια του εδάφους (εικ. 3.2).



Σχ.17 Θέση εκτοξευτήρα σε σχέση με το έδαφος

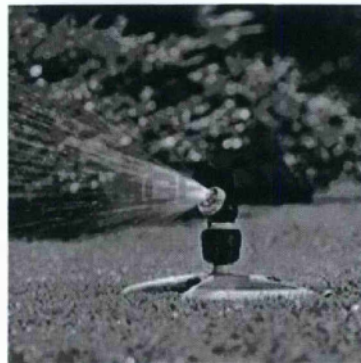
Το έμβολο, που φέρει στην άκρη του ένα ακροφύσιο, ανυψώνεται με τη βοήθεια της πίεσης του νερού μόνο όταν λειτουργεί το δίκτυο και επανέρχεται με τη βοήθεια του ελατηρίου επαναφοράς στη θέση του, μόλις διακοπεί η ροή του νερού. Η ιδανική πίεση λειτουργίας αυτού του τύπου των εκτοξευτήρων είναι 1,5 - 2,5 atm. Εφαρμόζονται ευρέως σε μικρούς κήπους και μερικές φορές σε παρτέρια με θάμνους.



Εικ.16 Αριστερά: Pop-up PS, πηγή Hunter, Δεξιά: Pop-up Rainbird, πηγή Rainbird

B. Υπέργειοι εκτοξευτήρες

Πρόκειται για εκτοξευτήρες ερασιτεχνικού τύπου που διαθέτουν περιστρεφόμενα τμήματα. Κατά τη λειτουργία τους φέρουν συνήθως ένα ακροφύσιο και σε αυτούς μπορούμε να συμπεριλάβουμε και διάφορες προεκτάσεις – ορθοστάτες που με τη βοήθεια ανάλογου προσαρμογέα μπορούν να δεχθούν ακροφύσια.



Εικ.17 Υπέργειος στατικός εκτοξευτήρας, (πηγή Διαδίκτυο)

2.2.2 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 **γρاناζωτούς εκτοξευτήρες** και γ) τους **εκτοξευτήρες αντίδρασης**.

α) Κρουστικοί εκτοξευτήρες

Στους κρουστικούς εκτοξευτήρες διακρίνονται τα εξής κύρια μέρη: ο **μοχλός παλινδρόμησης**, ο οποίος βρίσκεται στο πάνω μέρος του κατακόρυφου άξονα και μπορεί να περιστρέφεται. Το άκρο του μοχλού προεκτείνεται μπροστά και πάνω από το ακροφύσιο σχηματίζοντας ένα λοξό επίπεδο από το οποίο αρχίζει η διαδικασία περιστροφής του εκτοξευτήρα. Καθώς η δέσμη του νερού προσκρούει στο λοξό επίπεδο, ο μοχλός απωθείται εκτελώντας περιστροφική κίνηση γύρω από τη βάση του και κατά μια ορισμένη γωνία. Το **ελατήριο επαναφοράς**, το οποίο βρίσκεται γύρω από τον άξονα περιστροφής του μοχλού, επαναφέρει το μοχλό στην περιοχή εκτόξευσης του νερού και, με αυτή την κίνηση, ο σωλήνας εκτόξευσης δέχεται ένα χτύπημα και προωθείται κατά μία θέση. Ταυτόχρονα το λοξό επίπεδο πέφτει στη δέσμη του νερού και προκαλεί παροδική διάσπαση της δέσμης, η οποία έχει σκοπό την καλύτερη κατανομή της βροχής στα πιο κοντινά σημεία της ακτίνας διαβροχής. Αυτή είναι μια πλήρης κίνηση της λειτουργίας του μοχλού παλινδρόμησης, η οποία επαναλαμβάνεται συνέχεια.



Εικ.18 Κρουστικοί εκτοξευτήρες, (πηγή Διαδίκτυο)

β) Γραναζωτοί εκτοξευτήρες

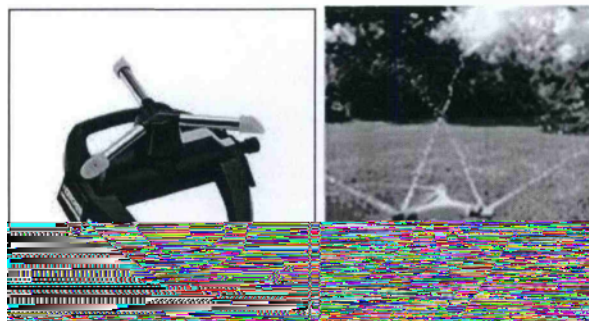
Στους εκτοξευτήρες της κατηγορίας αυτής το νερό περιστρέφει μια σειρά γραναζιών που υπάρχουν μέσα στο έμβολό του, εξαναγκάζοντάς τον να περιστραφεί αργά και αθόρυβα. Το επίπεδο του θορύβου ενός αρδευτικού δικτύου, το οποίο λειτουργεί σε μια κατοικημένη περιοχή, αποτελεί σημαντικό παράγοντα επιλογής υλικού. Οι γραναζωτοί εκτοξευτήρες τύπου pop-up προεξέχουν από το έδαφος κατά τη λειτουργία τους από 60mm – 100mm περίπου, ανάλογα με το μέγεθος τους. Αυτό το ύψος είναι ικανοποιητικό για άρδευση χλοοτάπητα. Είναι οι πιο σύγχρονοι εκτοξευτήρες και η ακτίνα διαβροχής τους κυμαίνεται από 5m – 35m ή/και μεγαλύτερη.



