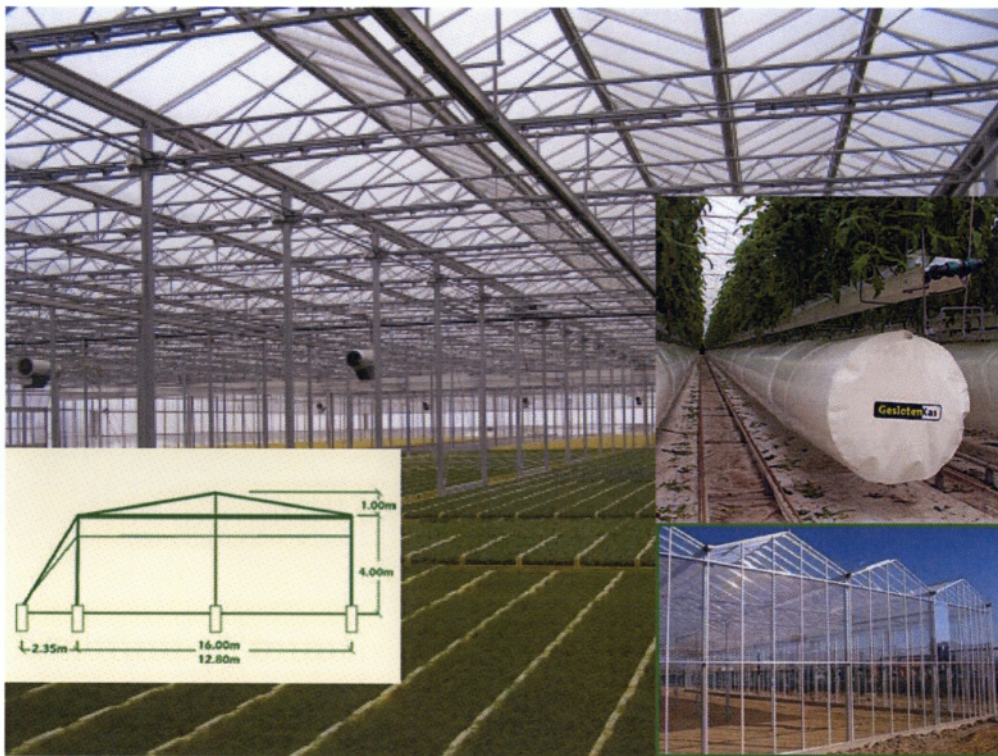


**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)  
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΘΕ.Κ.Α.**

**ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ  
ΜΕ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ**

Πτυχιακή εργασία του σπουδαστή : Αναγνωστόπουλος Δημήτριος



**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2009**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

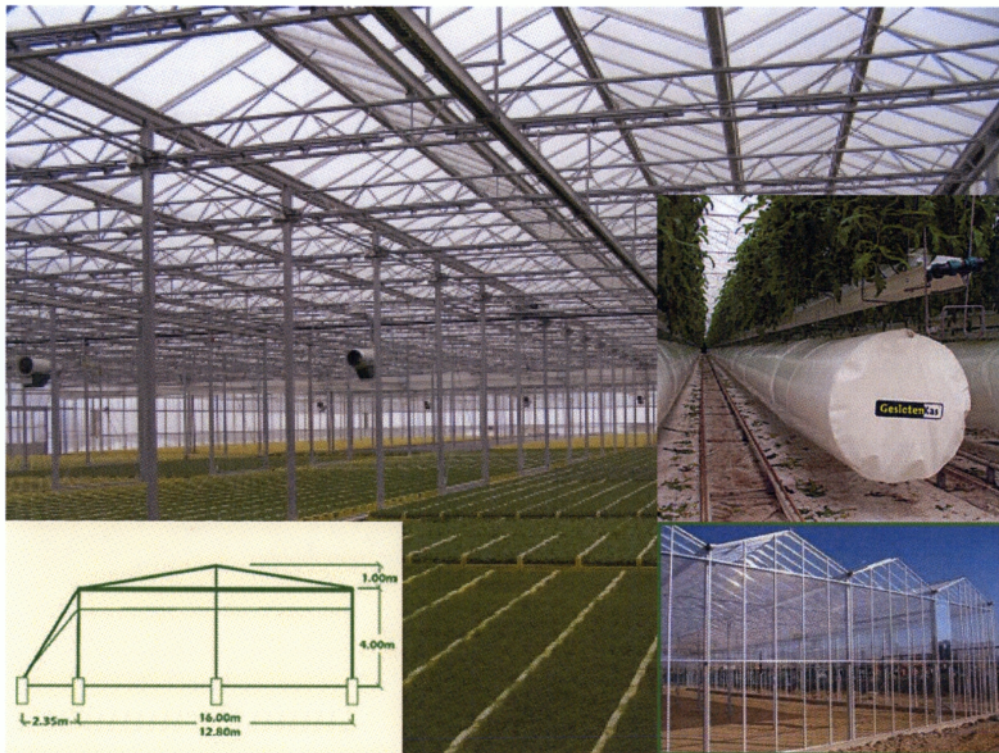
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΘΕ.Κ.Α**

**ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ**

**ΜΕ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ**

Πτυχιακή εργασία του σπουδαστή : Αναγνωστόπουλος Δημήτριος



**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΡΑΜΟΥΣΑΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΓΓΕΛΟΣ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2009**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ.4
---------------	-------

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

#### ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

1.1.ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΟΝ ΔΙΕΘΝΗ ΧΩΡΟ .....	σελ.6
1.2.ΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	σελ.9

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

#### ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΥΤΩΝ

2.1.ΓΕΝΙΚΑ .....	σελ.11
2.2.ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ .....	σελ.11
2.2.1.Μονορίκτης ή πολυρίκτης στέγης με κάλυψη από πλαστικό .....	σελ.12
2.2.2.Μονορίκτης ή πολυρίκτης στέγης με κάλυψη από υαλοπίνακες .....	σελ.15
2.2.3.Μονορίκτος ή πολυρίκτος τοξωτός τύπος (ημικυκλικοί τύποι ή τύποι τούνελ) .....	σελ.16
2.3.ΚΑΛΥΨΗ .....	σελ.17
2.3.1.Πλαστικό .....	σελ.17
2.3.2.FIBERGLASS .....	σελ.18
2.3.3.Γυαλί .....	σελ.20

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

#### ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ – ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

3.1.ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ .....	σελ.22
3.1.1.Προδιαγραφές θεμελίωσης .....	σελ.24
3.2.ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ .....	σελ.25
3.2.1.Παραγοντες που καθορίζουν τη θέση ενός θερμοκηπίου .....	σελ.25
3.2.2.Προσανατολισμος .....	σελ.29
3.2.3.Χωροταξικό σχέδιο .....	σελ.30
3.3.ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ .....	σελ.31
3.3.1.Λεκανές καλλιέργειας .....	σελ.31
3.3.2.Τραπεζία καλλιέργειας .....	σελ.32

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΤΟ**  
**ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ**

4.1.ΓΕΝΙΚΑ .....	σελ.34
4.1.1.Σκοποι της ρύθμισης των παραγόντων του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου .....	σελ.35
4.2.ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ .....	σελ.36
4.2.1.Επιδραση της θερμοκρασίας στα φυτά .....	σελ.36
4.2.2.Η θερμοκρασία στο θερμοκήπιο .....	σελ.36
4.3.ΦΩΣ .....	σελ.37
4.3.1.Παραγοντες που ευνοούν το φωτισμό στα θερμοκήπια .....	σελ.38
4.4.ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ .....	σελ.38
4.5.ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO <sub>2</sub> ) .....	σελ.40

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ**  
**ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ – ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

5.1.ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ .....	σελ.42
5.1.1.Γενικά .....	σελ.42
5.1.2.Στατικά συστήματα θέρμανσης .....	σελ.44
5.1.3.Θερμοδυναμικά συστήματα θέρμανσης .....	σελ.47
5.2.ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ .....	σελ.49
5.2.1.Γενικά .....	σελ.49
5.2.2.Φυσικός εξαερισμός .....	σελ.49
5.2.3.Δυναμικός εξαερισμός .....	σελ.51
5.3.ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ .....	σελ.53
5.4.ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ - CO <sub>2</sub> .....	σελ.55

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ**  
**ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ**  
**ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ**

6.1.ΓΕΝΙΚΑ .....	σελ.56
6.2. – ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ .....	σελ.58
6.2.1.- Οικονομία νερού.....	σελ.58
6.2.2.- Οικονομία εργατικών.....	σελ.58
6.2.3.- Ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης και απόδοσης των φυτών.....	σελ.59

6.2.4.- Ευκολία κυκλοφορίας μέσα στον αγρό .....	σελ.60
6.2.5.- Αξιοποίηση μικρών παροχών και χρησιμοποίηση χαμηλών πιέσεων.....	σελ.60
6.2.6.- Χαμηλό κόστος υλικών και δαπανών λειτουργίας.....	σελ.61
6.2.7.- Άρδευση επικλινών και ανώμαλων εδαφών.....	σελ.61
6.2.8.-Δυνατότητα αξιοποίησης αλατούχων υδάτων.....	σελ.61
6.2.9.- Ανεξαρτητοποίηση της άρδευσης από το σύστημα εξαερισμού.....	σελ.62
<b>6.3. – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....</b>	<b>σελ.62</b>
6.3.1. - Υψηλό κόστος αρχικής εγκατάστασης.....	σελ.62
6.3.2.-Εμφράξεις .....	σελ.62
6.3.3. - Κίνδυνος συγκέντρωσης αλάτων στο έδαφος.....	σελ.63
6.3.4 - Αδυναμία προστασίας από τους παγετούς.....	σελ.63
6.3.5.- Εμφάνιση τροφωπενιών στα φυτά.....	σελ.63
6.3.6.- Εξοικείωση με τη μέθοδο .....	σελ.64
<b>6.4. - ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ .....</b>	<b>σελ.64</b>
<b>6.5.ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ.....</b>	<b>σελ.65</b>
6.5.1.Γενικά.....	σελ.65
6.5.2. - Πηγή πίεσης ή πηγή τροφοδοσίας νερού .....	σελ.65
6.5.3. - Κεφαλή ή εγκατάσταση ελεγχόμενης διανομής.....	σελ.66
6.5.4. - Κύριοι και δευτερεύοντες σωλήνες.....	σελ.67
6.5.5. - Πλευρικοί σωλήνες.....	σελ.68
6.5.6. – Διανεμητήρες .....	σελ.68
6.5.6.1. –Σταλακτήρες.....	σελ.69
6.5.6.2. – Επιστόμια .....	σελ.71
6.5.6.3 – Μικροεκτοξευτήρες.....	σελ.72
6.5.7. – Συνδέσεις .....	σελ.73
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>σελ.74</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>σελ.76</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### ΓΕΝΙΚΑ

Θερμοκήπιο είναι μια κατασκευή η οποία καλύπτεται με διαφανές υλικό ώστε να είναι δυνατή η είσοδος όσο το δυνατόν περισσότερου φυσικού φωτισμού, που είναι απαραίτητος στην ανάπτυξη των φυτών.

Τα θερμοκήπια μπορεί να είναι θερμαινόμενα ή μη. Διαφέρουν από άλλες παρόμοιες κατασκευές, όπως π.χ. τα σπορεία, στο ότι είναι αρκετά υψηλά, έτσι ώστε να μπορεί ο άνθρωπος να εργάζεται πάνω σ' αυτά.

Ο σκοπός της χρησιμοποίησης των θερμοκηπίων στην παραγωγή γεωργικών προϊόντων είναι η τροποποίηση ή ρύθμιση πολλών από τους παράγοντες του περιβάλλοντος που επιδρούν στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών.

Με την καλύτερη ρύθμιση του περιβάλλοντος των φυτών η παραγωγή μπορεί να αυξηθεί, ποσοτικά, να βελτιωθεί ποιοτικά και να προγραμματιστεί χρονικά έτσι ώστε να σταλεί στην αγορά σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Ειδικότερα με το θερμοκήπιο:

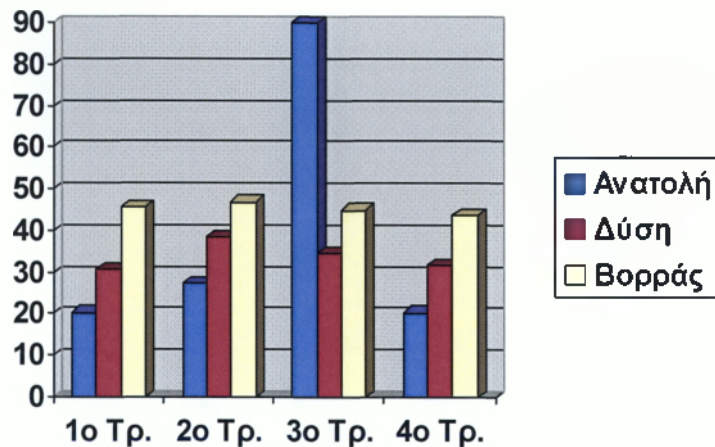
- 1) Αποφεύγονται ζημιές από αέρα, βροχή, χιόνι και χαλάζι.
- 2) Ανάλογα με τον εξοπλισμό τους, παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης των παραγόντων του περιβάλλοντος της κόμης των φυτών όπως: της θερμοκρασίας, της υγρασίας και του CO<sub>2</sub>.
- 3) Παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης των παραγόντων της ρίζας των φυτών, όπως της υγρασίας, του O<sub>2</sub>, της θερμοκρασίας και των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων, που με την χρήση καταλλήλων εδαφικών υποστρωμάτων ή υδροπονικών καλλιεργειών, μπορούν να φθάσουν με ακρίβεια τις απαιτήσεις των φυτών.
- 4) Μειώνονται, αλλά οπωσδήποτε δεν εξαλείφονται οι ζημιές από ασθένειες και έντομα. Ειδικότερα σ' ένα θερμοκήπιο που παρέχει την δυνατότητα ακριβούς ρύθμισης του περιβάλλοντος οι ασθένειες των φυτών είναι πάρα πολύ λιγότερες απ' ότι σ' ένα θερμοκήπιο του οποίου ο εξοπλισμός δεν παρέχει τέτοια δυνατότητα.

## ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Από τους Έλληνες της αρχαιότητας ξέρουμε ότι, καλλιεργούνταν φυτά σε ειδικούς χώρους, είτε για την κατανάλωσή τους, είτε για λατρευτικές εκδηλώσεις απέναντι στους Θεούς.

Μετά το τέλος του 18<sup>ου</sup> αιώνα μ.Χ., η καλλιέργεια των φυτών σε ειδικούς χώρους γίνεται μια επιστήμη, ενώ μετά τα μέσα του προηγούμενου αιώνα, άρχισαν να χρησιμοποιούνται και τα γυάλινα θερμοκήπια.

Τώρα πλέον, στο τέλος του 20<sup>ου</sup> αιώνα, η εξέλιξη του θερμοκηπίου είναι συνεχής σε όλους τους τομείς, με στόχο την αύξηση της παραγωγής αλλά και την καλλιέργεια φυτών εκτός εποχής. Επιπλέον, με την βελτίωση των χαρακτηριστικών διάφορων ποικιλιών των φυτών, αλλά και των συνθηκών του περιβάλλοντα χώρου του θερμοκηπίου, μπορούμε να επιτύχουμε την αύξηση αυτή της παραγωγής, καθώς και την καλλιέργεια ποιοτικά καλύτερων φυτών.



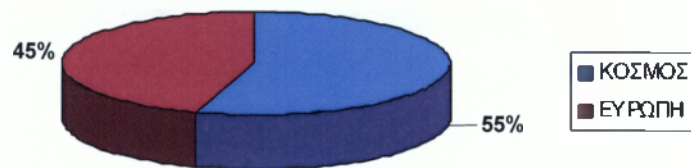
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

### ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

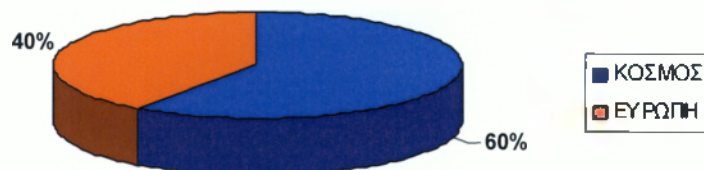
#### 1.1.ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΟΝ ΔΙΕΘΝΗ ΧΩΡΟ

Παγκόσμια υπάρχουν, σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία, 1.700.000 στρ. θερμοκηπίων, από τα οποία το  $\frac{1}{4}$  περίπου είναι υαλόφρακτα και τα  $\frac{3}{4}$  είναι με κάλυψη πλαστικού. Στην Ευρώπη υπάρχουν 750.000 στρ. θερμοκηπίων, από τα οποία τα υαλόφρακτα καταλαμβάνουν 250.000 στρ. δηλαδή 33%, και τα πλαστικής κάλυψης 500.000 στρ. δηλαδή το 66%. Σε σχέση με το συνολικό αριθμό θερμοκηπίων παγκόσμια, τα θερμοκήπια της Ευρώπης καλύπτουν το 45%, από τα οποία τα υαλόφρακτα θερμοκήπια της Ευρώπης το 55% των υαλόφρακτων θερμοκηπίων του κόσμου και τα πλαστικά της Ευρώπης το 40% των πλαστικών του κόσμου.

ΥΑΛΟΦΡΑΚΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ



ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

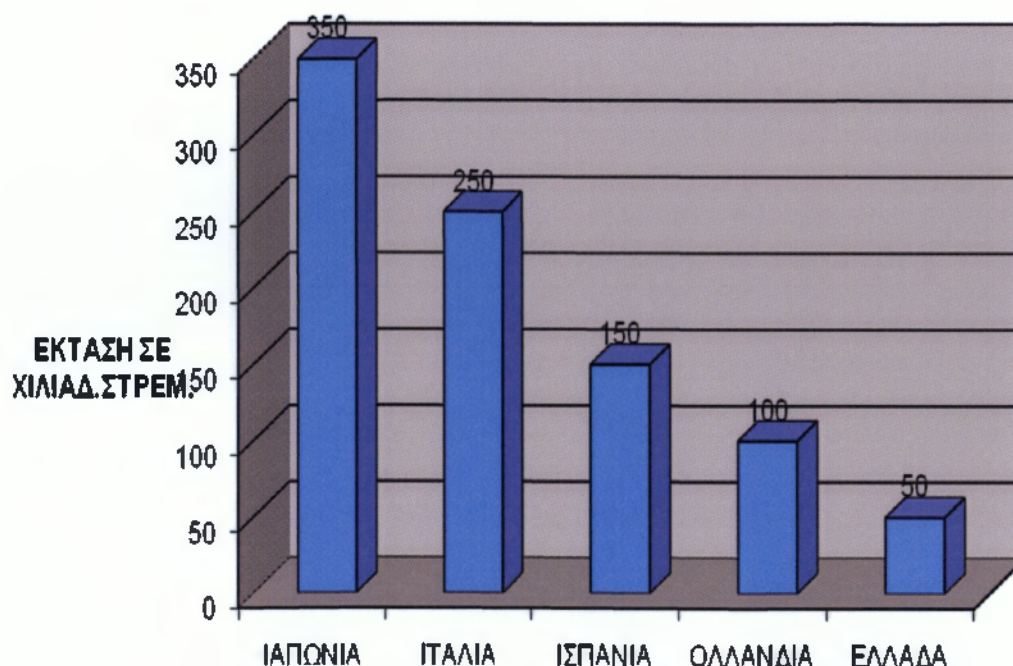




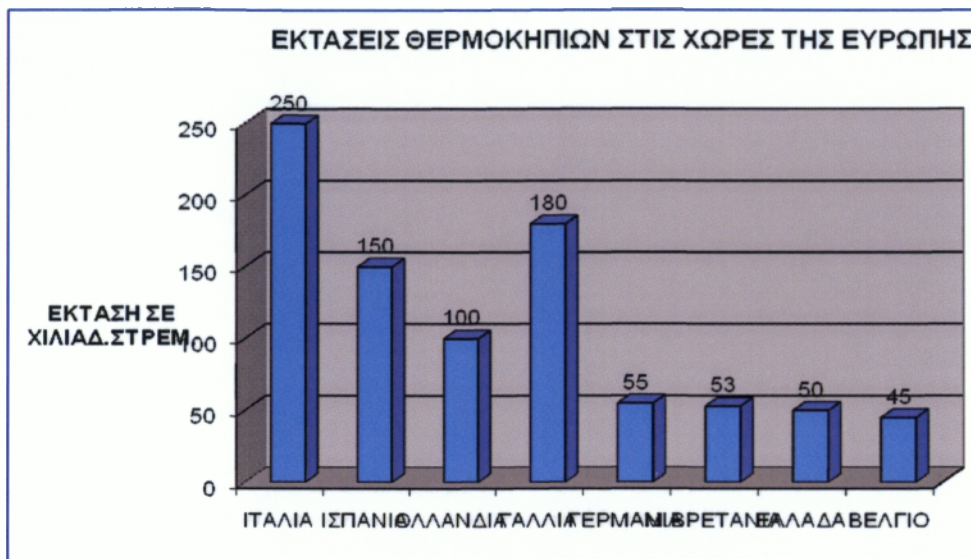
Στην Ευρώπη, η Ιταλία κατέχει την πρώτη θέση όσον αφορά το σύνολο των θερμοκηπίων με 220.000 στρ., ακολουθούν η Ισπανία με 150.000 στρ., η Ολλανδία με 100.000 στρ. και οι άλλες χώρες με μικρότερες εκτάσεις. Η Ελλάδα κατέχει μόλις την 7<sup>η</sup> θέση με 50.000 στρ.

Στα υαλόφρακτα θερμοκήπια η Ολλανδία κατέχει την πρώτη θέση με 44% του συνόλου και ακολουθούν η Γερμανία με 15% και η Ιταλία, Μ. Βρετανία με 11% εκάστη και οι άλλες χώρες με μικρότερα ποσοστά. Στα καλυμμένα με πλαστικό θερμοκήπια η Ιταλία κατέχει την 1<sup>η</sup> θέση με 43% του συνόλου και ακολουθεί η Ισπανία με 33%, η Γαλλία με 12%, η Ελλάδα με 8%.

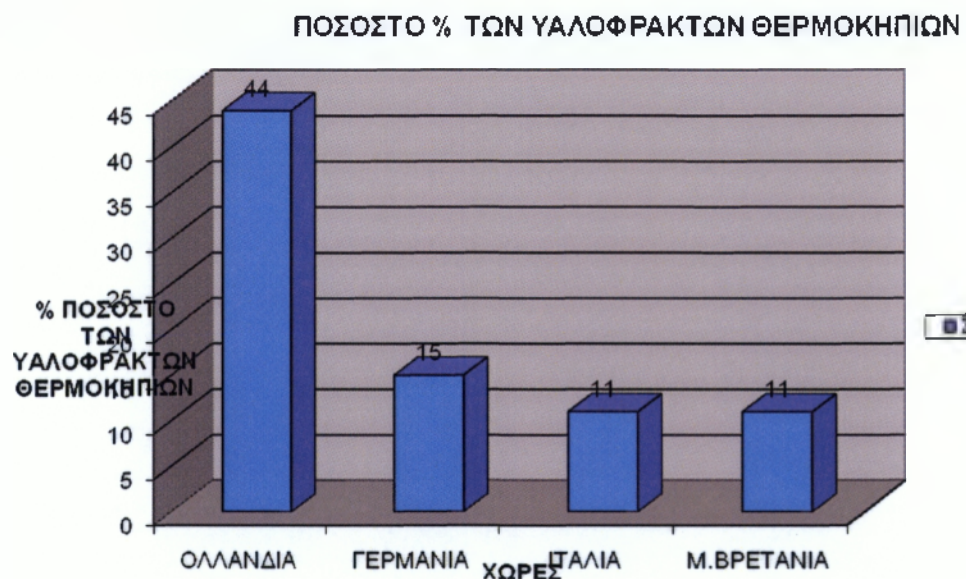
### ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ



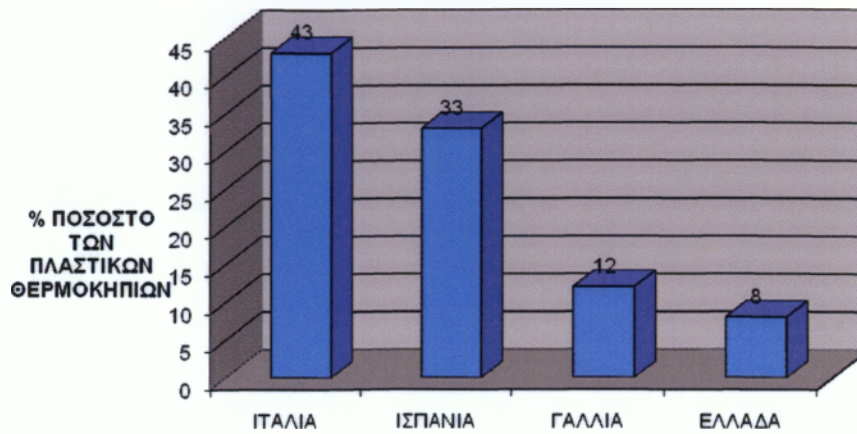
Και οι άλλες χώρες με μικρότερα ποσοστά. Αναλυτικά



Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι ο τύπος των θερμοκηπίων που χρησιμοποιείται στις διάφορες χώρες της Ευρώπης εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε χώρας, της τεχνολογικής της ανάπτυξης και από την φύση των προϊόντων που παράγονται εκεί.



ΠΟΣΟΣΤΟ % ΤΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ



## 1.2.ΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στην χώρα μας οι πρώτες συστηματικές εγκαταστάσεις θερμοκηπίων ξεκίνησαν το 1955 και αποτελούνται από υαλόφρακτα θερμοκήπια για την παραγωγή καλλωπιστικών φυτών. Η σημαντική όμως εξάπλωσή τους αρχίζει

μετά το 1961, με την χρησιμοποίηση του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου ως υλικού κάλυψης των θερμοκηπίων.

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που συντέλεσαν στην αύξηση των θερμοκηπιακών εκτάσεων στην Ελλάδα είναι:

- Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας. Το ήπιο κλίμα που επικρατεί σε πολλές περιοχές είναι ευνοϊκό και παρέχει τη δυνατότητα καλλιέργειας σε πολύ απλές κατασκευές χωρίς ακριβό εξοπλισμό.
- Η ανάγκη εξασφάλισης υψηλότερου εισοδήματος από μικρής έκτασης γεωγραφικό έδαφος.
- Η αύξηση της ζήτησης των θερμοκηπιακών προϊόντων στην εσωτερική αγορά.
- Η γεωργική πολιτική του κράτους, που ενθάρρυνε την προώθηση των καλλιεργειών αυτών με την θέσπιση οικονομικών κινήτρων και την εκτέλεση αρδευτικών και άλλων έργων. Ειδικά το διάγραμμα:



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ**

### **ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

### **ΑΥΤΩΝ**

#### **2.1.ΓΕΝΙΚΑ**

Η κατασκευή με την οποία θα ασχοληθούμε παρακάτω, αφορά το θερμοκήπιο που προορίζεται για επιχειρηματική καλλιέργεια φυτών και αποτελείται από πλευρικά τοιχώματα και οροφή, πέρατα στο φως.

Τα θερμοκήπια τοποθετούνται 20μ. τουλάχιστον από εθνικές οδούς και ανθρώπινες κατοικίες. Γενικά θα πρέπει να αναφέρουμε ότι ένα θερμοκήπιο πρέπει να κατασκευάζεται έτσι ώστε:

α) Το μέρος που βρίσκεται πάνω από το έδαφος να αντέχει σε διακυμάνσεις θερμοκρασίας υπό 60° C μέχρι -10° C.

β) Να φέρει όλα τα φορτία και του βάρους του, χωρίς να γίνεται υπέρβαση των ορίων αντοχής των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένο.

γ) Μια ζημιά που τυχόν θα προκληθεί σ' ένα μικρό τμήμα του, δεν θα πρέπει να έχει γενικότερη επίπτωση στη στερεότητα του συνόλου.

#### **2.2.ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ**

Τα θερμοκήπια διαφέρουν μεταξύ τους από κατασκευαστικής πλευράς στο σχήμα και τις διαστάσεις της βασικής τους μονάδας καθώς και στα χρησιμοποιούμενα υλικά κάλυψης.

Οι επικρατέστεροι τύποι που βρίσκονται στο εμπόριο είναι:

α) Μονόρικτης ή πολύρικτης στέγης με κάλυψη από πλαστικό

β) Μονόρικτης ή πολύρικτης στέγης με κάλυψη από υαλοπίνακες

γ) Μονόρικτος ή πολύρικτος τοξωτός τύπος (τύποι τούνελ ή ημικυκλικό).



Εικόνα 2.1. Αμφικλινές θερμοκήπιο πολλαπλό.

### **2.2.1. Μονορίκτης ή πολυρίκτης στέγης με κάλυψη από πλαστικό**

#### **Α. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

Το υπόψη θερμοκήπιο είναι τύπος μεταλλικός με ψαλίδα και συνεχόμενο αερισμό οροφής.



Εικόνα 2.2. Βασική κατασκευαστική μονάδα μεταλλικού θερμοκηπίου .

## **B. ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

### **Γ. ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ (ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ - ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΟΣ)**

Επιτυγχάνεται με συνεχόμενα παράθυρα οροφής, καθώς και με πλάγια περιμετρικά του θερμοκηπίου.

**ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΟΡΟΦΗΣ.** Η λειτουργία του γίνεται δίνοντας κίνηση στους μειωτήρες 0,5 HP, η οποία μεταδίδεται στην συνέχεια σε άξονα, πάνω στον οποίο είναι συνδεδεμένα τα κιβώτια οδοντωτών τροχών, που με ειδική σχέση των οδόντων που φέρουν, κινούν το παράθυρο προς τα πάνω ή κάτω δίνοντάς του το επιθυμητό ύψος. Η κίνηση δίνεται με τροχαλία και αλυσίδα. Σε περίπτωση που υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να λειτουργήσει αυτόματα αφού δοθεί κίνηση από ηλεκτροκινητήρα σε άξονα που είναι κάθετος προς την κίνηση των μειωτήρων και αφού γίνει η ζεύξη μεταξύ τους.

Το μήκος των παραθύρων οροφής είναι όσο και το μήκος του θερμοκηπίου και το πλάτος τους 2,5m το καθαρό άνοιγμα που δημιουργούν είναι 0,95 m.



Εικόνα 2.3. Αερισμός με ανοίγματα οροφής

**ΠΛΑΓΙΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ.** Λειτουργεί χειροκίνητα με ειδική μανιβέλα, που δίνει κίνηση στη σωλήνα μισής ίντσας που τυλίγεται στο πλαστικό. Τοποθετείται περιμετρικά του θερμοκηπίου και δημιουργεί καθαρό άνοιγμα 1 m.

Ποσοστό αερισμού οροφής 15% της καλυπτόμενης επιφάνειας.

Ποσοστό πλάγιου αερισμού 7% της καλυπτόμενης επιφάνειας.



Εικόνα 2.4. Αερισμός με ανοίγματα πλάγια.



Εικόνα 2.5. Μηχανισμός ανοίγματος πλαϊνών παραθύρων.



## 2.2.2.Μονορίκτης ή πολυρίκτης στέγης με κάλυψη από υαλοπίνακες

### Α. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το υπ' όψιν θερμοκήπιο είναι τύπος μεταλλικός υαλόφρακτος. Οι στύλοι, τα ψαλίδια και οι τεγίδες είναι υπό γαλβανισμένη λαμαρίνα πάχους 2 mm. Όλα τα άλλα υλικά είναι από αλουμίνιο. Το πλάτος της κατασκευαστικής μονάδας είναι 5m και το μήκος της 3 m. Το ελάχιστο ύψος του (υδρορροή) είναι 3 μέτρα και η κλίση της οροφής είναι 20°.

### Β. ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Επιτυγχάνεται με συνεχόμενα παράθυρα οροφής και πλάγια. Η λειτουργία τους γίνεται δίνοντας κίνηση με ηλεκτροκινητήρας 1 HP στους μειωτήρες 0,5 HP, η οποία στη συνέχεια μεταδίδεται σε άξονα πάνω στον οποίο είναι συνδεδεμένα τα κιβώτια των οδοντωτών τροχών, που με ειδική σχέση των οδόντων που φέρουν, κινούν το παράθυρο προς τα πάνω ή προς τα κάτω ανάλογα τη θερμοκρασία που δίνουν οι θερμοστάτες. Το μήκος των παραθύρων οροφής και των πλαγίων είναι όσο το μήκος του θερμοκηπίου και το πλάτος τους είναι 0,95m. Το ποσοστό του αερισμού οροφής είναι 15% και του πλαγίου είναι 7%.

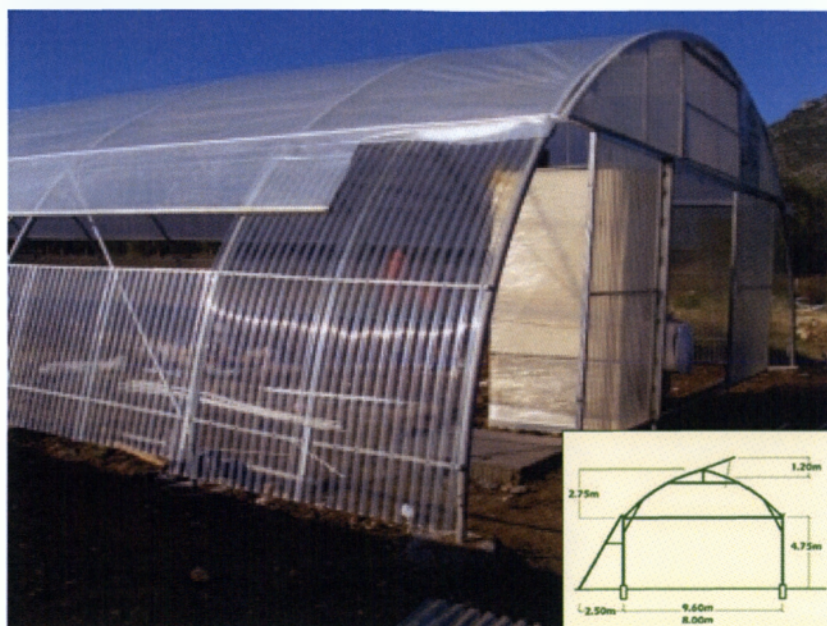


Εικόνα 2.6. Φυσικός αερισμός με παράθυρα οροφής

### 2.2.3. Μονορικτος ή πολυρικτος τοξωτός τύπος (ημικυκλικοί τύποι ή τύποι τούνελ)

#### ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

Απόσταση τόξων	2,4 m
Ύψος πλευρών	2,6 m – 2,8 m
Ύψος κορυφής	3,9 m – 4,1 m
Άνοιγμα αψίδων	7 m
Κλίση των τόξων οροφής	37%
Σκελετός	Γαλβανισμένος χάλυβας
Σύστημα αερισμού	Φυσικός με παράθυρα οροφής πλαϊνά σε όλο το μήκος του θερμοκηπίου
Κάλυψη οροφής	Με μονό ή διπλό (φουσκωτό) πλαστικό
Κάλυψη μετωπικών επιφανειών	Με Fiberglass
Κάθετες πλευρές	Με Fiberglass



Εικόνα 2.7. Τοξωτό θερμοκήπιο με συνεχές πλευρικό παράθυρο.

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

Καμπύλοι σωλήνες	Φ 60
Κάθετοι σωλήνες υποστήριξης	Φ 60
Σωλήνες συνδέσεως	Φ 32
Σταυροί συναρμολόγησης αψίδων	Φ 55
Υδρορροές ανοίγματος	46 cm
Σωλήνες για τη στήριξη των φυτών (ελκυστήρες)	Φ42
Σωλήνες για την ενίσχυση του σκελετού (τεγίδες)	Φ 32

## 2.3.ΚΑΛΥΨΗ

### 2.3.1.Πλαστικό

Το κάλυμμα από φύλλο πολυαιθυλενίου είναι πολύ ελαστικότερο από οποιοδήποτε άλλο είδος κάλυψης με αποτέλεσμα η όλη κατασκευή, να μπορεί να αντέξει στις μεγάλες καταπονήσεις.

Στην περίπτωση που έχουμε κάλυψη με διπλό πλαστικό φουσκωτό το στρώμα αέρος ανάμεσα στα 2 φύλλα πολυαιθυλενίου δημιουργείται με τη βοήθεια αεραντλιών, αυξάνει τη θερμοχωρητικότητα του θερμοκηπίου και εξαφανίζει το πρόβλημα της έντονης συμπύκνωσης των υδρατμών.

### ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Ειδικό βάρος	0,93 gr/cm <sup>3</sup>
Πάχος	200 mm (μικρά)
Διαπερατότητα στο φως	88%
Ανώτατη θερμοκρασία αντοχής	90° C
Κατώτατη θερμοκρασία αντοχής	-40° C
Επιμήκυνση	500%
Διάρκεια ζωής	4 καλλιεργητικοί περίοδοι

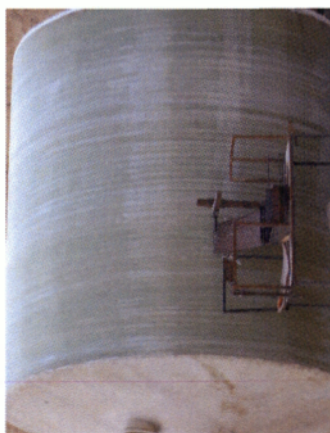


Εικόνα 2.8. Κάλυψη θερμοκηπίου με φύλλο πολυαιθυλενίου.

### 2.3.2.FIBERGLASS

Κατασκευάζεται από πολυεστερικές ίνες ενισχυμένες με γυαλί και νάιλον. Είναι υλικό εξαιρετικής μηχανικής αντοχής και με μεγάλη διάρκεια ζωής. Έχουν επίπεδη ή κυματοειδή μορφή. Είναι ελαφριές και δύσκολα παθαίνουν ζημιές από το χαλάζι, όμως η διαπερατότητά τους στο φως είναι μικρή.

Το Fiberglass διαχέει το φως και δεν δημιουργεί σκιές. Επιτρέπει την είσοδο της υπέρυθρης ακτινοβολίας όχι όμως και της υπεριώδους.



Εικόνα 2.9. Κατασκευή fiberglass στο εργοστάσιο και δεξιά δημιουργία φύλλων θερμοκηπίου.

## ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Ειδικό βάρος	1,4g/cm <sup>3</sup>
Φωτεινή διαπερατότητα	90% ± 2%
Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας	K 4,9 kcal/m <sup>2</sup> h° C
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	0,18-0,2 kcal/m <sup>2</sup> h° C
Συντελεστής θερμικής διαστολής	2 x 10 <sup>-10</sup> cm/cm° C
Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας	120° C
Ελάχιστη θερμοκρασία λειτουργίας	-30° C
Απορρόφηση H <sub>2</sub> O	0,2 ± 3%
Μείωση μηχανικής αντοχής μετά από εμποτισμό με νερό για 60 ημέρες	20%
Μηχανική αντοχή	55-60 BARCOL
Διηλεκτρικά σταθερά	3,6 στα SOH <sub>2</sub>
Αντοχή έλξης	900-1000 kgr/cm <sup>2</sup>
Αντοχή συμπίεσης	1300 kgr/cm <sup>2</sup>
Αντοχή στρέψης	1200 kgr/cm <sup>2</sup>
Συντελεστής ελαστικότητας στρέψης	50000 kgr/cm <sup>2</sup>
Επιμήκυνση αυλακών	2%
Βαθμός ασφάλειας	6
Διάρκεια ζωής	10-11 κολ. περίοδοι



Εικόνα 2.10. Κατασκευή θερμοκηπίου με φύλλα fiberglass.

### 2.3.3.Γυαλί

Ένα βασικό πλεονέκτημα του γυαλιού είναι ότι έχει την ίδια φωτοπερατότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η πιθανή μείωση της φωτεινότητας του γυαλιού οφείλεται στις ακαθαρσίες, που όμως είναι δυνατόν να απομακρυνθούν. Επιπλέον, είναι αδιαπέραστα στα αέρια και τους υδρατμούς.



Εικόνα 2.11. Σκελετός θερμοκηπίου για υποστήριξη υαλοπίνακα και δεξιά θερμοκήπιο με κάλυψη από γυαλί.

Τα προβλήματα στεγανότητας που μπορεί να εμφανιστούν στα υαλόφρακτα θερμοκήπια προέρχονται από την κακή επαφή που μπορεί να παρουσιάζει σταδιακά στα σημεία στήριξης του τζαμιού. Επίσης σπάσιμο των υαλοπινάκων μπορεί να προέλθει από χαλάζι ή από απροσεξία.



Εικόνα 2.12. Καταστροφή γυάλινου θερμοκηπίου από ανεμοθύελλα.



Εικόνα 2.13. Κάλυψη θερμοκηπίου με γυαλί.

Ο υαλοπίνακας μπορεί να είναι διαφανείς με τις δυο επιφάνειες επίπεδες και λείες ή με την μία επιφάνεια φολιδωτή (τύπου Μαρτελέ). Τα τζάμια τύπου Μαρτελέ χρησιμοποιούνται περισσότερο στην οροφή του θερμοκηπίου για καλύτερη διάχυση του φωτός. Το πάχος του υαλοπίνακα που χρησιμοποιείται συνήθως είναι 4-6 mm.

Το ειδικό βάρος του γυαλιού είναι  $2,5 \text{ g/m}^3$ . Το ποσοστό διέλευσης του μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίας είναι από τα μεγαλύτερα περίπου 90%. Η θερμική διαστολή του είναι  $5,6 \times 10^{-7} \text{ — } 140 \times 10^{-7} \text{ cm/cm}^\circ \text{ C}$ .

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

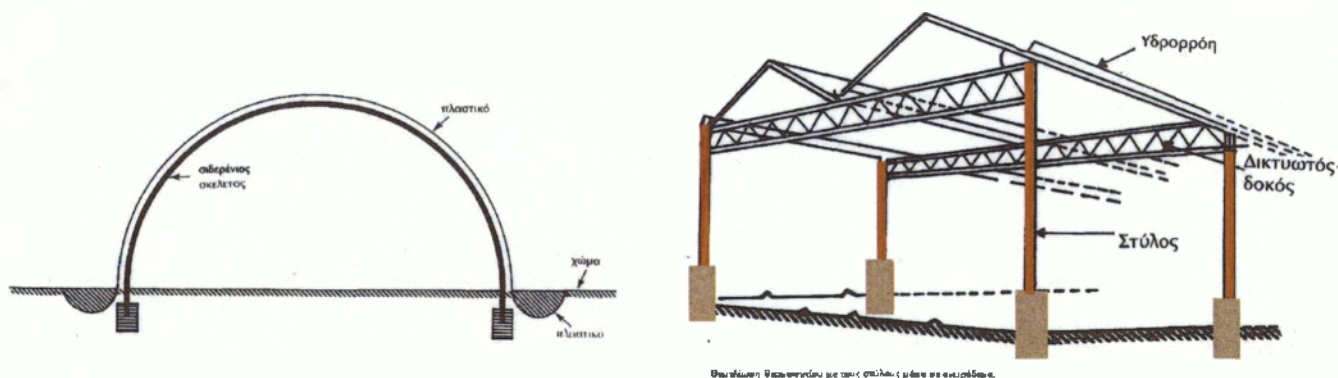
## ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ – ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

### 3.1.ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Η σωστή θεμελίωση είναι ζωτικής σημασίας για την αντοχή και τη διάρκεια ζωής της οποιασδήποτε κατασκευής. Ιδιαίτερα στα θερμοκήπια η τεχνική της θεμελίωσης αποκτά μεγάλη σπουδαιότητα διότι το έδαφος, επειδή ποτίζεται συχνά με μεγάλες ποσότητες νερού, χάνει ένα μέρος της αντοχής του. επίσης τα υαλόφρακτα θερμοκήπια δεν επιδέχονται διαφορική καθίζηση έστω και σε πολύ μικρό βαθμό.

Γενικά η θεμελίωση πρέπει να φέρει ασφαλώς στις δυνάμεις που δρουν σ' αυτή όπως:

- ❖ Το ίδιο βάρος της κατασκευής, του χιονιού και των εγκαταστάσεων.
- ❖ Τις κινήσεις του εδάφους που γίνονται με τις μεταβολές της υγρασίας του.
- ❖ Τις δυνάμεις του ανέμου (οριζόντια φορτία) που τείνουν να σηκώσουν ή να αναποδογυρίσουν την κατασκευή.



Εικόνα 3.1. Θεμελίωση θερμοκηπίου



Στη θεμελίωση των θερμοκηπίων, οι κατακόρυφες και οριζόντιες φορτίσεις πρέπει να μεταφέρονται στο έδαφος και να κατανέμονται έτσι ώστε η οποία κίνηση της κατασκευής να είναι μικρή και ομοιόμορφη. Το στεγνό συμπαγές αμμοαργιλώδες έδαφος είναι από τα καλύτερα εδάφη για θεμελίωση. Τα πηλώδη εδάφη γίνονται μαλακά όταν είναι βρεγμένα και γι' αυτό χρειάζεται μεγαλύτερη προσοχή όταν γίνεται θεμελίωση σ' αυτά. Η άμμος συστέλλεται και κατακάθεται όταν στεγνώνει και φουσκώνει όταν πλημμυρίζει με νερά. γι' αυτό θα πρέπει να υπάρχει πάντα διέξοδος στα νερά με κατάλληλη στράγγιση. Τα τυρφώδη εδάφη απαιτούν ειδική θεμελίωση από ειδικευμένο μηχανικό.



Εικόνα 3.2. Θεμελίωση θερμοκηπίου με πάκτωση υποστρώματος.

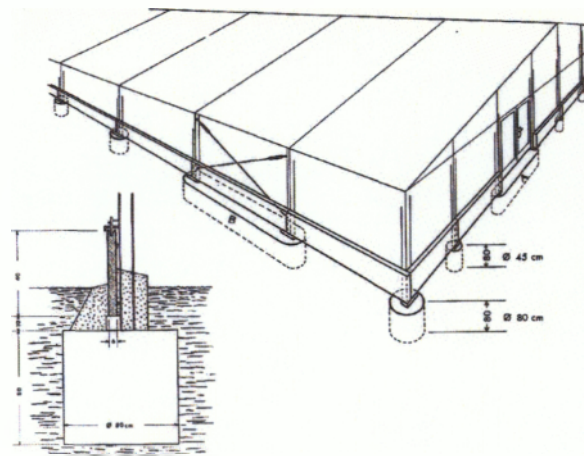
### 3.1.1. Προδιαγραφές θεμελίωσης

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Υπουργείου Γεωργίας πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν κατά την θεμελίωση τα εξής:

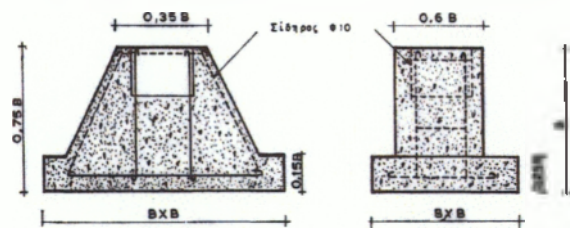
- ◆ Όλες οι θεμελιώσεις θα πρέπει να έχουν βάρος τουλάχιστον 65 kgr.
- ◆ Η κάτω πλευρά της βάσης θα πρέπει να μη βρίσκεται σε βάθος μικρότερο από 500mm από την επιφάνεια του εδάφους και το επάνω μέρος σε βάθος μικρότερο από 250 mm από το εδάφους.
- ◆ Η πάνω από την θεμελίωση κατασκευή μέχρι ύψους 150 mm θα πρέπει να επασφαλτώνεται ή να τυχαίνει ίσης προστασίας.
- ◆ Οι θεμελιώσεις μπορεί να έχουν κυκλική ή τετραγωνική διατομή, με επιφάνεια όχι μικρότερη από 0,05 m<sup>2</sup>.
- ◆ Στα απλής γραμμής θερμοκήπια πλαστικής κάλυψης με μικρό πλάτος και μήκος κατασκευαστικής μονάδας η θεμελίωση θα πρέπει να γίνεται τουλάχιστον για όλες τις ακραίες και αμέσως πριν από τις ακραίες

κατασκευαστικές μονάδες, οι οποίες φέρουν και διαγώνια υποστηρίγματα (αντιανέμια).

- ◆ Στα πολλαπλής γραμμής θερμοκήπια με πλάτος κατασκευαστικής μονάδας μεγαλύτερο από 5m, η θεμελίωση γίνεται σε όλα τα σημεία στήριξης στο έδαφος.



Εκ. 57. Θεμελίωση θερμοκηπίου με ενσωματωμένα θεμέλια κάτω από τις πόρτες (Α) και στις θέσεις των αντιανέμων (Β).



Σχήμα 3.1. Θεμελίωση.

- ◆ Το πλαστικό φύλλο θα πρέπει να αγκιστρώνεται στο έδαφος, είτε με συνδετήρα, είτε με συνεχώς χώσιμο του πλαστικού σε χαντάκι.

### **3.2.ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

Η σωστή θέση του θερμοκηπίου και ο προσανατολισμός του είναι στοιχεία που επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό το κόστος θέρμανσης τη δυνατότητα παραγωγής τους μήνες με την μικρότερη ηλιοφάνεια, την εξεύρεση εργατικών χεριών, τις δαπάνες μεταφορών και ακόμα τη συχνή εμφάνιση ασθενειών. Πρέπει λοιπόν πριν από κάθε απόφαση σχετικά με το θερμοκήπιο να γνωρίζουμε τη θέση στην οποία θα πρέπει να το κατασκευάσουμε.

#### **3.2.1.Παραγοντες που καθορίζουν τη θέση ενός θερμοκηπίου**

##### **A. ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ**

Η ηλιακή ακτινοβολία δίνει την ενέργεια για την ανάπτυξη των φυτών και είναι γενικά περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη των καλλιεργειών το χειμώνα μέσα στο θερμοκήπιο. Κατά το σχεδιασμό της κατασκευής και τον προσδιορισμό της θέσης του θερμοκηπίου, θα πρέπει πάντα να δίνεται προτεραιότητα στις κατασκευές και θέσεις που επιτρέπουν να αποκτάται η μέγιστη φωτεινότητα μέσα στο θερμοκήπιο, κατά τις μικρές μέρες του χειμώνα που ο ήλιος βρίσκεται στο χαμηλότερο ύψος στον ουρανό.

Το χειμώνα, το μεσημέρι ο ήλιος φαίνεται προς τα νότια. Αυτό σημαίνει ότι τα θερμοκήπια θα πρέπει να έχουν ανοικτή έκθεση προς το νοτιά για να δέχονται το μεγαλύτερο ποσοστό ακτινοβολίας στο εσωτερικό τους. Αν το έδαφος έχει κλίση, το ιδιωτικό είναι η κλίση αυτή να είναι προς το νοτιά.

Τέλος, το θερμοκήπιο θα πρέπει να τοποθετείται σε απόσταση τουλάχιστον 2,5 φορές το ύψος του εμποδίου, είτε το εμπόδιο βρίσκεται ανατολικά, δυτικά ή νότια.



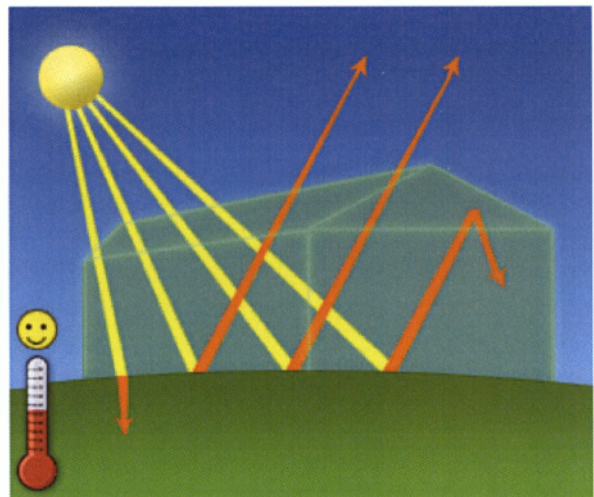
Εικόνα 3.3. Θέση του θερμοκηπίου.

## Β. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Οι παραθαλάσσιες περιοχές με το ήπιο κλίμα που δημιουργεί η μεγάλη θερμοχωρητικότητα της θάλασσας, είναι προτιμότερες από τις ηπειρωτικές.

Χαμηλά μέρη που δημιουργούν θύλακες ψυχρού αέρα θα πρέπει να αποφεύγονται, διότι οι απώλειες θερμότητας θα είναι πολύ μεγάλες. Τοποθετούνται επίσης μακριά από θέσεις συσσωρεύσεις

χιονιού, γιατί είναι επικίνδυνες για την κατασκευή.



## Γ. ΕΔΑΦΟΣ

Όταν τα φυτά που θα καλλιεργηθούν στο θερμοκήπιο πρόκειται να καλλιεργηθούν απ' ευθείας στο έδαφος του θερμοκηπίου, η θέση που θα επιλέγει θα πρέπει να έχει βαθύ έδαφος με καλή στράγγιση και γονιμότητα. Γενικά

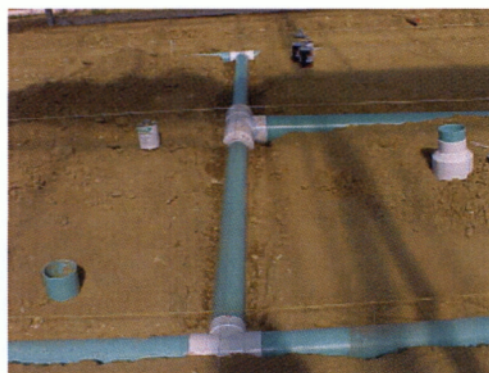


προτιμούνται τα αμμοπηλώδη εδάφη.

Θα πρέπει να αποφεύγονται θέσεις με μικρό βάθος εδάφους και συνεκτικό έδαφος όπου δεν είναι διαθέσιμα καλά εδάφη για θερμοκήπιο θα πρέπει να αξιολογηθούν άλλοι τρόποι καλλιέργειας, όπως καλλιέργεια σε τεχνητά υποστρώματα και υδροπονικές μέθοδοι.

#### **Δ. ΣΤΡΑΓΓΙΣΗ**

Η περιοχή θα πρέπει να είναι επίπεδη και με καλή στράγγιση, για να μειωθούν τα προβλήματα συγκέντρωσης αλάτων και καλού αερισμού στην περιοχή της ρίζας. Τα νερά που βρίσκονται στο έδαφος έξω από το θερμοκήπιο δεν θα πρέπει να μπαίνουν μέσα, διότι εκτός του ότι ψύχουν απότομα το έδαφος του θερμοκηπίου, μεταφέρουν και ασθένειες εδάφους.



