

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
(Α.Τ.Ε.Ι.) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΤΜΗΜΑ  
ΕΚΔΟΣΕΩΝ & ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ**

**ΘΕΜΑ:  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ  
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΑ  
ΥΛΙΚΑ ΚΑΛΥΨΗΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΤΟΥΣ**



**Πτυχιακή Εργασία  
Της σπουδάστριας Χαρίκλεια-Ηλιάνα Μουστάκη**

**Καλαμάτα, Σεπτέμβριος 2010**

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ**

**(Α.Τ.Ε.Ι.) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ**

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ  
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΑ ΥΛΙΚΑ  
ΚΑΛΥΨΗΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΤΟΥΣ**

**Πτυχιακή Εργασία**

**Της σπουδάστριας Χαρίκλεια-Ηλιάννα Μουστάκη**

**Επιβλέπων καθηγητής : Χρήστος Λιναρδόπουλος**

**Καθηγητής Εφαρμογών**

**Καλαμάτα, Σεπτέμβριος 2010**

*Αφιερωμένο στους γονείς μου,  
στις αδερφές μου  
και στις ανιψιές μου .*

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ</b>	
Το Θερμοκήπιο Και η Χρησιμότητα του .....	7
Ιστορική Εξέλιξη Του Θερμοκηπίου .....	8
Η Επιστημονική Έρευνα Για Το Θερμοκήπιο Σήμερα.....	10
Θερμοκηπιακές Εγκαταστάσεις .....	11
Οι Θερμοκηπιακές Εγκαταστάσεις Στον Διεθνή Χώρο.....	11
Τα Θερμοκήπια Στην Ελλάδα .....	12
Η Χωροταξική Κατανομή .....	13
Το Μέγεθος Των Μονάδων .....	13
Η Ποιότητα Των Κατασκευών .....	14
Η Κρίση Στον Κλάδο Των Θερμοκηπίων Δεν Είναι Εύκολο .....	17
Προτάσεις Για Τα Προβλήματα Του Κλάδου .....	17
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ</b>	
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ .....	20
Επιλογή Θέσεις – Προσανατολισμός .....	20
Κατασκευή Θερμοκηπίων .....	21
Γενικά .....	21
Σχήμα .....	21
Τεχνικές Προδιαγραφές Θερμοκηπίων .....	22
Α. Βασικοί Τύποι Θερμοκηπίων Σε Σχέση Με Το Σχήμα Της Κατασκευαστικής Μονάδας	
Β. Βασικοί Τύποι Θερμοκηπίων Σε Σχέση Με Τον Τρόπο Κατασκευής Του	
Γ. Ελάχιστες Επιτρεπόμενες Διαστάσεις Κατασκευαστικού Στοιχείου Θερμοκηπίων	
.....	
Διαστάσεις .....	27
Σκελετός – Υλικά Σκελετού .....	28
Υλικά Κάλυψης .....	29
Τύποι Πλαστικών Κάλυψης .....	32
Α. Τα Μαλακά (εύκαμπτα) πλαστικά .....	
Β. Τα Σκληρά υλικά .....	
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ</b>	
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ .....	38
Συστήματα Ρύθμισης Συνθηκών Περιβάλλοντος .....	38
Φωτισμός .....	38
Φυσικός Φωτισμός .....	38
Τεχνητός Φωτισμός .....	39
Σκίαση .....	40
Διάφορα Συστήματα Σκίασης .....	40
Οι Μηχανισμοί Ξεδιπλώματος Των Κουρτινών .....	41
Αποτελεσματικότητα Των Κουρτινών Σκίασης .....	41
Θερμοκουρτίνες .....	42
Εντομοστατικές Σίτες .....	44
Συστήματα Αερισμού Θερμοκηπίου .....	45
Γενικά .....	45
Συστήματα Ανανέωσης Του Αέρα .....	45
Φυσικός Εξαερισμός .....	46

Δυναμικός Εξαερισμός .....	47
Συστήματα Δροσισμού Θερμοκηπίου .....	48
Γενικά .....	48
Συστήματα Ομίχλης Ή Υδρονέφωσης .....	49
Σύστημα Υγρών Πετασμάτων .....	50
Αρδευτικό Σύστημα Θερμοκηπίου .....	53
Ποιότητα Νερού .....	54
Αλατότητα Στο Θερμοκήπιο .....	55
Εξοπλισμός Λύπανσης .....	55
Θέρμανσης Των Θερμοκηπίων .....	57
Γενικά .....	57
Συστήματα Θέρμανσης .....	58
Τοπικά Συστήματα Θέρμανσης .....	58
Κεντρικό Σύστημα Θέρμανσης .....	60
Εφαρμογές Της Ηλιακής Ενέργειας .....	62
Μη Συμβατικές Μέθοδοι Θέρμανσης .....	63
Τα Καύσιμα .....	64
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>65</b>
Γενικοί Αντιπρόσωποι Για «Θερμοκήπια & Εξοπλισμός/ Κατασκευή Θερμοκηπίων».....	66
<b>ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΠΑΝΟΡΑΜΑ .....</b>	<b>76</b>

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η γεωργική παραγωγή του ανοιχτού αγρού εξαρτάται από ασταθείς και αβέβαιες εξέλιξης μετεωρολογικούς παράγοντες. Γι' αυτό η γεωργία θεωρείται μια οικονομική δραστηριότητα με αβέβαιο οικονομικό αποτέλεσμα.

Γενικά, η γεωργική παραγωγή εξαρτάται από παράγοντες που έχουν σχέση με το κληρονομικό δυναμικό του φυτού και από παράγοντες του περιβάλλοντος, όπως η ακτινοβολία, η θερμότητα, η υγρασία κ.ά. Για να επιτευχθεί αξιόπιστος χρονικός προγραμματισμός της παραγωγής, μεγιστοποίηση της παραγωγής και βελτίωσης της ποιότητας των προϊόντων μιας συγκεκριμένης καλλιέργειας απαιτείται η ρύθμιση των παραγόντων του περιβάλλοντος στη σωστή κατεύθυνση.

Αυτό το καταφέρνουμε με την κατασκευή θερμοκηπίων όπου η παραγωγή εξαρτάται από ρυθμιζόμενης εξέλιξης παράγοντες και για αυτό η γεωργική παραγωγή που γίνεται εκεί έχει σχεδόν όλα τα γνωστά χαρακτηριστικά της βιομηχανικής παραγωγής. Η καλλιέργεια των φυτών στο θερμοκήπιο παρέχει σήμερα τη δυνατότητα της προγραμματισμένης και με προβλέψιμα αποτελέσματα παραγωγής.

Γενικά σ' ένα θερμοκήπιο που έχει σχεδιαστεί και εξοπλιστεί με βάση την σύγχρονη εξελιγμένη τεχνολογία είναι δυνατόν να γίνει ρύθμιση της τιμής, σχεδόν όλων των παραγόντων του περιβάλλοντος που επιδρούν στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών, έτσι ώστε η ανάπτυξη και παραγωγή να κινηθεί προς την επιθυμητή κατεύθυνση χρονικά, ποσοτικά και ποιοτικά.

Η σωστή χρήση των μέσων παραγωγής σ' ένα θερμοκήπιο, αφορά κυρίως την οικονομικά βελτιστοποιημένη ρύθμιση των παραγόντων του περιβάλλοντος, έτσι ώστε να υπάρξει το μεγαλύτερο δυνατό κάθε φορά οικονομικό όφελος. Για να γίνει δυνατό αυτό θα πρέπει να έχουν προβλεφθεί: σωστή κατασκευή, σωστός εξοπλισμός και ανθρώπινο δυναμικό ικανό να τα οργανώσει.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

### ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### **1.1 ΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ**

**Θ**ερμοκήπιο είναι μια κατασκευή η οποία καλύπτεται με διαφανές υλικό, ώστε να είναι δυνατή η είσοδος όσο το δυνατόν περισσότερης Ηλιακής Ακτινοβολίας, που είναι απαραίτητη στην ανάπτυξη των φυτών.

Τα θερμοκήπια μπορεί να είναι θερμαινόμενα ή μη. Διαφέρουν από άλλες παρόμοιες κατασκευές, όπως π.χ. τα χαμηλά σκέπαστρα, τα σπορεία και τα θερμοσκόπια, στο ότι είναι αρκετά υψηλά και ευρύχωρα, έτσι ώστε να μπορεί ο άνθρωπος να εργάζεται μέσα σε αυτά.

Πλην των άλλων χαρακτηριστικών τους επομένως, που αφορούν την παραγωγή των φυτών, το θερμοκήπιο προσφέρει και προστασία των εργαζομένων μέσα σε αυτό από αντίξοες καιρικές συνθήκες.

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

Με το θερμοκήπιο γενικά :

- Αποφεύγονται ζημιές από αέρα, βροχή, χιόνι και χαλάζι.
- Ανάλογα με τον εξοπλισμό του, παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης των παραγόντων του περιβάλλοντος της κόμης των φυτών, όπως: της ακτινοβολίας, της θερμότητας, της υγρασίας και του διοξειδίου του άνθρακα, με αρκετή ακρίβεια.
- Παρέχεται η δυνατότητα αποτελεσματικότερης φυτοπροστασίας από ασθένειες και έντομα, λόγω περιορισμένου χώρου και εξειδικευμένου εξοπλισμού. Επιπλέον σε ένα θερμοκήπιο που παρέχει τη δυνατότητα ακριβούς ρύθμισης των συνθηκών του περιβάλλοντος έτσι ώστε να ευνοεί την ανάπτυξη των φυτών, η ανάπτυξη μυασθενειών είναι πολύ σπανιότερη απ' ότι σε ένα θερμοκήπιο του οποίου ο εξοπλισμός δεν παρέχει τέτοια δυνατότητα.

Ειδικότερα σε θερμοκήπια στα οποία γίνεται μια απλή μόνο τροποποίηση του περιβάλλοντος των φυτών με την κατασκευή, επιτυγχάνεται συνήθως :

- πρώιμη ή όψιμη παραγωγή φυτικών προϊόντων και
- αποφυγή ζημιών στα φυτά και την παραγωγή από αέρα, βροχή, χαλάζι κτλ

Στα θερμοκήπια στα οποία γίνεται ακριβή ρύθμιση των παραγόντων του περιβάλλοντος των φυτών, με εξειδικευμένο εξοπλισμό στην κάθε περίπτωση, μπορεί να επιτευχθεί.

- χρονικός προγραμματισμός της παραγωγής, ώστε να σταλεί στην αγορά συγκεκριμένη χρονική στιγμή, ανεξάρτητα από τις καιρικές που θα επικρατήσουν στον έξω χώρο,
- αύξηση της παραγωγής και βελτίωσης της ποιότητας, λόγω της βελτίωσης των συνθηκών του περιβάλλοντος και την προστασία που προσφέρει το θερμοκήπιο από τα αντίξοα καιρικά φαινόμενα.

Επιπλέον ένα σύγχρονο θερμοκήπιο δεν αρκεί μόνο προσφέρει τη δυνατότητα για την δημιουργία και διατήρηση του ευνοϊκού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη και

παραγωγή των φυτών, αλλά θα πρέπει να παρέχει και την δυνατότητα κάθε φόρα, για την παραγωγή φυτικών προϊόντων με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Η ακρίβεια με την οποία ρυθμίζεται το περιβάλλον ανάπτυξης των φυτών και η δαπάνη για την δημιουργία αυτού του περιβάλλοντος, στο θερμοκήπιο, προσδιορίζεται από :

- τη σωστή κατασκευή,
- τον κατάλληλο εξοπλισμό και κυρίως από την ικανότητα του καλλιεργητή να χειριστεί και να κατανείμει τα διαθέσιμα εφόδια.

## **1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

Από τους Έλληνες συγγραφείς του 5<sup>ου</sup> π.χ. αιώνα και ιδιαίτερα από τον Πλάτωνα γνωρίζουμε ότι σε ειδικές λατρευτικές περιπτώσεις που αναφέρονται ως « Κήποι του Άδωνη», αναπτύσσονται φυτά με ταχύτατο ρυθμό, σε ειδικούς χώρους. Οι σπόροι και τα μοσχεύματα που φιντεύονται σε αυτούς τους χώρους, σε μια εβδομάδα είχαν τέτοια ανάπτυξη όση χρειαζόταν μήνες στους ανοιχτούς αγρούς. Ο Θεόφραστος (372-287 π.χ.) αναφέρει ότι για την καλλιέργεια φυτών εκτός εποχής χρησιμοποιούνταν δοχεία που βρίσκονταν σε καρότσι και μεταφέρονταν την νύχτα σε περιστύλιο για προστασία από το κρύο. Τα δοχεία αυτά στη βάση τους περιείχαν μισοχωμένη κοπριά η οποία θυμούμενη αύξανε τη θερμοκρασία της ρίζας αλλά και των πλησίον του υποστρώματος φύλλων.

Τον 1<sup>ο</sup> αιώνα, είναι γνωστό ότι οι Ρωμαίοι καλλιεργούσαν φρούτα και κηπευτικά σε θερμοσκόπια. Ο κηπουρός του Τιβέριου Καίσαρα για να προσφέρει καθημερινά σαλάτα με αγγούρι στον Καίσαρα, χρησιμοποιούσε μεγάλα δοχεία, που σκεπάζονταν με διαφανείς επιφάνειες του ορυκτού μόκα. Η κάλυψη αυτή διατηρούσε τη ζέστη που προήρχετο από τη ζύμωση της κοπριάς κοντά στη κόμη και ταυτόχρονα επέτρεπε την είσοδο του φωτός στο χώρο του φυτού.

Στην αρχαία Κίνα αναφέρεται ότι στη νότια πλευρά του τοίχου που κατασκευάζονται από τούβλα, τοποθετούσαν υπό γωνία 30-40° στηρίγματα από καλάμια που τα κάλυπταν με λαδόχαρτο. Στο χώρο μεταξύ τοίχου και λαδόχαρτο, γίνονταν καλλιέργεια, η οποία επωφελείτο από την αποθηκευμένη θερμότητα στον τοίχο κατά την διάρκεια της ημέρας.

Στην Πομπηία βρέθηκαν μεγάλες κατασκευές, που φαίνεται πως καλύπτονταν με ένα είδος πρωτόγονου γυαλιού. Τα δοχεία των φυτών τοποθετούνταν σε τραπέζια με διάτρητη επιφάνεια, κάτω από τα οποία υπήρχε η δυνατότητα να τοποθετηθούν ανάμεσα κάρβουνα, έτσι ώστε έτσι ώστε ο θερμός αέρας που ανέρχεται να θερμαίνει τα δοχεία με τα φυτά.

Τα θερμοκήπια ξαναφάνηκαν πάλι τον 17<sup>ο</sup> αιώνα μ. . Σε όλη την διάρκεια του Μεσαίωνα το θερμοκήπιο φαίνεται ότι είναι άγνωστο.

Τον 16<sup>ο</sup> μΧ. αιώνα οι έμποροι και οι εξερευνητές αρχίζουν να μεταφέρουν εξωτικά φυτά που δεν μπορούσαν εύκολα να επιζήσουν στο κλίμα της Β. Ευρώπης. Για την παρατήρηση αυτών των εξωτικών φυτών με τα θαυμάσια αρώματα και τους χυμώδεις καρπούς, δημιουργήθηκαν ειδικοί Βοτανικοί Κήποι, στην αρχή στην Ιταλία και μετά στην Ολλανδία και στην Αγγλία.

Η Βοτανική, μόλις τότε ξεκινούσε σαν επιστήμη και πάρα πολλές μελέτες και έρευνες είχαν κατεύθυνση στην περιγραφή και καλλιέργεια των εξωτικών φυτών.



Τον 17<sup>ο</sup> αιώνα, τα εξωτικά φυτά εκτός από το βοτανικό και φαρμακευτικό ενδιαφέρον που παρουσίαζαν άρχισαν να χρησιμοποιούνται από την αριστοκρατία της Βόρειας Ευρώπης και ως φυτά διακόσμησης καθώς και παραγωγής. Από τα καρποφόρα πολύ δημοφιλή ήταν τα εσπεριδοειδή, των οποίων η καλλιέργεια ήταν σχετικά εύκολη, μια και δεν απαιτείτο θέρμανση, παρά μόνο προστασία από το παγετό. Η προστασία γινόταν σε μεγάλα δωμάτια, που είχαν σόμπα θέρμανσης που άναβε τις ημέρες παγετού. Τα εσπεριδοειδή, φυτεμένα σε μεγάλα δοχεία, μεταφέρονταν και παρέμεναν για 6 μήνες το χειμώνα σ' αυτά τα δωμάτια, ενώ τους υπόλοιπους μήνες ήταν στην ύπαιθρο.

Τον 18<sup>ο</sup> αιώνα, είχε πλήρως αναγνωρισθεί η αξία του καλού φωτισμού στην υγιή ανάπτυξη των φυτών, η κατασκευή θερμοκηπίων με ξύλινο σκελετό και υαλοπίνακες και άρχισε ο υπολογισμός της γωνίας κλίσης των υαλοπινάκων. Ο Boerhaave (1710) προτείνει οι υαλοπίνακες να έχουν κάθετη κατεύθυνση στις ακτίνες του ηλίου το μεσημέρι κατά τη χειμερινή περίοδο, ώστε να εισέρχεται η μεγαλύτερη ποσότητα φωτισμού στο χώρο όπου βρίσκονται τα φυτά. Οι Ολλανδοί ήταν μεταξύ των πρώτων που χρησιμοποιούσαν στέγη με κεκλιμένες επιφάνειες από γυαλί. Εισήγαγαν επίσης τη χρησιμοποίηση της θερμοκουρτίνας κατά την διάρκεια της νύχτας και σε πρώτο στάδιο την κατασκευή του διπλού τοιχώματος, χρησιμοποιώντας το λαδόχαρτο σαν δεύτερο κάλυμμα. Οι συνήθειες καλλιέργειες ήταν τα πρώιμα σταφύλια και τα εσπεριδοειδή. Δυο από τους πιο φημισμένους και τεχνικά προηγμένους Βοτανικούς Κήπους στον κόσμο ήταν αυτοί του Πανεπιστημίου του Leyden στην Ολλανδία και του Gilfford στην Αγγλία, όπου δούλεψε ο μεγάλος φυσιολόγος Λινναίος.

Η θέρμανση, όπου υπήρχε, γίνονταν με θερμάστρες. Γύρω στο 1790 εμφανίστηκε η πρώτη θέρμανση με ατμό, που έδωσε μεγαλύτερη καθαριότητα, απόδοση, ευκολία, δυνατότητα επίτευξης υψηλότερης θερμοκρασίας και αποφυγής των αερίων καύσης από το χώρο των φυτών.

Με το τέλος του 18<sup>ου</sup> μΧ. αιώνα, η τέχνη της ανάπτυξης των φυτών έγινε πια Επιστήμη.

Τον 19<sup>ο</sup> μΧ. αιώνα, το θερμοκήπιο εξελίχτηκε αρκετά, ενώ μερικοί νεωτερισμοί της εποχής εκείνοι χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα. Ο πρώτος αυτόματος μηχανικός θερμοστάτης χρησιμοποιήθηκε το 1816 για τον εξαερισμό του θερμοκηπίου. Ο ενδιαφερόμενος νεωτερισμός κατασκευής πολλαπλών θερμοκηπίων με κορυφές και υδρορροές, αναπτύχθηκε αυτόν τον αιώνα. Το παραδοσιακό θερμοκήπιο κατασκευάζεται από ξύλο και γυαλί αλλά τότε προτείνεται για πρώτη φορά ο σίδηρος και το γυαλί για την κατασκευή του θερμοκηπίου.

Τον 20<sup>ο</sup> αιώνα, υπήρχαν συνεχώς εξελίξεις του θερμοκηπίου, από πλευράς υλικών κατασκευής. Κατασκευάζονται σκελετοί θερμοκηπίων από ξύλο, γαλβανισμένο σίδηρο και αλουμίνιο. Η επαναστατική αλλαγή όμως έγινε στα υλικά κάλυψης, όπως εκτός από το γυαλί, χρησιμοποιούνται τα εύκαμπτα φύλλα πλαστικού και τα σκληρά φύλλα πλαστικού. Η χρησιμοποίηση αυτών των υλικών έδωσαν τη δυνατότητα κατασκευής φθηνών θερμοκηπίων γεγονός που επέτρεψε τη γρήγορη εξάπλωσή τους. Επίσης, η αύξηση των γνώσεων σχετικά με την επίδραση των διαφόρων συνδυασμών των παραγόντων του περιβάλλοντος στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών, καθώς και η εξέλιξη της ηλεκτρονικής, επέτρεψαν την ανάπτυξη πολλών αυτοματισμών που ρυθμίζουν το επιθυμητό περιβάλλον στο χώρο του θερμοκηπίου με μεγάλη ακρίβεια και έξυπνο τρόπο.

Σήμερα η εφαρμογή των γνώσεων της φυσιολογίας των φυτών, των δυνατοτήτων της ακριβούς ρύθμισης του περιβάλλοντος, και η χρησιμοποίηση φυτών βελτιωμένων ποικιλιών και υβριδίων στο θερμοκήπιο, έχει ως αποτέλεσμα την πολύ μεγάλη αύξηση της παραγωγής.

### **1.3 Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΣΗΜΕΡΑ**

Το θερμοκήπιο είναι ένα μέσο που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών, επομένως η έρευνα στο θερμοκήπιο έχει ως κύριο στόχο την βελτίωση (τεχνικά και οικονομικά) του περιβάλλοντος που δημιουργεί ώστε να επιτευχθεί η αποδοτικότερη ανάπτυξη των φυτών.

Με την έρευνα επιδιώκεται η λύση προβλημάτων που αφορούν τα υλικά, την κατασκευή και τον εξοπλισμό του θερμοκηπίου, με στόχο την αύξηση της φυτικής παραγωγής μέσα στο θερμοκήπιο, τη βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος, τη βελτίωση του οικονομικού αποτελέσματος της παραγωγικής διαδικασίας στο θερμοκήπιο, τη μικρότερη ομίχλη του φυσικού περιβάλλοντος και την προστασία της ανθρώπινης υγείας από τη παραγωγική διαδικασία στο θερμοκήπιο.

Λεπτομερέστερα η έρευνα που γίνεται διεθνώς σχετικά με το θερμοκήπιο αφορά κυρίως:

#### **I. Το περιβάλλον στο χώρο του θερμοκηπίου**

1) Την εύρεση της βέλτιστης τιμής των παραγόντων του περιβάλλοντος της κόμης (φως, θερμοκρασία, σχετική υγρασία, διοξείδιο του άνθρακα), καθώς και των παραγόντων του περιβάλλοντος της ρίζας (νερό, οξυγόνο, θερμοκρασία, ανόργανα στοιχεία, οξύτητα), για την ανάπτυξη και παραγωγή των διαφόρων ειδών φυτών που καλλιεργούνται ή μπορούν να καλλιεργηθούν στο θερμοκήπιο (κηπευτικά, δρεπτά άνθη και γλαστρικά καλλωπιστικά).

2) Τους τρόπους δημιουργίας με τα οικονομικότερα μέσα του βέλτιστου περιβάλλοντος, όπως :

α. Την εξεύρεση υλικών κατασκευής που δημιουργούν με το οικονομικότερο τρόπο το άριστο περιβάλλον για την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών.

β. Το σχεδιασμό του θερμοκηπίου έτσι ώστε η δημιουργία του επιθυμητού περιβάλλοντος για τα φυτά να γίνεται με το οικονομικότερο τρόπο ή να παρουσιάζει ιδιαίτερη αντοχή σε αντίξοες συνθήκες καιρού.

γ. Την εύρεση τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας στο χώρο του θερμοκηπίου.

δ. Την αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων, που χρησιμοποιούνται για την θέρμανση κυρίως, με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

ε. Τη δημιουργία αυτόματων συστημάτων έλεγχου του θερμοκηπίου, που θα επιτρέπουν την ακριβή ρύθμιση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, αλλά ταυτόχρονα εξοικονομούν τη μέγιστη δυνατή ενέργεια και άλλους πόρους.

**I. Την προστασία των φυτών από ασθένειες και εχθρούς με μέσα που δεν ενοχλούν το περιβάλλον.**

**II. Την άρση των δυσμενών επιδράσεων που πιθανόν δημιουργούνται στο φυσικό περιβάλλον από την λειτουργία του θερμοκηπίου.**

**III. Την βελτιστοποίηση των μεθόδων εμπορίας των ευαίσθητων προϊόντων του θερμοκηπίου.**

## 1.4 ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

### 1.4.1 ΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΔΙΕΘΝΗ ΧΩΡΟ

Η παγκόσμια έκταση το 2001 είναι 8500000 στρέμματα ή περίπου 1,4 m<sup>2</sup>/ κάτοικο της γης.

-Κίνα, 6000000 στρ. ή 70,1% της παγκόσμιας καλυπτόμενης με θερμοκήπια έκτασης, κυρίως απλές πλαστικές κατασκευές.

- Ιαπωνία, 450000 στρ. ή 5,3% των θερμοσκοπικών εκτάσεων παγκοσμίως (25000 από αυτά είναι ναλόφρακτα).

- Ισπανία, 575000 στρ. Η 6,8% των θερμοκηπιακών εκτάσεων.

- Ιταλία, 285000 στρ 3,4% των θερμοκηπιακών εκτάσεων.

- Ολλανδία, 110000στρεμ. Η 1,3% των θερμοκηπιακών εκτάσεων (100000 στρ. Από αυτά είναι ναλόφρακτα).

Παγκόσμια λοιπόν (πλην Κίνας, για την οποία οι πληροφορίες είναι περιορισμένες), υπάρχουν, σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία 2500000 στρ. θερμοκηπίων, από τα οποία τα 650000 στρ. είναι ναλόφρακτα και τα 1850000 στρ. είναι με κάλυψη πλαστικού.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) υπάρχουν 1200000 στρ. θερμοκηπίων, από τα οποία τα ναλόφρακτα καταλαμβάνουν 300000 στρ. και τα πλαστικής κάλυψης 900000 στρ. Σε σχέση με το συνολικό αριθμό θερμοκηπίων παγκόσμια, τα θερμοκήπια της Ε.Ε. καλύπτουν το 48%, από τα οποία τα ναλόφρακτα θερμοκήπια αποτελούν το 62% των ναλόφρακτων θερμοκηπίων του κόσμου και τα πλαστικά το 43% των πλαστικών του κόσμου (πλην Κίνας).