Εικ.19 Γραναζωτοί εκτοξευτήρες της εταιρείας Hunter, αριστερά μοντέλο SRM & δεξιά μοντέλο PGP .(πηγή Hunter)

γ) Εκτοξευτήρες αντίδρασης

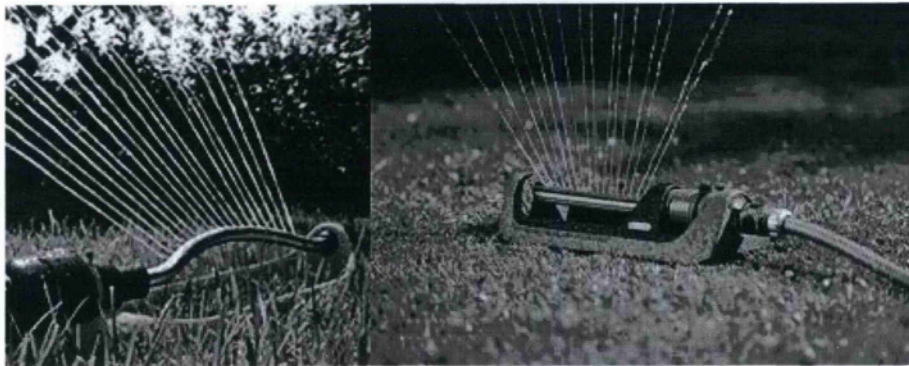
Οι εκτοξευτήρες αυτοί έχουν τα ακροφύσια προσανατολισμένα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η δέσμη του νερού να δημιουργεί ζεύγος δυνάμεων αντίθετης φοράς, θέτοντας το σωλήνα εκτόξευσης σε περιστροφική κίνηση. Είναι εκτοξευτήρες ερασιτεχνικού τύπου και η χρήση τους περιορίζεται σε μεσαίας επιφάνειας χλοοτάπητες.



Εικ.20 Εκτοξευτήρες αντίδρασης (πηγή Διαδίκτυο)

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 του νερού γίνεται με τη βοήθεια ενός μικρού εμβόλου, το οποίο είναι τοποθετημένο στην αρχή του σωλήνα και λειτουργεί με την πίεση του νερού. Για να λειτουργήσουν απαιτούν πίεση 1-2,5atm. Βρίσκουν ευρεία ερασιτεχνική εφαρμογή σε κήπους, ιδιαίτερα ο εκτοξευτήρας βεντάλια (εικ.7.5).



Εικ.21 Εκτοξευτήρες τύπου βεντάλιας (πηγή Διαδίκτυο)

2.3 Λοιπά μέρη αρδευτικού δικτύου

Στα υπόλοιπα μέρη ενός αρδευτικού δικτύου πρασίνου συναντάμε εξαρτήματα – μηχανήματα που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενες σελίδες όπως:

- Σταλάκτες
- Φίλτρα νερού
- Συστήματα προστασίας (ρυθμιστές πίεσης, βαλβίδες εξαερισμού κ.α.)
- Καλώδια
- Βάνες: χειροκίνητες και αυτόματες
- Προγραμματιστές άρδευσης: μπαταρίας, ηλεκτρικούς, δορυφορικά συστήματα ελέγχου κλπ
- Αντλίες – πιεστικά – υδρολιπαντήρες κλπ

3. Σχεδίαση αρδευτικών δικτύων πρασίνου

Για να είναι λειτουργικό και ολοκληρωμένο το σύστημα άρδευσης πρέπει να υπάρχουν κάποιες προϋποθέσεις. Όταν επιτευχθούν αυτές τότε θα υπάρχει ένα δίκτυο χωρίς προβλήματα και σπατάλη νερού.

3.1 Κηποτεχνικό σχέδιο

Πριν οποιαδήποτε μελέτη και ενέργεια θα πρέπει να καταρτιστεί αναλυτικό κηποτεχνικό σχέδιο το οποίο θα παρουσιάζει την ακριβή θέση των φυτών, τις υψομετρικές διαφορές και την ακριβή θέση των σημείων υδροληψίας και παροχής ηλεκτρικού ρεύματος.

3.2 Σωστός σχεδιασμός αρδευτικού δικτύου

Αφού ληφθούν υπόψη όσα έχουν αναφερθεί σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν το δίκτυο άρδευση και το κηποτεχνικό σχέδιο ακολουθεί η κατάρτιση του σχεδίου άρδευσης. Το πρώτο που εξετάζεται, αφού έχουν ληφθεί υπόψη όλα τα στοιχεία που

έχουν συγκεντρωθεί για το μικροκλίμα τις περιοχές, τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά κ.α., είναι αυτό της επιλογής των διαφόρων τύπων εκτοξευτήρων και σταλακτηφόρων αγωγών καθώς και των τομέων (στάσεων) του συγκεκριμένου δικτύου και της τοποθέτησής τους.