Εικόνα 3.4. Διάταξη στράγγισης στο θερμοκήπιο.

#### **Ε. ΝΕΡΟ**

Απαραίτητη προϋπόθεση για την εγκατάσταση ενός θερμοκηπίου είναι η ύπαρξη κατάλληλου νερού. Συνήθως απαιτούνται πάνω από  $15\text{m}^3$  νερού ανά στρέμμα στο πότισμα και σε συνεκτικά εδάφη μπορεί να απαιτήσουν μέχρι και  $40\text{m}^3$ / στρέμματα.

Γενικά με την ποιότητα νερού μπορούμε να πούμε ότι όσο καλύτερης ποιότητας είναι το νερό άρδευσης, τόσο μεγαλύτερη παραγωγή μπορεί να αναμένεται.

Τέλος η τοποθέτηση του θερμοκηπίου σε θέσεις που διατηρούν για μακρύ χρονικό διάστημα υψηλή σχετική υγρασία στο περιβάλλον, έχει αποτέλεσμα τη δημιουργία σοβαρών προβλημάτων από φυτοασθένειες.

### **ΣΤ. ΑΝΕΜΟΣ**

Οι μεγάλες ταχύτητες του ανέμου το χειμώνα σε μια περιοχή έχουν ως αποτέλεσμα αυξημένες ενέργειες στα θερμοκήπια. Αντίθετα, περιοχές με συχνούς ανέμους κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ευνοούν τον αποτελεσματικό εξαερισμό του θερμοκηπίου και τη συγκράτηση της θερμοκρασίας του χώρου του, ώστε να μην φθάνει σε υψηλά επίπεδα.

Εκτός όμως από την επίδραση που έχει ο άνεμος στις απώλειες ενέργειας και τον εξαερισμό του θερμοκηπίου, συχνά γίνεται επικίνδυνος και για την ίδια την κατασκευή. Έτσι σε περιοχές με συχνούς και ισχυρούς βόρειους ανέμους χρησιμοποιείται ο φυσικός ή τεχνητός ανεμοθραύστης. Με τον ανεμοθραύστη επιδιώκουμε να μειώσουμε την ταχύτητα του ανέμου και όχι να σταματήσουμε τον άνεμο.



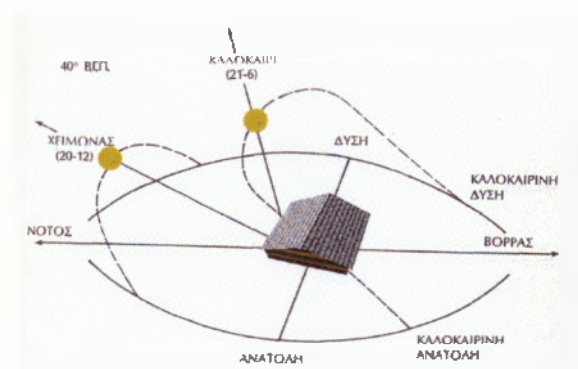
Εικόνα 3.5. Δημιουργία ανεμοθραύστη και δεξιά καταστροφή θερμοκηπίου από πίεση ανέμου.

### 3.2.2. Προσανατολισμος

Ονομάζουμε προσανατολισμό του θερμοκηπίου την διεύθυνση του κορφιά του θερμοκηπίου. Έτσι όταν λέμε ότι ο προσανατολισμός του θερμοκηπίου είναι από βορρά προς νότο εννοούμε ότι η διεύθυνση του κορφιά του θερμοκηπίου έχει διεύθυνση από βορρά προς νότο.

Για τον προσδιορισμό του σωστού προσανατολισμού θερμοκηπίων στις μεσογειακές χώρες, βρέθηκε ότι:

- ✓ Με απουσία ανέμου οι θερμοκρασίες της νύχτας δεν διαφέρουν πολύ στους διάφορους προσανατολισμούς.
- ✓ Οι θερμοκρασίες ημέρας το χειμώνα είναι πιο υψηλές στο θερμοκήπιο με κατεύθυνση Α-Δ και το καλοκαίρι οι θερμοκρασίες είναι πιο υψηλές στο θερμοκήπιο με κατεύθυνση Β-Ν.
- ✓ Ο άνεμος έχει περισσότερη ή λιγότερο επίδραση ανάλογα με την κατεύθυνση και τη θέση των ανοιγμάτων του θερμοκηπίου σε σχέση με τη διεύθυνση του ανέμου.
- ✓ Στην αρχή και στο τέλος της ημέρας φθάνει περισσότερη ενέργεια στα θερμοκήπια με κατεύθυνση Β-Ν.
- ✓ Η κατεύθυνση Α-Δ έχει σταθερή ασυμμετρία με έντονη ετερογένεια στο περιβάλλον και η Νότια πλευρά είναι φανερά πιο ζεστή από τη βόρεια.
- ✓ Στη μεσογειακή ζώνη ο προσανατολισμός Α-Δ δεν φαίνεται να είναι σημαντικός παράγοντας πρωϊμότητας.

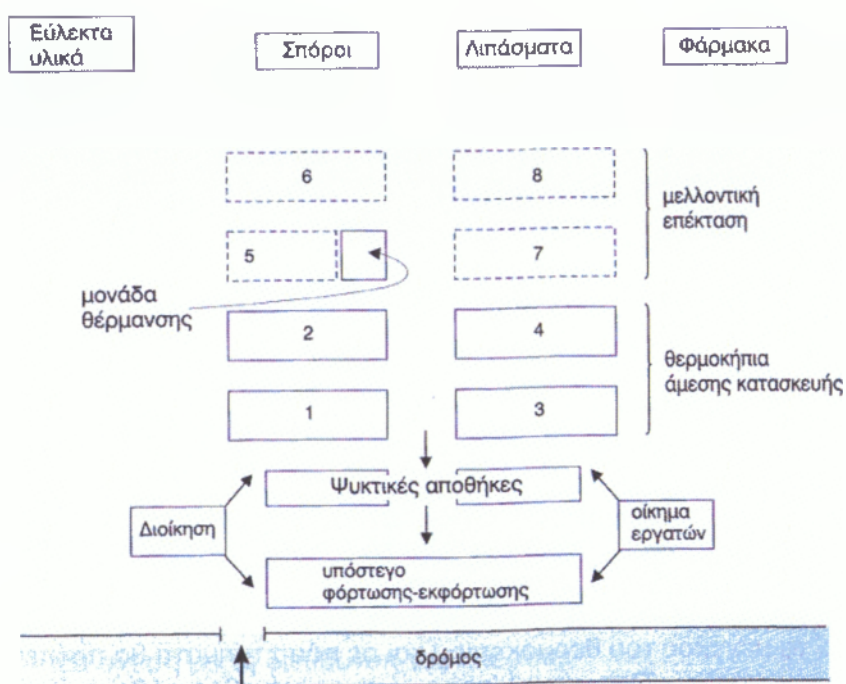


Σχήμα 3.2. Προσανατολισμό του θερμοκηπίου.

### 3.2.3.Χωροταξικό σχέδιο

Πριν γίνει η εγκατάσταση του θερμοκηπίου θα πρέπει να προηγηθεί ένας σχεδιασμός του χώρου ώστε να σημειωθεί η θέση όπου θα πρέπει να τοποθετηθούν τα τμήματα του θερμοκηπίου και οι βοηθητικές εγκαταστάσεις. Οποσδήποτε πριν θα πρέπει να έχει αποφασισθεί το μέγεθος του θερμοκηπίου και σε ποσά τμήματα θα πρέπει να κατασκευασθεί.

Κατά το σχεδιασμό της διαθέσιμης έκτασης θα πρέπει να προβλεφθούν άνετοι δρόμοι, που θα επιτρέπουν τη μετακίνηση αυτοκινήτων, ώστε να μην επιβαρύνονται τα προϊόντα με υψηλό κόστος μεταφοράς. Το σύστημα θέρμανση να βρίσκεται κατά το δυνατόν στο κέντρο της εγκατάστασης, ώστε να μην υπάρχουν μεγάλες απώλειες ενέργειας κατά την μεταφορά θερμότητας. Η θέση των αποθηκών και του συσκευαστηρίου να βρίσκεται εκεί όπου εξασφαλίζονται οι λιγότερες μετακινήσεις των προϊόντων και η ευκολότερη πρόσβαση του προσωπικού.



Σχήμα 3.3. Χωροταξικό σχέδιο.



### 3.3.ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Τα περισσότερα λαχανοκομικά φυτά στη χώρα μας καλλιεργούνται στο έδαφος του θερμοκηπίου, που είναι είτε το φυσικό της περιοχής, είτε αυτό που προκύπτει μετά από βελτίωση με φερτά πρόσθετα. Σε μερικές όμως περιπτώσεις γίνεται καλλιέργεια σε λεκάνες χωρίς πυθμένα, στις οποίες έχει βελτιωθεί το έδαφος, καθώς και σε εγκαταστάσεις υδροπονίας. Οι εσωτερικές αυτές κατασκευές γίνονται κυρίως για:

α) την καλλιέργεια δρεπτών ανθέων που καλλιεργούνται συνήθως σε λεκάνες γεμάτες με εδαφικό μίγμα.

β) την καλλιέργεια των γλαστρικών φυτών που τοποθετούνται πάνω σε τραπέζια καλλιέργειας, και

γ) για τον πολλαπλασιασμό των καλλωπιστικών φυτών, που τις περισσότερες φορές γίνεται σε υδρονέφωση ή σε κλειστό χώρο.

#### 3.3.1.Λεκάνες καλλιέργειας

Για την καλλιέργεια δρεπτών ανθέων που δεν έχουν πολύ μεγάλο ύψος, χρησιμοποιούμε υπερυψωμένες από την επιφάνεια του εδάφους λεκάνες, ώστε να διευκολύνονται οι διάφορες εργασίες. Οι λεκάνες που βρίσκονται στο ύψος της επιφάνειας του εδάφους μπορεί:

A. Να έχουν πυθμένα

B. Να μην έχουν πυθμένα

Οι λεκάνες με πυθμένα κατασκευάζονται με κλιπς προς τις πλευρές ή προς το κέντρο. Στην πρώτη περίπτωση η στράγγιση γίνεται στο χώρο των διαδρομών από οπές που αφήνονται πλευρικά. Στην δεύτερη περίπτωση τοποθετείται στην βάση σωλήνας στράγγισης ή δημιουργείται αυλάκι σχήματος V. Ο πυθμένας κατασκευάζεται από ενισχυμένο σκυρόδεμα ή από κυματοειδές αμιαντοτσιμέντο ή από ξύλο.

Οι λεκάνες που δημιουργούνται χωρίς πυθμένα στο έδαφος κατασκευάζονται συνήθως από ξύλινο πλαίσιο ή με τσιμεντόλιθους. Όλος ο πυθμένας της λεκάνης σχηματίζεται σε σχήμα V. Στο χαμηλότερο σημείο

τοποθετείται σωλήνας στράγγιση, ενώ όλος ο πυθμένας καλύπτεται με στρώμα από χαλίκι. Η λεκάνη έχει κλίση 1% κατά μήκος ώστε να στραγγίζει στην άκρη.

Ένας απλός τρόπος και εύκολος για μετατροπή μιας λεκάνης χωρίς πυθμένα σε λεκάνη με πυθμένα, είναι να καλύψει κανείς με μαύρο φύλλο πλαστικού, πάχους 0,18 mm τη βάση και τα πλευρικά τοιχώματα.

Το επιθυμητό πλάτος των λεκανών στα δρεπτά άνθη είναι 1-1,5m το βάθος και 20cm, συνήθως οι διάδρομοι έχουν πλάτος 45 cm εκτός από τον κεντρικό που έχει 60 cm.



Εικόνα 3.6. Λεκάνες καλλιέργειας

### 3.3.2. Τραπεζία καλλιέργειας

Τα γλαστρικά φυτά τοποθετούνται συνήθως πάνω σε τραπέζια ύψους 80-90 cm. Για να διευκολύνονται οι χειρωνακτικές εργασίες, το πλάτος τους δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από ,80 cm όταν βρίσκονται μεταξύ δυο διαδρόμων.

Τα τραπέζια των γλαστρικών φυτών δεν έχουν ανάγκες από πλευρικά τοιχώματα όταν πρόκειται να δεχθούν μεγάλου μεγέθους γλάστρες. Η επιφάνειά τους θα πρέπει να είναι διάτρητη, ώστε να φεύγουν τα νερά και να κυκλοφορεί ο αέρας πάνω – κάτω. Η επιφάνεια των τραπεζιών αυτών γίνεται συνήθως από δοκίδες, που στηρίζονται σε αλουμινένιο πλαίσιο και πόδια κατασκευασμένα από τσιμέντο ή από γαλβανισμένο μεταλλικό πλέγμα, που στηρίζεται σε αλουμινένια πλαίσιο και γαλβανισμένα μεταλλικά πόδια.



Εικόνα 3.7. Τραπέζια καλλιέργειας.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ**  
**ΠΟΥ ΤΟ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ**

**4.1.ΓΕΝΙΚΑ**

Η ανάπτυξη και η απόδοση του φυτού εξαρτάται από τη γενετική του σύνθεση (γονότυπος) και το περιβάλλον που έχουν εξίσου σπουδαίο ρόλο. Ο άνθρωπος κατόρθωσε να αλλάξει έστω και λίγο το γονότυπο μερικών φυτών και έτσι πέτυχε την καλλιέργεια ανεξάρτητα από τις κλιματολογικές συνθήκες. Όμως η αλλαγή στο γονότυπο είναι δύσκολη και απαιτεί πολύ χρόνο.

Επομένως, είναι πιο εύκολο να ρυθμίσουμε τους παράγοντες του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, για να επιτύχουμε καλύτερες συνθήκες για την ανάπτυξη των φυτών.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των καλλιεργειών στα θερμοκήπια είναι:

**A. ΓΕΝΕΤΙΚΟΙ**

- 1.Θερμοκρασία αέρα
- 2.Φως
- 3.Κίνηση του αέρα

**B. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΙ**

5.Εξατμισοδιαπνοή

6.Υγρασία αέρα

**Γ. ΕΔΑΦΙΚΟΙ**

**1.ΦΥΣΙΚΟΙ**

- α. Θερμοκρασία εδάφους
  - β. Υγρασία εδάφους
  - γ. PH
  - δ. Δομή εδάφους
- α. Θρεπτικά συστατικά
  - α. Μικροοργανισμοί εδάφους

**2.ΧΗΜΙΚΟΙ**

**3.ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ**

**Δ. ΒΙΟΤΙΚΟΙ**

- 1.Σύμμαχοι των καλλιεργειών
- 2.Εχθροί των καλλιεργειών
- 3.Ανταγωνιστές των καλλιεργειών
- 4.Άνθρωπος

Σ' αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με τους κλιματικούς παράγοντες θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, το φως και το CO<sub>2</sub> που επηρεάζουν τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

#### 4.1.1.Σκοποι της ρύθμισης των παραγόντων του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου

Οι σκοποί για τους οποίους ρυθμίζουμε στα θερμοκήπια τους παράγοντες ανάπτυξης των κηπευτικών είναι οι παρακάτω:

- ✓ Να βελτιωθούν οι συνθήκες ανάπτυξης των καλλιεργειών, ώστε να επιτευχθεί το μεγαλύτερο δυνατό οικονομικό αποτέλεσμα.
- ✓ Να επεκταθεί η εποχή παραγωγής, όταν οι καιρικές συνθήκες είναι δυσμενείς.
- ✓ Να αντιμετωπιστούν οι ασθένειες των κηπευτικών με τη δημιουργία συνθηκών περιβάλλοντος, που να είναι ευνοϊκές για τις καλλιέργειες και δυσμενείς για την εξάπλωση των ασθενειών.
- ✓ Να εξασφαλιστεί υψηλή παραγωγή και ποιότητα κηπευτικών για πολλά χρόνια, ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες.
- ✓ Να μελετηθεί η επίδραση των συνθηκών του περιβάλλοντος στην ανάπτυξη των καλλιεργειών.



Η ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΤΙΣ  
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ  
ΠΕΤΥΧΑΙΝΕΤΑΙ, ΜΟΝΟ ΟΤΑΝ  
ΟΛΟΙ ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΒΡΕΘΟΥΝ  
ΣΕ ΕΝΑ ΑΡΙΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.



## **4.2.ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**

### **4.2.1.Επίδραση της θερμοκρασίας στα φυτά**

Ο παράγοντας αυτός επιδρά στη θερμοκρασία και στη δυναμική εξατμισοδιαπνοή του φυτού. Για τα είδη του εύκρατου κλίματος ή άριστη θερμοκρασία είναι 20-30° C, η ελάχιστη είναι μεγαλύτερη από 0° C, ενώ η μέγιστη είναι 35° C και μπορεί να φτάσει τους 40° C σε ορισμένα στάδια βλάστησης (φύτρωμα).

Για τα είδη του τροπικού κλίματος η ελάχιστη είναι μεγαλύτερη από 15° C. Ο μηχανισμός της αντίδρασης των φυτών στην αύξηση της θερμοκρασίας εκφράζεται με την ένταση της λειτουργίας της διαπνοής. (Εξαέρωση 1 gr νερού συνεπάγεται απώλεια 2430 joule).

Η ανάπτυξη των φυτών, ανάλογα με τις απαιτήσεις τους σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μπορεί να χωριστεί σε τρεις κύκλους:

A. Απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες για διακοπή του λήθαργου, τη διαφοροποίηση οφθαλμών και την καρποφορία.

B. Απαιτήσεις σε εδαφική θερμοκρασία για τη βλάστηση και το φύτρωμα των σπόρων.

Γ. Απαιτήσεις σε θερμοκρασία, αέρα και εδάφους για τη βλάστηση και την αναπαραγωγική φάση.

### **4.2.2.Η θερμοκρασία στο θερμοκήπιο**

Ο ήλιος έχει μια θερμοκρασία 6.000° C και εκπέμπει ενέργεια 7-9 kWh/m<sup>3</sup> τη θερινή περίοδο, ενώ τη χειμερινή περίοδο το ποσό αυτό μειώνεται στο 1/3.