Όσον αφορά τα ναλόφρακτα θερμοκήπια, στην Ε.Ε., η Ολλανδία κατέχει την πρώτη θέση με 33% του συνόλου και ακολουθούν η Ιταλία με 1,7%, η Ισπανία με 13%, η Γερμανία με 10% και οι άλλες χώρες με μικρότερα ποσοστά. Στα καλυμμένα με πλαστικά θερμοκήπια, η Ισπανία κατέχει την πρώτη θέση με 59% του συνόλου και ακολουθεί η Ιταλία με 26%, η Γαλλία με 6%, η Ελλάδα με 4,5% και οι άλλες χώρες με μικρότερα ποσοστά.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι ο τύπος θερμοκηπίου που χρησιμοποιείται στις διάφορες χώρες της Ε.Ε. εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε χώρας, την τεχνολογική της ανάπτυξη, τα χαρακτηριστικά της οικονομίας και από τη φύση των προϊόντων που παράγονται εκεί. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η Ελλάδα στο γενικό σύνολο κατέχει μόλις την 7<sup>η</sup> θέση με ποσοστό 4,5%, ενώ έχει πολύ ευνοϊκές εδαφοκλιματικές συνθήκες για την παραγωγή θερμοκηπιακών προϊόντων.

Σχετικά με τη προσφορά θερμοκηπιακών προϊόντων στις χώρες της Ε.Ε., σημειώνουμε ότι, γενικά, το χειμώνα υπάρχουν έλλειψη θερμοκηπιακών προϊόντων και γίνονται σημαντικές εισαγωγές από άλλες χώρες (κυρίως μεσογειακές), ενώ το καλοκαίρι πλεόνασμα, το οποίο εξάγεται.

## 1.4.2 ΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στην χώρα μας οι πρώτες συστηματικές εγκαταστάσεις θερμοκηπίων ξεκίνησαν το 1955 και αποτελούνταν από υαλόφρακτα θερμοκήπια για παραγωγή καλλωπιστικών φυτών. Η εξάπλωση του όμως αρχίζει μετά το 1961, με την χρησιμοποίηση του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου ως υλικού κάλυψης. Η ευκολία προσαρμογής του υλικού αυτού σε οποιοδήποτε σχήμα σκελετού και η χαμηλή του τιμή, επέτρεψαν στους προοδευτικούς καλλιεργητές (σε περιοχές με πρώιμες καλλιέργειες) να κατασκευάσουν μόνοι τους θερμοκήπια για παραγωγή κηπευτικών, χωρίς να χρειάζονται μεγάλα κεφάλαια. Αργότερα δημιουργήθηκαν και αρκετές βιοτεχνίες κατασκευής θερμοκηπίων, οι οποίες βελτίωσαν σημαντικά τις κατασκευές. Έτσι, παρατηρήθηκε μια σημαντική εξάπλωση των θερμοκηπίων, τα οποία έφθασαν στα 40000 περίπου στρέμματα.

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με στοιχεία του υπουργείου Γεωργίας, η συνολική έκταση των θερμοκηπίων, χωρίς να περιλαμβάνονται τα χαμηλά σκέπαστρα, ανέρχεται σε 39539 στρ. , από τα οποία 36269 στρ. με κηπευτικά και 3270 στρ. , με ανθοκομικά. Στα θερμοκήπια κηπευτικών 18000 περίπου στρ. Καλλιεργούνται με τομάτες, 11000 στρ. με αγγούρι, 2600 στρ. με πιπεριά, 1500 στρ. με μελιτζάνα, 1100 στρ. με κολοκυθάκια, 1100 στρ. με φράουλα, 450 στρ. με πεπόνια, 400 στρ. με φασολάκια και τα υπόλοιπα με άλλα είδη.

Η αύξηση των εκτάσεων των θερμοκηπίων ήταν σημαντική την εικοσαετία 1961-1981. Τη 10ετία 1983-1992 η αύξηση συνεχίστηκε, αλλά με βραδύτερους ρυθμούς, οι οποίοι σε ετήσια βάση ήταν 1,7% για τα θερμοκήπια κηπευτικών και 9,2% για τα θερμοκήπια ανθοκομικών (τη δεκαετία 1983-1992 η έκταση των καλλιεργούμενων με κηπευτικά θερμοκηπίων αυξήθηκε κατά 17,3% ενώ των αντιστοίχων με ανθοκομικά κατά 92,4%)

Ως ευνοϊκοί παράγοντες για την αύξηση των θερμοκηπιακών εκτάσεων στην Ελλάδα, μπορούν να αναφερθούν :

- 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 αύξηση της ζήτησης των θερμοκηπιακών προϊόντων στην εσωτερική αγορά.
- Η κρατική πολιτική που ενθάρρυνε την προώθηση των καλλιεργειών αυτών, με την θέσπιση οικονομικών κινήτρων (αναπτυξιακοί νόμοι, κανονισμοί, Μ.Ο.Π. κτλ) και την προώθηση διαφόρων έργων υποδομής.
- Η τάση για εντατικοποίηση των καλλιεργειών που μπορούσαν να εξασφαλίσουν υψηλότερα εισοδήματα από μικρής έκτασης γεωργικό έδαφος.

Με δεδομένους τους παραπάνω παράγοντες, η αύξηση των εκτάσεων θερμοκηπίων που σημειώθηκε στη χώρα μας πρέπει να θεωρείται χαμηλή. Στον τομέα των κηπευτικών ειδικότερα, αν και υπάρχει τάση κατανάλωσης εκτός εποχής προϊόντων, αλλά και δυνατότητα κάλυψης σημαντικού μέρους της επένδυσης για κατασκευή θερμοκηπίων με οικονομικές ενισχύσεις που προβλέπουν οι αναπτυξιακοί νόμοι και οι σχετικοί κανονισμοί, η αύξηση που σημειώθηκε στην έκταση των θερμοκηπίων κρίνεται χαμηλή. Επίσης και τα θερμοκήπια με ανθοκομικά, παρότι διπλασιάστηκαν σε έκταση, παραμένουν σε απόλυτους αριθμούς πολύ λίγα, αφού αποτελούν μόνο το 9% του συνόλου των θερμοκηπίων της χώρας μας.

### 1.4.3 Η ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Σε ότι αφορά τη χωροταξική κατανομή των θερμοκηπίων στην Ελλάδα, αυτή καθορίζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες των διαφόρων διαμερισμάτων και επομένως τα περισσότερα θερμοκήπια συγκεντρώνονται σε περιοχές με ήπιο χειμώνα χωρίς παγετούς, όπου οι ανάγκες για θέρμανση είναι μειωμένες.

Ειδικότερα, τα θερμοκήπια κηπευτικών απαντώνται κατά σειρά στην Κρήτη (45,2%), στην Πελοπόννησο – Δυτική Στερεά (24,1%), στην Δυτική – Κεντρική Μακεδονία (16%), στη Θεσσαλία (2,5%), και τέλος στην Ανατολική Μακεδονία – Θράκη (2,1%), ενώ τα θερμοκήπια ανθοκομικών στην Αττική και νησιά (37,4%), στην Κρήτη (26,1%), στην Πελοπόννησο – Δυτική Στερεά (15,8%), στη Δυτική – Κεντρική Μακεδονία (10,4%), στη Θεσσαλία (6,1%), στην Ανατολική Μακεδονία – Θράκη (3,2%) και τέλος στην Ήπειρο (1%).

**Πίνακας 1. Εκτάσεις με διάφορους τύπους θερμοκηπίων.**

Τύποι θερμοκηπίων	Συνολική έκταση(στρ.)	Χωρίς θέρμανση	Αντιπαγετική προστασία	Συστηματική θέρμανση
Υαλόφρακτα	1810	78	37	1695
Πλαστικά:				
α)Τυποποιημένα:				
Μετ. σκελετός	11407	6014	2355	3038
Ξύλ. Σκελετός	4426	3716	530	180
β)Χωρικού τύπου:				
Μετ. σκελετός	11571	8337	3036	198
Ξύλ. Σκελετός	15131	9005	5839	287
Σύνολο	<b>44345</b>	<b>27150</b>	<b>11797</b>	<b>5398</b>

Πηγή: ΑΤΕ

### 1.4.4 ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

Η πλειοψηφία των θερμοκηπιακών επιχειρήσεων που παράγουν κηπευτικά είναι μικρές μονάδες, κάτω των 5 στρεμμάτων, χαμηλού κόστους επένδυση και ένταση εργασίας. Πρόκειται κυρίως για οικογενειακούς τύπου επιχειρήσεις, που βασίζουν τη λειτουργία τους στην εργασία των μελών της οικογένειας και μόνο σε εποχές αιχμής απασχολούν αμειβόμενα εργατικά χέρια.

Στην κατηγορία αυτή ενδιαφέρει περισσότερο το οικογενειακό εισόδημα που εξασφαλίζει η επιχείρηση και όχι τόσο το κέρδος. Οι επιχειρήσεις αυτές, αν και παρουσιάζουν μια καλή ανθεκτικότητα σε αντίξοες συνθήκες της αγοράς, δεν έχουν από μόνες τους τη δυνατότητα σημαντικών βελτιώσεων και εκσυγχρονισμού.

Τα θερμοκήπια κηπευτικών ειδών από 5 στρέμματα και πάνω (μονάδες επιχειρηματικής μορφής) αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της συνολικής έκτασης θερμοκηπίων με κηπευτικά στη χώρα μας.

Σύμφωνα με στοιχεία του 1992, υπήρχαν μόνο 380 μονάδες πάνω από 5 στρ. που κάλυπταν 2981 στρ. συνολικά, δηλαδή μόλις το 8,2% της συνολικής έκτασης θερμοκηπίων με κηπευτικά στη χώρα μας, με την εξής κατανομή :

- άνω των 6 έως 8 στρ. : 316 μονάδες, ποσοστό 83,2%
- άνω των 8 έως 10 στρ. : 40 μονάδες, ποσοστό 10,5%
- άνω των 10 στρ. : 24 μονάδες, ποσοστό 6,3%

Το γεγονός αυτό έχει ιδιαίτερα δυσμενή επίδραση στον εκσυγχρονισμό των μονάδων και κατ' επέκταση στο κόστος παραγωγής και εμπορίας ενώ καθιστά δύσκολη, αν όχι αδύνατη, την εφαρμογή τυποποίησης, με όλες τις δυσμενείς συνέπειες στην εμπορία των προϊόντων.

Τα θερμοκήπια παραγωγής ανθοκομικών ειδών, αντίθετα, είναι μεγαλύτερες μονάδες σε σχέση με τις προηγούμενες. Στο κλάδο αυτό υπάρχει τάση για μεγαλύτερες επιχειρήσεις και οι μονάδες από 5 στρ. και πάνω αντιπροσωπεύουν το 50% περίπου των εκτάσεων. Σύμφωνα με τα στοιχεία του 1992, οι μονάδες θερμοκηπίων με ανθοκομικά είδη, πάνω από 5 στρ. ήταν 146 και κάλυπταν 1365,7 στρ. συνολικά, δηλαδή το 41,8% της συνολικής έκτασης θερμοκηπίων με ανθοκομικά στην Ελλάδα, με την ακόλουθη κατανομή :

- άνω των 6 έως 8 στρ. : 88 μονάδες, ποσοστό 60,3%
- άνω των 8 έως 10 στρ. : 27 μονάδες, ποσοστό 18,5%
- άνω των 10 στρ. : 31 μονάδες, ποσοστό 21,2%.

#### **1.4.5 Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ**

Από πλευράς υλικών κατασκευής, τα πρώτα θερμοκήπια που εμφανίστηκαν στην χώρα μας (1955-1960) και προορίζονταν για την παραγωγή ανθοκομικών προϊόντων, ήταν κατασκευασμένα από μεταλλικό σκελετό και είχαν κάλυψη από γυαλί. Το υψηλό όμως κόστος κατασκευής τους, η έλλειψη επαρκών γνώσεων εκ μέρους των παραγωγών για το απαιτούμενο περιβάλλον του θερμοκηπίου και την καλλιεργητική τεχνική, σε συνδυασμό με την έλλειψη μηχανισμών τεχνικής υποστήριξης από τις διάφορες υπηρεσίες, οδήγησαν σε οικονομικά αποτελέσματα που δεν ήταν πάντα θετικά.

Από το 1961, με την εισαγωγή στην ελληνική αγορά του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου και τη μεταφορά γνώσεων από το εξωτερικό σχετικά με την κατασκευή ξύλινων θερμοκηπίων, οι ορισμένων περιοχών (Σύρος, Ιεράπετρα) στράφηκαν προς κατασκευές φθηνότερες και απλούστερες. Τελικά, ακόμα και σήμερα, λόγω των οικονομικών συνθηκών που επικρατούν στη χώρα μας (υψηλό κόστος κεφαλαίου), το χαμηλό κόστος επένδυσης υπερισχύει συχνά στην απόφαση αγοράς θερμοκηπίου, έναντι των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν τα εξελιγμένα θερμοκήπια.

Από το 1987 και μετά, με τις προδιαγραφές που τέθηκαν από το Υπουργείο Γεωργίας και την Α.Τ.Ε. η κατάσταση βελτιώθηκε αρκετά και σημειώθηκε σημαντική επέκταση των προκατασκευασμένων - τυποποιημένων θερμοκηπίων (δηλαδή κατασκευές που προέρχονται από βιομηχανίες και βιοτεχνίες). Τα θερμοκήπια αυτά είναι πιο ευρύχωρα, έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, καλύτερη διαπερατότητα, αερίζονται καλύτερα αλλά το κόστος τους είναι υψηλότερο και σε συνδυασμό με τα υψηλά επιτόκια δανεισμού, αποθαρρύνει πολλούς παραγωγούς. Τα τυποποιημένα θερμοκήπια αποτελούσαν το 1982 το 14,5% του συνόλου, ενώ το 1992 το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 38%.

Γενικά, μπορεί να αναφερθεί ότι έχει διαμορφωθεί σαφής τάση των καλλιεργητών για τη χρησιμοποίηση μεταλλικών θερμοκηπίων που προτιμούνται περισσότερο, γιατί είναι μακροβιότερα και παρέχουν καλύτερες δυνατότητες σωστού εξαερισμού, ο οποίος μπορεί να λειτουργεί αυτόματα.

Σε ορισμένες βέβαια περιοχές, οι παραγωγοί για να αποφύγουν το υψηλό κόστος των προκατασκευασμένων θερμοκηπίων κατασκευάζουν οι ίδιοι θερμοκήπια μίας ενδιάμεσης κατηγορίας, μεταξύ χωρικών τύπων και προκατασκευασμένων, με υλικά που βρίσκουν στο εμπόριο σε ημικατασκευασμένη μορφή, όπως είναι τα υπερυψωμένα τοξωτά χωρικού τύπου θερμοκήπια που διαδόθηκαν στην Κεντρική Μακεδονία και στην Ήπειρο. Επίσης, σε άλλες περιοχές οι ίδιοι οι παραγωγοί κατασκευάζουν ξύλινα θερμοκήπια με εμποτισμένη ξυλεία. Τα θερμοκήπια αυτά, μεταλλικά και ξύλινα, έχουν μικρότερο κόστος από τα προκατασκευασμένα, πληρούν τις τεχνικές προδιαγραφές, είναι ευρύχωρα, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν μικρή αντοχή.

Όσον αφορά τα υλικά κάλυψης, το μέγιστο μέρος των θερμοκηπίων στην Ελλάδα καλύπτεται από πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου. Το 1982 τα υαλόφρακτα θερμοκήπια με κηπευτικά (θερμαινόμενα ή μη) ήταν 119στρ. και αποτελούσαν ποσοστό 0,4% του συνόλου. Το 1992 το αντίστοιχο ποσοστό έγινε 1%. Στο σύνολό τους τα υαλόφρακτα θερμοκήπια φθάνουν σήμερα στο 4% περίπου του συνόλου των θερμοκηπίων της χώρας.

Από τα τυποποιημένα θερμοκήπια που εγκαθίστανται στη χώρα μας, ένα μέρος εισάγεται από το εξωτερικό και το υπόλοιπο καλύπτεται από εγχώριες βιοτεχνίες κατασκευής μεταλλικών και ξύλινων θερμοκηπίων. Τα θερμοκήπια που έχουν εισαχθεί μέχρι τώρα είναι προέλευσης κυρίως Ολλανδίας, Ιταλίας, Γαλλίας και δευτερευόντως Μ. Βρετανία και Ισραήλ, δεν υπάρχουν όμως ακριβή στοιχεία για την έκτασή τους. Εκείνο που μπορεί να λεχθεί με ακριβή προσέγγιση, είναι ότι τα υαλόφρακτα θερμοκήπια είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου εισαγωγής, ενώ τα μεταλλικά με κάλυψη πλαστικού σ' ένα ποσοστό περίπου 10%.

Τα εισαγόμενα θερμοκήπια ποιοτικά παρουσιάζουν μεγάλο εύρος διακύμανσης, ιδιαίτερα σ' ότι αφορά την αντοχή των υλικών κατασκευής και τις προδιαγραφές που πληρούν για να ανταποκρίνονται στις κλιματικές συνθήκες της χώρας μας. Τα προβλήματα, που έχουν εμφανιστεί στις εκμεταλλεύσεις με θερμοκήπια προέλευσης εξωτερικού, εστιάζονται κυρίως στην αντοχή, στον άνεμο και στο χιόνι, καθώς και κυρίως στην έλλειψη επαρκούς εξαερισμού κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου. Αυτό συμβαίνει, γιατί όπως είναι φυσικό, πολλά από αυτά τα θερμοκήπια ήταν

κατασκευασμένα έτσι ώστε να κατασκευάζονται με ποιοτικές προδιαγραφές για τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα κατασκευής τους.

Για πολλούς λόγους λοιπόν, που αφορούν το σχεδιασμό, την κατασκευή και συχνά τη θεμελίωση, θερμοκήπια προέλευσης εξωτερικού έχουν παρουσιάσει κατά καιρούς ποιοτικά προβλήματα.

Σχετικά με τον εξοπλισμό των θερμοκηπίων στην Ελλάδα, σημειώνεται ότι το 1982 το 15% των θερμοκηπίων είχαν τη δυνατότητα έστω και υποτυπώδους, θέρμανσης. Το 1992, αντίστοιχα το ποσοστό ανήλθε σε 39%. Θα πρέπει να διευκρινιστεί, όμως, ότι μόνο στο 12% του συνόλου των θερμοκηπίων υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης του περιβάλλοντος στα επιθυμητά επίπεδα, ενώ στα υπόλοιπα η θέρμανση χρησιμοποιείται για αντιπαγετική προστασία ή για τη μείωση της σχετικής υγρασίας.

Τα τελευταία χρόνια βέβαια, οι παραγωγοί έχουν συνειδητοποιήσει την ευνοϊκή επίδραση που έχει στην αύξηση της παραγωγής τους το σωστό περιβάλλον στο χώρο του θερμοκηπίου. Γι' αυτό το λόγο όλο και περισσότερα θερμοκήπια εξασφαλίζονται με θέρμανση.

Υπολογίζεται ότι 15000 στρ. (το 90% του συνόλου των θερμαινόμενων θερμοκηπίων της χώρας) θερμαίνονται με μαζούτ ή πετρέλαιο, 1200 στρ. (το 70%) θερμαίνονται με βιομάζα (κυρίως με πύρινα ελιάς), 340 στρ. (το 20%) με ηλιακή ενέργεια, 170 στρ. (το 1%) με γεωθερμική ενέργεια και 10 στρ. αντλίας θερμότητας.

Στο 88% των θερμοκηπίων που θερμαίνονται με μαζούτ ή πετρέλαιο για την κατανομή της θέρμανσης μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου χρησιμοποιείται το αερόθερμο, στο 10% χρησιμοποιείται κεντρικό σύστημα θέρμανσης με νερό 85° C που κυκλοφορεί σε μεταλλικούς σωλήνες και στο 2% χρησιμοποιείται κεντρικό σύστημα θέρμανσης με ζεστό νερό 45° C που κυκλοφορεί σε πλαστικούς σωλήνες.

*Υδροπονία* : Η καλλιέργεια των κηπευτικών και των δρέπων ανθέων στην Ελλάδα σχεδόν στο σύνολο των θερμοκηπίων γίνεται στο φυσικό τους έδαφος ή σε έδαφος βελτιωμένο με προσθήκη οργανικής ουσίας. Οι υδροπονικές καλλιέργειες κατέχουν ακόμη πολύ μικρή έκταση (της τάξης των 400 στρ.) και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι του πετροβάμβακα, της μεμβράνης θρεπτικού διαλύματος ή των σάκων περλίτη. Η μικρή αυτή έκταση φαίνεται ότι οφείλεται κυρίως στην έλλειψη αξιόπιστων σταθμών υποστήριξης που είναι αναγκαίοι στις επιχειρήσεις αυτές, γιατί η παραγωγή χρησιμοποιεί αναπτυγμένες τεχνολογικά μεθόδους που απαιτούν κατάλληλα εξοπλισμένα εργαστήρια και άμεσες λύσεις.

Αντίθετα, σε άλλες χώρες οι υδροπονικές καλλιέργειες έχουν γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη. Στην Ολλανδία, για παράδειγμα, οι καλλιεργούμενες μ' αυτή τη μέθοδο εκτάσεις από περίπου 6000 στρ. κατά την περίοδο 1981-82, έφθασαν πάνω από 36000 στρ. το 1991-92.

Σήμερα, στο 97,4% των θερμοκηπίων με κηπευτικά της χώρας αυτής, εφαρμόζεται υδροπονική καλλιέργεια.



## **1.5 Η ΚΡΙΣΗ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΕΥΚΟΛΟ ΝΑ ΞΕΠΕΡΑΣΤΕΙ**

Η αύξηση του κόστους παραγωγής, το υψηλό κόστος δανειοδότησης για επενδύσεις και κεφάλαιο κίνησης, το μικρό μέγεθος των μονάδων, η ανεπαρκής του οργάνωση, οι ελλειπείς έως ακατάλληλες εγκαταστάσεις, αλλά και τα χρονίζοντα προβλήματα στις δομές της γεωργίας μας και στην εμπορία των αγροτικών προϊόντων, είναι μερικές μόνο από τις αιτίες που έχουν φέρει σε αδιέξοδο πολλές θερμοκηπιακές εκμεταλλεύσεις.

Η συσσώρευση αυτή των προβλημάτων, με αιχμή τα μεγάλα χρέη προς την Α.Τ.Ε., δυσχεραίνει κάθε προσπάθεια εκσυγχρονισμού και βελτίωσης θερμοκηπιακών επιχειρήσεων. Έτσι, σε μια περιοχή με ιδανικές κλιματολογικές συνθήκες για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, όπως η Ελλάδα, η ανταγωνιστικότητα είναι περιορισμένη η παραγωγή διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα, οι εξαγωγές είναι ουσιαστικά ανύπαρκτες και η ποιότητα σπάνια ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της σημερινής κατανάλωσης.

Κάτω από τις συνθήκες του έντονου πλέον διεθνούς ανταγωνισμού, πολλοί επισημαίνουν τον κίνδυνο επιβίωσης για πολλές από τις 10000 περίπου θερμοκηπιακές επιχειρήσεις και ζητούν την άμεση λήψη μέτρων από την πολιτεία.

Βέβαια, κατά το παρελθόν έχουν συσταθεί επιτροπές για να διερευνηθούν τα προβλήματα στις θερμοκηπιακές εκμεταλλεύσεις και να προτείνουν λύσεις οι αρμόδιοι όμως τότε δεν κατέληξαν σε αποτελεσματικές αποφάσεις.

Υπενθυμίζεται ένα τελευταίο πόρισμα Ομάδας Εργασίας, που συστάθηκε το 1994 με υπουργική απόφαση και στην οποία συμμετείχαν εκπρόσωποι του Υπουργείου Γεωργίας, της ΠΑΣΕΓΕΣ και της ΓΕΣΑΣΕ. Η Ομάδα πρότεινε τη λήψη ορισμένων μέτρων, αλλά μέχρι σήμερα καμία από τις προτάσεις δεν υλοποιήθηκε ουσιαστικά ενώ η κατάσταση έχει σαφώς χειροτερεύσει.

### **1.5.1 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ**

Η συγκεκριμένη Ομάδα Εργασίας κατέγραψε σειρά προβλημάτων του κλάδου των θερμοκηπίων και διατύπωσε προτάσεις για την αντιμετώπισή τους.

Τα προβλήματα που επισήμανε η Ομάδα Εργασίας ήταν τα εξής :

- Τα υψηλά επιτόκια δανεισμού για επενδύσεις στον κλάδο, που έχουν σαν αποτέλεσμα να καθυστερεί ο εκσυγχρονισμός των θερμοκηπίων και έτσι να μην μπορεί να διατηρηθεί σε ανταγωνιστικά επίπεδα το κόστος παραγωγής.
- Η ανεπαρκής ασφαλιστική κάλυψη των θερμοκηπιακών μονάδων, που έχει οδηγήσει πολλές επιχειρήσεις που υπέστησαν ζημιές σε υποχρεώσεις, λόγω του ότι είναι αναγκασμένες να καταβάλουν μεγάλα τοκοχρεολύσια, τη στιγμή που δεν έχουν έσοδα, ούτε καλύπτονται από πουθενά για τις ζημιές.
- Η χαμηλή ποιοτική κατάσταση των θερμοκηπίων, τα οποία στη μεγάλη τους έκταση είναι χωρικού τύπου και έτσι δεν προσφέρονται ούτε εφαρμογή συγχρόνων καλλιεργητικών τεχνικών, ούτε για εγκαταστάσεις συστημάτων θέρμανσης, ενώ παράλληλα δεν προσφέρουν την απαραίτητη ασφάλεια και αυξάνουν το κόστος φυτοπροστασίας.
- Η ελλιπής τεχνική υποστήριξη των καλλιεργητών, σε συνδυασμό με την περιορισμένη γεωργική έρευνα στον κλάδο και την έλλειψη εργαστηρίων εφαρμοσμένης έρευνας. Επισημαίνεται ότι πρόκειται για σοβαρό πρόβλημα, με

πολλαπλές επιπτώσεις στο ύψος και στην ποιότητα της παραγωγής, καθώς και στο κόστος της καλλιέργειας αφού δεν υπάρχουν πλήρη επιστημονικά δεδομένα για ορθή καλλιεργητική τεχνική κατά περιοχή και δεν καλύπτονται ορθά και άμεσα οι ανάγκες των παραγωγών σε αναλύσεις εδάφους, νερού κ.α. Το όλο πρόβλημα μάλιστα γίνεται οξύτερο λόγω και του χαμηλού βαθμού κατάρτισης των αγροτών, αλλά και της ανεπαρκούς εκπαίδευσης των αρμοδίων γεωπόνων.