Η τοποθέτηση δεν είναι τυχαία αλλά γίνεται πάντα σύμφωνα με ορισμένες αρχές οι οποίες λαμβάνονται υπόψη στις εργοστασιακές προδιαγραφές του κάθε προϊόντος. Οι εκτοξευτές τύπου pop-up πρέπει να τοποθετούνται με τρόπο ώστε να εξασφαλίζονται οι ιδανικές αλληλοκαλύψεις των πεδίων εκτόξευσης τους, να μειώνονται στο ελάχιστο οι απώλειες σε νερό κατά την άρδευση και να επιτρέπεται η χρήση των προγραμμάτων άρδευσης, ανάλογα με τις υδατικές απαιτήσεις. Οι διατάξεις τοποθέτησης των εκτοξευτήρων είναι:

- τριγωνική
- τετραγωνική
- μονής σειράς

Όσον αφορά την ισαποχή των εκτοξευτήρων, αυτή εξαρτάται τόσο από την διάταξη αυτών, όσο και από το μέγεθος της ταχύτητας του επικρατούντος ανέμου. Πιο συγκεκριμένα στην τετραγωνική διάταξη η οποία είναι και η πιο συχνή και στη διάταξη μονής σειράς, για ταχύτητες ανέμου 0-6 km/h η ισαποχή δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50% της διαβρεχόμενης διαμέτρου, ενώ για ταχύτητες μεγαλύτερες των 6km/h η ισαποχή δεν πρέπει να υπερβαίνει το 45% της διαβρεχόμενης διαμέτρου. Στην τριγωνική διάταξη η ισαποχή δεν πρέπει να υπερβαίνει το 55% και 50% της διαβρεχόμενης διαμέτρου για τις αντίστοιχες ταχύτητες. Κατά τον σχεδιασμό των αρδευτικών τομέων, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες παράμετροι:

α. Η άρδευση θάμνων και δένδρων πραγματοποιείται από διαφορετικό τομέα (στάση) από εκείνο των χλοοταπήτων λόγω των διαφορετικών απαιτήσεων σε νερό τόσο ανάλογα με την εποχή όσο και ανάλογα με την ηλικία.

β. Δεν επιτρέπεται η λειτουργία στον ίδιο τομέα εκτοξευτήρων που καλύπτουν κεκλιμένα και επίπεδα τμήματα του κήπου.

γ. Δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση εκτοξευτήρων διαφορετικού τύπου, μικρών και μεγάλων αποστάσεων, στον ίδιο τομέα.

δ. Δεν επιτρέπεται η χρησιμοποίηση διαφορετικών ειδών η μεγεθών ακροφυσίων στο συγκεκριμένο είδος εκτοξευτήρα στον ίδιο τομέα, εκτός αν αυτό κρίνεται απαραίτητο για την επίτευξη ομοιομορφίας στην ένταση διαβροχής του τομέα.

3.3 Επιλογή αγωγών – καλωδίων, σχεδίαση υδραυλικής και ηλεκτρικής εγκατάστασης

Το δεύτερο στάδιο της μελέτης σχεδίασης περιλαμβάνει την επιλογή και το σχεδιασμό των υδραυλικών αγωγών και της ηλεκτρικής εγκατάστασης του συγκεκριμένου δικτύου. Όσον αφορά το σχεδιασμό του υδραυλικού δικτύου επικρατούν δύο φιλοσοφίες.

α. Στην πρώτη η οποία είναι και η αρτιότερη τεχνικά, η τροφοδοσία των αρδευτικών τομέων με νερό γίνεται μέσω ενός κεντρικού αγωγού (πρωτεύοντας), κατά μήκος του οποίου τοποθετούνται ηλεκτροβάνες οι οποίες με την σειρά τους τροφοδοτούν τους δευτερεύοντες αγωγούς. Στην κεφαλή του πρωτεύοντος αγωγού τοποθετείται μία κεντρική ηλεκτροβάνα (master valve) ώστε το δίκτυο να μην βρίσκεται υπό πίεση ο πρωτεύων αγωγός όταν το δίκτυο δεν λειτουργεί.

β. Στη δεύτερη το υδραυλικό δίκτυο μπορεί να τροφοδοτεί κάθε αρδευτικό τομέα ξεχωριστά, από μία ή περισσότερες υδροληψίες. Η σχεδίαση αυτή προβλέπει την κατασκευή ειδικής υδραυλικής εγκατάστασης (collector). Η συγκεκριμένη σχεδίαση θα πρέπει να πραγματοποιείται μόνο όταν είναι αδύνατη η εγκατάσταση πρωτεύοντος αγωγού, λόγω ειδικών τεχνικών κωλυμάτων.

Πρέπει να αναφερθεί ότι η σχεδίαση με πρωτεύοντα αγωγό έχει πολύ μικρότερες απώλειες πίεσης αλλά απαιτούνται περισσότερα μέτρα καλωδίων στην ηλεκτρική εγκατάσταση. Στη δεύτερη περίπτωση αντίθετα, απαιτούνται λιγότερα μέτρα καλωδίων αλλά περισσότερα μέτρα αγωγών άρδευσης.