Όταν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία των επιφανειών μέσα στο θερμοκήπιο αυξάνει περισσότερο, απ' αυτή των αντιστοιχών επιφανειών εκτός του θερμοκηπίου, γιατί ο αέρας γύρω τους είναι σχεδόν ακίνητος, οπότε και ο ρυθμός ψύξης του με συναγωγή είναι συγκριτικά μικρότερος.

Άμεση συνέπεια είναι να αυξάνει και η θερμοκρασία του εγκλωβισμένου αέρα του θερμοκηπίου, αφού έρχεται σε επαφή με τις

επιφάνειες αυτές. Σ' αυτή την αιτία που δημιουργείται από το φαινόμενο του κλειστού χώρου, οφείλεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό η ανύψωση της θερμοκρασίας του αέρα μέσα στο θερμοκήπιο.

Ένα άλλο φαινόμενο που συμμετέχει σημαντικά στην αύξηση της θερμοκρασίας στο χώρο του θερμοκηπίου είναι αυτό που αποκαλείται το «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ηλιακή ακτινοβολία περνάει το μεγαλύτερο μέρος της από το κάλυμμα του θερμοκηπίου με μικρό μήκος κύματος το οποίο μετατρέπεται σε μεγάλου μήκους, μη μπορώντας να βγει από το θερμοκήπιο με αποτέλεσμα να έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.

#### **4.3.ΦΩΣ**

Στις συνθήκες του περιβάλλοντος η φωτεινότητα μεταβάλλεται λόγω του γεωγραφικού πλάτους και επομένως της θέσης του ήλιου, κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η πραγματική φωτεινότητα είναι το κλάσμα της φωτεινής ενέργειας (δυναμική φωτεινότητα) που φτάνει στο θερμοκήπιο λόγω των νεφών και η μέση τιμή της για ένα συγκεκριμένο περιβάλλον είναι καθοριστική για να εξακριβωθούν οι δυνατότητές του για καλλιέργεια.

Όταν ο ουρανός είναι καθαρός, και ο προσανατολισμός ενός θερμοκηπίου, επιτρέπουν μια μέγιστη ή ελάχιστη φωτεινότητα στο εσωτερικό.

Όταν είναι τελείως συννεφιασμένος, η φωτεινότητα διαχέεται πρακτικά προς όλες τις διευθύνσεις και σε αυτή τη περίπτωση η εσωτερική φωτεινότητα διαφοροποιείται λόγω της θέσης των τοιχωμάτων.

Τα υλικά κάλυψης ανακλούν μια ποσότητα φωτός που σχετίζεται με το είδος του υλικού και τη γωνία πρόσπτωσης. Η γωνία πρόσπτωσης εξαρτάται από την κλίση των πλευρών της στέγης και τη θέση του ήλιου. Η ασυμμετρία των πλευρών της στέγης διαφοροποιεί τις συνθήκες φωτεινότητας σε σχέση με μια θέση συμμετρική.

Ένα θερμοκήπιο με πλευρά εκτεθειμένη στο νότο με μια κλίση  $25^\circ$  στο οριζόντιο επίπεδο και πλευρά εκτεθειμένη στο βορρά με μια κλίση  $55^\circ$  μπορεί

να έχει μια φωτεινότητα μεγαλύτερη κατά 11%, σε σχέση με ένα θερμοκήπιο με στέγη συμμετρική με πλευρές όμοιες και κεκλιμένες κατά 35°. μεγαλύτερη αύξηση της φωτεινότητας επιτυγχάνεται όταν αυξάνεται η κλίση της στέγης που βλέπει στο βορρά μέχρι 65°.

#### **4.3.1. Παραγοντες που ευνοούν το φωτισμό στα θερμοκήπια**

Όσο απλούστερος είναι ο σκελετός τόσο περισσότερο φως περνάει στο θερμοκήπιο. Σκελετοί με χοντρές διατομές ή πολλά στοιχεία, μειώνουν το φωτισμό. Ας σημειωθεί ότι σ' ένα καλό υαλόφρακτο θερμοκήπιο, τα κύρια σκελετικά στοιχεία μειώνουν κατά 4-12% το φωτισμό και κατά 2-5% τα δευτερεύοντα στοιχεία.

Το καθαρό τζάμι μειώνει το φως κατά 10% το ακάθαυτο κατά 70%. Το απλό θερμοκήπιο δέχεται περισσότερο φως από το πολλαπλό, λόγω ότι δέχεται περισσότερο φως από τα πλευρικά τοιχώματα.

#### **4.4. ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ**

Η υγρασία της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου εξαρτάται από την υγρασία του εξωτερικού αέρα, από την υγρασία του εδάφους του θερμοκηπίου και από την θερμοκρασία του αέρα του θερμοκηπίου. Όταν αυξάνεται η ηλιακή ακτινοβολία μέσα στο θερμοκήπιο αυξάνεται ταχύτατα η θερμοκρασία του αέρα, με συνέπεια τη μείωση της υγρασίας.

Η διατήρηση ενός κατάλληλου περιβάλλοντος υγρασίας στο χώρο του θερμοκηπίου είναι απαραίτητη, όχι μόνο για την διατήρηση της υδατικής ισορροπίας των φυτών αλλά και για την αποφυγή της ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών και εντόμων.

Οι μεταβολές της υγρασίας επηρεάζουν επίσης σημαντικά τη μεταφορά ενέργειας στο χώρο του θερμοκηπίου. Οποδήποτε γίνεται αλλαγή φάσης του νερού και συνδυάζεται με φαινόμενα μεταφοράς, μπορούν να μεταφερθούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας από ή προς μια επιφάνεια.



Η εξάτμιση  $1\text{cm}^3$   $\text{H}_2\text{O}$  από μια επιφάνεια  $1\text{cm}^2$  απορροφά περίπου 2,5 kJ, ίση με την ενέργεια που προσφέρεται σε  $1\text{cm}^2$  επιφάνειας από τον ήλιο, μια λαμπερή μέρα του καλοκαιριού.

Η συμπύκνωση υπό μορφή σταγόνων είναι πιο επικίνδυνη γιατί πέφτουν πάνω στα φυτά. Η επιφάνεια και συμπύκνωση στα υλικά του θερμοκηπίου, έχει ως αποτέλεσμα τη διάβρωση ή της σήψης τους, ενώ στα υλικά κάλυψης τη μείωση της περατότητας της ηλιακής ακτινοβολίας και σ' όλες τις περιπτώσεις η δημιουργία ανθυγιεινού περιβάλλοντος για τα φυτά.



Εικόνα 4.1. Υδρονέφωση θερμοκηπίου για αύξηση σχ.υγρ.

Στο χώρο γύρω από τα φυτά επιδιώκουμε η σχετική υγρασία να μην είναι ούτε πολύ υψηλή, διότι ευνοείται η ανάπτυξη πολλών μυκητολογικών και βακτηριολογικών ασθενειών των φυτών, καθώς και η επιβίωση πολλών αυτών και νυμφών εντόμων, αλλά ούτε πολύ χαμηλή, διότι τότε αυξάνεται υπερβολικά η διαπνοή από τα φύλλα των φυτών και ακόμα ευνοείται η ανάπτυξη των ακάρεων.

-Τρόποι με τους οποίους αυξάνεται η υγρασία του χώρου:

- Βρέξιμο των διαδρόμων και πλευρικών τοιχωμάτων του θερμοκηπίου.
- Ψεκασμός νερού πάνω από τα φυτά με πολύ μικρές σταγόνες, που επιτυγχάνεται με σύστημα υψηλής πίεσης.

- Κλείσιμο των παραθύρων ή παύση της λειτουργίας των ανεμιστήρων, ώστε η υγρασία που διαπνέουν τα φυτά ή που εξατμίζεται από το έδαφος, να παραμένει μέσα στο θερμοκήπιο.

#### **4.5.ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO<sub>2</sub>)**

Το CO<sub>2</sub> είναι ένα από τα απαραίτητα υλικά της φωτοσύνθεσης διότι μαζί με το νερό, τα θρεπτικά συστατικά, παρουσία του φωτός και της χλωροφύλλης συμμετέχει στη σύνθεση των υδατανθράκων.

Το CO<sub>2</sub> στον ελεύθερο ατμοσφαιρικό αέρα απαντάται σε αναλογία 0,03% ή 300ppm. Μέσα στα θερμοκήπια η αναλογία αυτή αυξάνεται την νύχτα μέχρι 0,06%, ενώ την ημέρα μειώνεται 0,02% τότε ακριβώς το CO<sub>2</sub> γίνεται περιοριστικός παράγοντας για την φωτοσύνθεση και την ανάπτυξη των καλλιεργειών.

Οι ποσότητες του CO<sub>2</sub> που προσλαμβάνονται την ώρα από τις καλλιέργειες εξαρτώνται από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, από την θερμοκρασία του αέρα και του εδάφους, από τα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά, από την αναλογία του CO<sub>2</sub> στον αέρα, από την υγρασία του εδάφους, από το είδος και την ποικιλία της καλλιέργειας και από την ηλικία των φύλλων.

Με τον εμπλουτισμό του αέρα του θερμοκηπίου σε CO<sub>2</sub> επιτυγχάνεται:

Αύξηση της παραγωγής και της ποιότητας

Πρωιμότητα παραγωγής

Όταν μεγαλώνει η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στον αέρα, τότε κλείνει μέρος των στοματιδίων των φύλλων και αυτό εμποδίζει το «στρες» των φυτών από έλλειψη υγρασίας.

Από τα πολυάριθμα πειράματα που έγιναν σε διάφορα μέρη του κόσμου για να βρεθούν οι άριστες συγκεντρώσεις του CO<sub>2</sub> στον αέρα του θερμοκηπίου έχει διαπιστωθεί ότι, οι πιο ενδεδειγμένες συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> κυμαίνονται ανάμεσα σε 1000 – 1500 ppm.



Εικόνα 4.2. Εμπλουτισμός θερμοκηπίου με CO<sub>2</sub>.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ**

### **ΕΞΟΠΑΙΣΜΟΣ – ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

#### **5.1.ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

##### **5.1.1.Γενικά**

Η χρησιμοποίηση της θέρμανσης στα θερμοκήπια είναι πολύ σημαντική, ιδίως για την συστηματική καλλιέργεια φυτών εκτός εποχής, αφού τα περισσότερα κηπευτικά για να αναπτυχθούν ικανοποιητικά απαιτούν θερμοκρασίες 10-25° C.

Το πόσο επηρεάζει η θερμοκρασία την ανάπτυξη των φυτών είναι γνωστό σε όλους, αφού γνωρίζουμε τις ζημιές που προκαλεί κάθε χρόνο ο παγετός ή ο καύσωνας στις καλλιέργειες.

Βέβαια στα θερμοκήπια η θερμοκρασία σπάνια ξεπερνά τα ακραία όρια, ώστε να καταστρέφει τα φυτά, συνήθως όμως απέχει αρκετά από το άριστο επίπεδο. Αυτό είναι εξίσου καταστρεπτικό, αφού μπορεί να οδηγήσει σε οψίμηση της παραγωγής, μείωση των αποδόσεων, υποβάθμιση της ποιότητας, μείωση της διατηρησιμότητας των προϊόντων και αύξηση της ευπάθειας σε παθογόνους μικροοργανισμούς.

Στην Ελλάδα η μέση ετήσια θερμοκρασία διαφέρει αρκετά μεταξύ των βορείων και νοτίων περιοχών και ακόμη περισσότερο κατά την διάρκεια των παγετών.

Εκτός από τις διαφορές που παρατηρούνται ως προς τη μέση μηνιαία θερμοκρασία υπάρχει και σημαντική διαφορά στον αριθμό ημερών παγετού κατά τη διάρκεια των οποίων απαιτείται θέρμανση για την θερμοκρασία των καλλιεργειών.

Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο δίνεται η θερμότητα στο χώρο του θερμοκηπίου τα κλασικά συστήματα θέρμανσης διακρίνονται σε:

-Τοπικά συστήματα στα οποία χρησιμοποιούνται θερμάστρες παραφίνης, επαγωγής, υπέρυθρης ακτινοβολίας ή αερόθερμα.



Εικόνα 5.1. Διάφορα τοπικά συστήματα θέρμανσης

-Κεντρικά συστήματα, όπου υπάρχει καυστήρας παραγωγής θερμού νερού ή ατμού που κυκλοφορούν σε σωληνώσεις μέσα στο θερμοκήπιο.

Σύμφωνα με έναν άλλο διαχωρισμό τα συστήματα θέρμανσης μπορούν να διακριθούν σε:

-Στατικά

-Θερμοδυναμικά



Εικόνα 5.2. Κεντρικό σύστημα θέρμανσης με σωληνώσεις στο δάπεδο.

### 5.1.2. Στατικά συστήματα θέρμανσης

Τα στατικά συστήματα θέρμανσης ή συστήματα κεντρικής κυκλοφορίας θερμού νερού σε σωλήνες ή θερμοσίφωνες αποτελούνται από: τον λέβητα, τον καυστήρα, τον κυκλοφορητή, τις βαλβίδες ανάμειξης και τους σωλήνες διανομής.



Εικόνα 5.3. Λέβητας με καυστήρα, κυκλοφορητής και βαλβίδες

Η διάταξη των σωλήνων μέσα στο θερμοκήπιο γίνεται με το σύστημα Tichelmann για να επιτυγχάνεται ομοιομορφία θέρμανσης.

Το νερό θερμαίνεται από 60-130° C κυκλοφορεί στους σωλήνες και επιστρέφει στο λέβητα με θερμοκρασία 40-70° C. Το σύστημα αυτοματοποιείται με θερμάστρες νερού και χώρου. Παραλλαγές του συστήματος είναι η κυκλοφορία ατμού που χρησιμοποιείται για τις απολυμάνσεις του εδάφους.



Εικόνα 5.4. Ολοκληρωμένο πλευρικό σύστημα θέρμανσης.

Η τοποθέτηση των σωλήνων στο χώρο γίνεται με τους ακόλουθους τρόπους:

α) Στις πλευρές και στο ύψος των υδροροών του θερμοκηπίου. Το σύστημα αυτό είναι μεγάλης κατανάλωσης με καύσιμα και μικρής απόδοσης επειδή θερμαίνεται η οροφή του θερμοκηπίου και όχι ο χώρος όπου βρίσκονται τα φυτά και το έδαφος.

Ακόμη η ανακύκλωση του αέρα στο θερμοκήπιο και ιδιαίτερα στο χώρο όπου βρίσκονται τα φυτά είναι ανεπαρκής και τα φυτά δεν αερίζονται ικανοποιητικά. Σημαντική είναι επίσης η μείωση του φωτισμού.

β) Σε απόσταση μικρή (30-60cm) από το έδαφος. Το σύστημα αυτό λειτουργεί συνήθως με χαμηλότερες θερμοκρασίες 60-65° C, άρα λιγότερα καύσιμα και με ομοιόμορφο κάθετο καταμερισμό της θερμοκρασίας.



Εικόνα 5.5. Σύστημα θέρμανσης με σωλήνες φούσκας κοντά στο έδαφος.

Άλλα πλεονεκτήματα της χαμηλής θέρμανσης είναι η καλή ανακύκλωση του αέρα και ο καλός αερισμός των φυτών, που ευνοεί την μείωση της υψηλής σχετικής υγρασίας και την αύξηση του CO<sub>2</sub> στο επίπεδο των φυτών, ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται θέρμανση του εδάφους.

Μειονεκτήματα του συστήματος είναι ότι οι σωλήνες εμποδίζουν τις καλλιεργητικές φροντίδες επίσης, επειδή οι σωλήνες δεν θερμαίνονται πάνω

από 65° C, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι πολύ χαμηλές, το σύστημα δεν μπορεί να εξασφαλίσει ικανοποιητική θερμοκρασία στο θερμοκήπιο και γι' αυτό πρέπει να υπάρχει εφεδρικό σύστημα με θερμό αέρα.

γ) Με εύκαμπτους σωλήνες διανομής από πλαστικά υλικά διαμέτρου 12 – 15 cm. Οι σωλήνες τοποθετούνται πάνω στο έδαφος κοντά στα φυτά ή στους διαδρόμους χωρίς προβλήματα από την κυκλοφορία του προσωπικού πάνω σ' αυτούς και καλύπτουν το 30-80% της καλλιεργούμενης επιφάνειας. Το νερό που κυκλοφορεί στους σωλήνες είναι χαμηλής θερμοκρασίας μέχρι 45° C και η μετάδοση της θερμότητάς του γίνεται με αγωγιμότητα προς το έδαφος και τις ρίζες των φυτών, με ακτινοβολία προς το υπέργειο μέρος των φυτών και με αγωγή προς το περιβάλλον. Πλεονεκτήματα του συστήματος είναι η δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος στο επίπεδο των φυτών, χαμηλό κόστος εγκατάστασης και οικονομία καυσίμων.



Εικόνα 5.6. Εύκαμπτους σωλήνες διανομής από πλαστικά υλικά με της βαλβίδες διανομής δεξιά.

#### **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ:**

- ◆ Θέρμανση του αέρα και του εδάφους.
- ◆ Σε περίπτωση βλάβης του συστήματος η θερμοκρασία του χώρου μειώνεται σιγά – σιγά.
- ◆ Ικανοποιητικό επίπεδο σχετικής υγρασίας.
- ◆ Καλή ομοιογένεια θέρμανσης.



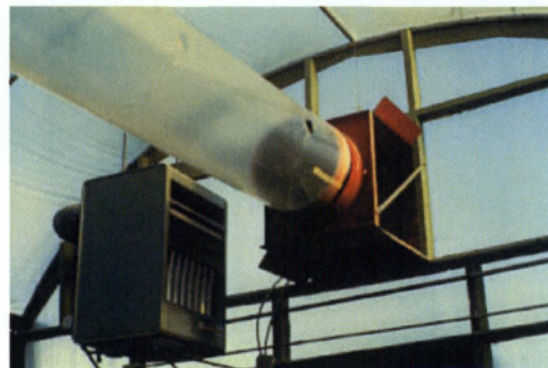
- ◆ Ελάχιστα προβλήματα από καυσαέρια.

#### **ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:**

- ◆ Μεγάλος κόστος εγκατάστασης και συντήρησης
- ◆ Δύσκολη ρύθμιση της λειτουργίας.