- Η έλλειψη πλήρους και σωστής θέρμανσης σ' ένα μεγάλο ποσοστό θερμοκηπίων, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η χρονική διάρκεια αξιοποίησης του θερμοκηπίου να είναι μειωμένη και ποιοτικά υποβαθμισμένη η παραγωγή και να υπάρχουν κίνδυνοι ολοκληρωτικής καταστροφής της καλλιέργειας.
- Η υπερβολική αύξηση των τιμών στις εισροές του κλάδου τα τελευταία χρόνια.
- Η ελλιπής πληροφόρηση των παραγωγών για την εσωτερική και εξωτερική αγορά και τον ανταγωνισμό σε άλλες χώρες.
- Η έλλειψη οργάνωσης στη διακίνηση και διάθεσης της παραγωγής και την έλλειψη μονάδων συσκευασίας και τυποποίησης των προϊόντων με αποτέλεσμα να υπάρχει αδιαφάνεια στις εμπορικές δραστηριότητες, οι τιμές διάθεσης να διαμορφώνονται χωρίς την ουσιαστική παρέμβαση των παραγωγών και η συσκευασία να εξακολουθεί να γίνεται από τους ίδιους τους παραγωγούς με το σύστημα της «μόστρας», που τελικά λειτουργεί σαν μπούμερανκ για τους ίδιους. Στις ίδιες αιτίες εξάλλου αποδίδεται και τα ότι τα προϊόντα, σε ένα μεγάλο ποσοστό, συνεχίζουν να διατίθενται χωρίς τυποποίηση και ταυτότητα.
- Η χωρίς σχεδιασμό και χωρίς ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα γεωργικής ανάπτυξης ίδρυσης θερμοκηπιακών μονάδων. Με αυτόν τον τρόπο όμως, εκτός του ότι δημιουργούνται μονάδες σε χώρους που δεν προσφέρονται για θερμοκηπιακές καλλιέργειες, λόγω εδαφοκλιματικών συνθηκών, δεν μπορούν να δημιουργηθούν στη χώρα μας μεγάλα και οργανωμένα κέντρα παραγωγής, διακίνησης και εξαγωγών, ούτε δίνεται η δυνατότητα να γίνει ορθή διαχρονική κατανομή της παραγωγής.

Οι προτάσεις της Ομάδας Εργασίας, για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών, αφορούν κυρίως :

- Τη χορήγηση δανείων με επιτόκια που θα διαμορφώνονται στο εκάστοτε ύψος του πληθωρισμού και την ένταξη των επενδύσεων του κλάδου σε εθνικά και κοινοτικά προγράμματα, με οικονομική ενίσχυση που μην υπολείπεται του 50% της συνολικής επένδυσης.
- Την κάλυψη από τον ΕΛΓΑ, πέραν της παραγωγής και των τυχόν ζημιών που προκαλούνται στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις, εφόσον αυτές είναι σύμφωνες με τις εκάστοτε υφιστάμενες τεχνικές προδιαγραφές, χωρίς όμως παραπέρα αύξηση του 2% που καταβάλλουν σήμερα οι παραγωγοί.
- Την αντιμετώπιση του προβλήματος των υπερχρεωμένων επιχειρήσεων.
- Την αύξηση των προβλεπόμενων πιστώσεων στα διάφορα κοινοτικά και εθνικά προγράμματα, με σκοπό τη δημιουργία σύγχρονων θερμοκηπίων.
- Τη σύσταση στις Διευθύνσεις Γεωργίας των νομών που υπάρχει μεγάλη έκταση θερμοκηπιακών καλλιεργειών, αντίστοιχου τμήματος το οποίο να στελεχωθεί με ειδικούς θερμοκηπιακές κατασκευές, στις καλλιέργειες θερμοκηπίων και σε θέματα φυτοπροστασίας, ενώ σε επίπεδο Γραφείου Γεωργικής Ανάπτυξης να τοποθετηθεί τουλάχιστον ένας γεωπόνος, αποκλειστικής απασχόλησης σε θέματα θερμοκηπιακών καλλιεργειών.
- Τη χορήγηση των καυσίμων σε τιμές transit και την προώθηση προγραμμάτων που θα δίνουν τη δυνατότητα μείωσης του κόστους παραγωγής όπου για παράδειγμα η εφαρμογή ενεργειών φιλικών προς το περιβάλλον

Ακόμη η Ομάδα Εργασίας προτείνει :

- Την ίδρυση Κέντρου Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών, στο οποίο να υπαχθούν τα υπάρχοντα, αλλά και νέα ιδρύματα και σταθμοί κηπευτικών και ανθοκομίας.
- Τη δημιουργία κεντρικού οργάνου για την επεξεργασία στοιχείων της εσωτερικής και εξωτερικής αγοράς και της παραγωγής .
- Την οργάνωση γραφείων στις κυριότερες αγορές του εξωτερικού από έμπειρους και ειδικούς επιστήμονες και
- Την επαναφορά του θεσμού των γεωργικών συμβούλων και ακολούθων στις ελληνικές πρεσβείες.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ**

### **ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ**

#### **2.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ**

Κατά την επιλογή της θέσης του θερμοκηπίου και του είδους της κατασκευής, θα πρέπει να δίνεται προτεραιότητα στις κατασκευές και θέσεις που επιτρέπουν να αποκτάται η μέγιστη φωτεινότητα μέσα στο θερμοκήπιο, κατά τις μικρές ημέρες 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 τα νότια για να δέχονται το μεγαλύτερο ποσοστό ακτινοβολίας στο εσωτερικό τους. Αν το έδαφος έχει κλίση, το ιδανικό είναι η κλίση αυτή να είναι προς το νοτιά.

Γενικά, 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 ή θέσεις συσσώρευσης χιονιού θα πρέπει να αποφεύγονται, γιατί οι απώλειες θερμότητας θα είναι πολύ μεγάλες. Επίσης, να αποφεύγονται περιοχές με συχνές ομίχλες, που διαρκούν. Η τοποθέτηση του θερμοκηπίου σε μια υπήνεμη περιοχή, περιορίζει σημαντικά τις απώλειες θερμότητας. Προτιμούνται περιοχές που προστατεύονται από τους βόρειους ανέμους με λόφους ή φυσικούς ανεμοθραύστες. Σε περιοχές με χιονοπτώσεις, ο ανεμοθραύστης θα πρέπει να βρίσκεται σε απόσταση 30m από το θερμοκήπιο, για να μην τινάζεται και συσσωρεύει το χιόνι στην οροφή. Πάντως, περιοχές με συχνούς ανέμους κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ευνοούν τον αποτελεσματικό εξαερισμό του θερμοκηπίου και την συγκράτηση της θερμοκρασίας του χώρου, ώστε να μην φθάσει σε υψηλά επίπεδα.

Υψηλά κτίρια, δέντρα ή άλλα εμπόδια κοντά στο θερμοκήπιο μπορεί να σκιάζουν το θερμοκήπιο και δημιουργούν σοβαρά προβλήματα φωτισμού. Ως γενικό κανόνα μπορούμε να πούμε ότι το θερμοκήπιο θα πρέπει να τοποθετείται σε απόσταση τουλάχιστον 2,5 φορές το ύψος του εμποδίου, ανεξάρτητα αν το εμπόδιο βρίσκεται ανατολικά, δυτικά ή νότια.

Σ' ότι αφορά τον προσανατολισμό του θερμοκηπίου, επισημαίνεται ότι αυτός επιδρά στο εσωτερικό περιβάλλον, με την ποσότητα και κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας που επιτρέπει να φτάσει μέχρι την καλλιέργεια, αλλά και με το μέγεθος των επιφανειών που είναι εκτεθειμένες στον κυριότερο άνεμο της περιοχής., γιατί αλλάζουν οι θερμικές ισορροπίες.

Γενικά, στις περιπτώσεις περιοχών που επικρατούν ισχυροί άνεμοι, το θερμοκήπιο τοποθετείται με τη μεγάλη του πλευρά παράλληλη προς την κατεύθυνση του επικρατούντος ανέμου. Στις άλλες περιπτώσεις όμως η εκλογή γίνεται από την εξέταση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων διαφορετικών λύσεων.

Θερμοκήπια με προσανατολισμό Α-Δ δέχονται στο εσωτερικό τους μικρότερη ενέργεια νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα, αλλά δέχονται σημαντικά παραπάνω ενέργεια το μεσημέρι. Επίσης ευνοούν του ετερογένεια του περιβάλλοντος (η ετερογένεια μπορεί να βελτιωθεί με τον αερισμό και την θέρμανση). Ο προσανατολισμός Β-Ν επιτρέπει μικρότερη ετερογένεια και βελτιώνει την αντοχή του θερμοκηπίου στους βόρειους ή νότιους ανέμους.

Γενικά, στην πράξη για τα απλά θερμοκήπια, σε γεωγραφικά πλάτη πάνω από 40° , για χειμωνιάτικες καλλιέργειες προτιμάται ο προσανατολισμός Α-Δ. Στις άλλες περιπτώσεις προτιμάται ο προσανατολισμός Β-Ν. Τα πολλαπλά θερμοκήπια

τοποθετούνται με προσανατολισμό υδρορροής Α-Δ. Οι γραμμές φύτευσης συνήθως, σε όλες τις περιπτώσεις, τοποθετούνται με προσανατολισμό Β-Ν.

Άλλοι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή της θέσης του θερμοκηπίου είναι το έδαφος, η ποσότητα και η ποιότητα του διαθέσιμου νερού, η ύπαρξη εργατικού δυναμικού, η υποδομή της περιοχής κ.α. Η επιφάνεια του εδάφους θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο επίπεδη, για να αποφευχθούν δαπάνες ισοπέδωσης, ιδιαίτερα όπου επιδιώκεται πλήρης εκμηχάνιση των εργασιών. Επίσης θα πρέπει να προβλεφτεί η κατασκευή ενός σωστού δικτύου στράγγισης, ώστε να μπορεί να απομακρύνεται το πλεονάζον νερό ή γίνονται εκκλύσεις του εδάφους αν χρειαστεί. Καλύτερο έδαφος θεωρείται το βαθύ, στραγγιστό το πηλοαμμώδες ή το αμμοπηλώδες.

Πρωταρχική σημασία παράγοντας είναι η ποιότητα και η ποσότητα του διαθέσιμου νερού στην περιοχή, γιατί χωρίς την απαιτούμενη ποσότητα καλής ποιότητας νερού δεν είναι δυνατόν λειτουργήσει αποδοτικά το θερμοκήπιο (το κόστος απομάκρυνσης ιόντων Na κ' Cl είναι απαγορευτικά υψηλό). Υπολογίζεται ότι γενικά χρειάζονται 15-40m<sup>3</sup> νερό /στρ για κάθε πότισμα.

Κατά την εγκατάσταση της μονάδας θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι παρούσες και οι μελλοντικές ανάγκες της σε εργατικό δυναμικό, καθώς και η δυνατότητα των γειτονικών περιοχών να το προμηθεύουν. Καλό είναι επίσης να ρυθμίζονται οι περίοδοι αιχμής εργασίας στο θερμοκήπιο, έτσι ώστε να μη συμπίπτουν με περιόδους αιχμής άλλων δραστηριοτήτων στις γύρω περιοχές.

Η περιοχή θα πρέπει να έχει και την απαραίτητη υποδομή: Καλό οδικό δίκτυο, μικρή απόσταση από τους κεντρικούς αυτοκινητόδρομους, αεροδρόμιο ή λιμάνια και κεντρικές αγορές του προϊόντος, καθώς και παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.

Τέλος, η έκταση του αγροτεμαχίου, όπως θα στηθεί το θερμοκήπιο, θα πρέπει να είναι τόση, ώστε εκτός από το θερμοκήπιο να μπορεί να φιλοξενεί υπόστεγα εργασίας, αποθήκευσης και να περιλαμβάνει άνετους δρόμους μεταφορών. Δεν θα πρέπει λοιπόν να θεωρείται υπερβολική η διπλάσια έκταση από αυτήν που καλύπτει το θερμοκήπιο.

## 2.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

### 2.2.1 Γενικά

Τα θερμοκήπια διαφέρουν μεταξύ τους από κατασκευαστική και λειτουργική πλευρά, στο σχήμα και στις διαστάσεις της βασικής του μονάδας, στα χρησιμοποιημένα υλικά σκελετού και κάλυψης, καθώς και στον εξοπλισμό θέρμανσης, εξαερισμού, δροσισμού κτλ.

### 2.2.2 ΣΧΗΜΑ

Τα θερμοκήπια κατασκευάζονται σε διάφορα σχήματα. Δυο όμως βασικά σχήματα επικράτησαν, το τοξωτό και το αμφικλινές.

- Θερμοκήπια τοξωτά : Τα συνηθισμένα θερμοκήπια αυτού του σχήματος έχουν τα εξής πλεονεκτήματα :

α. Για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται επαναλαμβανόμενα ομοιόμορφα τόξα και γι' αυτό είναι εύκολα στην κατασκευή.

β. Έχουν ελαφρότερο σκελετό και επομένως είναι φθηνότερα. Μειονεκτούν

όμως στο ότι στις δύο άκρες του τόξου δημιουργούνται δυσκολίες στην εργασία του ανθρώπου, λόγω χαμηλού ύψους, ενώ παράλληλα, δεν προσφέρουν ευκολίες στην κατασκευή και στους αυτοματισμούς του παθητικού εξαερισμού οροφής. Επίσης, δεν είναι εύκολη η κατασκευή υαλόφρακτων θερμοκηπίων αυτού του σχήματος.

- Θερμοκήπια αμφικλινής (αμφίρρικτα) : Τα θερμοκήπια αυτά έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα :

α. Τα διάφορα στοιχεία του σκελετού τους είναι σχετικά ομοιόμορφα και γι' αυτό τυποποιούνται εύκολα.

β. Είναι ευρύχωρα.

γ. Προσφέρουν δυνατότητες για καλό παθητικό εξαερισμό οροφής και πλευρικό.

δ. Διευκολύνεται περισσότερο ο αυτοματισμός στα συστήματα παθητικού εξαερισμού, γιατί αποτελούνται από ευθύγραμμα τμήματα και επίπεδες επιφάνειες.

ε. Η επιφάνεια τους αποτελείται από επίπεδες επιφάνειες και γι' αυτό προσφέρουν τη δυνατότητα χρησιμοποίησης υαλοπινάκων στην κάλυψη του θερμοκηπίου.

## 2.3 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

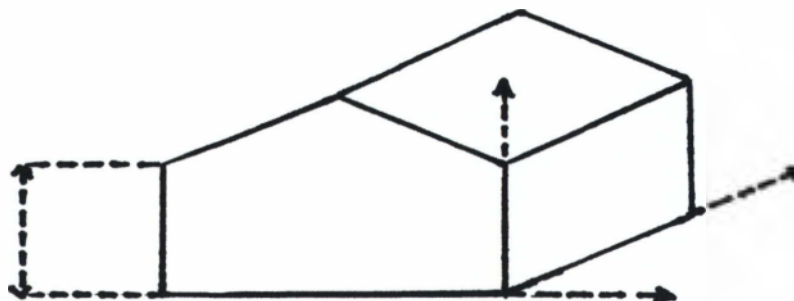
### Α. ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Βασική κατασκευαστική μονάδα ενός θερμοκηπίου είναι το μικρότερο πλήρες τμήμα του, το οποίο επαναλαμβανόμενο κατά μήκος και κατά πλάτος σχηματίζει το σύνολο.

Ανάλογα με το σχήμα των θερμοκηπίων διακρίνονται οι ακόλουθοι τύποι :

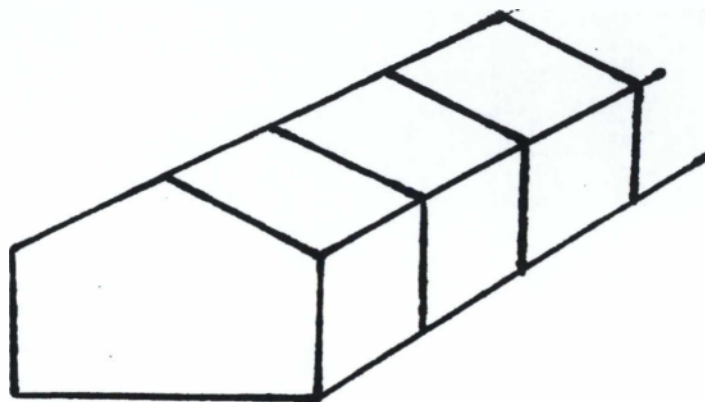
#### 1. Αμφίρρικτο

Ο τύπος αυτός βασικά έχει το πιο κάτω σχήμα (σχ. 1).



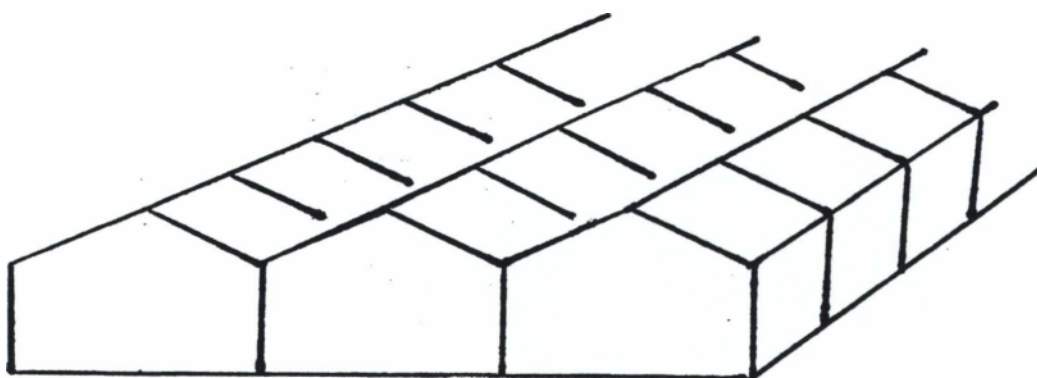
Σχήμα 1

**1α. Αμφίρρικτο απλό :** Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την κατά μήκος επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας (σχ.1α).



Σχήμα 1α

**1β. Αμφίρρικτο πολλαπλό :** Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την κατά μήκος και πλάτος, επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας (σχ.1β).



Σχήμα 1β

## 2. Τοξωτό

Το θερμοκήπιο που η απλή κατασκευαστική του μονάδα καθορίζεται από δυο συνεχόμενα τόξα και έχει το παρακάτω σχήμα (σχ. 2).



Σχήμα 2

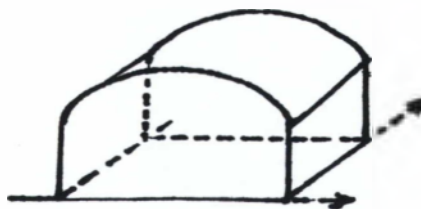
**2α. Τοξωτό απλό :** Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την κατά μήκος επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας (σχ. 2α).



Σχήμα 2α

## 3. Τροποποιημένο τοξωτό

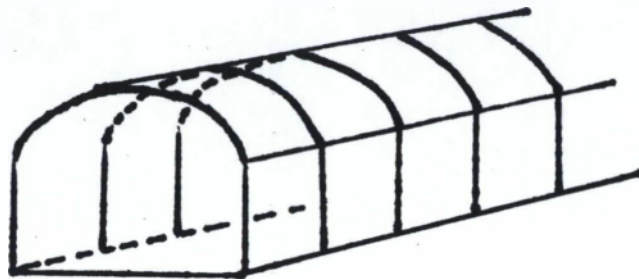
Το θερμοκήπιο που η απλή κατασκευαστική του μονάδα έχει το παρακάτω σχήμα (ορθοστάτες και τοξωτή στέγη).



Σχήμα 3

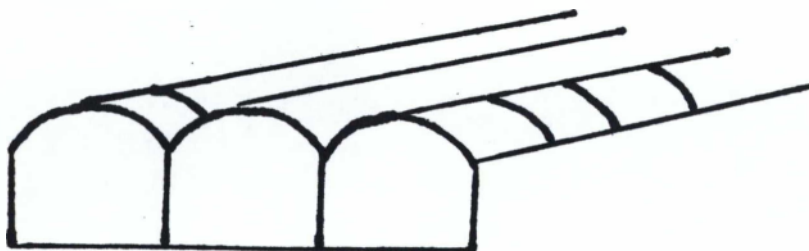


**3α. Τροποποιημένο τοξωτό απλό :** Το θερμοκήπιο που σχηματίζεται από την κατά μήκος επανάληψη της κατασκευαστικής του μονάδας (σχ. 3α).



Σχήμα 3α

**3β. Τροποποιημένο τοξωτό πολλαπλό :** Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται από κατά μήκος και πλάτος, επανάληψη της κατασκευαστικής του μονάδας (σχ. 3β).



Σχήμα 3β

## **Β. ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ**

Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής των θερμοκηπίων, καθορίζονται οι ακόλουθοι τύποι :

1. **Χωρικού Τύπου :** Θερμοκήπια που κατασκευάζονται από τους ίδιους τους παραγωγούς.
2. **Τυποποιημένα :** θερμοκήπια που κατασκευάζονται από βιοτεχνίες και βιομηχανίες σε μαζική παραγωγή.

## **Γ. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ**

### **1. Αμφίροικτα απλά ή πολλαπλά**

**Υψος:** Ελάχιστο ύψος χαμηλής πλευράς (ορθοστατών) στα απλά και της υδρορροής στα πολλαπλά.

- χωρικού τύπου 2,20m
- τυποποιημένα 2,60m

**Πλάτος :** Ελάχιστο πλάτος κατασκευαστικής μονάδας

- χωρικού τύπου 5m
- τυποποιημένο 5m

(είναι δυνατή και στους δυο τύπους η τοποθέτηση ενδιάμεσων στύλων για στήριξη της οροφής, με ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους 2,5m)

**Απόσταση στύλων (ορθοστατών) :** Ελάχιστο μήκος κατασκευαστικής μονάδας (απόσταση στύλων επί της γραμμής)

- χωρικού τύπου 2,00m
- τυποποιημένο 2,50m

**Κλίση οροφής :** Η κλίση οροφής θα κυμαίνεται στα :

- χωρικού τύπου  $20^{\circ} - 30^{\circ}$
- τυποποιημένα  $20^{\circ} - 30^{\circ}$

### **2. Τοξωτά**

**Υψος :** Ελάχιστο ύψος στην κορυφή 3m και ελάχιστο ύψος σε απόσταση μισό μέτρο από το σημείο στήριξης στο έδαφος 1,50m.

**Πλάτος :** Ελάχιστο ελεύθερο πλάτος 7m.

### **3. Τροποποιημένα τοξωτά απλά ή πολλαπλά**

**Υψος :** Ελάχιστο υδρορροής:

- χωρικού τύπου 2,20m
- τυποποιημένα 2,60m

Ελάχιστο ύψος στην κορυφή:

- χωρικού τύπου 3,10m
- τυποποιημένα 3,50m

**Πλάτος :** Ελάχιστο ελεύθερο πλάτος στο έδαφος 5m.

**Απόσταση στύλων (ορθοστατών):** Ελάχιστο μήκος κατασκευαστικής μονάδας (απόσταση στύλων ή τόξων) επί της γραμμής :

- χωρικού τύπου 2m
- τυποποιημένα 2 m

## 2.4 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

### • Ύψος

Τα χαμηλά θερμοκήπια (η χαμηλή πλευρά έχει ύψος 1,8-2,60m), λόγω του μικρού τους όγκου έχουν σχετικά μικρότερες απώλειες ενέργειας. Μειονεκτήματα όμως στα ακόλουθα σημεία :

α. Οι θερμοκρασίες στο εσωτερικό τους μεταβάλλονται απότομα μεταξύ ημέρας – νύχτας, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται δυσμενείς συνθήκες σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας.

β. Δυσκολεύονται μερικές καλλιεργητικές εργασίες λόγω του χαμηλού ύψους.

Αντίθετα, τα υψηλά θερμοκήπια (η χαμηλή πλευρά τους έχει ύψος 2,60m και άνω) έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα :

α. Παρέχουν καλό παθητικό εξαερισμό

β. Ικανοποιούν τις ανάγκες των περισσότερων καλλιεργειών από πλευρά χώρου.

γ. Είναι φωτεινότερα.

### • Ύψος οροφής

Τα αμφικλινή υψηλά θερμοκήπια μπορούν επίσης να διακριθούν σε θερμοκήπια υψηλής και χαμηλής οροφής. Τα θερμοκήπια υψηλής οροφής έχουν δυο κεκλιμένες επιφάνειες στην οροφή τους, οι οποίες δημιουργούν χώρο μεγάλο όγκου. Στα χαμηλής οροφής, η οροφή τους σχηματίζεται από δυο ζεύγη κεκλιμένων επιφανειών που δημιουργούν μικρότερο χώρο. Στην Βόρεια Ευρώπη, τα χαμηλής οροφής θερμοκήπια είναι πιο διαδεδομένα για την καλλιέργεια λαχανικών, ενώ τα υψηλής οροφής για την καλλιέργεια καλλωπιστικών φυτών.

Τα χαμηλής οροφής, συγκριτικά με τα υψηλής οροφής θερμοκήπια, έχουν μειωμένες απώλειες θερμότητας λόγω μικρότερου όγκου, είναι φθηνότερα, η κίνηση 'όμως του αέρα μέσα σ' αυτά δυσχεραίνεται περισσότερο, ιδιαίτερα σαν πρόκειται για μεγάλη έκτασης θερμοκήπια, με καλλιέργεια υψηλών φυτών. Γι' αυτό το λόγο, στα θερμά κλίματα (τη θερμή περίοδο κατά τη διάρκεια της ημέρας) στα μεγάλης έκτασης θερμοκήπια αυτού του τύπου είναι δυσκολότερο να κρατηθεί η θερμοκρασία χαμηλά.

### • Πλάτος

Τα θερμοκήπια με κατασκευαστική μονάδα μεγάλου πλάτους (πάνω από 5m) είναι φωτεινά και διευκολύνουν την κίνηση μέσα στο θερμοκήπιο, καθώς και την εκμηχάνιση των καλλιεργειών. Το αντίθετο ισχύει για τα θερμοκήπια μικρού πλάτους (κατασκευαστική μονάδα κάτω από 5m), τα οποία όμως είναι σημαντικά φθηνότερα.

Σ' ότι αφορά το συνολικό πλάτος του θερμοκηπίου εξαρτάται από τον τύπο του , δηλαδή αν είναι απλό, διπλό ή πολλαπλό.