Επιλογή αγωγών ως προς τη διατομή τους

Η επιλογή του μεγέθους των αγωγών τόσο του πρωτεύοντος δικτύου όσο και των δευτερευόντων αγωγών πρέπει να ακολουθούν τους ακόλουθους γενικούς κανόνες:

- Ελαχιστοποίηση των γραμμικών απωλειών πίεσης
- Ελαχιστοποίηση των τοπικών απωλειών πίεσης. Οι τοπικές απώλειες πίεσης θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη, γιατί όπως έχει παρατηρηθεί είναι δυσανάλογες μεγάλες σε πολύπλοκα δίκτυα
- Η διαφορά πίεσης μεταξύ της κεφαλής του δικτύου και του τέλους του αρδευτικού αγωγού δεν πρέπει να ξεπερνά το 20%
- Η μέση ταχύτητα ροής του νερού δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1,5 m/sec προς αποφυγή υδραυλικού πλήγματος και εσωτερικής διάβρωσης των αγωγών.
- Σωστή επιλογή των αγωγών στις υπολογιζόμενες πιέσεις λειτουργίας του δικτύου
- Ελαχιστοποίηση του κόστους.

Ηλεκτρική εγκατάσταση

α. Η επιλογή των ηλεκτρικών αγωγών θα πρέπει να γίνει βάση των απωλειών της έντασης ηλεκτρικού ρεύματος. Οι ηλεκτρικοί αγωγοί (καλώδια) πρέπει να έχουν προδιαγραφές για άμεση τοποθέτηση στο έδαφος, να είναι δηλαδή αδιάβροχοι π.χ. ΝΥΥ.

β. Η επιλογή των ηλεκτροβανών εξαρτάται:

- Από την ποσότητα του νερού σε m³/h που παρέχεται στο δίκτυο
- Από το είδος της άρδευσης (pop-up ή σταλακτήρες κ.λ.π.) που αρδεύει ο συγκεκριμένος τομέας.
- Από την πίεση του δικτύου, μπορεί να απαιτούνται αντιπληγματικές ηλεκτροβάνες.

γ. Η επιλογή των φρεατίων μέσα στα οποία τοποθετούνται οι ηλεκτροβάνες εξαρτάται κυρίως από το σύστημα άρδευσης (πρωτεύων αγωγός ή collector). Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιούνται συνήθως στρογγυλά φρεάτια μίας ή δύο ηλεκτροβανών ενώ στην δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιούνται μεγάλα παραλληλόγραμμα φρεάτια όπου τοποθετείται το κολεκτέρ με τις ηλεκτροβάνες.

3.4 Σχέδια αρδευτικών δικτύων πρασίνου

Η διεθνής γλώσσα των τεχνικών είναι το σχέδιο. Είναι ένας γραφιστικός τρόπος επικοινωνίας που γίνεται διεθνώς αντιληπτός. Μεταβιβάζει σκέψεις και ιδέες με σκαριφήματα, διαγράμματα, σχέδια, γραφικές απεικονίσεις και σύμβολα. Οι γραμμές, τα σύμβολα, οι αριθμοί αποτελούν τα βασικά στοιχεία του σχεδίου.

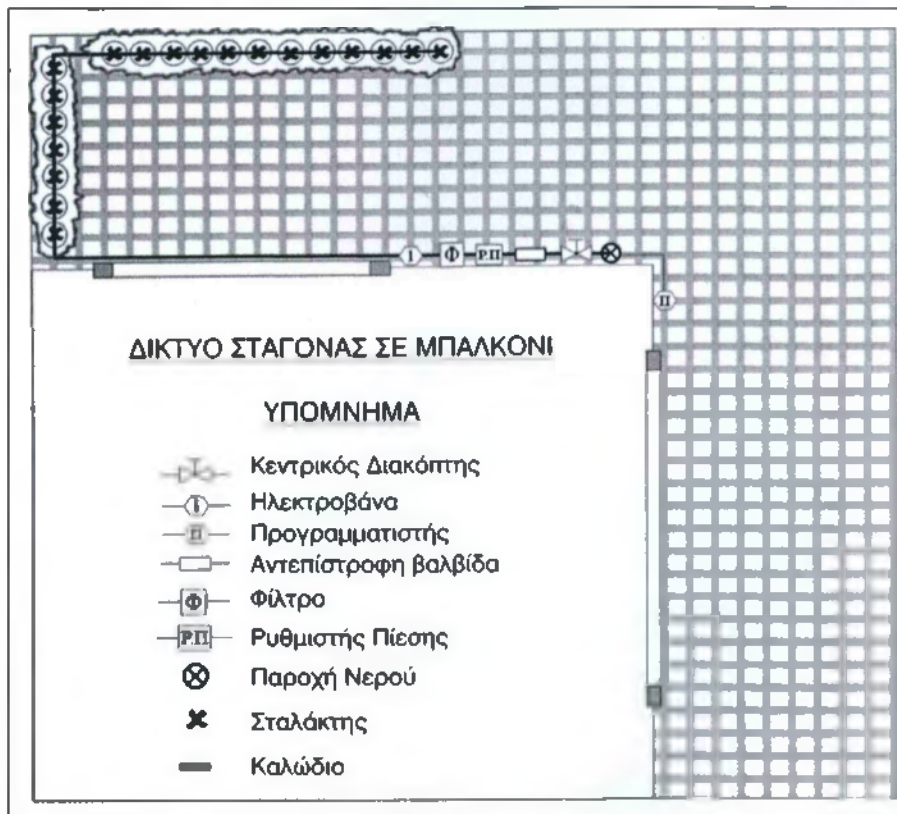
3.4.1 Σύμβολα χρησιμοποιούμενα στα αρδευτικά σχέδια

Τα ξεκάθαρα σχεδιαστικά σύμβολα επιταχύνουν και διευκολύνουν τη διαδικασία εγκατάστασης του αρδευτικού δικτύου. Στον πίνακα που ακολουθεί υπάρχουν γραφικές απεικονίσεις των αρδευτικών στοιχείων, που περιλαμβάνει ένα σχέδιο αρδευτικού δικτύου. Τα σχεδιαστικά σύμβολα παρουσιάζονται σε ένα υπόμνημα στην άκρη του σχεδίου.