#### **5.1.3.Θερμοδυναμικά συστήματα θέρμανσης**

Αποτελούνται από τα αερόθερμα και τα μέσα διανομής του θερμού αέρα. Τα μέρη των αερόθερμων είναι ο καυστήρας, ο αερολέβητας και ο ανεμιστήρας. Ο ανεμιστήρας απορροφά τον κρύο αέρα από το χώρο του θερμοκηπίου, τον περνά από τον αερολέβητα, όπου θερμαίνεται και στη συνέχεια που κατευθύνει στο χώρο των φυτών. Η θερμοκρασία του αέρα που βγαίνει από το αερόθερμα είναι 35 – 45° C. Και η ταχύτητα του 5-20 m/sec. Η τοποθέτηση των αερόθερμων μπορεί να γίνει στο κέντρο του θερμοκηπίου, είτε στις πλευρές ή στα μέτωπα του θερμοκηπίου.



Εικόνα 5.7.Θερμοδυναμικά συστήματα με αερόθερμα.

Οι πλαστικοί σωλήνες που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την προώθηση του αέρα έχουν διάμετρο 40-60 cm. Τοποθετούνται σε ύψος 1,50 m από το έδαφος και φέρουν οπές στις δυο πλευρές. Η πυκνότητα των οπών αυξάνεται όσο αυξάνεται η απόσταση από την πηγή θερμότητας.

Χωρίς να λειτουργούν οι καυστήρες, τα αερόθερμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον αερισμό του θερμοκηπίου και την απομάκρυνση της υπερβολικής υγρασίας.

Επίσης, τα αερόθερμα μπορούν να συνδυαστούν με εξαεριστήρες για τον αερισμό του θερμοκηπίου.

#### **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ:**

- ◆ Χαμηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης.
- ◆ Μικρός όγκος.
- ◆ Καλή ομοιογένεια θέρμανσης.
- ◆ Εύκολη ρύθμιση λειτουργίας.

#### **ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:**

- ◆ Μειώνεται η σχετική υγρασία του αέρα του θερμοκηπίου.
- ◆ Σε περίπτωση βλάβης των συσκευών η ψύξη του θερμοκηπίου είναι ταχύτερη.
- ◆ Δεν θερμαίνεται από τα καυσαέρια.

Στην επιλογή του κατάλληλου συστήματος θέρμανσης θα πρέπει να εξετάζεται:

- 1) Αν μπορεί να εξασφαλίζει την θερμοκρασία που χρειάζεται η καλλιέργεια.
- 2) Αν διανέμει ομοιόμορφα τη θερμότητα (ομοιογένεια).
- 3) Αν τα καύσιμα είναι φθηνά και εύκολα να βρεθούν.
- 4) Αν είναι εύκολη η συντήρηση και επισκευή τους.
- 5) Αν υπάρχει κίνδυνος να ζημιωθούν τα φυτά από τα καυσαέρια.

## **5.2.ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

### **5.2.1.Γενικά**

Με τον όρο «αερισμός» του θερμοκηπίου εννοούμε δυο διαφορετικές τεχνικές:

α) Την ανάδευση του εσωτερικού αέρα του θερμοκηπίου με την οποία επιδιώκεται η δημιουργία ομοιόμορφων συνθηκών περιβάλλοντος σ' όλο το χώρο του.

β) Την ανταλλαγή του θερμού αέρα του θερμοκηπίου με τον εξωτερικό αέρα που τον ονομάζουμε ειδικότερα εξαερισμό. Με τον εξαερισμό επιδιώκεται ο περιορισμός της αύξησης της θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο κατά τη θερμή περίοδο και η διόρθωση της αναλογίας των διαφόρων συστατικών του αέρα μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου, όπως και της συγκέντρωσης των υδρατμών του CO<sub>2</sub> και των άλλων αερίων. Στις ελληνικές κλιματικές συνθήκες οι ανάγκες για εξαερισμό είναι μεγάλες από νωρίς την Άνοιξη έως και αργά το φθινόπωρο.

Ο εξαερισμός διακρίνεται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

- Το φυσικό ή στατικό αερισμό, όπου ο αέρας κινείται λόγω των διαφορών πίεσης που δημιουργούνται από τις φυσικές συνθήκες.
- Δυναμικό αερισμό όπου οι διαφορές πίεσης δημιουργούνται από ειδικές τεχνητές συνθήκες.

### **5.2.2.Φυσικός εξαερισμός**

Ο φυσικός εξαερισμός του θερμοκηπίου γίνεται μέσω των παραθύρων που υπάρχουν στα πλάγια και στην οροφή με τρεις τρόπου:

1)Λόγω διαφοράς πίεσης που δημιουργείται από τους ανέμους. Ο αέρας μπαίνει από τα παράθυρα της πλευράς με τη μεγαλύτερη πίεση και βγαίνει από εκείνα της απέναντι πλευράς με τη μικρότερη πίεση.

2)Με συνδυασμό των παραπάνω δυο τρόπων που είναι και ο συνηθέστερος στην πράξη.

Για να είναι αποτελεσματικός ο φυσικός εξαερισμός πρέπει τα ανοίγματα να καλύπτουν μια επιφάνεια ίση με το 25-30% της επιφάνειας του καλυμμένου εδάφους, ώστε ο ρυθμός ανανέωσης του αέρα να είναι ικανοποιητικός. Στα περισσότερα θερμοκήπια ο φυσικός εξαερισμός γίνεται με παράθυρα στις πλευρές και τα μέτωπα ανοιγοκλείνουν με χειροκίνητο τρόπο ή αυτοματοποιημένο.

Οι θερμοστάτες χώρου κλείνουν το ηλεκτρικό κύκλωμα όταν ανέβει η θερμοκρασία, οπότε ενεργοποιούνται οι ηλεκτροκινητήρες και ανοίγουν τα παράθυρα.



Εικόνα 5.8. Φυσικός αερισμός με ανοίγματα οροφής και πλαϊνών παραθύρων.

Το σύστημα αυτό έχει το μειονέκτημα ότι λειτουργεί με βάση μόνο την θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου χωρίς να παίρνει υπ' όψιν τους ανέμους.

Για να μην υπάρξουν προβλήματα με έναν ισχυρό άνεμο πρέπει να υπάρχει εκτός από τον θερμοστάτη και ανεμόμετρο για να λαμβάνεται υπόψη και η ταχύτητα του ανέμου.

Στην Ελλάδα απαιτούνται την ώρα περίπου 40 αλλαγές του αέρα του θερμοκηπίου, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της εποχής. Ο ρυθμός αλλαγών επιτυγχάνεται με το κατάλληλο ποσοστό ανοιγμάτων οροφής και πλευρών. Ωστόσο κατά το χρονικό διάστημα Μαΐου – Σεπτεμβρίου τα ανοίγματα αυτά μπορεί να αποδειχτούν όχι ικανά να μειώσουν τις υψηλές

θερμοκρασίες, οπότε είναι απαραίτητη η εφαρμογή δυναμικού εξαερισμού σε συνδυασμό ίσως και με συστήματα δροσισμού.

### 5.2.3. Δυναμικός εξαερισμός

Ο δυναμικός εξαερισμός επιβάλλεται όταν δεν επαρκεί ο φυσικός εξαερισμός και εφαρμόζεται με την τοποθέτηση ηλεκτρικών ανεμιστήρων ή εξαεριστήρων. Ο αέρας του θερμοκηπίου μπορεί να ανανεώνεται ανεξάρτητα από τις συνθήκες θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο ακόμη και όταν έξω επικρατούν ζέστη και άπνοια ή ισχυροί άνεμοι.

Οι εξαεριστήρες δημιουργούν τεχνητή διαφορά πίεσης, είτε απορροφώντας αέρα από το περιβάλλον εκτός του θερμοκηπίου και διοχετεύοντάς τον στο εσωτερικό απωθώντας τον αέρα που πρέπει να ανανεωθεί (εξαερισμός με υπερπίεση), είτε συνηθέστερα απομακρύνοντας τον αέρα από το εσωτερικό του θερμοκηπίου προς το εξωτερικό, δημιουργώντας υποπίεση, οπότε φρέσκος αέρας εισέρχεται από τα παράθυρα που βρίσκονται στην απέναντι πλευρά.



Εικόνα 5.9. Διάφορα συστήματα δυναμικού αερισμού.

Σε κάθε περίπτωση ο εξωτερικός αέρας που είναι ζεστός και ξηρός δεν πρέπει να πέφτει κατευθείαν πάνω στα φυτά, αλλά να διοχετεύεται ομοιόμορφα σ' όλο το χώρο. Για να κατανέμεται ομοιογενώς ο αέρας χρησιμοποιούνται σωλήνες πολυαιθυλενίου, διαφανείς και διάτρητοι που τοποθετούνται κατά μήκος της οροφής ξεκινώντας από τα σημεία εισόδου του αέρα ενώ το άλλο άκρο τους είναι κλειστό.

Στον εξαερισμό με υπερπίεση χρησιμοποιούνται πολύστροφοι ανεμιστήρες, τοποθετημένοι στο ύψος των υδρορροών και επιταχύνουν τον αέρα 3-4 m/sec. Αντίθετα οι εξαεριστήρες που δημιουργούν υποπίεση είναι αξονικοί με λίγες στροφές χαμηλότερης ισχύος με παροχή 30.000 m<sup>3</sup>/h αέρα. Οποσδήποτε η ισχύς και ο αριθμός των εξαεριστήρων πρέπει να εξασφαλίζουν 45-60 ανανεώσεις του αέρα σε μία ώρα.

Στα πολλαπλά δίρικτα ή τοξωτά θερμοκήπια οι εξαεριστήρες τοποθετούνται στις πλευρές, σε αποστάσεις 6-10 m μεταξύ τους, ενώ η απέναντι πλευρά με τα παράθυρα δεν πρέπει να απέχει περισσότερο από 40 m.

Αντίθετα στα απλά θερμοκήπια μικρού μήκους η είσοδος του αέρα γίνεται από τα μέτωπα και η έξοδος τους από τις πλευρές. Γενικά τα παράθυρα είναι συνήθως διπλάσια σε αριθμό από τους εξαεριστήρες ή το άνοιγμα είναι συνεχές.

Ο δυναμικός εξαερισμός είναι η καλύτερη λύση για περιοχές με ισχυρούς ανέμους και ιδιαίτερα για καλοκαιρινές καλλιέργειες. Στην περίπτωση αυτή συνδυάζεται με το σύστημα δροσισμού.

Στις μεσογειακές περιοχές η θερμοκρασία μέσα στο θερμοκήπιο κατά την περίοδο του καλοκαιριού είναι πολύ υψηλή προκαλώντας ζημιές στα φυτά, ακόμα και αν εφαρμόζεται δυναμικός εξαερισμός. Ιδιαίτερα όταν η θερμοκρασία του



περιβάλλοντος ξεπερνά τους 30° C, η θερμοκρασία στο εσωτερικό δεν είναι

δυνατό να πέσει κάτω από 30 – 35° C αν δεν χρησιμοποιηθεί σύστημα δροσισμού.

### 5.3.ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

Δροσισμός του χώρου του θερμοκηπίου ορίζεται η μείωση της θερμοκρασίας του χώρου αυτού με εξάτμιση νερού.

Τα μέσα που χρησιμοποιούνται κατά σειρά σπουδαιότητας είναι τα συχνά ποτίσματα, η διαβροχή των φυτών και εδάφους, η εκτόξευση νερού με μορφή λεπτών σταγόνων και η βίαιη ροή αέρα μέσα από υγρά διαπερατά πετάσματα.

Η εκτόξευση νερού με μορφή λεπτών σταγόνων γίνεται με σύστημα αντλιών μεγάλης πίεσης και σωλήνων που φέρνουν ακροφύσια (μπεκ). Οι σωλήνες αυτοί τοποθετούνται στο ύψος των ανοιγμάτων ώστε ο εισερχόμενος αέρας να ψύχεται και να εμπλουτίζεται με υγρασία λόγω της εξάτμισης. Με το σύστημα αυτό επιτυγχάνεται διαφορά 4-6° C σχετικά με τον εξωτερικό αέρα.



Εικόνα 5.10. Δροσισμός θερμοκηπίου με εκτόξευση νερού σε μικροσταγονίδια.

Καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται με το σύστημα της βίαιης ροής αέρα μέσα από υγρά διαπερατά πετάσματα πάχους 5-15 cm που συντίθενται από υλικά ικανά να παρουσιάσουν μεγάλη επιφάνεια εξάτμισης 40-60 m<sup>2</sup>, όπως είναι τα ρινίσματα λευκού ξύλου, φύκια κ.α.

Το παραπάνω σύστημα λειτουργεί με τον εξής τρόπο:

Με τη βοήθεια εξαεριστήρων δημιουργείται υποπίεση στο θερμοκήπιο και ο εξωτερικός θερμός και ξηρός αέρας, αναγκασμένος να περάσει μέσα από το υγρό πέτασμα, εξατμίζει το νερό και με μειωμένη θερμοκρασία διαχέεται στο θερμοκήπιο. Οι εξαεριστήρες ρυθμίζοντας από θερμοστάτες και οι υδραντλίες για τη διαβροχή των πετασμάτων από υγροστάτες.

Μεγάλη σημασία έχει η ομοιογένεια διαβροχής του πετάσματος, ενώ το νερό που χρησιμοποιείται δεν πρέπει να έχει άλατα γιατί θα σχηματιστεί κρούστα στο πέτασμα και μείωση της απόδοσης μέχρι και καταστροφή του.



Εικόνα 5.11. Υγρά διαπερατά πετάσματα.

Με τη χρησιμοποίηση του συστήματος η υγρασία του χώρου ανέρχεται πάνω από 70% και έτσι δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη ασθενειών, γι' αυτό και είναι απαραίτητο να λαμβάνονται αυξημένα μέτρα για την αντιμετώπισή τους. Με το σύστημα δροσισμού επιτυγχάνονται τα ακόλουθα:

- ❖ Ανανέωση του αέρα και εξασφάλιση των απαιτούμενων συνθηκών θερμοκρασίας μέχρι 12° C και αύξηση της υγρασίας σε επιθυμητά επίπεδα (70-90%).
- ❖ Φιλτράρισμα του αέρα και απαλλαγή του από έντομα, σκόνες καθώς και εμπλουτισμός του με CO<sub>2</sub>.
- ❖ Φτηνό κόστος λειτουργίας (9-12 kWh ανά στρέμμα).



#### 5.4.ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ - CO<sub>2</sub>

Ο εμπλουτισμός με CO<sub>2</sub> στο θερμοκήπιο γίνεται κατά την διάρκεια της ημέρας γιατί τότε λειτουργεί η φωτοσύνθεση και όταν τα παράθυρα είναι κλειστά και δεν λειτουργούν οι εξαεριστήρες.

Ο εμπλουτισμός του θερμοκηπίου με CO<sub>2</sub> δεν γίνεται όταν τα παράθυρα είναι ανοιχτά, διότι οι απώλειες είναι μεγάλες.

Στις ελληνικές συνθήκες ο εμπλουτισμός είναι δυνατό να γίνει με θετικό αποτέλεσμα μόνον από το Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο, γιατί τότε η χρονική διάρκεια που μένουν τα παράθυρα ανοιχτά δεν είναι πολύ μεγάλη.

Μέθοδοι εμπλουτισμού:

##### A) Καύση προπανίου σε ειδικούς καυστήρες τέλειας καύσης.

Η καύση του προπανίου γίνεται σε καυστήρες τέλειας καύσης που κρέμονται από την οροφή του θερμοκηπίου και λειτουργούν αυτόματα με φωτοκύτταρο ή με χρονοδιακόπτη και διακόπτη παραθύρων που διακόπτει τη λειτουργία τους όταν ανοίξουν τα παράθυρα ή λειτουργήσουν οι εξαεριστήρες. Το καύσιμο πρέπει να είναι υψηλής καθαρότητας κυρίως ως προς το θείο γιατί όταν το θείο καίει παράγεται SO<sub>2</sub> το οποίο μετατρέπεται σε θειώδες οξύ που προκαλεί εγκαύματα στα φυτά.

##### B) Εξάτμιση υγρού CO<sub>2</sub>

Το υγρό CO<sub>2</sub> βρίσκεται σε δεξαμενή υπό υψηλή πίεση και διοχετεύεται με σωλήνες στο χώρο του θερμοκηπίου, μετά από μια σειρά βαλβίδων ρύθμισης της πίεσης. Η κατανομή στο χώρο του θερμοκηπίου γίνεται με πλαστικούς σωλήνες διαμέτρου 6-12 mm, που έχουν κατά μήκος οπές ανά 30 cm ένας σωλήνας για πλάτος θερμοκηπίου 5 m.

##### Γ) Εξάχνωση στερεού CO<sub>2</sub> (ξηρός πάγος)

Ξηρό πάγο ονομάζουμε το στεροποιημένο CO<sub>2</sub>. Μέσα στο θερμοκήπιο τοποθετούνται ανά διαστήματα τεμάχια ξηρού πάγου, ώστε με την εξαέρωσή τους να δίνουν CO<sub>2</sub> σ' όλο το χώρο. Σ' αυτή την περίπτωση δεν είναι δυνατή η ρύθμιση της εξαέρωσης, διότι από τη στιγμή που θα αφηθεί ο ξηρός πάγος, εξαερώνεται χωρίς έλεγχο.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ**  
**ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ**  
**ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**  
**ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ**

**6.1.ΓΕΝΙΚΑ**

Η στάγδην άρδευση ή άρδευση με σταγόνες είναι ένα σύστημα που προμηθεύει φιλτραρισμένο νερό κατευθείαν στις ρίζες των φυτών με ένα προκαθορισμένο ρυθμό.

Το νερό περνάει από πλαστικούς σωλήνες και εκρέει από τους σταλακτήρες σταγόνα - σταγόνα.

Οι σταλακτήρες είναι έτσι κατασκευασμένοι, ώστε να εκμηδενίζουν σχεδόν την πίεση που υπάρχει στους αγωγούς που μεταφέρουν το νερό, είτε με μικρές οπές ή επιστόμια, είτε αναγκάζοντας το νερό να κινηθεί μέσα από ένα μακρύ, πολύπλοκο και στενό διάδρομο, όπου λόγω τριβών χάνει το φορτίο του και εξέρχεται σταγόνα-σταγόνα με πίεση λίγο μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική.