1. Τα απλά θερμοκήπια, τα οποία γίνονται από μια σειρά βασικών κατασκευαστικών μονάδων τοποθετημένα κατά μήκος :

- επιτρέπουν μεγαλύτερη διείσδυση του φωτός στο εσωτερικό τους, γιατί δέχονται περισσότερο διάχυτο φωτισμό από τις πλευρές τους (θα πρέπει όμως, όταν τοποθετούνται πολλά θερμοκήπια μαζί, η μεταξύ τους απόσταση να είναι μεγαλύτερη από 2/3 του ύψους τους),
- έχουν αποτελεσματικό φυσικό εξαερισμό, επειδή το πλάτος τους είναι περιορισμένο και
- είναι ασφαλή για τις χιονόπληκτες περιοχές, επειδή το χιόνι απομακρύνεται γρήγορα από την οροφή τους.

Σημαντικά μειονεκτήματα τους είναι οι μεγαλύτερες απώλειες σε ενέργεια για θέρμανση και η μικρότερη αξιοποίηση της έκτασης του αγρού.

2. Τα πολλαπλά θερμοκήπια προέρχονται από απλά, που έχουν συνδεθεί το ένα δίπλα στο άλλο. Στην ένωση των πλευρών της οροφής των θερμοκηπίων κατασκευάζεται υδρορροή, απ' όπου απομακρύνεται το νερό της βροχής ή του λωμένου χιονιού. Το κατασκευαστικό στοιχείο σ' αυτά επαναλαμβάνεται κατά μήκος και κατά πλάτος.

Τα πολλαπλά θερμοκήπια έχουν μεγάλο συνεχόμενο εσωτερικό χώρο, χρήσιμο στην εκμηχάνιση και παρουσιάζουν οικονομία στη θέρμανση, γιατί έχουν μικρότερη επιφάνεια καλύμματος ανά μονάδα επιφάνειας του εδάφους. Ωστόσο, όταν καλύπτουν μεγάλη συνεχόμενη έκταση δεν έχουν καλό παθητικό εξαερισμό, γι' αυτό σε θερμές περιοχές θα πρέπει να αποφεύγονται πολλαπλά θερμοκήπια πολύ μεγάλης έκτασης. Επίσης, στην οροφή τους συγκρατείται μεγάλη ποσότητα χιονιού, γι' αυτό σε περιοχές με πρόβλημα χιονοπτώσεων θα πρέπει να προβλεφθεί ασφαλές συστήματα θέρμανσης, ώστε να βοηθά στο λιώσιμο του χιονιού.

## 2.5 ΣΚΕΛΕΤΟΣ – ΥΛΙΚΑ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

Ο σκελετός του θερμοκηπίου κατασκευάζεται από διάφορα υλικά, ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης και το κόστος του υλικού σε κάθε περιοχή. Για την κατασκευή του σκελετού του θερμοκηπίου χρησιμοποιείται ξύλο, γαλβανισμένος χάλυβας ή αλουμίνιο και σπανιότερα σίδηρο.

Η επιλογή πρέπει να γίνεται με την βοήθεια ειδικών, λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες της περιοχής και πολλούς άλλους παράγοντες. Ο σκελετός βέβαια θα πρέπει να έχει την απαραίτητη αντοχή και διάρκεια για να φέρει με ασφάλεια όλα τα φορτία, από το ίδιο το βάρος του και των υλικών κάλυψης μέχρι το βάρος του εξοπλισμού που θα στηριχθεί σ' αυτών των φυτών που πιθανόν θα κρέμονται απ' αυτόν αλλά και τα πιθανά φορτία από τον άνεμο και το χιόνι.

•Το Ξύλο ως υλικό σκελετού θερμοκηπίου χρησιμοποιείται για κατασκευές με πλάτος κατασκευαστικής μονάδας μέχρι 6m. Τα θερμοκήπια αυτά έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι εύκολα στην κατασκευή και συγκριτικά φθηνότερα.

Μειονεκτούν όμως από τα μεταλλικά θερμοκήπια στα εξής σημεία :

- Η διάρκεια ζωής τους είναι σημαντικά περιορισμένη,
- δεν είναι εύκολη η κατασκευή παραθύρων οροφής και η αυτοματοποίηση γενικά στους παθητικούς εξαερισμούς,

- συχνά τα ξύλα στρεβλώνουν, με αποτέλεσμα κακή στεγανότητα του θερμοκηπίου και τέλος,
- είναι λιγότερα φωτεινά.

Το ξύλο κυπαρισσιού χρησιμοποιείται περισσότερο, απ' όσους κάνουν την κατασκευή μόνοι τους. Για να μην σαπίζει το ξύλο θα πρέπει να είναι εμποτισμένο με συντηρητικές ουσίες ή να βάφεται λευκό. Χρώματα με υδράργυρο πρέπει να αποφεύγονται λόγω τοξικότητας πάνω στα φυτά, όπως οι συντηρητικές ουσίες pentachlorophenal και oreosote, γιατί οι ατμοί που παράγονται από αυτές στο θερμοκήπιο είναι για ένα χρόνο τοξικοί για τα φυτά.

Το υψηλό κόστος του ξύλου καλής ποιότητας, καθώς και η ανάγκη συντήρησης του, έχουν στρέψει σήμερα την προσοχή των κατασκευαστών στη μεταλλική προκατασκευή.

Θερμοκήπια από αλουμίνιο :

- Έχουν πολύ ελαφρότερα στοιχεία σκελετού
- Δε διαβρώνονται στο περιβάλλον του θερμοκηπίου,
- οι διατομές των στοιχείων τους είναι μικρές, με ανακλαστική επιφάνεια, γεγονός που ευνοεί τη φωτεινότητα του χώρου,
- κατασκευάζεται και αυτοματοποιείται πολύ εύκολα ο παθητικός εξαερισμός και τέλος,
- έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής.

Θερμοκήπια από γαλβανισμένο χάλυβα προτιμούνται περισσότερο σήμερα, γιατί :

- Τα στοιχεία του σκελετού έχουν μικρές διατομές με ανακλαστική επιφάνεια και γι' αυτό ο χώρος μέσα στο θερμοκήπιο είναι φωτεινός,
- διαρκούν περισσότερο σε σχέση με τα άλλα (15 χρόνια και άνω),
- οι μηχανισμοί του παθητικού εξαερισμού κατασκευάζονται και αυτοματοποιούνται ευκολότερα και τέλος,
- μεταφέρονται ευκολότερα σε περιπτώσεις μετεγκατάστασης της επιχείρησης.

## 2.6 ΥΛΙΚΑ ΚΑΛΥΨΗΣ

Σαν υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων χρησιμοποιούνται σκληρά και μαλακά πλαστικά καθώς και γυαλί. Σημαντικά στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψιν για την επιλογή είναι το κόστος, η αντοχή τους και η περατότητα στο ηλιακό φως (ιδιαίτερα στην ακτινοβολία που χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση των φυτών), για τα οποία ο ενδιαφερόμενος θα πρέπει να ζητάει ακριβείς πληροφορίες από τους κατασκευαστές, πριν αποφασίσει. Πολύ συχνά, τα τελευταία χρόνια, τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνταν σε συνδυασμό.

Τα πλαστικά υλικά αντικατέστησαν πολύ γρήγορα το γυαλί στην κάλυψη των θερμοκηπίων, εξαιτίας των πολλαπλών πλεονεκτημάτων τους, που εξασφαλίζουν, μεταξύ άλλων, ικανοποιητική διάρκεια ζωής, καλή διαφάνεια, υψηλή θερμομόνωση και προσιτή τιμή.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα των πλαστικών προσφέρει σήμερα στον παραγωγό πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων με βελτιωμένες ιδιότητες που κατά κανόνα ανταποκρίνονται με επιτυχία στις ανάγκες των καλλιεργειών.

Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν στην αγορά υλικά που συνδυάζουν :

- Μεγάλη διάρκεια ζωής, ώστε να είναι οικονομικά στην χρήση τους. Η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των πλαστικών φύλλων επιτυγχάνεται με τους σταθεροποιητές, δηλαδή με ειδικές χημικές ουσίες που προστίθενται στο φύλλο (π.χ. σύστημα σταθεροποιητή νικελίου/απορροφητή υπεριωδών που προσδίδει πρασινοκίτρινη χροιά στο πλαστικό φύλλο, σύστημα σταθεροποιητή αμυνών (HALS)/απορροφητή υπεριωδών).
- Υψηλές αντοχές στους ανέμους, στο χαλάζι και στις μηχανικές τάσεις.
- Διαπερατότητα στη μακρά υπέρυθη (θερμική) ακτινοβολία, ώστε να εξασφαλίζεται θερμομόνωση την νύχτα. Τα φύλλα αυτά (λέγονται θερμικά) περιέχουν ειδικά υλικά και ουσίες που απορροφούν την υπέρυθη ακτινοβολία (δηλαδή τη νυχτερινή θερμική ακτινοβολία) και επιτρέπουν τη διατήρηση υψηλότερων θερμοκρασιών τη νύχτα μέσα στο θερμοκήπιο, καθώς και τη εξομάλυνση της πτώσης της θερμοκρασίας.
- Υψηλή διαφάνεια, που παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση των καλλιεργειών. Η διαφάνεια των πλαστικών φύλλων μειώνεται κατά τη διάρκεια της χρήσης τους, εξαιτίας της γήρανσης του πλαστικού, των μηχανικών τάσεων, των τριβών στο σκελετό, της επικάλυψης σκόνης στην επιφάνεια του, της παρουσίας σταγόνων στην εσωτερική επιφάνεια των φύλλων (μείωση της διαφάνειας μέχρι και 15%).
- Εκτέλεση διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία, ώστε να ενισχύονται τα ωφέλιμα μήκη κύματος στα φυτά και να απομονώνονται τα επιβλαβή.

Τα τελευταία χρόνια η βιομηχανία πλαστικών προσφέρει προϊόντα που συνδυάζουν διαφορετικές πρώτες ύλες και πρόσθετα, σε περίπλοκες δομές, με τρόπο που το καθένα υλικό συνεισφέρει τα πλεονεκτήματα και τις ωφέλιμες ιδιότητες του, ενώ ταυτόχρονα εξουδετερώνονται τα μειονεκτήματά του (τεχνολογία co-extrusion 3 στρώσεων). Υπάρχουν επίσης πλαστικά που έχουν υποστεί ειδική κατεργασία, ώστε η επιφάνεια τους να επιτρέπει τη συμπίκνωση της υγρασίας σε επίπεδες σταγόνες, οι οποίες γλιστρούν κατά μήκος των πλευρικών τοιχωμάτων του θερμοκηπίου. Έτσι, η συμπίκνωση της υγρασίας δε μειώνει τη δυνατότητα του υλικού στη φωτεινή ακτινοβολία και δε δημιουργούνται προβλήματα πάνω στα φυτά.

Επίσης, σε ορισμένα υλικά με ειδική κατεργασία, επιτυγχάνεται κατά τη συμπίκνωση της υγρασίας ο σχηματισμός ενός λεπτού στρώματος νερού, που αυξάνει το θερμικό αποτέλεσμα, χωρίς να μειώνεται η διαπερατότητα του υλικού στη φωτεινή ακτινοβολία. Τα πλαστικά αυτά χρησιμοποιούνται σαν εσωτερικό κάλυμμα στην περίπτωση διπλής κάλυψης γυάλινων ή πλαστικών θερμοκηπίων (π.χ. θερμοκουρτίνες).

Η διπλή κάλυψη γίνεται με φύλλα πολύ μικρού πάχους (30-40μ), με διαπερατότητα στο ορατό φάσμα μεγαλύτερη από 90%. Τα φύλλα αυτά έχουν τη μέγιστη θερμοχωρητικότητα, έτσι ώστε να ισοσταθμίζει το μικρό πάχος τους και η διαπερατότητα στο υπέρυθρο να διατηρείται κάτω από 50-55%. Σημειώνεται χαρακτηριστικά, ότι αν χρησιμοποιηθούν δυο υλικά με 80% διαπερατότητα στο φως, τότε από το δεύτερο θα διέρχεται μόλις το 64% (80X80/100) της φωτεινής ακτινοβολίας, ενώ έχουν διαπερατότητα 90% θα διέρχεται το 81% (90X90/100).

Τα διπλά καλύμματα κατασκευάζονται συνήθως από σκληρά πλαστικά κυψελωτής δομής και διπλών ή τριπλών τοιχωμάτων ή από ευλύγιστα πλαστικά τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο και με κατάλληλα διαστήματα ανάμεσα τους. Επίσης, με συνδυασμό σκληρών υλικών (πλαστικών ή γυάλινων) και διάφανων πλαστικών φύλλων. Με τη χρησιμοποίηση των κατάλληλων υλικών εξασφαλίζεται σημαντική εξοικονόμηση καυσίμων, λόγω μικρής διαπερατότητας στη θερμική ακτινοβολία, και ικανοποιητική διαπερατότητα στο ορατό φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας.

Για την επιλογή όμως του καταλληλότερου υλικού, ανάμεσα στην πληθώρα των προϊόντων που υπάρχουν στην αγορά, ο παραγωγός θα πρέπει να έχει υπόψη του τα χαρακτηριστικά των βασικών υλικών κάλυψης, σε συνδυασμό με τον τύπο του θερμοκηπίου και τις εδαφοκλιματικές απαιτήσεις της καλλιέργειας.

Συγκεκριμένα πρέπει να εξετάζονται :

- Οι ειδικές ανάγκες της καλλιέργειας, ως προς το φωτισμό, τα μηχανικά χαρακτηριστικά, το φαινόμενο θερμοκηπίου και τις καλλιεργητικές φροντίδες (κατεργασία εδάφους, ψεκασμοί, άρδευση, συγκομιδή κτλ.). Για παράδειγμα, αν χρειάζεται καλή φωτεινότητα, θα πρέπει να προτιμηθούν τα κατάλληλα πλαστικά. Από την καλλιέργεια, εξάλλου, εξαρτάται ο όγκος αέρα που απαιτείται ανά μονάδα καλυμμένης επιφάνειας, η ημερομηνία τοποθέτηση του πλαστικού και ο χρόνος παραμονής του, καθώς και ο τύπος του θερμοκηπίου που θα χρησιμοποιηθεί (θερμοκήπιο με σκληρό ή ευλύγιστο υλικό κάλυψης).
- Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής (ελάχιστη θερμοκρασία, ηλιοφάνεια, διακύμανση της θερμοκρασίας, ύψος βροχοπτώσεων κτλ.).
- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο συνδέεται άμεσα με τη θερμότητα που συγκρατείται στον εσωτερικό χώρο κατά τις ψυχρές ώρες. Όπως είναι γνωστό, ο ρυθμός ανάπτυξης πολλών φυτών όπου υφίστανται σημαντικές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, μειώνεται αισθητά κατά τις ψυχρές ώρες.
- Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε προϊόντος και ειδικότερα οι διαστάσεις, η αντοχή στο κρύο, στη θραύση και στην επιμήκυνση λόγω έλξης, η θερμική διαστολή, η διάρκεια ζωής, η διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία κτλ. Τα χαρακτηριστικά αυτά πρέπει να ανταποκρίνονται στις απαιτούμενες προδιαγραφές και να παρέχεται εγγύηση από τον κατασκευαστή.
- Οι διαστάσεις (κυρίως πάχος και πλάτος) μπορούν να ελεγχθούν μ' ένα παχύμετρο εκατοστιαία κλίμακα, αλλά θα πρέπει να είναι γνωστό το βάρος/m<sup>2</sup> και τα όρια αντοχής γι' αυτή την τιμή. Επίσης η διαπερατότητα στο ηλιακό φως μπορεί να μετρηθεί μ' ένα απλό φωτόμετρο, στο εσωτερικό και εξωτερικό του θερμοκηπίου και να συγκριθούν οι δυο τιμές.
- Η εποχή τοποθέτησης του υλικού, η οποία καθορίζει πολλές φορές τον τύπο του, σε ότι αφορά τη διαπερατότητα του στη φωτεινή ακτινοβολία, ιδιαίτερα κατά τις περιόδους με μικρή ηλιοφάνεια (Ιανουάριος – Φεβρουάριος – Μάρτιος).
- Η μεγαλύτερη διαπερατότητα του υλικού σημαίνει είσοδος περισσότερης ηλιακής ακτινοβολίας και ενέργεια. Αυτό είναι πολύ σημαντικό, γιατί σε περιόδους μικρής ηλιοφάνειας η έλλειψη επαρκούς φωτισμού προκαλεί υπερβολική αύξηση του ύψους (νηματοποίηση) των φυτών.
- Η τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο, η οποία εξαρτάται από το πάχος του γυαλιού (τα 0,16χλστ. αποτελούν ένα επαρκές πάχος για αντοχή 2 χρόνων και τα 1,08χλστ για 3 χρόνια). Γενικά πρέπει να αποφεύγονται τα πολύ φτηνά προϊόντα, επειδή η οικονομία δύσκολα συνδυάζεται με την ποιότητα.

### 2.6.1 Τύποι πλαστικών κάλυψης

Τα πλαστικά ανήκουν στην κατηγορία των πολυμερών, με κοινό χαρακτηριστικό το μεγάλο μοριακό βάρος. Ανάλογα με την προέλευση τους διακρίνονται σε πολυμερή προσθήκης ή συμπύκνωσης και το μόριο τους έχει ως βάση τον άνθρακα. Τα πολυμερή προσθήκης παράγονται από την ένωση μονομερών (πολυαιθυλένιο, πολυβινυλοχλωρίδιο), ενώ τα πολυμερή συμπύκνωσης παράγονται από μονομερή τα οποία έχουν ενωθεί μετά από χημική αντίδραση, με ταυτόχρονη αποβολή νερού, αμμωνίας κτλ.

Διακρίνονται σε μαλακά και σκληρά πλαστικά.

#### *A. Τα μαλακά (εύκαμπτα) πλαστικά.*

Τα μαλακά υλικά κατασκευάζονται σχεδόν από πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας (LDPE ή PE), πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) και οξικό αιθυλ-βινυλεστερα (EVA). Στην ίδια κατηγορία ανήκουν επίσης τα φύλλα πολυαιμιδής, πολυστερίνης και πολυουρεθάνης, καθώς και τα πολυεστερικά φύλλα.

- Το πολυαιθυλένιο (PE) είναι το πιο διαδεδομένο πλαστικό υλικό για παραγωγή φύλλων κάλυψης θερμοκηπίων, λόγω των σημαντικών του πλεονεκτημάτων, που είναι :
  - χαμηλό κόστος,
  - η μεγάλη ευλυγισία και το μικρό του βάρος,
  - οι καλές οπτικές ιδιότητες και
  - η δυνατότητα διαμόρφωσης φύλλων μεγάλου πλάτους.
- Το πολυαιθυλένιο (PE), παρασκευάζεται με πολυμερισμό υπό πίεση του αερίου αιθυλενίου, το οποίο παράγεται κατά την καταλυτική διάσπαση του αργού πετρελαίου. Για βελτίωση των ιδιοτήτων που γίνεται προσθήκη, κατά την κατεργασία, διαφόρων χημικών ουσιών, όπως σταθεροποιητές, αντιοξειδωτικά κτλ.

Υπάρχουν τρεις πολυμερικές μορφές του :

- Το πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE), με το οποίο παράγονται φύλλα για κάλυψη θερμοκηπίων ή εδαφοκάλυψη.
- Το πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), το οποίο χρησιμοποιείται για την κατασκευή πλεχτών διχτύων, για σκίαση κτλ.
- Το γραμμικό πολυαιθυλένιο (LLDPE), που έχει χαρακτηριστικά ενδιάμεσα των δυο προηγούμενων.

Η χαμηλή τιμή των πλαστικών φύλλων πολυαιθυλενίου περιορίζει το σημαντικό μειονέκτημα της μικρής διάρκειας ζωής τους (1-2 χρόνια), ενώ η ευλυγισία τους διατηρείται σε όλες τις θερμοκρασίες (από -60°C μέχρι +60°C).

Το βασικό μειονέκτημα όμως του PE είναι ότι δε συγκρατεί στον εσωτερικό χώρο την υπέρυθρη (θερμική) ακτινοβολία, με αποτέλεσμα, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται σε χαμηλά τούνελ, η θερμοκρασία τις κρύες νύχτες να παραμένει χαμηλή. Το πρόβλημα περιορίζεται στην πράξη από τους υδρατμούς που σταγονοποιούνται στα εσωτερικά τοιχώματα και μειώνουν τη διαπερατότητα του υλικού. Η χρησιμοποίηση διπλής κάλυψης, που έχει παρόμοια αποτελέσματα, δε συνιστάται παρά μόνο σε περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια.



Μετά από κατάλληλη επεξεργασία με πρόσθετα, είναι δυνατή η κατασκευή τελείως άχρωμων φύλλων και η εξάλειψη ορισμένων αρνητικών χαρακτηριστικών του πολυαιθυλενίου, που αφορούν τις θερμικές του ιδιότητες. Επίσης, με την χρησιμοποίηση ειδικών ουσιών εμποδίζεται ο σχηματισμός σταγόνων από την συμπύκνωση υδρατμών και ελατώνεται το πρόβλημα της μείωσης της φωτεινής ακτινοβολίας, που διαπιστώνεται πάντα στα φύλλα PE με βελτιωμένες θερμικές ιδιότητες.

Τέλος, με ειδικές τεχνικές μπορούν να κατασκευαστούν προϊόντα από δυο ή περισσότερα φύλλα διαφορετικών πλαστικών, κολλημένα το ένα πάνω στο άλλο (ένα φύλλο PE και ένα EVA π.χ.). Έτσι, τα παραδοσιακά φύλλα από πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας τείνουν να αντικατασταθούν από υλικά με βελτιωμένες ιδιότητες.

•Ο οξικός αιθυλ-βινυλεστέρας (EVA), είναι υλικό που παρασκευάζεται από αιθυλένιο, μετά από συμπολυμερισμό με οξικό βινυλεστέρα, σε ποσοστό που κατά κανόνα δεν ξεπερνά το 18%. Το συμπολυμερές αυτό χρησιμοποιείται μόνο ή σε συνδυασμό με το πολυαιθυλένιο μετά από ειδική κατεργασία, για παραγωγή εύκαμπτων υλικών κάλυψης.

Παρά το σχετικά υψηλό κόστος του υλικού χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο. Υπάρχουν φύλλα διάφορης διάρκειας ζωής και με διαφορετικές μηχανικές και θερμικές ιδιότητες, ανάλογα με την περιεκτικότητα τους σε οξικό βινύλιο. Σήμερα η αγορά προσφέρει μια πλήρη σειρά προϊόντων, όπως εποχιακά πλαστικά με αντοχή 5-6 μήνες, ετήσια με αντοχή 12-14 μήνες και πλαστικά μεγάλης έκθεσης, δηλαδή 33-45 μήνες. Τα υλικά αυτά προτιμούνται σε περιοχές με περιορισμένη ηλιοφάνεια.

•Το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), με την προσθήκη πλαστικοποιητικών ουσιών στο βασικό πολυμερές, χρησιμοποιείται για την κατασκευή εύκαμπτων πλαστικών.

Σαν υλικό κάλυψης το PVC χρησιμοποιείται πολύ λιγότερο από το PE, λόγω του υψηλότερου κόστους. Σε αντίθεση όμως με αυτό, το PVC διατηρεί τη θερμότητα που συσσωρεύεται με την ηλιακή ακτινοβολία μέσα στο θερμοκήπιο κατά την διάρκεια της ημέρας, με αποτέλεσμα τη νύχτα να είναι 2-3° C ψηλότερη, σε σύγκριση με το PE. Γενικά έχει πολύ καλές θερμικές ιδιότητες, γι' αυτό προτιμάται στις ψυχρές περιοχές. Επίσης, είναι ανθεκτικό στην υπεριώδη ακτινοβολία και σταθεροποιημένο έχει μεγάλη διάρκεια ζωής (τουλάχιστον 4-5 χρόνια). Παρουσιάζει μεγάλη διαφάνεια στο ορατό φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας, που αυξάνεται όταν το υλικό έχει τη δυνατότητα να εμποδίζει το σχηματισμό σταγόνων. Είναι ιδιαίτερο κατάλληλο για την κατασκευή χαμηλών τούνελ (φύλλα ενιαία ή διάτρητα) και εσωτερικών τοιχωμάτων σε διπλή κάλυψη, καθώς και για μόνιμα θερμικά προστατευτικά καλύμματα.

Εκτός από το σημαντικό μειονέκτημα του υψηλού κόστους, το PVC επειδή είναι ηλεκτροστατικό υλικό, συγκεντρώνει σκόνη στην επιφάνεια και χάνει σιγά-σιγά τη διαφάνεια του. Γι' αυτό πρέπει να πλένεται συχνά, να αλείφεται με ειδικές ρητίνες ή να ψεκάζεται με αντιστατικό υγρό. Άλλα μειονεκτήματα του είναι :

- άκαμπτο σε χαμηλές θερμοκρασίες,
- μαλακώνει σε υψηλές θερμοκρασίες και έχει
- μικρή μηχανική αντοχή.

• Τα πολυεστερικά φύλλα έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (μεγαλύτερη από 4 χρόνια) και διαπερατότητα στο υπέρυθρο 245 και στο ορατό φάσμα 88% (για πάχος με 0,13mm),

ίδια δηλαδή με του PVC και 2% ψηλότερη από εκείνη του PE, αλλά 2% χαμηλότερη από τη διαπερατότητα του γυαλιού.

- Τα φύλλα πολυαμιίδης είναι πολύ ανθεκτικά στο χρόνο, γι' αυτό χρησιμοποιούνται παρά το υψηλό κόστος τους. Το υλικό έχει διαπερατότητα 80% στην υπεριώδη ακτινοβολία, 88% στην ορατή και 20% στην υπέρυθρη.

- Το πολυπροπυλένιο (PP), εκτός των άλλων εφαρμογών του χρησιμοποιείται και στην κατασκευή πλαστικών με διπλά τοιχώματα για κάλυψη θερμοκηπίων.

- Περιορισμένη χρήση έχουν, τέλος, η πολυστερίνη, η πολιουρεθάνη και το πολυστυρένιο. Η πολυστερίνη δεν είναι πολύ διαδεδομένη, αν και παρουσιάζει πολύ καλές ιδιότητες. Έχει μεγάλη διαπερατότητα στο ηλιακό φάσμα και διάρκεια ζωής 3 χρόνια περίπου. Η πολυουρεθάνη χρησιμοποιείται σε ψυχρά κλίματα γιατί είναι το υλικό με τη μικρότερη διαπερατότητα στην υπέρυθρη ακτινοβολία. Έτσι, η θερμοκρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, είναι περίπου 1,2-2° C μεγαλύτερη απ' ότι κάτω από PVC ή πολυαμιίδη.