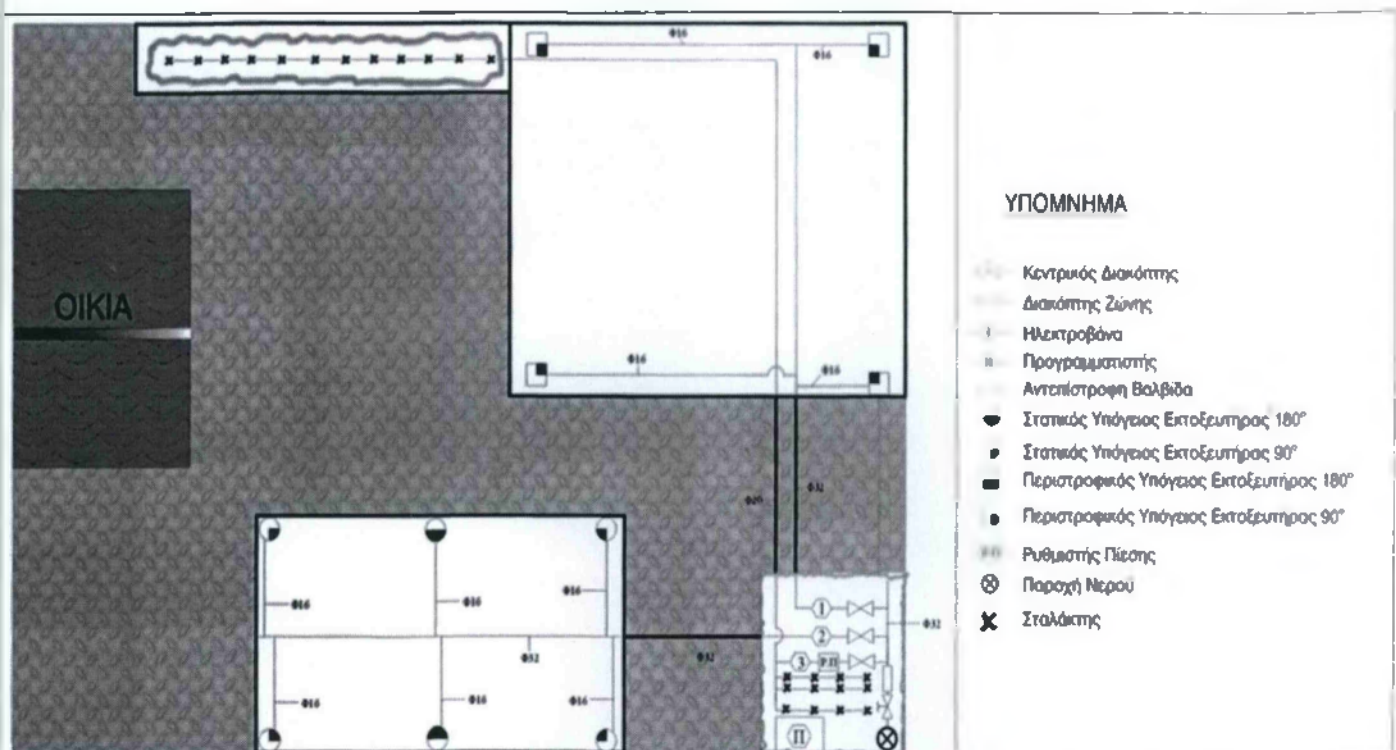
Σύμβολο	Επεξήγηση	Σύμβολο	Επεξήγηση
	Κεντρικός Διακόπτης		Περιστροφικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 90°
	Διακόπτης Ζώνης		Αντλία
	Ηλεκτροβάνα		Πιεστικό Δοχείο
	Ηλεκτροβάνα με ρυθμιστή ροή		Φίλτρο
	Προγραμματιστής		Υδρομετρητής
	Ηλεκτροβάνα Κεντρική (Master)		Ρυθμιστής Πίεσης
	Ανεπίστροφη Βαλβίδα		Παροχή Νερού
	Εξαεριστικό		Σταλάκτης
	Στατικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 360°		Καλώδιο NYG
	Στατικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 180°		
	Στατικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 90°		
	Περιστροφικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 360°		
	Περιστροφικός Υπόγειος Εκτοξευτήρας 180°		

Εικ.22 Σχεδιαστικά σύμβολα αρδευτικών δικτύων (πηγή: Μπαμπίλης Δ., 2004, Άρδευτικά δίκτυα πρασίνου, Εκδ. Σταμούλης)

Παρακάτω ακολουθούν δύο σχέδια αρδευτικών δικτύων.