Στη διάδοση της μεθόδου έπαιξαν βασικό ρόλο και η μείωση των εργατικών κατά τη χορήγηση του νερού, καθώς και η προΐμιση της παραγωγής.

Ο σπουδαιότερος όμως παράγοντας και ο πιο υπολογίσιμος στη μέθοδο αυτή είναι η οικονομία του νερού που γίνεται σε σχέση με άλλες μεθόδους.



Εικόνα 6.1. Γενική άποψη άρδευσης με σταγόνες σε υδροπονία.

Η παροχή των σταλακτήρων γενικά είναι κατώτερη των 12 λίτρων την ώρα και συνήθως κυμαίνεται από 2-10 λίτρα την ώρα.

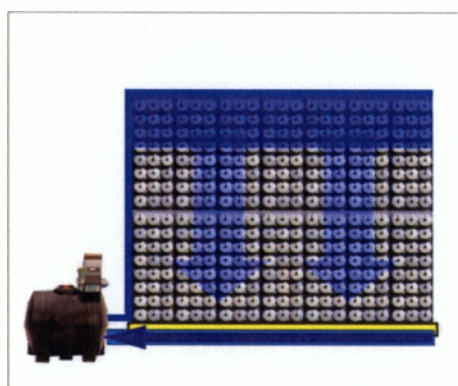
Από πλευράς ξένης ορολογίας η στάγδην άρδευση είναι γνωστή ως drip or trickle

irrigation. irrigation au goutte a goutte, irrigazione a gocia, riego por goteo και riego gota-gota.

Επειδή η διαβροχή της επιφανείας του εδάφους είναι μικρή και όχι ολική, η μέθοδος

χαρακτηρίζεται ως **τοπική άρδευση**. Τα κύρια χαρακτηριστικά της τοπικής άρδευσης είναι:

- α. Η μικρή παροχή νερού, που στην στάγδην άρδευση είναι κατώτερη των 12 λίτρων την ώρα.
- β. Η μερική διαβροχή του εδάφους, που περιορίζει πολύ την ανάπτυξη των ζιζανίων.
- γ. Η μεγάλη συχνότητα και διάρκεια της άρδευσης που δημιουργεί καλύτερες συνθήκες ανάπτυξης και απόδοσης των φυτών.
- δ. Η υψηλή περιεκτικότητα και χαμηλή τάση της εδαφικής υγρασία, έτσι ώστε η απορρόφηση να είναι συνεχής και να βρίσκεται στα όρια μύζησης των ριζών. Και
- ε. Η τρισδιάστατη κίνηση του νερού στο έδαφος, ενώ στις μεθόδους ολικής άρδευσης επικρατεί η κίνηση του νερού σχεδόν μόνον κατά την κατακόρυφη κατεύθυνση και ελάχιστα προς τις άλλες κατευθύνσεις.



Εικόνα 6.2. Κίνηση του νερού σε ώρα άρδευσης.

## **6.2. - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου, που αποτέλεσαν τους βασικούς παράγοντες διάδοσης της, συνοψίζονται στα εξής:

### **6.2.1. - Οικονομία νερού**

Η οικονομία νερού είναι ο πρώτος λόγος που προσέλκυσε απ'την αρχή το ενδιαφέρον. Βασικά οικονομία νερού γίνεται, γιατί διαβρέχονται μόνον ορισμένα τμήματα του χωραφιού ή μια λωρίδα κοντά στη γραμμή των φυτών και με τόσο νερό, όσο χρειάζονται τα φυτά για τις ανάγκες τους. Ακόμη μειώνεται η εξάτμιση και αποφεύγεται η βαθιά διήθηση κάτω από το ριζόστρωμα.

Η οικονομία σε νερό υπολογίζεται 15 -20% σε σύγκριση με την τεχνητή βροχή και ξεπερνά πολλές φορές το 50% σε σύγκριση με τις επιφανειακές μεθόδους άρδευσης. Είναι μεγαλύτερη στα ελαφρά εδάφη και μικρότερη στα βαριά.

### **6.2.2. - Οικονομία εργατικών**

Η μείωση της απασχόλησης είναι σημαντική, γιατί το δίκτυο είναι μόνιμο και προσφέρεται και για αυτοματισμό. Αρκεί ν'ανοίξουν ορισμένες βάνες και να ξανακλείσουν ύστερα από λίγες ώρες. Και αυτή η δουλειά μπορεί να γίνει αυτόματα εφόσον συμφέρει να χρησιμοποιηθούν αυτόματες συσκευές.

Τα ζιζάνια εξάλλου αναπτύσσονται σε πολύ περιορισμένη έκταση και η διαδικασία για την καταστροφή τους δεν απαιτεί μεγάλη εργασία. Ταυτόχρονα μπορεί να γίνει και η λίπανση και η καταπολέμηση των εχθρών και ασθενειών των φυτών και εδάφους.

Επίσης δεν σχηματίζεται κρούστα, ούτε λασπίζει το έδαφος κι έτσι ανενόχλητος ο παραγωγός μπορεί να κάνει όλες τις δουλειές του. Μ αυτό τον τρόπο η έκταση που δύναται να εξυπηρετήσει ο παραγωγός κατά το πότισμα με σταγόνες είναι μεγαλύτερη από εκείνη που θα μπορούσε με τις

άλλες γνωστές μεθόδους άρδευσης. Και το αποτέλεσμα αυτό εμφανίζεται ιδιαίτερα αισθητό στα θερμοκήπια.

### 6.2.3. - 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 στην εποχή μας 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.



Εικόνα 6.3. Αποδόσεις μέσω της στάγδην άρδευσης

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. Αναφέρεται στατιστικά αύξηση της παραγωγής κατά 20 -25% στα δένδρα και 20 -70% στα κηπευτικά.

#### **6.2.4. - Ευκολία κυκλοφορίας μέσα στον αγρό**

Επειδή ένα μέρος της επιφάνειας του θερμοκηπίου παραμένει στεγνό, είναι εύκολη η κυκλοφορία μεταξύ των φυτών κατά την ώρα της άρδευσης και η εκτέλεση διαφόρων εργασιών, όπως κλαδέματα, ψεκασμοί κ.ά.π.

#### **6.2.5. - 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 δυνατόν κατά την άρδευση με σταγόνες να αρδευτεί μεγαλύτερη έκταση απ'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 κατ'ανώτατο όριο σε 16 -18 ώρες το 24ωρο.

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 στάγδην άρδευσης. Υπάρχουν πορώδεις σωλήνες και ειδικά μπλεκ λεπτοροής που απαιτούν λιγότερο από μισή ατμόσφαιρα.

#### **6.2.6. - Χαμηλό κόστος υλικών και δαπανών λειτουργίας.**

Η απαιτούμενη πίεση λειτουργίας είναι μικρή και επομένως η ισχύς των αντλητικών συγκροτημάτων θα είναι επίσης μικρή και οπωσδήποτε μικρότερη απ'ότι σε άλλες μεθόδους. Η κάθε γραμμή μεταφέρει μικρότερη παροχή και επομένως η διάμετρος των σωλήνων θα είναι μικρότερη. Ολ'αυτά έχουν σαν συνέπεια το κόστος αγοράς τους να είναι μικρότερο.

Οι δαπάνες λειτουργίας εξάλλου είναι περιορισμένες βασικά από την απαιτούμενη ελάχιστη απασχόληση σε εργασία, καθώς και από τη λιγότερη σε ενέργεια κατανάλωση των αντλητικών συγκροτημάτων που είναι μικρότερα και δεν χρειάζονται μεγάλο μανομετρικό.

Σχετική οικονομία προκύπτει και από την ταυτόχρονη χορήγηση των λιπασμάτων που διοχετεύονται στο δίκτυο μαζί με το νερό της άρδευσης.

#### **6.2.7. - Άρδευση επικλινών και ανώμαλων εδαφών**

Η άρδευση με σταγόνες παρέχει τη δυνατότητα εφαρμογής σε οποιοδήποτε έδαφος βαρύ ή ελαφρό, με ανώμαλο ανάγλυφο και μεγάλες κλίσεις αρκεί να σχεδιαστεί σωστά.

#### **6.2.8. - Δυνατότητα αξιοποίησης αλατούχων υδάτων.**

Με τις συχνές αρδεύσεις η περιεκτικότητα σε άλατα διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα στην περιοχή του ριζικού συστήματος των φυτών και έτσι αποφεύγονται ζημιές από αυξημένη ωσμωτική πίεση, που δημιουργείται με την αύξηση της συγκέντρωσης των αλάτων. Περιορίζεται η εξάτμιση από το έδαφος και έτσι αναστέλλεται η ανοδική κίνηση αυτών.

Η συχνή και τακτική άρδευση διατηρεί τα άλατα σε μια σφαιρική ζώνη γύρω και έξω από τις ρίζες των φυτών, μεταξύ υγρής και ξερής φάσης του εδάφους.

Γι' αυτό και απαιτείται προσοχή κατά τη διακοπή των αρδεύσεων, όταν τύχει να ακολουθήσουν ημέρες ξηρασίας και απόλυτης ηλιοφάνειας που

έχουν ως αποτέλεσμα την έντονη εξάτμιση και μετακίνηση των αλάτων προς τα επάνω.

Οι αρδεύσεις με σταγόνες για το λόγο αυτό συνιστάται να παρατείνονται ένα μήνα παραπέρα απ'ό,τι συμβαίνει με τις συμβατικές μεθόδους, καθώς επίσης και να αρχίζουν ένα μήνα νωρίτερα.

#### **6.2.9. - Ανεξαρτητοποίηση της άρδευσης από το σύστημα εξαερισμού**

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

### **6.3. - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

#### **6.3.1. - Υψηλό κόστος αρχικής εγκατάστασης**

Το κόστος εγκατάστασης του συστήματος της στάγδην άρδευσης 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 της πίεσης και των διαμετρημάτων των σωλήνων.

Επειδή πρόκειται για μόνιμο δίκτυο με πολλά εξαρτήματα και αυτοματισμούς το σημερινό κόστος ενός τέτοιου δικτύου είναι σημαντικά υψηλό.

#### **6.3.2.-Εμφράξεις**

Γενικά οι εμφράξεις ανάλογα με το αίτιο που τις προκαλεί χαρακτηρίζονται ως φυσικές, όταν προκαλούνται από στερεά τεμαχίδια λεπτής άμμου, ιλύος ή αργίλλου, ως χημικές, όταν προκαλούνται από ιζήματα αλάτων και ως βιολογικές, όταν προκαλούνται από άλγες, βακτήρια ή μικροοργανισμούς. - Έτσι απαιτείται πάντοτε η χρησιμοποίηση καθαρού



νερού και ο προσεκτικός και αποτελεσματικός καθαρισμός από αιωρούμενα υλικά.

Το χρησιμοποιούμενο νερό δε φτάνει μόνο να καθαρίζεται από ειδικά φίλτρα στην κεφαλή του δικτύου, αλλά ακόμη και από άλλα μικρότερα στα set των γραμμών άρδευσης. Στις περιπτώσεις που το νερό έχει φερτά υλικά θα πρέπει να κατασκευάζονται και λεκάνες ηρεμίας για την απόθεση τους ή να γίνει ένα προ φιλτράρισμα του νερού με ειδικά φίλτρα άμμου.

### **6.3.3. - 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 εκπλύσεις με επί πλέον αρδεύσεις.

Σπουδαίο ρόλο στην αντιμετώπιση του προβλήματος παίζει η παράταση των αρδεύσεων μέχρι τις αρχές του χειμώνα.

### **6.3.4 - 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.

### **6.3.5. - Εμφάνιση τροφωπενιών στα φυτά**

Η αιτία της εμφάνισης τροφωπενιών 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.

#### **6.3.6. - 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 κάποια εξοικείωση με το σύστημα και οι παραγωγοί χρειάζονται χρόνο να την αποκτήσουν.

### **6.4.- ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ**

Η ανάπτυξη της βιομηχανίας των πλαστικών και η σημαντική αύξηση και βελτίωση της παραγωγής που πραγματοποιείται με τη μέθοδο αυτή, συνέβαλαν στην ταχύτατη διάδοση της άρδευσης με σταγόνες σε πολλές χώρες του κόσμου κατά την τελευταία 15ετία.

Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία με τη μέθοδο αυτή αρδεύονται σήμερα σε όλο τον κόσμο πάνω από 16.000.000 στρέμματα από τα οποία 8.500.000 στις Η.Π.Α.

Ακολουθούν η Αυστραλία, το Ισραήλ, το Μεξικό, η Ιταλία κ.ά.

Στην επόμενη 5ετία προβλέπεται να τριπλασιαστεί η αρδευόμενη έκταση.

Στη χώρα μας το σύστημα αυτό άρχισε να εφαρμόζεται εδώ και επτά χρόνια στην Πελοπόννησο, Κρήτη και άλλα νησιά.

Τελευταία επεκτάθηκε στις περισσότερες περιοχές κυρίως σε οπωρώνες και θερμοκήπια κηπευτικών και ανθοκομικών φυτών. Επίσης άρχισε να εφαρμόζεται

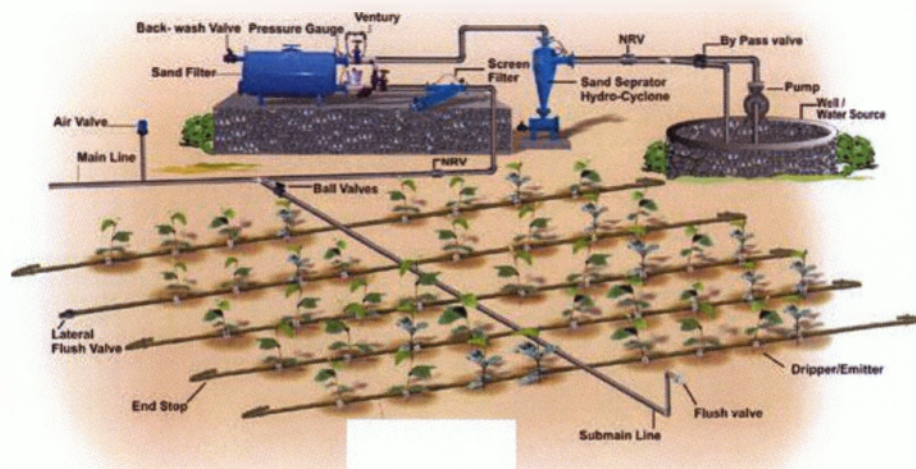
στα πάρκα των πόλεων, τους ανθόκηπους των εξοχικών κατοικιών και τις γλάστρες των μπαλκονιών, όπου οι συνθήκες το επιτρέπουν.

## 6.5.ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

### 6.5.1.Γενικά

Το συγκρότημα της στάγδην άρδευσης ή άρδευσης με σταγόνες αποτελείται από τα εξής κύρια τμήματα:

- α. Την πηγή πίεσης η πηγή τροφοδοσίας νερού. β. Την κεφαλή η εγκατάσταση ελεγχόμενης διανομής γ. Τις σωληνώσεις (κύριες, δευτερεύουσες, πλευρικές και δ. Τους διανεμητές νερού (σταλακτήρες, μικροεκτοξευτήρες κ.ά.).



Εικόνα 6.4. Αντλία-κεφαλή-σωλήνες άρδευσης.

### 6.5.2. - Πηγή πίεσης ή πηγή τροφοδοσίας νερού

Η πηγή πίεσης αποτελείται από τον κινητήρα και μια φυγόκεντρη ή στροβιλοφόρο αντλία ή μια υπερυψωμένη δεξαμενή ή υδροληψία από ένα μεγάλο αρδευτικό δίκτυο από κλειστούς αγωγούς με πίεση.

Η πηγή αυτή έχει σκοπό να καλύψει την πίεση λειτουργίας των διανεμητών (σταλακτήρες κ.α.), τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες και στα ειδικά εξαρτήματα, καθώς και τις διαφορές υψομέτρου.

Η πίεση λειτουργίας στους περισσότερους σταλακτήρες κυμαίνεται από 1-1,4 ατμόσφαιρες.

### 6.5.3. - Κεφαλή ή εγκατάσταση ελεγχόμενης διανομής

Η κεφαλή (Head) περιλαμβάνει ένα σύνολο μηχανισμών και εξαρτημάτων και έχει σκοπό να εξασφαλίσει την καθαρότητα του νερού και σταθερή πίεση, να χορηγήσει τα λιπάσματα διαλυμένα στο νερό και να αυτοματοποιήσει το σύστημα από το μικρότερο μέχρι το μεγαλύτερο βαθμό.

Οι μηχανισμοί που απαρτίζουν την κεφαλή είναι:

α. Η γενική βάνα β. Ο υδροκυκλώνας γ. Το φίλτρο χαλικιών (Gravel filter) δ. Η αυτόματη ογκομετρική βαλβίδα ε. Η βαλβίδα αντεπιστροφής στ. Η βαλβίδα εξαερισμού ζ. Η βάνα στραγγαλισμού η. Ο σωλήνας εισόδου του νερού στο λιπαντήρα θ. Ο σωλήνας εισόδου του λιπαντικού διαλύματος στο σύστημα ι. Ο υδρολιπαντήρας ια. Τα σημεία μανομέτρησης και ιβ. Το φίλτρο σίτας.

Γενικά όταν το νερό περιέχει μεγάλες ποσότητες λεπτής άμμου, τότε στην αρχή της κεφαλής τοποθετείται υδροκυκλώνας, που είναι ένα κύλινδρο κωνικό δοχείο μέσα στο οποίο το νερό υπόκειται σε περιστροφική κίνηση με αποτέλεσμα την κατακάθιση της άμμου.

Όταν το νερό περιέχει οργανικές φερτές ύλες, τότε μετά τον υδροκυκλώνα μπαίνει φίλτρο άμμου, ένα είδος κυλινδρικού δοχείου, που περιέχει διαστρώσεις άμμου για την κατακράτηση των υλών αυτών.

Αν στο νερό υπάρχει ιλύς και άργιλλος τότε τοποθετείται οπωσδήποτε φίλτρο.

Ανάμεσα στον υδροκυκλώνα ή το κεντρικό φίλτρο άμμου της κεφαλής και του φίλτρου σίτας προσαρμόζεται το δοχείο λιπάσματος, τη θέση του οποίου σήμερα μπορεί να πάρει ο δοσομετρητής, που είναι ένα όργανο πλήρως αυτοματοποιημένο και με ελεγχόμενη συγκέντρωση του διαλύματος.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω ανάλογα με το σύστημα και τις ειδικές συνθήκες άρδευσης σε μια κεφαλή μπορεί να περιλαμβάνονται όλοι οι προηγούμενοι μηχανισμοί, μέρος αυτών ή και άλλοι επί πλέον.