## B. Τα σκληρά υλικά.

Στα σκληρά υλικά κάλυψης κατατάσσονται όλα τα υλικά σε μορφή πλακών, επίπεδων, κυματοειδών, ενισχυμένων, με διπλά ή τριπλά τοιχώματα κτλ. Οι πλάκες αυτές είναι διαφανείς ή ημιδιαφανείς, σε διάφορα πάχη, κατασκευασμένες αμιγώς από πολυμερή (PMMA, PVC, PC) ή από συνδυασμό περισσοτέρων ουσιών διαφορετικής πολυμερικής φύσης.

Τα σκληρά υλικά κάλυψης σε πλάκες έχουν κατά κανόνα μικρότερο βάρος και μεγαλύτερη αντοχή στη θραύση από το γυαλί, προσαρμόζεται πολύ ευκολότερα στο σκελετό του θερμοκηπίου, ενώ δεν απαιτούν συχνή αντικατάσταση όπως τα μαλακά πλαστικά φύλλα. Γενικά όμως η επιφάνειά τους είναι ευαίσθητη στη διάβρωση.

Μερικά από τα σκληρά πλαστικά υλικά (PVC, PMMA) παρουσιάζουν υψηλό συντελεστή γραμμικής διαστολής και σε απότομες μεταβολές θερμοκρασίας μπορεί να σπάσουν στα σημεία επαφής με το σκελετό. Για να μη δημιουργείται αυτό το πρόβλημα διαμορφώνονται σε κυματοειδείς και όχι επίπεδες πλάκες. Τα πιο διαδεδομένα σκληρά πλαστικά σε πλάκες κατασκευάζονται από πολυεστέρες ενισχυμένους με ίνες γυαλιού (fiber glass), από ενισχυμένο PVC και από πολυμεθακτυλικό μεθυλεστέρα (ακρυλικές πλάκες PMMA).

- Οι πλάκες fiber glass κατασκευάζονται από πολυεστέρες (UP) που παράγονται με πολυμερισμό της αιθυλικής αλκοόλης, της προπυλικής γλυκόζης και τον μαλεϊκού και φουμαρικού οξέος και έχουν ενίσχυση από ίνες γυαλιού (συνήθως από 65% γυαλί). Οι ίνες γυαλιού αυξάνουν την αντοχή του υλικού όπως οι σιδερένιες βέργες μέσα στο σκυρόδεμα. Η προσθήκη ουσιών που απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία εμποδίζει τη γρήγορη υποβάθμιση του υλικού και τη μείωση της διαπερατότητας του στο ορατό φάσμα. Λόγω της μεγάλης αντοχής τους στη θραύση, οι πλάκες από ενισχυμένο πολυεστέρα χρησιμοποιούνται σε χαλαζόπληκτες περιοχές αλλά το χαλάζι, η βροχή, η άμμος και ο άνεμος ακόμη προκαλούν διάβρωση του εξωτερικού στρώματος ρητίνης, με αποτέλεσμα η επιφάνεια να γίνεται τραχιά και το υλικό να υποβαθμίζεται.

Το υλικό αυτό διατηρεί τις ιδιότητες του σε όλες τις θερμοκρασίες (από  $-20^{\circ}\text{C}$  μέχρι  $100^{\circ}\text{C}$ ) και δημιουργεί πιο στεγανές κατασκευές από το γυαλί, ενώ η σχετική υγρασία μέσα στο θερμοκήπιο είναι μεγαλύτερη.

- Το ενισχυμένο σκληρό PVC (παρασκευάζεται με ειδική τεχνική, που προκαλεί διάταξη των μοριακών αλυσίδων σε διπλή διεύθυνση, κατά συνεχή στρώματα) κυκλοφορεί σε επίπεδες ή κυματοειδείς πλάκες, ενισχυμένο με σταθεροποιητές, για την αντιμετώπιση της υποβάθμισης και της μείωσης της διαφάνειας του από την υπεριώδη και την θερμική ακτινοβολία. Έχει διαπερατότητα στο ορατό φάσμα 70-90%, ενώ είναι διαπερατό στη υπέρυθη (θερμική) ακτινοβολία. Οι πλάκες σκληρού PVC έχουν άριστες μηχανικές ιδιότητες.

- Οι ακρυλικές πλάκες (πολυμεθακτυλικός μεθυλεστέρας PMMA), επίπεδες ή κυματοειδείς ή με διπλά χρώματα, θεωρούνται από τα καλύτερα υλικά σε πλάκες, λόγω της μεγάλης διαφάνειας και της αντοχής τους και συνιστώνται για μόνιμη κάλυψη, αν και στα θερμά κλίματα το υλικό υποδομείται ταχύτερα. Έχουν διαπερατότητα στο ορατό φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας μέχρι και 92%. Η χρήση του υλικού για αρκετό χρονικό διάστημα προκαλεί μείωση της διαφάνειας του (κιτρίνισμα) και της αντοχής του στη θραύση, γι' αυτό κατά την κατασκευή του χρησιμοποιούνται απορροφητές της υπεριώδους ακτινοβολίας.

- Οι πλάκες από πολυκαρβονικό ή πολυκαρμποναί (PC), ένα πολυμερές θερμοπλαστικό, έχουν μεγάλη αντοχή στη κρούση (80 φορές μεγαλύτερη από το γυαλί και 13 φορές μεγαλύτερη από τις ακρυλικές PMMA, για φύλλα πάχους 4mm). Οι πλάκες με διπλά τοιχώματα έχουν κάποια ευλυγισία και γι' αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε θερμοκήπια με καμπυλόγραμμο σκελετό (τούνελ κτλ.). Το υλικό είναι αδιαπέραστο στην υπεριώδη και θερμική ακτινοβολία, ενώ η διαπερατότητα του στην ηλιακή ακτινοβολία είναι 80%. Διατηρεί τις ιδιότητες του σε θερμοκρασίες από  $-30^{\circ}\text{C}$  μέχρι  $135^{\circ}\text{C}$  και δεν καίγεται εύκολα.

- Το σπουδαιότερο πλεονέκτημα του γυαλιού σαν υλικό κάλυψης των θερμοκηπίων είναι η διατήρηση των ιδιοτήτων του με το πέρασμα του χρόνου.

Έτσι, ένα τζάμι θερμοκηπίου έχει πρακτικά την ίδια περατότητα στο φως μ' ένα καινούργιο, ακόμη και μετά 43 χρόνια, πράγμα που δεν συμβαίνει με κανένα άλλο υλικό κάλυψης. Το τζάμι είναι αδιαπέραστο στα αέρια και τους υδρατμούς.

Τα μόνα προβλήματα, που μπορεί να εμφανιστούν στα γυάλινα θερμοκήπια, είναι η κακή στεγανότητα, που παρουσιάζεται σταδιακά στα σημεία επαφής του τζαμιού με τα σκελετικά στοιχεία και το εύθραυστο του τζαμιού από χαλάζι ή απροσεξία. Ακόμα το γυαλί έχει την ιδιότητα να συγκρατεί σκόνη, γεγονός που μειώνει τη διαφάνεια του, όπως και η συγκράτηση υγρασίας και η ανάπτυξη άλλων.

Στο εμπόριο κυκλοφορεί το απλό τζάμι θερμοκηπίων, με πάχος συνήθως 4mm, πλάτος πάνω από 60cm και μήκος πάνω από 90cm.

Το τζάμι είναι διαφανές, με τις δυο του επιφάνειες λείες ή ημιδιαφανές, με τη μια επιφάνεια ανώμαλη, ώστε να διευκολύνει τη διάχυση του φωτός. Επίσης, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας κυκλοφορεί το διπλό τζάμι, με κενό χώρο μεταξύ τους των δυο επιφανειών του ή γεμάτο με CO<sub>2</sub>.

**Πίνακας 1. Σκληρά υλικά κάλυψης θερμοκηπίων.**

ΥΛΙΚΑ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Γυαλί	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πολύ υψηλή διαφάνεια</li> <li>• Αδιαπερατότητα στη θερμική ακτινοβολία</li> <li>• Μεγάλη διάρκεια ζωής</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εύθραυστο</li> <li>• Μικρή αντοχή σε πρόσκρουση (χαλάζι)</li> <li>• Απώλειες θερμότητας με διαφυγή</li> <li>• Υψηλό κόστος αγοράς και συντήρησης</li> </ul>
Πλάκες πολυεστέρα ενισχυμένες με ίνες γυαλιού	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ισχυρή διάχυση του ηλιακού φωτός</li> <li>• Αδιαπερατότητα στην θερμική ακτινοβολία</li> <li>• Υψηλές μηχανικές αντοχές</li> <li>• Μεγάλη διάρκεια ζωής</li> <li>• Μικρό βάρος</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χαμηλή διαφάνεια</li> <li>• Περαιτέρω απώλεια της διαφάνειας κατά τη χρήση, λόγω σκόνης και σταγόνων</li> <li>• Ανάγκη καθαρισμού και συντήρησης</li> <li>• Υψηλό κόστος</li> </ul>
Πλάκες στερού PVC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Υψηλή διαφάνεια</li> <li>• Μεγάλη διάρκεια ζωής &gt;3-4 χρόνια</li> <li>• Αδιαπερατότητα στη θερμική ακτινοβολία</li> <li>• Σχετική ευλυγισία</li> <li>• Υψηλές μηχανικές αντοχές</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Σταδιακή μείωση της διαφάνειας κατά τη χρήση, λόγω επικάλυψης σκόνης και σταγόνων</li> <li>• Υψηλό κόστος</li> <li>• Μικρή αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες</li> </ul>
Ακρυλικές πλάκες (PMMA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Υψηλές μηχανικές αντοχές</li> <li>• Μεγάλη διάρκεια ζωής</li> <li>• Ευλυγισία</li> <li>• ΥΨΗΛΗ ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ</li> <li>• Αδιαπερατότητα στη θερμική ακτινοβολία</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Υψηλό κόστος αγοράς και συντήρησης</li> <li>• Σταδιακή μείωση της διαφάνειας, λόγω επικάλυψης σκόνης και σταγόνων</li> </ul>
Πλάκες πολυκαρμπονάτ (PC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής (έως 10 χρόνια)</li> <li>• Μηχανικές αντοχές</li> <li>• Διαφάνεια</li> <li>• Αδιαπερατότητα στη θερμική ακτινοβολία</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μείωση της διαφάνειας κατά τη χρήση, λόγω σκόνης και υγρασίας</li> <li>• Υψηλό κόστος</li> </ul>

Πηγή: Μ. Λεμπιδάκης, Μ. Β. Κυρκιλής

**Πίνακας 2. Μαλακά υλικά κάλυψης θερμοκηπίων.**

ΥΛΙΚΟ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE,LLDPE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διαφάνεια</li> <li>• Μηχανική αντοχή</li> <li>• Διάρκεια ζωής (σταθεροποιημένο)</li> <li>• Δυνατότητα παραγωγής σε μεγάλη πλάτη</li> <li>• Χαμηλό κόστος</li> <li>• Διατηρεί τις ιδιότητές του σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διαπερατό στη θερμική ακτινοβολία</li> <li>• Δημιουργία σταγόνων στην επιφάνειά του</li> </ul>
EVA (14-19% VA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αδιαπερατότητα στη θερμική ακτινοβολία</li> <li>• Μεγαλύτερη αντοχή στην παλαιώση από LDPE</li> <li>• Υψηλότερη διαφάνεια από το LDPE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μεγάλη ελαστικότητα</li> <li>• Προσελκύει σκόνη στην επιφάνειά του</li> <li>• Ακριβότερο</li> <li>• Μαλακώνει σε υψηλές θερμοκρασίες</li> <li>• Διαμορφώνεται δυσκολότερα σε φύλλα</li> </ul>
PVC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διαφάνεια</li> <li>• Αδιαπερατότητα στη θερμική ακτινοβολία</li> <li>• Διάρκεια ζωής (σταθεροποιημένα)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μείωση διαφάνειας με προσέλκυση σκόνης</li> <li>• Μεγάλο ειδικό βάρος</li> <li>• Ακαμψία σε χαμηλές θερμοκρασίες</li> <li>• Μαλακώνει σε χαμηλές θερμοκρασίες</li> <li>• Μικρότερη αντοχή στο σχίσσιμο</li> <li>• Δυσκολία διαμόρφωσης σε μεγάλα πλάτη</li> <li>• Καταστρέφεται από το χαλάζι</li> </ul>
Πολυεστέρες	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Καλές οπτικές ιδιότητες</li> <li>• Ικανοποιητική αδιαπερατότητα στη θερμική ακτινοβολία</li> <li>• Διάρκεια ζωής</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Υψηλό κόστος</li> </ul>
Πολυπροπυλένιο	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Καλές οπτικές και θερμικές ιδιότητες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μικρότερη αντοχή στην παλαιώση</li> <li>• Μεγαλύτερη ακαμψία, ειδικά στις χαμηλές θερμοκρασίες</li> </ul>
Πολυαμίδιο	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πολύ υψηλές μηχανικές αντοχές</li> <li>• Καλές οπτικές και θερμικές ιδιότητες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κόστος</li> <li>• Δυσκολία παραγωγής</li> <li>• Μικρή εμπειρία στη σταθεροποίηση</li> <li>• Απορροφά υγρασία και χάνει τις μηχανικές και οπτικές του ιδιότητες</li> </ul>

Πηγή: Μ. Λεμπιδάκης, Μ. Β. Κυρκιλής

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ**

### **ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ**

#### **3.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Η ακτινοβολία, η θερμοκρασία του αέρα και της ρίζας, η σχετική υγρασία, το διοξείδιο του άνθρακα, είναι μερικοί μόνο από τους παράγοντες που επηρεάζουν τις λειτουργίες του φυτού. Με το έλεγχο των συνθηκών περιβάλλοντος βελτιώνεται η ανάπτυξη και αριστοποιούνται οι αποδόσεις.

Για το σκοπό αυτό όμως, δεν αρκεί η ρύθμιση καθενός από τους παράγοντες του περιβάλλοντος σε ένα συγκεκριμένο άριστο σημείο, αλλά απαιτείται η ρύθμιση σε συνδυασμό με το επίπεδο όλων των άλλων παραγόντων.

#### **3.2 ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

##### **3.2.1 Φυσικός φωτισμός**

Η φωτεινότητα ενός θερμοκηπίου εξαρτάται όχι μόνο από τους μετεωρολογικούς παράγοντες, αλλά και από τα χαρακτηριστικά της κατασκευής. Παράγοντες που ευνοούν το φωτισμό στο θερμοκήπιο είναι οι εξής :

- Ο απλός σκελετός. Όσο απλούστερος είναι τόσο περισσότερο φως περνάει στο θερμοκήπιο. Σκελετοί με χοντρές διατομές ή με πολλά στοιχεία μειώνουν το φωτισμό. Σ' ένα καλό υαλόφρακτο θερμοκήπιο τα κύρια σκελετικά στοιχεία μειώνουν κατά 4-12% το φωτισμό, ενώ τα δευτερεύοντα στοιχεία κατά 2-5%.
- Το υλικό κάλυψης. Το καθαρό τζάμι μειώνει κατά 10% το φωτισμό που περνάει στο θερμοκήπιο, ενώ το ακάθαρμο μέχρι και 70%. Η μείωση του φωτισμού στα πλαστικά φύλλα και στα σκληρά πλαστικά είναι κάπως μεγαλύτερη από του τζαμιού και επιπλέον μεγαλώνει με την πάροδο του χρόνου.
- Οι διάφορες εναέριες εγκαταστάσεις μειώνουν σημαντικά το φωτισμό στο χώρο του θερμοκηπίου. Γι' αυτό, όπου είναι δυνατό, θα πρέπει να αποφεύγονται.
- Το απλό θερμοκήπιο είναι πιο φωτεινό από το πολλαπλό, γιατί δέχεται περισσότερο διάχυτο φωτισμό από τα πλευρικά του τοιχώματα. Στις περιπτώσεις που η αύξηση του φωτισμού ενδιαφέρει ιδιαίτερα, κατασκευάζονται απλά θερμοκήπια. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι αυτά τα θερμοκήπια παρουσιάζουν μεγαλύτερες απώλειες ενέργειας και μικρότερη εκμετάλλευση του εδάφους.
- Η πυκνότητα των φυτών στο χώρο του θερμοκηπίου, η οποία θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε το φως που φτάνει στα φυτά να καλύπτει τις απαιτήσεις τους για την λειτουργία της φωτοσύνθεσης. Σημειώνεται ότι για μια συγκεκριμένη πυκνότητα φυτών σημαντικό ρόλο παίζει και η διεύθετη των φυτών μεταξύ τους, π.χ. πλατύτεροι διάδρομοι με πυκνότερη φύτευση στις γραμμές, συχνά βελτιώνουν τον φωτισμό.

Γενικά, μια αύξηση του φυσικού φωτισμού το χειμώνα έστω και 1%, αυξάνει το ύψος της παραγωγής κατά 2% περίπου, την περίοδο αυτή, μειώνοντας σημαντικά το χρόνο ανάπτυξης της καλλιέργειας. Έτσι και η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση είναι μειωμένη.

### 3.2.2 Τεχνητός φωτισμός

Τα διάφορα είδη φυτών και κυρίως τα ανθοκομικά έχουν διαφορετικές απαιτήσεις φωτισμού και ανάλογα αντιδρούν θετικά όταν η διάρκεια της νύχτας είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη.

Σε ορισμένα καλλωπιστικά, καθώς και σε σπορεία λαχανικών, όταν δεν επαρκεί ο φυσικός φωτισμός όπως π.χ. το χειμώνα που η διάρκεια της ημέρας είναι μικρότερη, χρησιμοποιείται συχνά συμπληρωματικός φωτισμός με λαμπτήρες. Ο τεχνητός φωτισμός κοστίζει πολύ (όχι μόνο η εγκατάσταση, αλλά και η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται), γι' αυτό χρησιμοποιείται μόνο σε περιπτώσεις που οικονομικά αποδίδει, όπως π.χ. σε ανθοκομικές καλλιέργειες που απολαμβάνουν υψηλές τιμές το χειμώνα.

Οι λαμπτήρες ανάβουν μετά τη δύση του ηλίου και είναι αποδοτικότερο να ανάβουν αργά τη νύχτα. Υπάρχουν δυο τύποι λαμπτήρων :

#### - Οι λαμπτήρες πυρακτώσεων

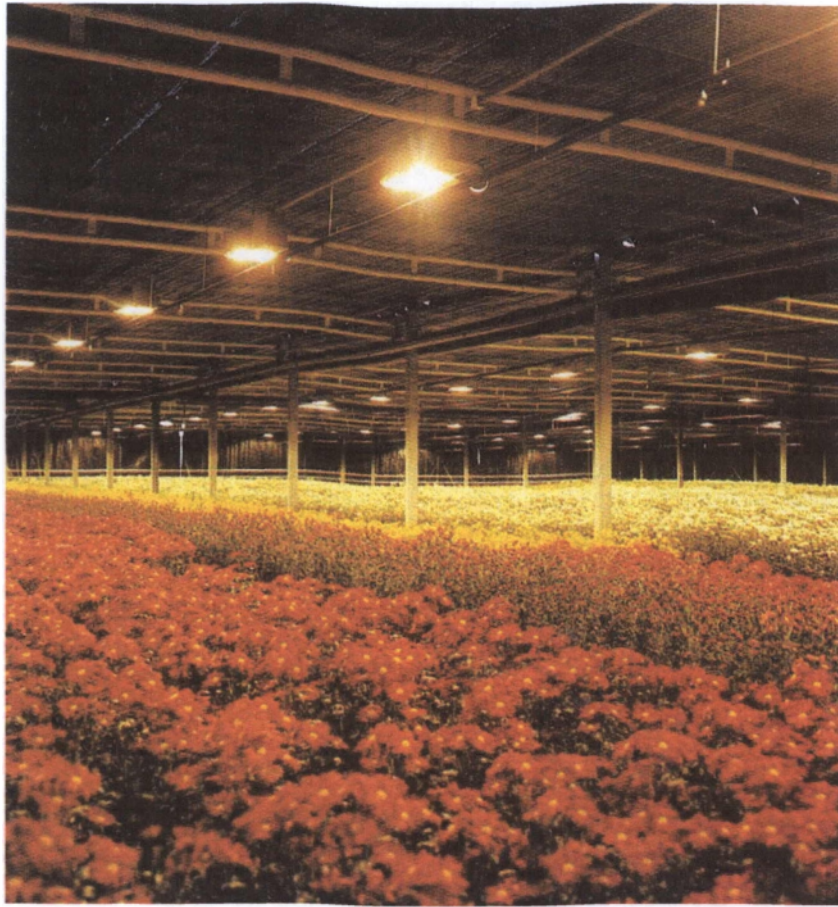
Χρησιμοποιούνται μόνο για αύξηση του μήκους της ημέρας σε καλλιέργειες μεγάλης φωτοπεριόδου, γιατί αποδίδουν μεγάλη ποσότητα ενέργειας στην περιοχή του κόκκινου και υπέρυθρου φάσματος, που ενεργοποιεί το φυτόχρωμα. Δε χρησιμοποιούνται για την αύξηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών γιατί είναι ενεργοβόροι και μόνο το 7-12% της καταναλισκόμενης ενέργειας αποδίδεται σε ορατό φως (το 20% είναι υπέρυθρο).

#### - Οι λαμπτήρες φθορισμού

Διακρίνονται σε :

- Κοινούς λαμπτήρων φθορισμού, με αποδοτικότητα 20% περίπου στο ορατό φως και μικρή ακτινοβολία στο υπέρυθρο. Χρησιμοποιούνται κυρίως για αύξηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας σε νεαρά φυτά. Έχουν το μειονέκτημα να είναι μικρής ισχύος, με αποτέλεσμα να απαιτείται μεγάλος αριθμός λαμπτήρων.
- Gro Lux, ευρύτερο φάσματος από τους προηγούμενους. Χρησιμοποιούνται συνήθως σε κλειστούς θαλάμους ανάπτυξης φυτών, για φωτοσύνθεση και επιμήκυνση της φωτοπεριόδου.
- Λαμπτήρες υδραργύρου υψηλής πίεσης (HID) με εσωτερικό ανακλαστήρα. Πολύ μεγαλύτερης ισχύος από τους προηγούμενους, χρησιμοποιούνται ευρέως για αύξηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας στα θερμοκήπια (απόδοση σε φως 15% περίπου).
- Λαμπτήρες υδραργύρου υψηλής πίεσης με πρόσθετα μεταλλο-αλογόνου (απόδοση σε φως 23% περίπου).
- Λαμπτήρες υψηλής πίεσης νατρίου (HPS). Μεγάλης ισχύος χρησιμοποιούνται ευρέως στα θερμοκήπια για αύξηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας. Το φάσμα τους (εκτείνεται από 0,400-0,850μ) έχει ένα μέγιστο στο κίτρινο (απόδοση σε φως 25-32%).
- Λαμπτήρες χαμηλής πίεσης νατρίου (LPS), σε διάφορα μεγέθη (μέχρι 180 watt). Οι πιο αποδοτικοί λαμπτήρες (το 27-36% της ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε ορατή ακτινοβολία). Μπορούν να τοποθετηθούν κοντά στα φυτά, χωρίς το κίνδυνο υπερθέρμανσης.

Για μείωση του κόστους εγκατάστασης, ο συμπληρωματικός φωτισμός μπορεί να είναι κυκλικός, με μετακινούμενες σειρές λαμπτήρων (των 4,6,8 ή 10), οι οποίοι κρέμονται από τους σωλήνες θέρμανσης και κινούνται συνήθως με ταχύτητα 1m/min. Έτσι το κόστος μειώνεται κατά 40% σε σύγκριση με την εγκατάσταση συνεχούς φωτισμού.



Τεχνητός φωτισμός χρησιμοποιείται κυρίως σε ανθοκομικές καλλιέργειες που αντιδρούν θετικά στην αύξηση της διάρκειας της ημέρας.

### 3.3 ΣΚΙΑΣΗ

#### 3.3.1 ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΚΙΑΣΗΣ

Διακρίνουμε δυο κύριους τύπους σκίασεως :

- *Τη διαρκή σκίαση.* Γίνεται με λεύκανση των τοιχωμάτων ή με σκίαστρο σε σταθερή θέση (σκίαστρο τοποθετημένο στο εξωτερικό ή στο εσωτερικό του θερμοκηπίου).
- *Την προσωρινή σκίαση.* Γίνεται με ένα ύφασμα-κουρτίνα το οποίο ξεδιπλώνεται είτε με το χέρι είτε αυτόματα, όταν η ηλιακή ακτινοβολία και η θερμοκρασία είναι πολύ υψηλές.

- Λεύκανση : Χάρη στο χαμηλό κόστος της, είναι μια πρακτική που χρησιμοποιείται αρκετά συχνά, κυρίως σε περιπτώσεις θερμοκηπίων για άνθη ή καλλωπιστικά φυτά. Τα τοιχώματα είναι περασμένα με αρκετά παχύ στρώμα προϊόντος που έχει βάση τον ασβέστη και την κιμωλία.

Κύριο χαρακτηριστικό αυτού του τύπου σκίασης αποτελεί το γεγονός ότι δεν είναι εκλεκτικό στην ηλιακή ακτινοβολία. Παρουσιάζει την ίδια διαπερατότητα σε όλα το ηλιακό φάσμα και απορροφά την ίδια ακτινοβολία τόσο στο φωτοσυνθετικά ενεργό τμήμα PAR (400-700nm) όσο και στο υπόλοιπο φάσμα. Μερικά προϊόντα



απορροφούν μάλιστα περισσότερη ακτινοβολία στο PAR παρά στο υπόλοιπο του φάσματος.

Οι οπτικές ιδιότητες της λεύκανσης εξαρτώνται από τα συστατικά του μίγματος και του χρησιμοποιούμενου συγκολλητικού. Ο καλλιεργητής θερμοκηπίων συχνά δεν έχει σαφή ιδέα της μείωσης του φωτός στο θερμοκήπιο. Εξάλλου, η τοποθέτηση του επιχρίσματος στα τοιχώματα δεν είναι ποτέ ομαλή και παρατηρούμε μια μεγάλη ετερογένεια στο χώρο, και κατά συνέπεια και στη διέλευση της ακτινοβολίας.

Μια άλλη ιδιότητα των προϊόντων αυτών, αρκετά ευνοϊκή σε αγρονομικό επίπεδο, είναι ότι η διαπερατότητα είναι μεγαλύτερη όταν το προϊόν είναι υγρό παρά όταν είναι ξηρό. Η διαπερατότητα είναι λοιπόν ελαφρώς βελτιωμένη σε συνθήκες ακτινοβολίας μη ευνοϊκές (βροχή ή πολύ υγρός καιρός, συννεφιά), κάτι που αποτελεί θετικό στοιχείο.