Εικ.23 Σχέδιο αρδευτικού δικτύου βεράντας (πηγή: Μπαμπίλης Δ.,2004, Αρδευτικά δίκτυα πρασίνου, Εκδ. Σταμούλης)



Εικ.24 Σχέδιο αρδευτικού δικτύου παρτεριών εισόδου οικίας (πηγή: Μπαμπίλης Δ.,2004, Αρδευτικά δίκτυα πρασίνου, Εκδ. Σταμούλης)

4 Εγκατάσταση δικτύου

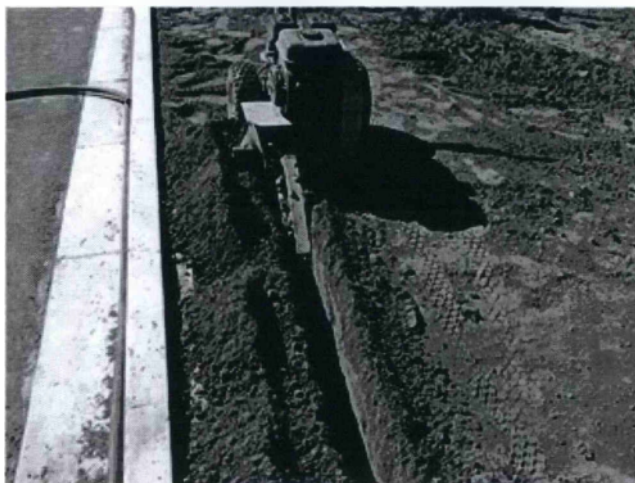
Η εγκατάσταση του δικτύου αφορά την προεργασία του χώρου, την τοποθέτηση των ηλεκτρολογικών στοιχείων, την τοποθέτηση των αγωγών και τη δοκιμή. Το δίκτυο που θα τοποθετηθεί μπορεί να είναι υπέργειο, υπόγειο είτε συνδυασμός αυτών.

Για την επιτυχημένη εγκατάσταση υπόγειου δικτύου αυτόματης άρδευσης σε χώρο καλλωπιστικού πρασίνου θα πρέπει να ακολουθείται η παρακάτω μεθοδολογία, τηρουμένων πάντα κάποιων διεθνώς αποδεκτών προδιαγραφών εγκατάστασης.

α. Διάνοιξη χαντακίων.

Για την εργασία αυτή μπορούν να χρησιμοποιηθούν μηχανήματα εάν πρόκειται για μεγάλες εκτάσεις είτε να γίνει χειρονακτικά εάν είναι για μικρούς κήπους. Σημαντικό είναι το βάθος του χαντακίου. Το ελάχιστο βάθος είναι ανάλογο με τη διάμετρο του αγωγού. Για κεντρικούς αγωγούς με διάμετρο μέχρι Φ50. Το ελάχιστο βάθος του αγωγού πρέπει να είναι 40 cm. Για κεντρικό αγωγό διαμέτρου μεγαλύτερης του Φ50, το ελάχιστο βάθος πρέπει να είναι 50 cm. Στην πράξη όμως ο κεντρικός αγωγός σε οικίες και πάρκα με πυκνή φύτευση και δύσκολη πρόσβαση για τα μηχανήματα διάνοιξης, το βάθος δεν πρέπει να ξεπερνά τα 30 cm, διότι μελλοντικά η πρόσβαση για τυχόν επισκευές θα είναι πολύ δύσκολη.

Ο πυθμένας του χαντακίου πρέπει να διαμορφώνεται κατάλληλα πριν την τοποθέτηση των αγωγών. Θα πρέπει να καθαρίζεται από πέτρες, αιχμηρά αντικείμενα (ξύλα, πρόκες, κλπ) ώστε να μην τραυματιστεί μελλοντικά και θα πρέπει να ισοπεδωθεί κατά το δυνατόν. Η παραπάνω διαδικασία ακολουθείται όταν τοποθετούνται σωλήνες PE (πολυαιθυλένιο) ενώ όταν οι αγωγοί είναι από σκληρό PVC (πολυβινυλοχλωρίδιο), θα πρέπει να τοποθετούνται πάνω σε άμμο πάχους 10cm και να καλύπτονται με άμμο για άλλα 10 cm. Κατόπιν, κλείνεται το χαντάκι μέχρι την επιφάνεια του εδάφους.



Εικ.25 Διάνοιξη χαντακίων με αυλακωτήρα (πηγή Διαδίκτυο)

β. Τοποθέτηση Υδραυλικών εξαρτημάτων.

Κατά την τοποθέτηση των υδραυλικών εξαρτημάτων θα πρέπει να χρησιμοποιείται πάντα teflon ώστε να αποφεύγεται η διαρροή νερού. Κάτι τέτοιο θα έχει ως αποτέλεσμα όχι μόνο την σπατάλη σε νερό, αλλά και το κίνδυνο οι ρίζες του φυτού να εισχωρήσουν και να

φράζουν τους αγωγούς. Τα τελευταία χρόνια προς αποφυγή τέτοιων προβλημάτων αλλά και για να μειωθούν τα υλικά συνδεσμολογίας, που αυξάνουν τις υδραυλικές αντιστάσεις, υπάρχουν μηχανήματα ηλεκτροσυγκόλλησης. Η χρήση τέτοιων υλικών αυξάνουν την διάρκεια ζωής του δικτύου και μειώνουν την πιθανότητα να υπάρξει κάποια διαρροή στο μέλλον. Η λειτουργία του συστήματος είναι απλή. Τα εξαρτήματα φέρουν στο εσωτερικό τους ενσωματωμένο μεταλλικό σπείρωμα, στο οποίο εφαρμόζεται ηλεκτρικό φορτίο. Αποτέλεσμα είναι να λειώνει μέρος του πλαστικού εξαρτήματος και να συσσωματώνεται με τον κεντρικό αγωγό.