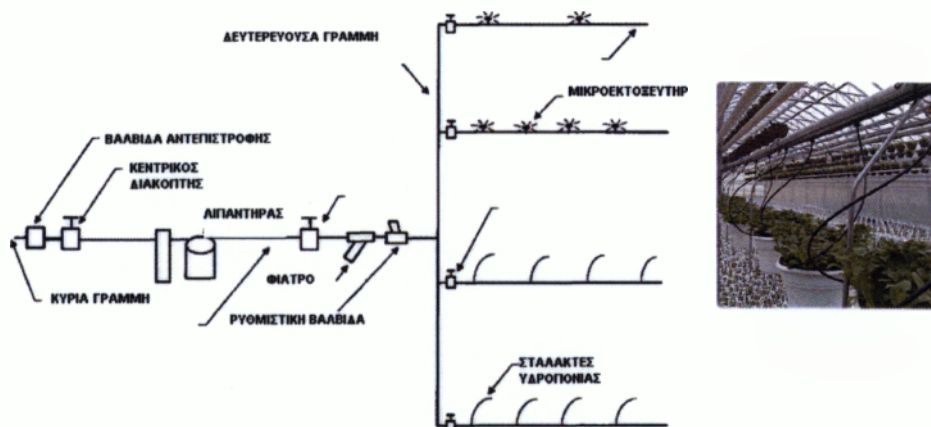
Εικόνα 6.5. Αντλία-κεφαλή-σωλήνες άρδευσης.

#### 6.5.4. - Κύριοι και δευτερεύοντες σωλήνες

Οι κύριοι και δευτερεύοντες σωλήνες είναι συνήθως πλαστικοί από χλωριούχο πολυβινύλιο PVC ή πολυαιθυλένιο PE με εξωτερική διάμετρο 50-150 χιλιοστά και αντοχή σε πιέσεις 4-16 ατμόσφαιρες. Μεταφέρουν το νερό από την πηγή μέχρι τους πλευρικούς σωλήνες που φέρουν τους διανεμητές.

Οι κύριοι σωλήνες διατάσσονται κατά κανόνα παράλληλα προς την κλίση του εδάφους για οικονομία ενέργειας και υλικού.

Οι δευτερεύοντες, μικρότερης διαμέτρου, τοποθετούνται κάθετα ή παράλληλα προς τους κύριους και πάντοτε κάθετα προς τους πλευρικούς. Τόσο οι κύριοι όσο, και οι δευτερεύοντες σωλήνες τοποθετούνται σχεδόν πάντοτε υπόγεια.



Εικόνα 6.6. Κύριοι και δευτερεύοντες σωλήνες.

#### **6.5.5. - Πλευρικοί σωλήνες**

Οι σωλήνες αυτοί που ονομάζονται και αγωγοί διανομής ή σωλήνες άρδευσης είναι πλαστικοί από πολυαιθυλένιο PE και σπανιότερα από χλωριούχα πολυβινύλιο PVC. Είναι μαλακοί ή σκληροί. Οι σκληροί είναι μικρότερου κόστους από τους μαλακούς, αλλά οι μαλακοί είναι πιο ευκολομεταχειρίσιμοι και προσαρμόζονται καλύτερα στις ανωμαλότητες του εδάφους.

Οι πλευρικοί από PVC είναι σκληροί με ελάχιστη ευκαμψία και πουλιούνται σε ευθύγραμμα τεμάχια των 6m, που συναρμολογούνται εύκολα με ειδικά τεμάχια κατά την τοποθέτησή τους στην οριστική θέση.

Οι πλευρικοί παραλαμβάνουν το νερό από τους δευτερεύοντες και το διαμοιράζουν με τους διανεμητές. Ονομάζονται ακόμη και διανεμητοφόροι ή σταλακτηροφόροι.

Η εξωτερική διάμετρος τους είναι συνήθως από 12-32 χιλιοστά και η αντοχή τους σε πιέσεις 4-6 ατμόσφαιρες.

Τοποθετούνται επιφανειακά, κάθετα πάντοτε προς τις δευτερεύοντες σωλήνες και παράλληλα προς τις γραμμές της καλλιέργειας.

Στη σύνδεσή τους με τους δευτερεύοντες παρεμβάλλονται ο κρουνός πίεσης ή ο ρυθμιστής πίεσης και το φίλτρο γραμμής.

#### **6.5.6. - Διανεμητήρες**

Οι διανεμητήρες (Distributeurs) συνδέονται με τους πλευρικούς ή αγωγούς άρδευσης με ειδικά εξαρτήματα ή είναι ενσωματωμένοι.

Κάθε είδος ή τύπος χαρακτηρίζεται από την ονομαστική παροχή του, που δίνεται σε λίτρα την ώρα και πίεση συνήθως 10m στήλης νερού.

Χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, τους σταλακτήρες, τους μικροεκτοξευ-τήρες και τα επιστόμια.



Εικόνα 6.7. Σταλάκτης με διανεμητή.

#### 6.5.6.1. -Σταλακτήρες

Οι σταλακτήρες (Drippers) κυκλοφορούν σε μεγάλη ποικιλία ειδών και τύπων. Η ονομαστική τους παροχή κυμαίνεται από 0,3-12 λίτρα την ώρα, οι πιο συνηθισμένοι όμως έχουν ονομαστικές παροχές 2,4,6,8, ή 10 λίτρα την ώρα.

Διακρίνονται σε μεγάλης και μικρής διαδρομής.

##### α. Σταλακτήρες μεγάλης διαδρομής

Σ' αυτούς το νερό εκτελεί μια μεγάλη διαδρομή - ενός μέτρου περίπου - μέσα από μια πολύ μικρή διατομή που έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια φορτίου λόγω τριβών. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν:

##### i. Οι σταλακτήρες με ελικοειδή διαδρομή

Τέτοιοι είναι της Netafim, Cameron κ.ά.π.

##### ii. Σταλακτήρες με σπειροειδή διαδρομή

Το νερό ακολουθεί ένα είδος λεπτής σπειροειδούς διαδρομής μέχρις ότου εκρεύσει. Στην κατηγορία αυτή ανήκει ο σταλακτήρα L'eau.

##### iii. Σταλακτήρες με μαιανδρική διαδρομή.

Το νερό ακολουθεί μια διαδρομή από εναλλασσόμενες διευρύνσεις και στενώσεις. Στο είδος αυτό ανήκουν ο σταλακτήρας Lego και ο νέος τύπος Netalim.

#### iv. Σταλακτήρες αυτορρυθμιζόμενοι

Το νερό σ' αυτούς ακολουθεί μια μεγάλη διαδρομή σπειροειδούς μορφής, η οποία καλύπτεται από μια ελαστική μεμβράνη.

Όταν αυξάνεται η πίεση του νερού, η μεμβράνη πιέζεται και καταλαμβάνει ανάλογο τμήμα, της διατομής της εκροής. Έτσι, μεταβαλλόμενης της πίεσης η διατομή της εκροής μεταβάλλεται αντίστροφα και η παροχή διατηρείται σχεδόν σταθερή.

Στο είδος αυτό ανήκει ο αυτορρυθμιζόμενος μεγάλης διαδρομής σταλακτήρας της CAMERON.

#### v. Μικροσωλήνες

Οι μικροσωλήνες είναι μικροί σωληνίσκοι με εσωτερική διάμετρο 0.5-1,1 χιλιοστά και μήκος 0.25-1.5 μέτρα. Η παροχή τους εξαρτάται εκτός από την πίεση, από την εσωτερική τους διάμετρο και το μήκος τους.

#### β. Σταλακτήρες μικρής διαδρομής

Στους σταλακτήρες μικρής διαδρομής το νερό διέρχεται από μια οπή μικρής διατομής μέσα στην οποία προκαλούνται απώλειες πίεσης. Η εκροή παίρνει τη μορφή μικρού πίδακα και με ένα κάλυμμα μετατρέπεται σε σταγόνες. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν:

##### ί. Σταλακτήρες τύπου οπής

Το νερό σ' αυτούς διέρχεται από ελάχιστη οπή, που παίρνει τη μορφή σταγόνων με ένα σχετικό κάλυμμα. Στο είδος αυτά ανήκει ο σταλακτήρας Naan.

##### ii. Σταλακτήρες τύπου στροβίλου

Στους σταλακτήρες τύπου στροβίλου (Vortex) το νερό εισέρχεται εφαπτομενικά από μια οπή σ' ένα κυλινδρικό θαλαμίσκο όπου δημιουργείται μια τυρβώδης ροή, η οποία προκαλεί απώλειες πίεσης και εξωθεί το νερό κατά τον άξονα του θαλαμίσκου σ' ένα δεύτερο θάλαμο απ' όπου εκρέει με τη μορφή σταγόνων. Στο είδος αυτό ανήκει ο εμπειρικός τύπος Tirosh.



### iii. Σταλακτήρες αυτορρυθμιζόμενοι

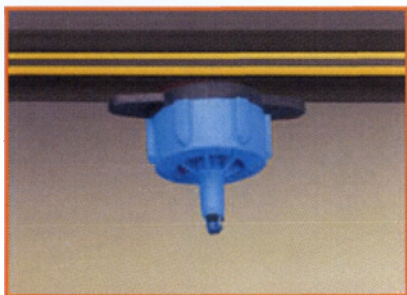
Είναι μια ιδιαίτερη κατηγορία που ανήκει στους σταλακτήρες μικρής διαδρομής.

Σ' αυτούς, όταν η πίεση του νερού αυξάνεται η διατομή ελαττώνεται σε τέτοιο βαθμό, ώστε η παροχή να μη μεταβάλλεται. Η ελάττωση πραγματοποιείται με μια ελαστική μεμβράνη, η οποία με την αύξηση της πίεσης καταλαμβάνει μεγαλύτερο μέρος της διατομής εκροής.

Οι σταλακτήρες τέλος ανάλογα με τη ρύθμιση ή όχι της παροχής τους διακρίνονται σε σταθερούς, ρυθμιζόμενους και αυτορρυθμιζόμενους.

Οι σταθεροί για δοσμένη πίεση διατηρούν την παροχή τους ορισμένη και σταθερή. Οι ρυθμιζόμενοι για ορισμένη πίεση μεταβάλλουν την παροχή τους με ειδικά χειρισμό, είτε αυξάνοντας το μήκος της διαδρομής, είτε μικραίνοντας τη διατομή της οπής εκροής.

Οι αυτορρυθμιζόμενοι διατηρούν την παροχή τους σταθερή, όταν η πίεση μεταβάλλεται. Αυτό το πετυχαίνουν με κατάλληλους μηχανισμούς που μειώνουν τη διατομή εκροής, όταν η πίεση αυξάνεται.



Εικόνα 6.8. Διάφοροι τύποι σταλαχτών.

### 6.5.6.2. - Επιστόμια

Τα επιστόμια είναι μικροί σωληνίσκοι από ορείχαλκο ή πλαστικό που προσαρμόζονται στα τοιχώματα των πλευρικών σωλήνων. Έχουν διάμετρο από 1,5-2,5 χιλιοστά και η παροχή τους κυμαίνεται από 45-100 λίτρα την ώρα σε πίεση 10m στήλης νερού.

Ανάλογα με τη χρήση τους διακρίνονται σε επιστόμια δενδροκομικά και επιστόμια φυτοδοχείων.

#### α. Επιστόμια δενδροκομικά

Τα δενδροκομικά επιστόμια είναι πολύ μικρού μήκους και τοποθετούνται στα τοιχώματα των πλευρικών σωλήνων. Καλύπτονται από τεμάχια άλλου σωλήνα μεγαλύτερης διαμέτρου, μήκους 10 εκατοστών, για τη θραύση του πίδακα και την ήρεμη εκροή του νερού από τα άκρα τους.

#### β. Επιστόμια φυτοδοχείων

Αυτά έχουν σχετικά μεγάλο μήκος και προορίζονται κυρίως για την άρδευση φυτοδοχείων.

### 6.5.6.3 - Μικροεκτοξευτήρες

Οι μικροεκτοξευτήρες (minisprinklers) είναι περιστρεφόμενοι ή στατικοί. Η παροχή τους κυμαίνεται από 30-300 λίτρα την ώρα με πίεση 10m στήλης νερού.

#### α. Περιστρεφόμενοι μικροεκτοξευτήρες

Διαθέτουν ένα κινητό τμήμα, που περιστρέφεται κατά τη λειτουργία τους και εκτοξεύει το νερό κυκλικά. Στο είδος αυτό ανήκουν πολλά είδη, όπως Ein-Tal κ.ά.

#### β. Στατικοί μικροεκτοξευτήρες

Δεν διαθέτουν κινητά μέρη και έτσι εκτοξεύουν το νερό σταθερό σε κυκλικό ή ημικυκλικό σχήμα. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία ειδών.



Εικόνα 6.9. Μικροεκτοξευτήρες (minisprinklers)

### 6.5.7. - Συνδέσεις

Η σύνδεση, τόσο των διαφόρων μερών της κεφαλής, όσο και των κύριων δευτερευόντων και πλευρικών σωλήνων μεταξύ τους, καθώς και των διανεμητήρων πάνω στις γραμμές άρδευσης πετυχαίνεται με μια μεγάλη σειρά ειδικών τεμαχίων.

Τα ειδικά αυτά τεμάχια, όπως ταφ, σύνδεσμοι, σέλλες, γωνίες, ρακόρ, νίπελ, μαστοί, πόματα, φλάντζες, συστολές, διαστολές κ.ά. είναι πλαστικά ή μεταλλικά επικασιτερωμένα (γαλβάνιζε) και εξασφαλίζουν σταθερές και στεγανές συνδέσεις στο δίκτυο.



Εικόνα 6.10. Διάφορα εξαρτήματα συνδεσμολογίας.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέσα από την διαδικασία εύρεσης υλικού για να πραγματοποιήσω την πτυχιακή μου εργασία, μου δόθηκε ή δυνατότητα να καταλήξω σε ορισμένα συμπεράσματα.

Από την συλλογή πληροφοριών που είχα μέσα από βιβλιογραφίες αλλά κυρίως με παραγωγούς με θερμοκηπιακές μονάδες το αντικείμενο αυτό αντιμετωπίζει πολλά πλεονεκτήματα. Τα πλεονεκτήματα όμως αυτά έρχονται σε σύγκρουση με τα μειονεκτήματα που έχει ως αποτέλεσμα να ανατρέπονται τα δεδομένα αυτά.

- Άριστα προϊόντα από ποιοτικής και οπτικής εμφάνισης.
- Μεγάλη παραγωγή προϊόντος σε πολύ μικρή έκταση.
- Δυνατότητα ελέγχου των συνθηκών ανάπτυξης του προϊόντος. (θέρμανση- αερισμός- δροσισμός κ.λπ.)
- Με καλό χωροταξικό σχέδιο της μονάδας ελάχιστες μετακινήσεις.
- Πραγματική εικόνα του κόστους παραγωγής.
- Απόλυτος έλεγχος των θρεπτικών στοιχείων.
- Απόλυτος έλεγχος των δόσεων άρδευσης.
- Απόλυτος έλεγχος και καταπολέμηση των ασθενειών.
- Δυνατότητα οργάνωσης της μονάδας με σύγχρονη τεχνολογία. (Μηχανοργάνωση- αυτοματισμοί κ.λπ.)
- Επαφή συνεχώς και έλεγχος με το εργατικό προσωπικό.

Όλα τα παραπάνω ισχύουν για μονάδες που απασχολούνται επαγγελματικά με θερμοκηπιακά προϊόντα.

### Μειονεκτήματα.

- Υψηλό αρχικό κόστος κατασκευής (υλικά σκελετού-υλικά κάλυψης-εξοπλισμός).
- Υψηλή τεχνογνωσία - τεχνολογική κατάρτιση.
- Συνεχής ενημέρωση νέων συστημάτων.
- Δυσκολία στην διάθεση του προϊόντος (αντιμετώπιση κυρίως των εμπορικών καρτέλ).
- Ελάχιστα προγράμματα επιχορηγήσεων και επιδοτήσεων.
- Υψηλό κόστος των αναλώσιμων υλικών θερμοκηπίου. (λιπάσματα-φάρμακα- σπόροι- μοσχεύματα, φυτώρια).
- Παραμονή πολλών ωρών στο χώρο της θερμοκηπιακής μονάδας.

Προσωπική άποψη ως προς την ενασχόληση νέων ατόμων με θερμοκηπιακές μονάδες είναι ότι αξίζει να ασχοληθεί κάποιος μόνο σε επαγγελματικό επίπεδο και με καλή τεχνολογική κατάρτιση.

Ευχαριστώ θερμά τους καθηγητές μου

Δρ Καραμουσαντά Δημήτριο και Δημητρακόπουλο Άγγελο για της γνώσης και της πληροφορίες που μου έδωσαν ώστε να με κεντρίσει το θέμα αυτό.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δημητρακόπουλος Α. 2005. Θερμοκηπιακές κατασκευές. Εργαστηριακές σημειώσεις Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.

Ευσταθιάδη Σ.Θ. 1987. Θερμοκήπια (Στοιχεία κατασκευής, λειτουργίας και καλλιέργειας).

Ζαρογιάννης Β. 2001. Αρδεύσεις -Στραγγίσεις. Τ.Ε.Ι. Λάρισας.

Μαυρογιαννόπουλος Ν.Γ. 1990. Θερμοκήπια (Περιβάλλον, υλικά, κατασκευή, εξοπλισμός).

Μιχελάκης Ν. 1988. Άρδευση με σταγόνες. Εκδοτική Αγροτεχνική.

Μπαμπίλης Δ. 2004. Άρδευτικά δίκτυα πρασίνου. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης.

Παπαζαφειρίου Ζ. 1998. Αρχές και πρακτική των Άρδεύσεων. Εκδόσεις Ζήτη Θεσσαλονίκη.

Τζιμόπουλος Δ.Χ. 1982. Γεωργική Υδραυλική Τόμος Α΄ Εκδόσεις Ζήτη Θεσσαλονίκη.

Χαρώνη Π. 1988. Ηλιακά παθητικά θερμοκήπια. Εκδόσεις ΙΩΝ.