Δημιουργήθηκαν και άλλα μίγματα περιέχουν υγροσκοπικά άλατα και τα οποία παρουσιάζουν το πλεονέκτημα να δημιουργούν μια σκίαση που είναι συνάρτηση της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται.

- Σκίαστρα : Την τελευταία δεκαετία εμφανίστηκε στο εμπόριο μεγάλος αριθμός υφασμάτων (από ακρυλικό, πολυπροπυλένιο, πολυεστέρα, πολυαμίδιο) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως σκίαστρα. Διαθέτουν λοιπόν μεγάλη ποικιλία αεροπερατότητας και διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία. Σήμερα υπάρχουν σκίαστρα με λεπτό στρώμα αλουμινίου, που ανακλούν μεγάλο μέρος της ακτινοβολίας στο εξωτερικό περιβάλλον και τα οποία μπορούν ακόμα να χρησιμοποιηθούν ως θερμομονωτικές κουρτίνες για την μείωση της κατανάλωσης καυσίμων για θέρμανση το χειμώνα. Πιο δαπανηρά, έχουν σημαντικές επιδόσεις τόσο στο επίπεδο της σκίασης όσο και στο επίπεδο της θερμικής μόνωσης.

### 3.3.2 ΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΞΕΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΚΟΥΡΤΙΝΩΝ

Εκτός από την αγορά του υφάσματος σκίασης ο καλλιεργητής πρέπει να εφοδιαστεί με ένα μηχανικό σύστημα ξεδιπλώματος των κουρτινών με τροχαλίες. Στα πιο τελειοποιημένα συστήματα, η κουρτίνα τοποθετείται αυτομάτως μόλις το επίπεδο εξωτερικής ακτινοβολίας φτάνει μια δεδομένη τιμή. Το σήμα δίνεται από ένα αισθητήρα, που βρίσκεται στο εξωτερικό του θερμοκηπίου (προτιμάται η τοποθέτηση του αισθητήρα στο εξωτερικό για να αποφεύγονται προβλήματα που σχετίζονται με εμπόδια μέσα στο θερμοκήπιο, τα οποία κινδυνεύουν να διαταράξουν το σήμα και κατά συνέπεια την λειτουργία του συστήματος).

### 3.3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΚΙΑΣΗΣ

- Λεύκανση : Η λεύκανση των τοιχωμάτων, προστιθέμενη στο φυσικό αερισμό επιτρέπει γενικά να πετύχουμε θερμοκρασίες εσωτερικού αέρος, οι οποίες να πλησιάζουν την εξωτερική θερμοκρασία. Το σύστημα αυτό, επιτρέπει, κατά συνέπεια, τη διατήρηση αποδεκτών θερμοκρασιών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Η σταθερή, όμως μείωση της ακτινοβολίας που εισέρχεται στο θερμοκήπιο μπορεί να επηρεάσουν την

φωτοσύνθεση και την ανάπτυξη της καλλιέργειας κυρίως το πρωί και το βράδυ και ειδικότερα σε περιόδους συννεφιάς.

- Σκίαστρα : Γενικά μπορούμε να χωρίσουμε τα σκίαστρα σε δυο κατηγορίες :

#### 1. Μη ανακλαστικά σκίαστρα.

Έχουμε ένα παράδειγμα δυο παρακείμενων θερμοκηπίων ενός ασπρισμένου και ενός εφοδιασμένου με ύφασμα σκίασης Notex (50% σκίασης) στο οποίο υπάρχουν ανοίγματα μεταξύ των μερών του υφάσματος ώστε να μπορεί να φεύγει ο αέρας.

Παρατηρούμε ότι οι θερμοκρασίες στα δύο θερμοκήπια είναι παραπλήσιες. Οι θερμοκρασίες είναι ελαφρά υψηλότερες (2-3° C ) από την εξωτερική θερμοκρασία, με ένα μικρό πλεονέκτημα του θερμοκηπίου που έχει λευκανθεί.

#### 2. Ανακλαστικά σκίαστρα.

Μετρήσεις που έγιναν σε θερμοκήπια με καλλωπιστικά φυτά που είχαν σκίαστρα με επιμεταλλωμένο πολυεστέρα (σκίαστρο Ludwig, Svensos, Ls15 κ Ls16 με διαπερατότητα 50% και 40% αντίστοιχα) έδωσαν *σχήματα 11 κ 12*.

Παρατηρούμε ότι η διαφορά είναι περίπου 3-4°C για σκίαστρο και μπορεί να φτάσει τους 7-8 °C με ασθενή άνεμο. Αυτές οι σημαντικές διαφορές οφείλονται στο ότι το σκίαστρο εμποδίζει τις ανταλλαγές αέρα και μειώνει σημαντικά τον αερισμό του θερμοκηπίου.

Πρέπει λοιπόν, ακόμη και στην περίπτωση σκιάστρων με λωρίδες αλουμινίου να φροντίζουμε για την εξασφάλιση επαρκούς αερισμού κάτω από το σκίαστρο. Η αεροπερατότητα των επιμεταλλωμένων σκιάστρων δεν είναι επαρκής για τον σωστό αερισμό του θερμοκηπίου. Συνιστάται λοιπόν να αφήνονται κενά ανάμεσα στα διαφορετικά μέρη του σκιάστρου που να επιτρέπουν την απομάκρυνση του θερμού αέρα.

Συμπέρασμα, μπορούμε να πούμε ότι η λεύκανση και κινητά σκίαστρα έχουν το καθένα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους και έτσι η επιλογή του ενός ή του άλλου συστήματος εξαρτάται από την οικονομική δυνατότητα του καλλιεργητή. Η επιλογή ενός κινητού σκιάστρου, υπό τον όρο να γίνεται καλή διαχείριση του ξεδιπλώματος, παρουσιάζει το πλεονέκτημα της απομάκρυνσης του σε συνθήκες ακτινοβολίας, κάτι σημαντικό για την φωτοσύνθεση.

### 3.4 ΘΕΡΜΟΚΟΥΡΤΙΝΕΣ

Κουρτίνα ελέγχου θερμοκρασίας-σκίασης, ένα αναγκαίο εργαλείο που έχει πολλές ρυθμιστικές παρεμβάσεις στη λειτουργία του θερμοκηπίου ανάλογα με την καλλιέργεια.

Ένα σύστημα θερμοκουρτίνας αποτελείται από το ύφασμα και τον μηχανισμό κίνησης. Το ύφασμα αποτελείται από ακρυλικά νήματα που έχουν ή δεν έχουν ανάλογα με το είδος, φύλλα αλουμινίου στην ύφανσή τους, διαφορετικής πυκνότητας. Είναι στεγανές στο νερό αυτές που χρησιμοποιούνται μέσα στο θερμοκήπιο και διάτρητες αυτές για εξωτερική χρήση. Το σύστημα κίνησης αποτελείται από ένα ηλεκτρομειωτήρα πολύ μικρής ταχύτητας, έναν άξονα, ένα πίνακα προστασίας, το

σύστημα κίνησης (άνοιγμα-κλείσιμο) που μπορεί να γίνεται με συρματόσχοινο ή κρεμαγιέρα και τα εξαρτήματα συγκράτησης της κουρτίνας πάνω στο σύστημα.

Οι κουρτίνες διακρίνονται στις κατηγορίες :

1. εξοικονόμησης ενέργειας,
2. εξοικονόμησης ενέργειας-σκίασης.
  - εξωτερικής τοποθέτησης
  - εσωτερικής τοποθέτησης
3. συσκότισης.

Υπάρχουν μάλιστα περί τα 20-30 είδη ανά κατασκευαστή για την κάλυψη των παραπάνω αναγκών.

Οι κουρτίνες εξοικονόμησης ενέργειας, είναι αυτές που δεν έχουν στην ύφανσή τους φύλλα αλουμινίου και επιτυγχάνουν ποσοστά μέχρι και 45% εξοικονόμηση από την αντανακλώμενη ενέργεια. Η χρήση αυτών γίνεται μόνο σε βόρεια μέρη όπου η ηλιοφάνεια είναι μικρή αλλά υπάρχει η ανάγκη της ενέργειας. Εκεί η κουρτίνα απλώνεται νωρίς το απόγευμα. Έτσι επιτυγχάνεται εξομάλυνση της καμπύλης της θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο κατά τη διάρκεια της νύκτας σε υψηλότερα επίπεδα μέχρι και 3-5° C.

Οι κουρτίνες εξοικονόμησης ενέργειας-σκίασης, είναι οι πιο συνήθεις κουρτίνες που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα. Έχουν στην ύφανσή τους φύλλα αλουμινίου σε πυκνότητες 3:1, 2:1, 1:1, 1:2 και χρησιμοποιούνται οι κουρτίνες χαμηλής σκίασης σε κτηνευτικά, οι μέσης σκίασης σε ανθοκομικά και οι υψηλής σκίασης σε θερμοκήπια με φυτωριακό υλικό-ριζώματα.

Η λειτουργία αυτών είναι τη μεν ημέρα για την σκίαση του χώρου του θερμοκηπίου με τη μείωση της εισερχόμενης ακτινοβολίας (κίνηση που κάνουμε συνήθως το καλοκαίρι) και το βράδυ για την εξοικονόμηση ενέργειας (κίνηση που κάνουμε το χειμώνα). Επειδή η κουρτίνα είναι αδιάβροχη, επιτυγχάνεται, αν είναι απλωμένη το βράδυ και μείωση συμπύκνωσης των υδρατμών άρα μικρότερο ποσοστό σταγόνων στο χώρο, με ευεργετική συνεισφορά στη φυτοπροστασία της καλλιέργειας από μύκητες. Στις κουρτίνες αυτές επιτυγχάνεται σκίαση 45-75% ανάλογα της πυκνότητας του αλουμινίου στην ύφανση και εξοικονόμηση ενέργειας 52-68%.

Οι κουρτίνες της κατηγορίας αυτής διακρίνονται σε εσωτερικής τοποθέτησης που είναι αδιαπέραστες και σε εξωτερική χρήσης. Οι τελευταίες έχουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή, έχουν τα φύλλα αλουμινίου στην ύφανσή τους, όμως στην θέση της ακρυλικής επιφάνειας είναι διάτρητες. Τοποθετούνται σε ανθοκομικές καλλιέργειες υπαίθρου μάλλον σε σταθερές κατασκευές και υπάρχει έτσι η δυνατότητα να πέρνα το νερό της βροχής και να σκιάζεται η καλλιέργεια.

Τέλος, υπάρχουν οι κουρτίνες συσκότισης που χρησιμοποιούνται σε καλλιέργειες ανθοκομικές με σκοπό τη ρύθμιση του χρόνου παραγωγής ανθέων, όταν αυτές επηρεάζονται από τον φωτοπεριοδισμό όπως είναι τα χρυσάνθεμα-καλαγχόη-γυσοφύλλη κ.α. Στις καλλιέργειες αυτές είναι απαραίτητες οι κουρτίνες για την αύξηση της παραγωγής, την ρύθμισή τους, τον χρόνο που υπάρχει ενδιαφέρουσα τιμή με σκοπό μεγιστοποίησης της οικονομικής προσόδου.

Το κόστος της επένδυσης μειώνεται σημαντικά όταν η εφαρμογή γίνεται σε ενιαίες θερμοκηπιακές μονάδες 4-5 στρ. λόγω της χρήσης ενός κινητήρα-πίνακα-άξονα κίνησης.

Η επιτυγχανόμενη εξοικονόμηση ενέργειας το χειμώνα, κατά 3-5°C όπως μετρήθηκε στην Κρήτη, δίδει την δυνατότητα απόσβεσης του συστήματος σε 2 έτη σε ανθοκομική καλλιέργεια από την εξοικονόμηση καυσίμων, αν η μονάδα θερμαίνεται με πετρέλαιο.



### **3.5 *ΕΝΤΟΜΟΣΤΑΤΙΚΕΣ ΣΙΤΕΣ***

Εκτός από τα προβλήματα ασθeneιών μεγάλα προβλήματα αντιμετωπίζουμε με τους διάφορους εχθρούς των φυτών. Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος αποφυγής εισόδου εχθρών από τα ανοίγματα του θερμοκηπίου είναι η χρήση εντομοστατικών σιτών. Ανάλογα την διάμετρο των οπών που έχουν, εμποδίζουν και ανάλογα μεγέθη εντόμων. Οι σίτες αυτές τοποθετούνται στα πλαϊνά παράθυρα καθώς, στα παράθυρα των ημικυκλίων και στους προθαλάμους. Έχουν χαμηλό κόστος ενώ η αντοχή τους είναι για μεγάλο χρονικό διάστημα που δικαιολογούν την τοποθέτησή τους.

### **3.6 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

#### **3.6.1 Γενικά**

Ο όρος "αερισμός" του θερμοκηπίου περιλαμβάνει δυο έννοιες:

1. Την ανάδευση του εσωτερικού αέρα του θερμοκηπίου, με σκοπό τη δημιουργία ομοιόμορφων συνθηκών σ' όλη την έκτασή του, και
2. Την ανταλλαγή του θερμού αέρα του θερμοκηπίου με τον εξωτερικό αέρα, που ονομάζεται ειδικότερα εξαερισμός. Στόχος του εξαερισμού είναι η ρύθμιση της θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο τη θερμή περίοδο και η ρύθμιση της συγκέντρωσης των αερίων συστατικών του αέρα (διοξείδιο του άνθρακα κ.α.) του θερμοκηπίου.

Ο ρυθμός και ο τρόπος αερισμού εξαρτάται από την εποχή. Για τα θερμοκήπια που είναι εγκατεστημένα στη χώρα μας, οι ανάγκες σε αερισμό είναι μεγάλες την περίοδο από αρχές άνοιξης έως και τέλη φθινοπώρου, χωρίς να αποκλείεται η ανάγκη αερισμού και το χειμώνα.

Τα συστήματα κυκλοφορίας (ανάδευσης) του αέρα που χρησιμοποιούνται στα θερμοκήπια είναι :

##### *1) Οριζόντιας μετακίνησης του αέρα.*

Χρειάζεται μια εγκατάσταση ανεμιστήρων, συνολικής περιοχής ίσης με το  $\frac{1}{4}$  του όγκου του θερμοκηπίου ανά λεπτό. Οι ανεμιστήρες τοποθετούνται κοντά στην οροφή με μια κλίση 10-15° προς το εσωτερικό του θερμοκηπίου. Εάν το μήκος ενός στενού θερμοκηπίου είναι μικρότερο από 20μ, χρειάζονται 1 έως 2 ανεμιστήρες που τοποθετούνται διαγώνια στις δυο γωνίες. Αν το μήκος ξεπερνά τα 20μ, χρειάζονται δυο ακόμη ανεμιστήρες στο μέσο του μήκους του θερμοκηπίου.

##### *2) Αξονικής μετακίνησης του αέρα με διάτρητο σωλήνα.*

Οι ανεμιστήρες τοποθετούνται στο άκρο ή στο μέσο του θερμοκηπίου και σπρώχνουν τον αέρα μέσα σε διάτρητους σωλήνες πολυαιθυλενίου, που κρέμονται σε όλο το μήκος του θερμοκηπίου. Οι σωλήνες έχουν μικρές οπές επιφάνειας 5cm<sup>2</sup> η κάθε μια, κατά μήκος του και έτσι ο αέρας βγαίνει από αυτές. Η ισχύς του ανεμιστήρα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να εξασφαλίζει παροχή 20-30% του όγκου θερμοκηπίου ανά λεπτό.

##### *3) Άλλοι τρόποι κυκλοφορίας.*

Όλα τα συστήματα θέρμανσης με ζεστό νερό και τα συστήματα εξαερισμού μπορούν να συνδεθούν κατάλληλα και να προκαλέσουν την ανάδευση και μετακίνηση του αέρα μέσα στο θερμοκήπιο. Πολλές φορές π.χ. οι ανεμιστήρες των αερόθερμων μπορούν να λειτουργήσουν ανεξάρτητα της θέρμανσης, για την ανάδευση του αέρα.

#### **3.6.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΝΕΩΣΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ**

Ένα αποτελεσματικό σύστημα εξαερισμού :

- να είναι ικανοποιητική ισχύ, ώστε να μπορεί, αλλάζοντας τον αέρα του θερμοκηπίου, να περιορίζει στο ελάχιστο την αύξηση της θερμοκρασίας, κατά τις θερμές ώρες της ημέρας,
- να δημιουργεί ομοιόμορφες συνθήκες,

- να έχει απαιτήσεις συντήρησης,
- να είναι απλό και αξιόπιστο και να διαθέτει αυτοματισμούς,
- να έχει χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας.

Διακρίνονται δυο συστήματα εξαερισμού των θερμοκηπίων :

A) *Ο φυσικός*, όταν προκαλείται από διάφορες πιέσεις μεταξύ του εσωτερικού χώρου, που δημιουργούνται λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας και λόγω του ανέμου.

B) *Ο δυναμικός*, όταν οι διαφορές πιέσεων μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού χώρου του θερμοκηπίου δημιουργούνται με μηχανικά μέσα.

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τις ανάγκες του εξαερισμού είναι :

- Η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα
- Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας
- Η μέγιστη ανεκτή θερμοκρασία μέσα στο θερμοκήπιο που εξαρτάται από το είδος του φυτού
- Το μέγεθος και τα υλικά κατασκευής του θερμοκηπίου
- Ο ρυθμός εξατμισοδιαπνοής στο χώρο του θερμοκηπίου.

### 3.6.2.1 ΦΥΣΙΚΟΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ

Ο φυσικός εξαερισμός πραγματοποιείται με την είσοδο του αέρα, μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου από τα παράθυρα που βρίσκονται στην οροφή και στις πλευρές. Βασίζεται στην ιδιότητα του αέρα να ανυψώνεται όταν θερμαίνονται. Έτσι, ο ζεστός αέρας περνάει από τα ανοίγματα της οροφής και αντικαθίσταται από ψυχρότερο αέρα που μπαίνει από τα πλευρικά παράθυρα. Η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου καθώς και η έκταση και το σχήμα των παραθύρων επηρεάζουν το ρυθμό εξαερισμού.

Για τη σωστή λειτουργία του φυσικού αερισμού χρειάζονται μεγάλα ανοίγματα τοποθετημένα στις κατάλληλες θέσεις. Όσο μεγαλύτερο είναι το πλάτος του θερμοκηπίου, τόσο ανεπαρκής αποδεικνύεται ο αερισμός με πλευρικά μόνο ανοίγματα γι' αυτό χρειάζονται πρόσθετα ανοίγματα οροφής. Πολλές φορές, τα πρόσθετα αυτά ανοίγματα αποδεικνύονται απαραίτητα γιατί τις ημέρες που δε φυσά άνεμος συντελούν στη λειτουργία του αερισμού που βασίζεται στη διαφορά θερμοκρασίας.

Για να είναι αποτελεσματικός ένας φυσικός εξαερισμός πρέπει η συνολική επιφάνεια των ανοιγμάτων να είναι ίση περίπου με το 20-30% της καλυπτόμενης από το θερμοκήπιο επιφάνειας του εδάφους. Τα παράθυρα κατασκευάζονται, συνήθως συνεχόμενα, κατά μήκος των κατακόρυφων πλευρών και της οροφής.

Ο αυτοματισμός στα ανοίγματα είναι απαραίτητα, γιατί οι απαιτήσεις σε αερισμό αλλάζουν ανάλογα με την εποχή και κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο, που παρατηρούνται μεγάλες εναλλαγές θερμοκρασίας.

Το άνοιγμα και κλείσιμο των παραθύρων οροφής γίνεται μέσω οδοντωτών ή σπαστών βραχιόνων. Οι βραχίονες συγκρατούν την κάτω πλευρά του παραθύρου και συνδέονται με ένα σωληνωτό άξονα, έτσι ώστε με την περιστροφή αυτού να μετακινούνται όλοι οι βραχίονες μαζί και να ανοίγουν ή να κλείνουν το παράθυρο. Η περιστροφή γίνεται με χειροκίνητο μηχανισμό ή με ηλεκτροκινητήρα ο οποίος έχει συνδεθεί με μειωτήρα στροφών. Στους τελευταίους μηχανισμούς η εντολή για το

άνοιγμα και το κλείσιμο δίνεται με χειροκίνητο διακόπτη ή με θερμοστάτη χώρου. Σε περιπτώσεις διακοπής ρεύματος υπάρχει η δυνατότητα ανοίγματος με το χέρι.

Τα παράθυρα της κατακόρυφης πλευράς είναι ίδια κατασκευής με της οροφής. Σε πολλά όμως θερμοκήπια πλαστικής κάλυψης με φύλλο πολυαιθυλενίου είναι απλούστερη. Δεν υπάρχει σκελετός αλλά το πλαστικό φύλλο συγκρατείται από την πάνω πλευρά ενώ στην κάτω πλευρά τυλίγεται σε ανεξάρτητο σωλήνα. Η περιστροφή του σωλήνα με το πλαστικό άνοιγμα ή κλείσιμο γίνεται με ηλεκτροκινητήρα που παίρνει εντολή από θερμοστάτη ή και χειροκίνητα.

Στις συνθήκες της χώρας μας, για το εξαερισμό την άνοιξη και το φθινόπωρο η έκταση των ανοιγμάτων θα πρέπει να επιτρέπει περισσότερες από 40 αλλαγές του αέρα την ώρα. Το χειμώνα, η θερμοκρασία θα πρέπει να ρυθμίζεται μόνο με τα ανοίγματα οροφής, γιατί η άμεση εισαγωγή ψυχρού αέρα από έξω, μέσα των πλευρικών ανοιγμάτων, μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στα φυτά.

Τα θερμοκήπια φυσικού εξαερισμού έχουν τη δυνατότητα να τοποθετούνται οπουδήποτε και δεν απαιτούν ενέργεια για την λειτουργία τους. Επίσης οποιαδήποτε βλάβη στο σύστημα μπορεί να αντιμετωπιστεί εύκολα από το ίδιο τον καλλιεργητή. Το μειονέκτημα του συστήματος αυτού είναι ότι με την λειτουργία του δεν μπορεί να επιτευχθούν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες στο χώρο του θερμοκηπίου, ιδιαίτερα τις ημέρες με άπνοια (η θερμοκρασία μέσα στο θερμοκήπιο είναι συνήθως μεγαλύτερη από την εξωτερική κατά 6°C και πάνω). Ακόμη, για να λειτουργεί σωστά απαιτούνται κατασκευές θερμοκηπίου μεγάλου ύψους και δυνατότητα κατασκευής στεγανών παραθύρων οροφής που να αυτοματοποιούνται εύκολα.

### 3.6.2.2 ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ

Ο δυναμικός εξαερισμός επιτυγχάνεται με τη χρήση ανεμιστήρων που τοποθετούνται στο τοίχωμα του θερμοκηπίου και προκαλούν τεχνητή διαφορά πίεσης στο χώρο του θερμοκηπίου. Οι ανεμιστήρες αναρροφούν και εξάγουν τον εσωτερικό αέρα, ενώ εξωτερικός αέρας εισέρχεται από τα ανοίγματα που βρίσκονται στην απέναντι πλευρά.

Το χειμώνα, το άνοιγμα για την είσοδο του αέρα είναι μικρότερο και βρίσκεται ψηλά στην απέναντι πλευρά ή χρησιμοποιείται πλαστικός σωλήνας κατανομής του αέρα από ψηλά, έτσι ώστε ο κρύος εξωτερικός αέρας πριν φτάσει στα φυτά, να έχει αναμειχθεί με τον θερμό αέρα του θερμοκηπίου.

Το καλοκαίρι, αντίθετα, το άνοιγμα για την είσοδο του αέρα είναι συνεχές σ'όλο το πλάτος του θερμοκηπίου περίπου στο μέσο του ύψους της κατακόρυφης πλευράς.

Ανάλογα με το ρυθμό εξαερισμού που χρειαζόμαστε, καθορίζουμε τον κατάλληλο αριθμό και μέγεθος των ανεμιστήρων. Ο χρόνος εξαερισμού καθορίζεται από την θερμοκρασία που θέλουμε να επιτύχουμε για την καλλιέργεια, από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και από τη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα.

Η εγκατάσταση δυναμικού εξαερισμού σ'ένα θερμοκήπιο, με κατάλληλη τοποθέτηση ανεμιστήρων σε συγκεκριμένα σημεία, γίνεται μετά από λεπτομερή μελέτη των συνθηκών και από ειδικό σχεδιασμό και διακρίνεται από :

- A) Δυναμικό εξαερισμό με υπέρπωση
- B) Δυναμικό εξαερισμό με υποπίεση.

*Δυναμικός Εξαερισμός με υπερπίεση*, χρησιμοποιείται συνήθως όταν υπάρχουν υποχρεωτικά ανοίγματα στο κάλυμμα του θερμοκηπίου και έτσι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα συστήματα με υποπίεση.

Η χρησιμοποίηση του δυναμικού εξαερισμού σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να είναι αντιοικονομική και ίσως επικίνδυνη :

- Σε περιοχές όπου επαρκεί ο φυσικός εξαερισμός για το μεγαλύτερο διάστημα, η χρήση του δυναμικού εξαερισμού σημαίνει σπατάλη μεγάλης ποσότητας ενέργειας.
- Αν συμβεί κάποια ζημία στο σύστημα και δεν μπορεί να επισκευαστεί γρήγορα, κινδυνεύει η παραγωγή του θερμοκηπίου λόγω αυτής της βλάβης κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες.

Έχει όμως τα παρακάτω πλεονεκτήματα :

- Μεγαλύτερη ακρίβεια στη ρύθμιση του όγκου του εισερχόμενου αέρα.
- Ικανοποιητική ανανέωση του αέρα ακόμη και σε περιπτώσεις που επικρατεί άπνοια.
- Ανανέωση του αέρα ανεξάρτητα από τις εξωτερικές συνθήκες.
- Αποτελεί λύση για τις περιοχές που επικρατούν ισχυροί άνεμοι.

Όσον αφορά το φυσικό εξαερισμό, τα τελευταία χρόνια με την αυτοματοποίηση των θερμοκηπίων, δεν παρουσιάζει τα παλαιότερα προβλήματα (δυσκολία αυτόματης ρύθμισης του εισερχόμενου αέρα, ανάγκη εργατικών για το ανοιγοκλείσιμο των παραθύρων, παρακολούθηση για την αποφυγή ζημιών από ισχυρό άνεμο) γιατί η ρύθμιση του ανοίγματος-κλείσματος των παραθύρων μπορεί να γίνεται αυτόματα με ειδικούς ελεγκτές αερισμού.