γ. Τοποθέτηση ηλεκτροβανών.

Κατά την τοποθέτηση των ηλεκτροβανών θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής στοιχεία :

- Ηλεκτροβάνες τοποθετούνται πάντα σε υπόγεια θέση μέσα σε φρεάτιο ή σε προστατευμένη θέση , π.χ.: αποθήκη ή αντλιοστάσιο.
- Απαγορεύεται η τοποθέτηση ηλεκτροβάνας απευθείας πάνω σε βρύση ή εκτεθειμένη στην ύπαιθρο.
- Τα φρεάτια μέσα στα οποία τοποθετούνται οι ηλεκτροβάνες πρέπει να είναι εύκολα επισκέψιμα και στον πυθμένα τους να τοποθετείται χαλίκι.
- Στις περιπτώσεις δημοσίων έργων ή σε περιπτώσεις με κίνδυνο κλοπής τα φρεάτια θα πρέπει να είναι ασφαλείας.



Εικ.26 Φρεάτιο με ηλεκτροβάνες (πηγή Διαδίκτυο)

δ. Τοποθέτηση καλωδίων.

Χρησιμοποιούνται πάντα καλώδια τύπου NYΥ με πάχους τουλάχιστον 1,5 mm τα οποία τοποθετούνται κατευθείαν στο έδαφος. Επίσης το καλώδιο θα πρέπει να στερεώνεται στον κεντρικό αγωγό καθώς και να αποφεύγεται η ένωση τμημάτων καλωδίων. Εάν η ένωση είναι απαραίτητη επιβάλλεται η τοποθέτηση φρεατίου.

ε. Τοποθέτηση προγραμματιστή.

Η τοποθέτηση του προγραμματιστή θα πρέπει να γίνεται και αυτή σε στεγασμένους χώρους, ή εφόσον πρόκειται για υπαίθριο, σε στεγανά κουτιά ασφαλείας. Θα πρέπει να

τοποθετείται σε τέτοιο σημείο ώστε η πρόσβαση σε αυτόν να είναι εφικτή κατευθείαν από τον κήπο, ώστε να μην χρειάζεται το πέρασμα από το σπίτι.

στ. Τοποθέτηση εκτοξευτήρων.

Για την τοποθέτηση των εκτοξευτήρων θα πρέπει να γίνεται αρχικά σήμανση με ειδικά σημαιάκια τα οποία θα δηλώνουν τη μάρκα και τον τύπο του εκτοξευτήρα. Ακολουθεί η τοποθέτηση των εκτοξευτήρων και η ευθυγράμμισή τους με το επίπεδο του εδάφους. Απαραίτητη επίσης είναι η χρήση διαιρούμενου ορθοστάτη. Σε μεγάλους εκτοξευτές που ενδέχεται να δεχτούν σκληρή μεταχείριση π.χ. γήπεδα, απαραίτητη είναι η χρησιμοποίηση ειδικού τριπλού αρθρωτού βραχίονα. Κατά την σύνδεση των εκτοξευτών χρησιμοποιούνται ειδικές γωνίες 1/2" ή "Y" σε σωλήνα Φ16 ενώ η λήψη του νερού από τον αγωγό γίνεται είτε με σέλλα είτε με σύνδεσμο τύπου ταφ.

ζ. Καθαρισμός δικτύου

Μετά την τοποθέτηση των εκτοξευτών και πριν την τοποθέτηση των ακροφυσίων προηγείται καθαρισμός και πλύσιμο των αγωγών από ξένα σώματα που τυχόν έχουν εισέλθει κατά την κατασκευή. Είναι μια απλή διαδικασία που γίνεται απλά θέτοντας σε λειτουργία την άρδευση.

η. Δοκιμή του έργου.

Μετά το καθαρισμό του δικτύου τοποθετούνται τα ακροφύσια, στο τέλος των αγωγών μπαίνουν τάπες και ακολουθεί γενική δοκιμή όλων των αρδευτικών τομέων του δικτύου.

θ. Κλείσιμο χαντακίων.

Το κλείσιμο των χαντάκων είναι η τελευταία εργασία που γίνεται στην εγκατάσταση του υπόγειου δικτύου άρδευσης. Γίνεται μόνο εάν η δοκιμή του έργου αποδειχθεί επιτυχής. Τα χαντάκια κλείνονται, το φρέσκο χώμα συμπιέζεται και αν χρειαστεί συμπληρώνεται ώστε να μην παρουσιάζονται αυλακώσεις στην επιφάνεια του εδάφους.