### **3.7 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

#### **3.7.1 Γενικά**

Στις ελληνικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η θερμοκρασία μέσα στο θερμοκήπιο ανεβαίνει σε πολύ ψηλά επίπεδα, προκαλώντας ζημιές στα φυτά, ακόμη και αν εφαρμόζεται δυναμικός εξαερισμός. Μάλιστα, αν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ανέβει πάνω από τους 30° C, θερμοκρασία στο εσωτερικό δεν μπορεί να πέσει κάτω από τους 33-35°C παρά μόνο με σύστημα δροσίσιμou.

Επειδή οι συνηθισμένοι ψυκτικοί μηχανισμοί (Freon) είναι αντιοικονομικοί ή ακατάλληλοι, για μείωση της θερμοκρασίας στα θερμοκήπια, καταφεύγουμε στην εξάτμιση νερού, εφαρμόζοντας :

- συχνό πότισμα,
- διαβροχή των φυτών και των διαδρόμων,
- εκτόξευση νερού σε λεπτές σταγόνες (ομίχλη-υδρονέφωση),
- διοχέτευση του θερμού αέρα του περιβάλλοντος διαμέσου υγρών διαπερατών πετασμάτων.



Η εξάτμιση ενός κιλού νερού προκαλεί μείωση της θερμοκρασίας όσο 600 μονάδες ψύχους, γιατί όταν εξατμίζεται το νερό απορροφά ενέργεια από το περιβάλλον (λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης). Η εξάτμιση συνδυάζεται με την εφαρμογή δυναμικού εξαερισμού για απομάκρυνση της περιττής υγρασίας.

Τα καλύτερα αποτελέσματα δίνουν τα υγρά πετάσματα (fan and pad system) και τα συστήματα ομίχλης (fog) ή υδρονέφωσης (mist). Επειδή όμως το κόστος των συστημάτων αυτών είναι σημαντικό, πρακτικά στην Ελλάδα χρησιμοποιείται μόνο, σε ανθοκομικές καλλιέργειες και ιδιαίτερα για κομμένα λουλούδια (τριαντάφυλλα, ζέρμπερες κ.α.) το σύστημα της υδρονέφωσης.

### **3.7.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΜΙΧΛΗΣ Ή ΥΔΡΟΝΕΦΩΣΗΣ**

Στο χώρο του θερμοκηπίου πάνω από τα φυτά, από ειδικούς εκτοξευτήρες (μπεκ), εκτοξεύονται πολύ λεπτές σταγόνες νερού, οι οποίες εξατμίζονται, απορροφώντας θερμότητα και μειώνοντας την θερμοκρασία. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται σύστημα αντλιών και σωλήνων με ακροφύσια, οι οποίες είναι τοποθετημένοι στο ύψος των παραθύρων. Η εκτόξευση του νερού γίνεται με υψηλή πίεση (>35atm) ή χαμηλή (<7 atm) και η παροχή των εκτοξευτήρων είναι 2-100lt την ώρα. Το νερό δεν πρέπει να έχει άλατα, γιατί προκαλεί τοξικότητα στα φυτά, φράξιμο στα μπεκ και καταστροφή των σωλήνων. Ο έλεγχος του συστήματος γίνεται από θερμοστάτες και υγροστάτες.

Η υψηλή πίεση δημιουργεί πολύ λεπτές σταγόνες (διαμέτρου <30μ), οι οποίες εξατμίζονται αμέσως, μειώνοντας τη θερμοκρασία κατά 5-14 °C (σύστημα ομίχλης) δίνοντας καλύτερα αποτελέσματα από τη χαμηλή πίεση.

Πράγματι, οι μεγαλύτερες σταγόνες που δημιουργεί η χαμηλή πίεση (σύστημα υδρονέφωσης) μειώνουν τη θερμοκρασία μόνο κατά 2,5 °C, παραμένουν για ένα διάστημα πάνω στα φυτά και προκαλούν απόπλυση των φυτοφαρμάκων και των θρεπτικών στοιχείων, ευνοούν τη διάδοση ασθενειών και μπορεί να προκαλέσουν κάμψη των στελεχών των φυτών.

Στη χώρα μας συνήθως χρησιμοποιείται ένα απλό σύστημα ψεκασμού (sprayer) με μπεκ τοποθετημένα στην οροφή του θερμοκηπίου. Το σύστημα αυτό, το οποίο λειτουργεί και σαν σύστημα άρδευσης, χρησιμοποιείται κυρίως σε καλλιέργειες γλαστρικών φυτών, αλλά και κομμένων λουλουδιών.

Η εγκατάσταση, μικρού κόστους, αποτελείται από δίκτυο σωλήνων (φ32) γαλβανιζέ ή από PVC, που διακλαδίζεται σε ένα συγκεκριμένο ύψος πάνω από τα φυτά. Σε κάθε τολ υπάρχουν 4 παράλληλοι σωλήνες, πάνω στους οποίους ανά 1μ τοποθετούνται τα μπεκ, τύπου πεταλούδας, με παροχή 1,6 lt/min που λειτουργούν με πίεση 3atm. Ένα κομπιούτερ, με εβδομαδιαίο πρόγραμμα καθορίζει τη συχνότητα και διάρκεια ψεκασμού, καθώς και την ποσότητα του νερού. Παράλληλα, γίνεται βρέξιμο των διαδρόμων και ασβέστωμα της οροφής για σκίαση, δίνοντας αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα (εκτός των άλλων μειώνονται και οι προσβολές από τετράνυχους).

Η ίδια εγκατάσταση, με διαφορετικά μπεκ μικρότερης παροχής και αντλία πρεσαριστή (12atm) λειτουργεί και σαν «ψευτουδρονέφωση» με καλύτερα αποτελέσματα, μειώνοντας τη θερμοκρασία κατά 2-3 °C περισσότερο.

Το σύστημα ομίχλης (fog system) είναι το πιο αποτελεσματικό σύστημα της κατηγορίας αυτής για μείωση της θερμοκρασίας. Αποτελείται από ένα δίκτυο σωλήνων PVC σε ύψος 2-2,20m από το έδαφος, με ειδικά μπρούτζινα μπεκ παροχής 5l/ώρα, τοποθετημένα ανά 2m. Διαθέτει αντλία ειδικής κατασκευής και μεγάλης πίεσης (38 atm), με την βοήθεια της οποίας σχηματίζει ένα νέφος από λεπτότατες σταγόνες, σαν ομίχλης, δημιουργώντας ένα περιβάλλον με υψηλή σχετική υγρασία (100%), ενώ η θερμοκρασία μειώνεται 6-8 °C. Το νερό δεν πρέπει να περιέχει άλατα και γενικά να είναι καθαρό, γι'αυτό η εγκατάσταση πρέπει να είναι εφοδιασμένη με φίλτρα καθαρισμού και με σύστημα χλωρίωσης του νερού.

Το σύστημα ομίχλης χρησιμοποιείται κυρίως σε καλλιέργειες ανθοκομικών για κομμένο λουλούδι, καλοκαιρινής παραγωγής, ενώ είναι ιδανικό για τα ριζωτήρια, γιατί εκτός από μείωση της θερμοκρασίας εξασφαλίζει και τις ιδανικότερες συνθήκες υγρασίας. Τέλος, αν μαζί με τους εκτοξευτήρες χρησιμοποιηθούν και ανεμιστήρες, επιτυγχάνεται ένα αποτελεσματικό σύστημα δροσίσιμου πολύ οικονομικότερο από τα υγρά πετάσματα.

### **3.7.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΓΡΩΝ ΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ**

Η εφαρμογή του συστήματος των υγρών πετασμάτων ή «εξατμιστική ψύξη», συνιστάται σε περιοχές και περιόδους με υψηλή θερμοκρασία και χαμηλή υγρασία. Απαιτεί αρκετό διαθέσιμο νερό και ηλεκτρική ενέργεια, αρκετά ξηρό εξωτερικό περιβάλλον και φυσικά η καλλιέργεια να είναι τέτοια που να δικαιολογεί τη σχετική δαπάνη. Όσο πιο χαμηλή είναι η σχετική υγρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος και όσο πιο υψηλή του εσωτερικού χώρου, τόσο πιο αποτελεσματικό είναι το σύστημα.

Το σύστημα μπορεί να λειτουργεί με υποπίεση ή αρνητική πίεση (χρησιμοποιείται περισσότερο) και με υπερπίεση ή θετική πίεση.

Στην πρώτη περίπτωση τοποθετείται στο ένα άκρο του θερμοκηπίου η εξατμιστική επιφάνεια (πέτασμα) και οι εξαεριστήρες στο άλλο άκρο. Καθώς αυτοί μπαίνουν σε λειτουργία, αέρας του θερμοκηπίου οδηγείται στο εξωτερικό περιβάλλον, δημιουργείται υποπίεση και φρέσκος αέρας εξαναγκάζεται να μπει από την απέναντι πλευρά, περνώντας μέσα από το υγρό διαπερατό πέτασμα. Έτσι η θερμοκρασία του αέρα μειώνεται, γιατί ένα μέρος της θερμότητας του χρησιμεύει για την εξάτμιση του νερού του πετάσματος.

Για να είναι αποτελεσματικό το σύστημα, πρέπει το θερμοκήπιο να έχει καλή στεγανότητα γιατί από ανοίγματα και χαραμάδες εισβάλλουν κάποιες ανεξέλεγκτες ποσότητες θερμού αέρα, οι οποίες είναι δυνατό να περιέχουν και ποσότητες σκόνης που σε ορισμένες περιοχές να είναι σημαντικές.

Αντίθετα, το σύστημα με υπερπίεση δημιουργεί σχεδόν ομοιόμορφη θερμοκρασία και δεν επιτρέπει την είσοδο σκόνης (ακόμη και αν το θερμοκήπιο δεν είναι πολύ στεγανό), γιατί το υγρό πέτασμα είναι τοποθετημένο μπροστά στον ανεμιστήρα που οδηγεί τον αέρα του περιβάλλοντος στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, εξαναγκάζοντάς τον να περάσει μέσα από το πέτασμα που λειτουργεί σαν φίλτρο. Έτσι ο αέρας καθαρίζεται, αποκτά μειωμένη θερμοκρασία και διατρέχοντας στη συνέχεια το θερμοκήπιο βγαίνει από τα παράθυρα της απέναντι πλευράς.

Ο κρύος αέρας είναι δυνατόν επίσης να διοχετευτεί σε διάτρητο πλαστικό σωλήνα κατά μήκος της οροφής του θερμοκηπίου, ώστε να γίνει ομοιόμορφη κατανομή του σε όλο το χώρο. Τότε όμως τα ανοίγματα πρέπει να βρίσκονται στις πλευρές του θερμοκηπίου.

Το σύστημα δροσισμού με υπερπίεση μπορεί ακόμη να συνδυαστεί με φυσικό αερισμό, αν η εγκατάστασή του γίνει μεταξύ των δυο μονάδων ενός διπλού θερμοκηπίου.

Το πέτασμα διαθέτει φίλτρο πάχους 5-15cm, φτιαγμένο από ένα στρώμα υλικού με μεγάλη επιφάνεια εξάτμιση (40-60m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> στρώματος), όπως είναι οι κυψέλες από πεπιεσμένο χαρτί ή πλαστικό, η διογκωμένη άργιλος, συνθετικά νήματα, ρινίσματα ξύλου κ.α. Η τοποθέτηση του γίνεται κατά κανόνα κάθετα, 60cm πάνω από το έδαφος και στην περίπτωση του συστήματος με υποπίεση, για καλύτερα αποτελέσματα δεν πρέπει να απέχει από τους εξαεριστήρες περισσότερο από 30cm. Το πιο συνηθισμένο είναι να τοποθετείται σε όλο το μήκος της πλευράς και να έχει πλάτος 1,20m. Όταν δε λειτουργεί το σύστημα πρέπει εξωτερικά να καλύπτεται με πλαστικό φύλλο ή να έχει προβλεφτεί η κατασκευή παραθύρου.

Αποτελείται συνήθως από πεπιεσμένο χαρτί με κυψελοειδή μορφή, που έχει διάρκεια ζωής μεγαλύτερη από 10 χρόνια και δε λερώνεται πολύ εύκολα, σε περιπτώσεις χρησιμοποίησης υφάλμυρου νερού. Για να διατηρηθεί καθαρό όσο το δυνατόν περισσότερο, πρέπει να χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες ποσότητες νερού από αυτές που απαιτούνται για να λειτουργεί το σύστημα, ώστε όσο νερό δεν εξατμίζεται να μην επιτρέπει τη γρήγορη συσσώρευση αλάτων που καταστρέφουν το φίλτρο. Πάντως, μετά από κάποια χρόνια λειτουργίας, η αποτελεσματικότητά του μειώνεται σιγά-σιγά καθώς τόσο τα άλατα του νερού όσο και τα έντομα που απορροφώντας από το σύστημα ρυπαίνουν το φίλτρο, και εμποδίζουν τη διέλευση του αέρα. Το υφάλμυρο νερό προκαλεί ακόμη περισσότερες ζημιές στους συνδέσμους του συστήματος (διαρροές από διάβρωση κ.α. ).

Τη λειτουργία των εξαεριστήρων ρυθμίζουν θερμοστάτες, ενώ υγροστάτες ελέγχουν την υγρασία των πετασμάτων και ρυθμίζουν τη λειτουργία υδραντλιών, ώστε η διαβροχή να είναι ομοιόμορφη.

Αρκετά σημαντικά είναι οι ποσότητες νερού που απαιτούνται ανάλογα βέβαια με τις εξωτερικές συνθήκες και τις ανάγκες της καλλιέργειας (υπολογίζεται στο 1lt/m<sup>2</sup> την ώρα).

Η αύξηση της σχετικής υγρασίας στο θερμοκήπιο, εξαιτίας της λειτουργίας του συστήματος, μπορεί να προκαλέσει προσβολές από μυκητολογικές ασθένειες κάτι που αποφεύγεται με την τοποθέτηση εξαεριστήρων κατάλληλης ισχύος και την κατασκευή του σωστού αριθμού παραθύρων, ώστε να γίνεται καλός αερισμός του θερμοκηπίου.

Για την καλή λειτουργία του συστήματος θα πρέπει απαραίτητα η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας να είναι χαμηλή. Η χρησιμοποίηση συστήματος δροσισμού με υγρό διαπερατό πέτασμα, αντί για απλό δυναμικό εξαερισμό του θερμοκηπίου, συνεπάγεται πολύ υψηλότερο κόστος εγκατάστασης, καθώς και σημαντική αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (κατά 65% περίπου). Πάντως, τα αποτελέσματα είναι ασύγκριτα καλύτερα, ιδίως στις νοτιότερες περιοχές.

Για την εγκατάσταση ενός συστήματος δροσισμού, πρέπει να είναι γνωστός ο συνολικός όγκος του θερμοκηπίου, ο αριθμός των ωριαίων ανταλλαγών αέρα (45-60),

η επιφάνεια των υγρών φίλτρων και ο αριθμός των εξαεριστήρων 9μέση απόσταση μεταξύ τους 7m). Η ισχύς των κινητήρων τους πρέπει να είναι 3-5 W/m<sup>2</sup> καλυμμένης επιφάνειας.

Η τοποθέτηση συστήματος δροσισμού θα πρέπει να προβλέπεται από την αρχική εγκατάσταση του θερμοκηπίου, ώστε να πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις.

Ειδικότερα :

- Ο προσανατολισμός του θερμοκηπίου να είναι τέτοιος ώστε να «αξιοποιούνται» οι επικρατούντες άνεμοι. Είναι προτιμότερο τα υγρά πετάσματα να τοποθετούνται από την πλευρά του κυρίαρχου άνεμου και οι εξαεριστήρες από την αντίθετη.
- Η στεγανότητα του θερμοκηπίου να είναι κατά το δυνατό μεγαλύτερη, ειδικά σε περιοχές που επικρατούν ισχυροί άνεμοι και υπάρχει πολύ σκόνη.
- Το φίλτρο να κατασκευάζεται από ειδικό υλικό, ώστε να υπάρχει δυνατότητα χρησιμοποίησης και υφάλμυρου νερού χωρίς να καταστρέφεται εύκολα.
- Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ υγρού πετάσματος και εξαεριστήρα να μην είναι μεγάλη. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να κλείνονται ερμητικά κλειστά όλα τα ανοίγματα και οι χαραμάδες του θερμοκηπίου. Επίσης οι εξαεριστήρες να απέχουν το πολύ 40m από τα υγρά πετάσματα. Αν οι αποστάσεις είναι μεγαλύτερες, τα πετάσματα μπορούν να τοποθετούνται στο ενδιάμεσο της απόστασης και οι εξαεριστήρες στις δυο πλευρές ή στο κέντρο, ανάλογα να πρόκειται για σύστημα υποπίεσης ή υπερπίεσης αντίστοιχα, ή να τοποθετούνται στα δυο μέτωπα και οι εξαεριστήρες στη στέγη στο μέσο του θερμοκηπίου. Ακόμη είναι δυνατό να αυξάνεται ο αριθμός των εξαεριστήρων, έτσι ώστε να δημιουργείται πιο αποτελεσματικό ρεύμα ή να τοποθετούνται εκτοξευτήρες νερού στο θερμοκήπιο, ώστε να δημιουργείται συμπληρωματική ομίχλη.
- Για να μην προκληθούν ζημιές στα φυτά που βρίσκονται κοντά στα υγρά πετάσματα, είναι καλό το ρεύμα αέρα να οδηγείται με μια μικρή παρέκκλιση πάνω από τα φυτά, αν το ύψος τους ξεπερνά το ύψος τους ξεπερνά το ύψος τοποθέτησης των πετασμάτων.
- Να υπάρχει υπόγεια δεξαμενή, όπου μπορεί να διατηρείται για λίγο το νερό που έχει διασχίσει ένα πέτασμα, ώστε όταν χρησιμοποιηθεί και πάλι να έχει αρκετά μικρότερη θερμοκρασία, αφού με το κρύο νερό το σύστημα δίνει καλύτερα αποτελέσματα απ' ότι με το ζεστό.
- Η πίεση του νερού που ψεκάζεται στο πέτασμα, να διατηρείται ομοιόμορφη, ώστε αυτό να υγραίνεται κανονικά.
- Καλό είναι να υπάρχει και σύστημα σκίασης στο θερμοκήπιο ή ακόμη καλύτερα σύστημα ομίχλης, ώστε ο δροσισμός να γίνεται καλύτερα. Με τον τρόπο αυτό γίνεται και σημαντική εξοικονόμηση νερού.

Λόγω του κόστους του, το σύστημα των υγρών πετασμάτων, σε συνδυασμό ή όχι με τα υπόλοιπα, χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά σε καλλιέργειες υψηλής προσόδου, όπως τα ανθοκομικά. Άλλωστε οι καλλιέργειες κηπευτικών στη χώρα μας καλλιεργούνται το καλοκαίρι στην ύπαιθρο.

### 3.8 ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Στην μεγάλη πλειοψηφία των θερμοκηπίων της χώρας μας εφαρμόζεται το σύστημα άρδευσης «στάγδην», κατά το οποίο τοποθετείται ένας σταλακτηφόρος σωλήνας σε κάθε γραμμή της καλλιέργειας με ένα σταλάκτη κοντά σε κάθε φυτό. Ανάλογα με τις αποστάσεις στις οποίες γίνεται φύτευση των γραμμών ποικίλλει και η απόσταση μεταξύ των σταλακτηφόρων σωλήνων.

Σε ειδικές καλλιέργειες σε γλάστρες και πάνω σε πάγκους χρησιμοποιούνται άλλα συστήματα άρδευσης, όπως με σωλήνες μικρής διατομής (μακαρόνι), διάφοροι τύποι μικροεκτοξευτήρων ή πότισμα με τριχοειδή απορρόφηση από κάτω. Τόσο το πότισμα από κάτω όσο και το πότισμα από πάνω (διαβροχή φυλλώματος) έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τα οποία θα πρέπει να εξετάσει προσεκτικά ο καλλιεργητής πριν αποφασίσει.

Η τροφοδοσία των παραπάνω τελικών διανεμητών του νερού γίνεται μέσω του κεντρικού αγωγού και των διακλαδώσεων του και ρυθμίζεται από κεντρικό σύστημα ελέγχου το οποίο εξασφαλίζει και ένα βαθμό αυτόματης λειτουργίας. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα ο έλεγχος να γίνεται με ειδικά προγράμματα και μέσω ηλεκτρονικού υπολογισμού, σε συνδυασμό και με την υδρολίπανση, οπότε εξασφαλίζεται μεγαλύτερη ακρίβεια και αυτοματισμός.

Οποσδήποτε πριν την εγκατάσταση του κεντρικού συστήματος της άρδευσης απαιτείται να γίνει μελέτη στην οποία θα ληφθούν υπόψη οι κατασκευαστικές δυνατότητες του θερμοκηπίου, οι απαιτήσεις των φυτών σε νερό καθώς και οι διαθέσιμες ποσότητες νερού.

Βασικά θα χρησιμοποιηθεί ένας κεντρικός σωλήνας του οποίου η διατομή εξαρτάται από την έκταση του θερμοκηπίου (π.χ. 5cm για θερμοκήπιο έκτασης 2 στρεμμάτων και 8,5cm για θερμοκήπιο έκτασης 5 στρεμμάτων). Ο κεντρικός αυτός σωλήνας διασχίζει κατά μήκος το θερμοκήπιο, υπογείως (είναι δαπανηρότερο αλλά δεν δημιουργεί πρόβλημα σκίασης) ή υπεργείως (μικρότερο κόστος και ευκολότερες επισκευές ή τροποποιήσεις) και διακλαδίζεται δεξιά και αριστερά. Σε κάθε διακλάδωσης ή ανά περισσότερες διακλαδώσεις, υπάρχει διακόπτης παροχής νερού ο οποίος τίθεται σε λειτουργία με το χέρι ή αυτόματα από τον κεντρικό πίνακα του συστήματος άρδευσης. Στην αρχή της εγκατάστασης χρησιμοποιείται φίλτρο του οποίου ο τύπος εξαρτάται από την καθαρότητα του νερού. Τα φίλτρα αυτά ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο νερό απαιτούν καθαρισμό γιατί βουλώνουν από τα άλατα και διάφορες ακαθαρσίες. Για την αποφυγή των συχνών καθαρισμών υπάρχουν φίλτρα με ημιαυτόματο ή αυτόματο καθαρισμό. Τα διάφορα φίλτρα που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι φίλτρα σίτας, δίσκων, άμμων (συγκρατεί άμμο, ιλύ, άργιλο και αποικίες βακτηριδίων), φυγοκεντρικά φίλτρα κ.α.

Προβλήματα που σχετίζονται με την ποιότητα του νερού άρδευσης

Πρόβλημα	Σοβαρότητα προβλήματος		
	Καμιά	Αυξανόμενη	Πολύ σοβαρή
<b>Αλατότητα</b>			
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) (mmhos/cm) ή	< 0,75	0,75 – 3,0	> 3,0
- Ολικά διαλυτά στερεά (mg/l)	< 480	480 – 1920	> 1920
<b>Τοξικότητα ιόντων</b>			
- Από το έδαφος			
Χλώριο (mg/l)	< 70	70 – 345	> 345
(meq/l)	< 2	2 – 10	> 10
Βόριο (mg/l)	1	1 – 2	2 – 10
- Από το φύλλωμα (πίεση από πάνω)			
Νάτριο (mg/l)	< 70	70	-
(meq/l)	< 3	> 3	-
Χλώριο (mg/l)	< 100	100	-
(meq/l)	< 3	> 3	-
<b>Διάφορα</b>			
Δισανθρακικά (mg/l)	< 40	40 – 520	> 520
(meq/l)	< 1,5	1,5 – 8,5	> 8,5

Πηγή: Nelson P.V., 1991.

### 3.8.1 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ

Η ποιότητα του χρησιμοποιούμενου νερού έχει ιδιαίτερη σημασία στα θερμοκήπια.

Συνήθως η ποιότητα του νερού μετράται με την σκληρότητα και την αγωγιμότητα του.

Η σκληρότητα του νερού αναφέρεται στα ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου τα οποία δημιουργούν άλατα ανθρακικού μαγνησίου. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) μετρά την συνολική ποσότητα των ιόντων που εμπεριέχονται στο νερό άρδευσης χωρίς να αναφέρονται στο είδος των ιόντων.

Στο νερό υπάρχουν και άλλα στοιχεία πλην των προαναφερόμενων. Το ασβέστιο και το μαγνήσιο σε υψηλές συγκεντρώσεις στο νερό παρεμποδίζουν την πρόσληψη άλλων θρεπτικών και αυξάνουν την ηλεκτρική αγωγιμότητα. Τα θεικά ιόντα σε μικρές ποσότητες είναι ωφέλιμα αλλά σε μεγάλες συγκεντρώσεις αυξάνουν την ηλεκτρική αγωγιμότητα και σε αντίδραση με το ασβέστιο καθορίζουν ως θεικό ασβέστιο στους σωλήνες άρδευσης και δεν επαναδιαλύονται εύκολα. Τα δισανθρακικά προκαλούν τα περισσότερα προβλήματα γιατί δημιουργούν ίζημα με το ασβέστιο και το μαγνήσιο, αυξάνουν το pH του εδάφους και όταν το νερό χρησιμοποιείται σε υδρονέφωσης προκαλούν «λέκιασμα» των φυτών, γεγονός που υποβαθμίζει την ποιότητά του. Για την μείωση του pH σε αυτά τα εδάφη συνίσταται η προσθήκη νιτρικού ή φωσφορικού οξέος. Νερό στο οποίο έχει προστεθεί οξύ για την εξουδετέρωση του δισανθρακικού, παραμένει διαβρωτικό για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η διαβρωτικότητα οφείλεται στο ανθρακικό οξύ που σχηματίζεται και το οποίο διασπάται αργά. Το νερό αυτό όταν χρησιμοποιείται στην υδρονέφωση δεν σχηματίζει άλατα πάνω στα φύλλα. Το νερό επίσης, μπορεί να εμφανίζει ψηλό pH όταν περιέχει βρύα, γεγονός που οφείλεται σε διατάραξη της περιεκτικότητά του σε CO<sub>2</sub>.

Ο σίδηρος στο νερό της άρδευσης δεν δημιουργεί πρόβλημα στα φυτά αλλά δημιουργεί ίζημα με την παρουσία του οξυγόνου και σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να μειώνει τόσο το pH του νερού που να δημιουργεί εγκαύματα στα φυτά.