Τοποθέτηση υπέργειου δικτύου

Το υπέργειο δίκτυο αποτελείται από την εγκατάσταση του σταλακτηφόρου αγωγού. Ο σταλακτηφόρος αγωγός αφορά το πότισμα δέντρων και θάμνων που δεν ποτίζονται από τα pop-up. Τοποθετείται κοντά στο ριζικό σύστημα των φυτών και των δένδρων και πάντα επιφανειακά. Ο σταλακτηφόρος αγωγός συνδέεται με ξεχωριστή ηλεκτροβάννα του δικτύου η οποία μπορεί να έχει και έλεγχο ροής (FC). Η παρουσία του FC ρυθμίζει την ισόποση παροχή νερού σε όλους τους σταλάκτες ανεξάρτητα της θέσεως τους, δηλ. πρώτου ή τελευταίου και είναι απαραίτητη όταν υπάρχει μεγάλη υψομετρική διαφορά μεταξύ αυτών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ουζούνης Δ., (2002), *Συστήματα αυτόματης άρδευσης, άρδευση με σταγόνες και μικροεκτοξευτήρες*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
2. Ουζούνης, Δ., (1985). *Η θεωρητική και πρακτική μέθοδος αρδέυσεως με σταγόνες*. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
3. Μπαμπίλης Δ., (2004), *Αρδευτικά δίκτυα πρασίνου*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
4. Μιχελάκης Ν., (1988), *Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης -Άρδευση με Σταγόνες*, εκδ. Εκδοτική Αγροτεχνική ΕΑΕ
5. Μαυρογιαννόπουλος Γ., (2005), *Θερμοκήπια*, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
6. Τερζίδης Γ., Παπαζαφειρίου Δ., (1997), *Γεωργική Υδραυλική*, εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ορθολογική χρήση του νερού άρδευσης αποτελεί σημαντικό παράγοντα βελτίωσης της συνολικής διαχείρισης των υδατικών πόρων και βελτίωσης της γεωργικής παραγωγής. Η εμπειρία δείχνει ότι η χρήση του νερού στην άρδευση μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με τη χρήση *Συστημάτων Αυτόματης Άρδευσης* που σχεδιάζονται και εφαρμόζονται με τρόπο που να ικανοποιεί τις συνολικές και επιμέρους ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό.

Οι πατροπαράδοτοι τρόποι ποτίσματος των διαφόρων καλλιεργειών έχουν σχεδόν εκλείψει και αντικαταστάθηκαν με τα Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης που κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η μεγάλη εξοικονόμηση νερού. Τα συστήματα αυτά έχουν καθιερωθεί ως τα πιο αποδοτικά και τα πιο εύκολα στη χρήση του νερού με πολλαπλά οικονομικά οφέλη για τον χρήστη, αλλά και την οικονομία του τόπου γενικότερα.

Μέσω των Συστημάτων Αυτόματης Άρδευσης οι χρήστες μπορούν πραγματικά να αυτοματοποιήσουν μεγάλο μέρος της παραγωγικής – καλλιεργητικής διαδικασίας έχουν έτσι τη δυνατότητα να ελέγξουν, σχεδόν απόλυτα, την ποσότητα του αρδευόμενου νερού κάνοντας οικονομία τόσο σε αυτό όσο και σε εργατώρες και κατά συνέπεια σε χρήμα. Επίσης τους δίνεται η δυνατότητα να προβούν ταυτόχρονα με την άρδευση, και μέσα από αυτή, σε άλλες καλλιεργητικές εργασίες όπως η λίπανση και η φυτοπροστασία.

Τα Συστήματα αυτά αποτελούνται από δίκτυα κλειστών αγωγών πάνω στα οποία εφαρμόζονται εξαρτήματα για τον έλεγχο και τη διάθεση του νερού στην υπό άρδευση καλλιέργεια. Περιλαμβάνουν δύο κατηγορίες, την τοπική άρδευση ή μικροάρδευση (άρδευση με σταγόνες και μικροεκτοξευτήρες) και την άρδευση με καταιονισμό ή τεχνητή βροχή. Για την εφαρμογή του νερού στην προβλεπόμενη ποσότητα και πίεση είναι απαραίτητη η χρήση διάφορων εξαρτημάτων, των διανεμητών νερού.

Στις μέρες μας, με την εξέλιξη της τεχνολογίας, η εφαρμογή αυτοματισμού στις αρδεύσεις είναι εφικτή ακόμη και όταν υπάρχει απουσία ηλεκτρικού ρεύματος. Στη χώρα μας, ως επί το πλείστον, χρησιμοποιούνται οι ηλεκτρικές βαλβίδες (διαφραγματικές), που λειτουργούν με ρεύμα χαμηλής τάσης 24V, AC και στις οποίες οι εντολές μεταφέρονται ως ηλεκτρικό σήμα. Ο έλεγχος της άρδευσης των βαλβίδων γίνεται μέσω των προγραμματιστών άρδευσης.

Η εγκατάσταση και λειτουργία των Συστημάτων Αυτόματης Άρδευσης είναι μια διαδικασία που ξεκινά με την ορθή εκτίμηση και αξιολόγηση των δεδομένων που μεταξύ άλλων, περιλαμβάνουν το είδος της υπό άρδευση φυτείας, την ποιότητα και την ποσότητα του διαθέσιμου νερού, καθώς και τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Η σωστή επιλογή, καθώς και ο σωστός σχεδιασμός και εκπόνηση της μελέτης του συστήματος είναι ίσως το πιο βασικό στοιχείο για τη σωστή εγκατάσταση και λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος.

Σημαντικός είναι ο ρόλος των αυτοματισμών και στην περίπτωση της άρδευσης χώρων πρασίνου όπως, κήποι, πάρκα, γήπεδα κ.α. Στον τομέα αυτό υπάρχει μεγάλη ποικιλία εξοπλισμού αυτοματισμού της άρδευσης με αποτέλεσμα να καλύπτονται επαρκώς όλες οι ανάγκες άρδευσης τόσο επαγγελματικής (δημόσιοι ή επαγγελματικοί χώροι) όσο και ερασιτεχνικής (οικίες).