Μερικά ιχνοστοιχεία μπορεί να δημιουργήσουν επίσης σοβαρό πρόβλημα στα φυτά όταν η συγκέντρωσή τους στο νερό είναι υψηλή προκαλώντας τοξικότητες. Αυτά είναι

ο χαλκός, το φθόριο, το μαγγάνιο, ο ψευδάργυρος, το βόριο κ.α. Τα πιο σοβαρά προβλήματα τα προκαλεί ο ψευδάργυρος ο οποίος συνήθως στο νερό που περνά από γαλβανισμένους σωλήνες. Σε υψηλές συγκεντρώσεις παρατηρούνται εγκαύματα στο φύλλωμα όταν τα φυτά ποτίζονται με κατακλιτισμό ή χλωρώσεις όταν απορροφάται από τη ρίζα.

### **3.8.2 ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ**

Μεγάλο μέρος από το νερό του ποτίσματος εξατμίζεται από την επιφάνεια του εδάφους ή διαπνέει από την φυλλική επιφάνεια με αποτέλεσμα τα άλατα που μπορεί να εμπεριέχει να παραμένουν στο έδαφος. Η διαδικασία αύξησης της αλατότητας των εδαφών είναι μια διεργασία που γίνεται αργά και σταθερά. Η ύπαρξη αλάτων στο εδαφικό διάλυμα μεταβάλλει την οσμωτική πίεση του διαλύματος επηρεάζοντας αρνητικά την ανάπτυξη των φυτών. Τα φυτά ανάλογα με την ανθεκτικότητά τους στα αλατούχα εδάφη διακρίνονται σε ανθεκτικά, μέσης ευαισθησίας και πολύ ευαίσθητα. Για να αποφευχθεί η καταστροφή των εδαφών από την συνεχή συσσώρευση αλάτων, επιβάλλεται να γίνεται σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα στο θερμοκήπιο υπεράρδευση για να διαλυθούν τα άλατα και να παρασυρθούν από στραγγιστικά συστήματα.

### **3.9 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ**

Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες ένα σημαντικό μέρος των λιπασμάτων χορηγείται με υδρολίπανση, δηλαδή με το νερό της άρδευσης. Έτσι συνήθως ο φώσφορος ή ορισμένες ποσότητες άλλων στοιχείων ενσωματώνονται στο έδαφος κατά την ετοιμασία πριν τη φύτευση της καλλιέργειας, ενώ το άζωτο και το κάλι χορηγούνται εξ' ολοκλήρου ή στο μεγαλύτερο μέρος τους με την υδρολίπανση κατά την ανάπτυξη της καλλιέργειας.

Οι δόσεις, οι αναλογίες και η συχνότητα χορήγησης θρεπτικών στοιχείων με την υδρολίπανση ποικίλλει ανάλογα με την καλλιέργεια και το στάδιο ανάπτυξής της.

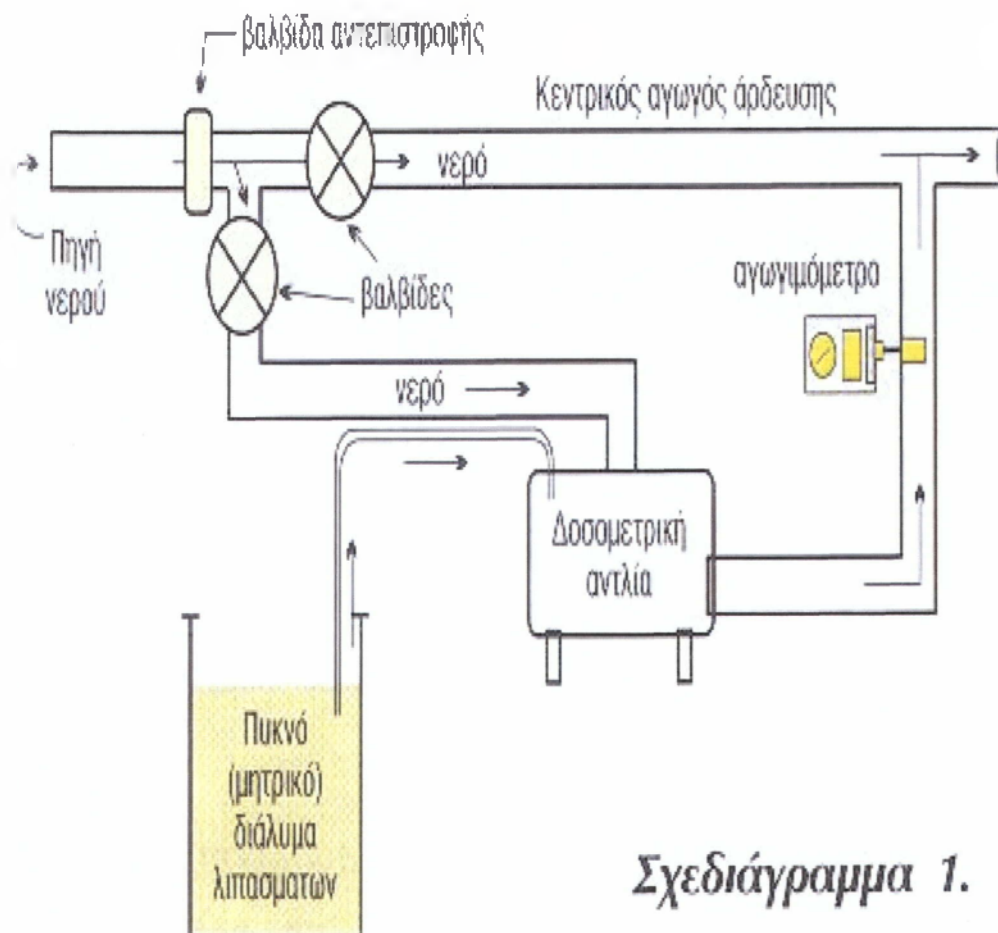
Ένα απλό σύστημα υδρολίπανσης περιλαμβάνει (σχεδιάγραμμα 1):

1. Δοχείο προδιάλυσης και βυτίο πυκνού διαλύματος λιπασμάτων.
2. Δοσομετρική αντλία που διοχετεύει το πυκνό διάλυμα του λιπάσματος από το βυτίο στον κεντρικό αγωγό του νερού άρδευσης σε καθοριζόμενη αναλογία.
3. Άλλες συσκευές μέτρησης και ρύθμισης όπως αγωγιμόμετρο, πεχάμετρο. Βαλβίδα αντεπιστροφής κ.α.

Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατός ο ακριβής καθορισμός της συγκέντρωσης του λιπάσματος στο νερό της άρδευσης που φτάνει στα φυτά. Με πιο σύνθετα συστήματα υδρολίπανσης είναι δυνατόν να υπάρχουν περισσότερες γραμμές για ταυτόχρονη διαφορετική λίπανση περισσότερων καλλιεργειών. Μέσω ειδικών προγραμμάτων και ηλεκτρονικού υπολογιστού είναι επίσης δυνατός ο πλήρης έλεγχος και ο αυτοματισμός τόσο της άρδευσης όσο και της λίπανσης.

Ορισμένα σημεία που πρέπει να προσέχουμε :

1. Για την υδρολίπανση θα πρέπει να χρησιμοποιούνται καλής ποιότητας υδατοδιαλυτά λιπάσματα και καλό θα είναι το σύστημα να περιλαμβάνει κατάλληλα φίλτρα για αποφυγή εμφραγμάτων του δικτύου από αδιάλυτα σωματίδια, ιζήματα κ.α.
2. Είναι απαραίτητη η εγκατάσταση κατάλληλων βαλβίδων αντεπιστροφής ώστε να αποκλείεται η ρύπανση της πηγής νερού με λιπάσματα.
3. Στο τέλος της άρδευσης θα πρέπει να διοχετεύεται καθαρό νερό (χωρίς λιπάσματα) για το καθαρισμό του δικτύου.
4. Για την λίπανση στα θερμοκήπια δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται λιπάσματα που περιέχουν Νάτριο ή Χλώριο και πρέπει μίνα καταβάλλεται γενικά κάθε προσπάθεια αποφυγής της αλάτωσης του εδάφους. Συνιστάται ιδιαίτερα να γίνεται συχνά ανάλυση του εδάφους (για παρακολούθηση του pH, της αλατότητας και της διαθεσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων).



Σχεδιάγραμμα 1.



## 3.10 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

### 3.10.1 Γενικά

Στα περισσότερα θερμοκήπια στη χώρα μας δε χρησιμοποιείται κανενός είδους τεχνητή θέρμανση, αλλά οι καλλιεργητές αποβλέπουν κυρίως στην προστασία των φυτών από τις αντίξοες καιρικές συνθήκες, όπως ισχυρούς ανέμους και υπερβολικές βροχοπτώσεις, καθώς και στην εκμετάλλευση της υψηλότερης θερμοκρασίας που δημιουργείται συνήθως στο χώρο του θερμοκηπίου.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας, τις ηλιόλουστες ημέρες, το θερμοκήπιο παγιδεύει θερμότητα από τον ήλιο κι έτσι η θερμοκρασία ημέρας στο χώρο του, χωρίς καμία θέρμανση, είναι υψηλότερη από την εξωτερική. Αυτό όμως δε συμβαίνει όταν επικρατεί πολύ πυκνή συννεφιά, όπως και κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η νυχτερινή θερμοκρασία δεν μπορεί να είναι ελάχιστα υψηλότερη ή όπως συνήθως συμβαίνει ίση και συχνά (μερικές ξαστερες βραδιές με χαμηλή σχετική υγρασία), στα θερμοκήπια με πλαστική κάλυψη, μικρότερη από την εξωτερική θερμοκρασία.

Στην Ελλάδα υπάρχουν τριών ειδών θερμοκήπια, τα *μη θερμαινόμενα*, τα *ελαφρά θερμαινόμενα (αντιπαγετική προστασία)* και τα *θερμαινόμενα*.

Τα μη θερμαινόμενα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται κυρίως στη Νότια Ελλάδα όπου οι συνθήκες το χειμώνα είναι ηπιότερες, ενέχουν όμως τον κίνδυνο ζημίας όταν κατά τη νύχτα παρατηρηθεί απότομη πτώση θερμοκρασίας. Στα ελαφρά θερμαινόμενα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται απλά αερόθερμα με σκοπό την προστασία της καλλιέργειας από τον παγετό και τον περιορισμό συμπύκνωσης της υγρασίας. Τα θερμαινόμενα θερμοκήπια διαθέτουν ακριβότερα και πολυπλοκότερα συστήματα, δίνουν όμως τη δυνατότητα προγραμματισμού της καλλιέργειας, διάθεσης προϊόντων εκτός εποχής και βελτίωσης της ποσότητας και ποιότητας της παραγωγής. Η χρησιμοποίηση θέρμανσης στο θερμοκήπιο γίνεται όταν η χαμηλή θερμοκρασία στο χώρο του θερμοκηπίου είναι ο περιοριστικός παράγοντας για την αύξηση της παραγωγής και εφόσον το οικονομικό όφελος της εγκατάστασης και λειτουργίας είναι μεγαλύτερο από τις δαπάνες για την εγκατάσταση και τη συντήρηση του συστήματος και την κατανάλωση καυσίμων.

•**Θερμότητα.** Είναι η ενέργεια που μεταβιβάζεται μεταξύ δύο σωμάτων ή ενός σώματος και του περιβάλλοντός του ή μεταξύ δυο σημείων του ίδιου σώματος ως αποτέλεσμα της διαφοράς θερμοκρασίας τους. Μονάδα μέτρησης της θερμότητας είναι η θερμίδα (cal) που ορίζεται ως η ποσότητα θερμότητας που απαιτείται για την ανύψωση κατά 1 βαθμό Κελσίου της θερμοκρασίας 1 γρ νερού. Για τους υπολογισμούς στα θερμοκήπια χρησιμοποιείται η χλιοθερμίδα (kcal) η οποία είναι ίση με 1000 cal.

•**Θερμοκρασία.** Είναι χαρακτηριστικό μέγεθος της θερμικής κατάστασης ενός σώματος. Η θερμοκρασία μετριέται σε βαθμούς Κελσίου.

Από την εξέταση της απόλυτης ελάχιστης και απόλυτης μέγιστης θερμοκρασίας καθώς και των ημερών παγετού σε μια περιοχή μπορούμε να υπολογίσουμε την απαιτούμενη δυναμικότητα των μέσων θέρμανσης του θερμοκηπίου. Έτσι, εάν είναι διαθέσιμα αυτά τα στοιχεία, μπορεί να βρεθεί εάν το θερμοκήπιο θα πρέπει να είναι ελαφρά ή καθόλου θερμαινόμενο ή πλήρως θερμαινόμενο και ποιες είναι οι ανάγκες σε θέρμανση.

Ο υπολογισμός της απαιτούμενης θερμότητας μπορεί να προσδιοριστεί από μια σχέση που αφορά το μεγαλύτερο μέρος των απωλειών του θερμοκηπίου σε ενέργεια :

$$Q = A_s \times U \times (t_i - t_e)$$

Η απαιτούμενη θερμότητα ανά τετραγωνικό μέτρο θερμοκηπίου θα είναι :

$$Q = (A_s / A_f) \times U \times (t_i - t_e) \text{ όπου}$$

Q: Η μέγιστη απαίτηση θερμότητας σε Watt,

U: Ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας σε  $W/m_2 \cdot ^\circ C$ ,

Af : Η επιφάνεια του καλυμμένου εδάφους σε  $m_2$ ,

As: Η επιφάνεια του καλύμματος σε  $m_2$ ,

ti: Η επιθυμητή θερμοκρασία μέσα στο θερμοκήπιο,

te: Η μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία του δυσμενέστερου μήνα.

Η τιμή του U για κάθε υλικό κάλυψης δίνεται από τον κατασκευαστή. Η πραγματική ισχύς του συστήματος θέρμανσης θα πρέπει να είναι ίση με την απαιτούμενη θερμότητα.

### 3.10.2 Συστήματα θέρμανσης

Κατά την εγκατάσταση ενός συστήματος θέρμανσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω :

- Η μείωση του φυσικού φωτισμού που προκαλείται στο χώρο του θερμοκηπίου θα πρέπει να είναι η μικρότερη δυνατή.
- Ο χώρος που καταλαμβάνει το σύστημα θέρμανσης δε θα πρέπει να είναι σε βάρος του χώρου καλλιέργειας.
- Η θέση όπου τοποθετείται δε θα πρέπει να δυσχεραίνει τις καλλιεργητικές εργασίες ή την απόδοση εργασίας (εμπόδια στους διαδρόμους, υψηλός θόρυβος κ.τλ.)

Μια πιθανή αύξηση της ταχύτητας του αέρα δε θα πρέπει να προκαλεί τοπικούς κραδασμούς ή τοπικές αφυδατώσεις των φυτών.

- Να μην αυξάνεται υπερβολικά ο ολικός συντελεστής απωλειών του θερμοκηπίου. Πολύ μεγάλες ταχύτητες του αέρα μέσα στο θερμοκήπιο ή πολύ μεγάλες επιφάνειες θερμαντικών στοιχείων, αυξάνουν τις απώλειες ενέργειας.
- Η κατανομή της θερμότητας στο χώρο θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ομοιόμορφη, ώστε να αποφευχθούν διακυμάνσεις της θερμοκρασίας τοπικά και επομένως ανομοιόμορφα κατανάλωσης νερού και ρυθμού αύξησης των φυτών.
- Το σύστημα θέρμανσης θα πρέπει να μειώνει αποτελεσματικά και τη συμπύκνωση υδρατμών στα φυτά.
- Θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλο σύστημα ελέγχου, ώστε το σύστημα θέρμανσης να αντιδρά γρήγορα στις μεταβολές των κλιματικών παραμέτρων.
- Η καπνοδόχος του κεντρικού συστήματος θέρμανσης πρέπει να τοποθετείται αρκετά ψηλά, ώστε να μην επιστρέφουν με τον αέρα οι καπνοί μέσα στο θερμοκήπιο και σε τέτοια θέση, που να μη σκιάζει τις καλλιέργειες.
- Σημαντικό επίσης στοιχείο είναι η ασφάλεια και αξιοπιστία στη λειτουργία του, καθώς και το μικρό κόστος συντήρησης.

Για τη θέρμανση των θερμοκηπίων χρησιμοποιούνται διάφορα συστήματα, άλλα κλασικά, τα οποία καταναλώνουν καύσιμη ύλη για να λειτουργήσουν, και άλλα εναλλακτικά, τα οποία αξιοποιούν ήπιες μορφές ενέργειας, επιτυγχάνοντας συχνά σημαντικά εξοικονόμησή της.

#### 3.10.2.1 Τοπικά συστήματα θέρμανσης

Στα τοπικά συστήματα θέρμανσης ανήκουν :

1. Αερόθερμα (ηλεκτρικά, υγραερίου, πετρελαίου, στερεών καυσίμων),
2. Θερμάστρες,

### 3. Συσκευές υπέρυθρης ακτινοβολίας.

• **Αερόθερμα.** Από τα τοπικά συστήματα τα πιο συνηθισμένα είναι τα αερόθερμα. Η θέρμανση με αερόθερμα στοιχίζει φθηνότερα από ότι η θέρμανση με ζεστό νερό, έχουν υψηλή αποδοτικότητα και δεν παρουσιάζουν αδράνεια στην αύξηση της θερμοκρασίας του χώρου. Σε μικρό δηλαδή χρονικό διάστημα από την στιγμή που θα λειτουργήσει το αερόθερμο, ο αέρας του θερμοκηπίου θερμαίνεται. Αντιθέτως στα συστήματα κεντρικής θέρμανσης ο χρόνος αυτός είναι μεγάλος. Ένα σημαντικό μειονέκτημα των αερόθερμων είναι ότι δεν θερμαίνεται ικανοποιητικά το ριζόστρωμα με αποτέλεσμα οι καλλιέργειες να έχουν δυσκολίες απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος. Ανάλογα με την πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται, τα αερόθερμα διακρίνονται στις εξής ομάδες:

- **Ηλεκτρικά αερόθερμα.** Αποτελούνται από έναν ηλεκτρικό ανεμιστήρα και ηλεκτρικές αντιστάσεις. Ο ανεμιστήρας ωθεί τον αέρα του θερμοκηπίου να περάσει μέσα από τις ηλεκτρικές αντιστάσεις και να επιστρέψει στο χώρο του θερμοκηπίου θερμαίνοντάς τον. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε ερασιτεχνικά και πειραματικά θερμοκήπια γιατί αυτοματοποιούνται εύκολα και ρυθμίζουν θερμοκρασία του χώρου με μεγάλη ακρίβεια. Σαν τρόπος θέρμανσης είναι ακριβός εξαιτίας της υψηλής τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος.

- **Αερόθερμα πετρελαίου, αερίου ή στερεών καυσίμων.** Τα αερόθερμα αυτά περιλαμβάνουν το δοχείο καύσης, έναν μεταλλάκτη θερμότητας και έναν ανεμιστήρα. Τα αέρια καύσης που παράγονται στο δοχείο καύσης, κυκλοφορούν σε ένα σύστημα πολλών σωλήνων με λεπτά τοιχώματα (μεταλλάκτης) ενώ ο ανεμιστήρας στο πίσω μέρος του αερόθερμου σπρώχνει τον αέρα να περάσει από τον μεταλλάκτη για να πάρει την θερμότητα. Η λειτουργία του αερόθερμου εξαρτάται από έναν θερμοστάτη τοποθετημένο σε κατάλληλη θέση μέσα στο θερμοκήπιο.

- **Αερόθερμα ατμού ή ζεστού νερού.** Ο ατμός ή το ζεστό νερό προέρχονται από κεντρικό σύστημα και κυκλοφορούν σ' ένα δίκτυο σωλήνων όπου με την βοήθεια ενός ηλεκτρονικού ανεμιστήρα ωθείται ο αέρας του θερμοκηπίου να περάσει και να θερμανθεί.

Τα αερόθερμα ανάλογα με το πώς κατευθύνουν τον αέρα μέσα στο θερμοκήπιο διακρίνονται σε αερόθερμα κατακόρυφης ή οριζόντιας μετακίνησης του αέρα. Τα αερόθερμα κατακόρυφης κίνησης τοποθετούνται στην κορυφή του θερμοκηπίου και κατευθύνουν τον αέρα από πάνω προς τα κάτω. Η δράση τους είναι τέτοια που να καλύπτει απόσταση ίση με το πλάτος της κατασκευαστικής μονάδας του θερμοκηπίου και συνήθως αυτή είναι και η απόσταση που τοποθετούνται μέσα στο θερμοκήπιο. Το μειονέκτημά τους είναι ότι παρατηρείται ανομοιομορφία στη θέρμανση του χώρου και συνήθως το έδαφος κάτω από το αερόθερμο στεγνώνει περισσότερο με αποτέλεσμα ανομοιομορφίας και στην ανάπτυξη της καλλιέργειας. Το πρόβλημα λύνεται με τη χρήση αερόθερμων οριζόντιας μετακίνησης τα οποία έχουν μεγαλύτερο φάσμα δράσης άρα χρειάζονται λιγότερα αερόθερμα κατά μήκος του θερμοκηπίου, έτσι το αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης μειώνεται. Στα αερόθερμα που διαθέτουν δοχεία καύσης πρέπει να τονιστεί ότι χρειάζεται να αφηθούν τρύπες για εισαγωγή οξυγόνου διαφορετικά η καύση θα σταματήσει και το θερμοκήπιο θα παγώσει. Επιπλέον η μείωση του οξυγόνου μπορεί να συντελέσει σε ατελή καύση με αποτέλεσμα την διαρροή στο χώρο του θερμοκηπίου, μονοδοξειδίου του άνθρακα το οποίο είναι δηλητηριώδες. Η τακτική η οποία επικρατεί πάνω σ' αυτό το θέμα, είναι η σύνδεση καυστήρα με τον εξωτερικό αέρα μέσω σωλήνα. Όταν το θερμοκήπιο είναι μικρό δεν χρειάζονται ιδιαίτερες σωληνώσεις για τη διανομή του αέρα. Ο αέρας διαχέεται απ'ευθείας από την έξοδο του αερόθερμου. Στα μεγάλα όμως θερμοκήπια, τοποθετείται κατά μήκος του θερμοκηπίου λεπτός διαφανής σωλήνας πολυαιθυλενίου

ο οποίος είναι συνδεδεμένος με την έξοδο του αερόθερμου. Ο κάθε σωλήνας κατά μήκος του φέρει μικρές στρογγυλές τρύπες ενώ στο άλλο άκρο του είναι κλειστός. Οι πλαστικοί διάτρητοι σωλήνες τοποθετούνται στο επίπεδο του εδάφους ή κρέμονται από την οροφή κοντά στο ύψος των φυτών. Στα ψυχρά κλίματα επειδή δεν είναι εύκολη η αναπλήρωση των μεγάλων απωλειών θερμότητας από τα πλευρικά τοιχώματα του θερμοκηπίου, χρησιμοποιούνται και γραμμές σωλήνων ζεστού νερού. Οι σωλήνες αυτοί μπορεί να χρησιμοποιηθούν και για την εσωτερική κυκλοφορία του αέρα στο χώρο του θερμοκηπίου, χωρίς να λειτουργεί το αερόθερμο με αποτέλεσμα ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασίας, μείωση σχετικής υγρασίας και αναπλήρωση του CO<sub>2</sub> στο χώρο γύρω από τα φύλλα.

•**Θερμάστρες.** Οι θερμάστρες παραφίνης χρησιμοποιούνται μόνο για αντιπαγετική προστασία. Τα μειονέκτημά τους είναι η μη ακριβής ρύθμιση της θερμοκρασίας του χώρου και τα αέρια της καύσης που παράγονται σε περίπτωση μη καθαρότητας της παραφίνης, τα οποία παραμένουν μέσα στο θερμοκήπιο βλάπτοντας τα φυτά.

Επιπλέον χρησιμοποιούνται και θερμάστρες πετρελαίου, ξύλου, αερίου και ηλεκτρικές. Με τις θερμάστρες πετρελαίου και ξύλου υπάρχει επίσης το πρόβλημα της απομάκρυνσης των καυσαερίων και αερίων που βλάπτουν τις καλλιέργειες. Για την αποφυγή αυτού του προβλήματος τοποθετείται εξαεριστήρας που τα απομακρύνει.

•**Υπέρυθρη ακτινοβολία.** Στηρίζεται στην παραγωγή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων τα οποία στέλνονται από την πηγή απευθείας στην επιφάνεια των φυτών και του εδάφους με αποτέλεσμα την θέρμανσή τους. Ο αέρας θερμαίνεται εξ'επαγωγής από τα φυτά και το έδαφος. Ως πηγή υπέρυθρης ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται σωλήνες μέσα στους οποίους κυκλοφορεί ρευστό υψηλής θερμοκρασίας. Οι σωλήνες αυτοί τοποθετούνται ψηλά κατά μήκος του θερμοκηπίου. Το πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι οι εξοικονόμηση ενέργειας και οι ελάχιστες θερμικές απώλειες. Μειονέκτημα είναι η ανομοιομορφία θέρμανσης στα σκιασμένα μέρη.

### 3.10.2.2 Κεντρικό σύστημα θέρμανσης

Σε αυτά τα συστήματα η θερμότητα παράγεται στον καυστήρα και μεταφέρεται με νερό ή με ατμό. Ο καυστήρας τοποθετείται σε σταθερή θέση μέσα ή έξω από το θερμοκήπιο.

Με το σύστημα αυτό θερμαίνεται ομοιόμορφα ο αέρας και το έδαφος του θερμοκηπίου, υπάρχει όμως το μειονέκτημα της μεγάλης αδράνειας. Τα συστήματα αυτά είναι καταλληλότερα για υαλόφρακτα θερμοκήπια με εμβαδόν πάνω από 8 στρέμματα γιατί η λειτουργία και η συντήρησή τους είναι σχετικά με τη χρήση πολλών αερόθερμων φθηνότερη.

Ο λέβητας αποτελείται από τον καυστήρα που τροφοδοτεί και αναφλέγει το καύσιμο και το θάλαμο καύσης μέσα στον οποίο καίγεται το καύσιμο. Ο θάλαμος καύσης περιβάλλεται από μεταλλικά τοιχώματα στα οποία υπάρχουν χώροι κυκλοφορίας του νερού. Η θερμότητα μεταφέρεται μέσω των τοιχωμάτων και θερμαίνει το νερό. Το νερό πρέπει να έχει πολύ μικρή περιεκτικότητα σε άλατα για να μην φθιρείται ο λέβητας και να μην μειώνεται η θερμική αγωγιμότητα.

Στα όχι μεγάλης έκτασης θερμοκήπια (μικρότερα από 8 στρ. ) η θέρμανση γίνεται με θερμό νερό που παράγεται από λέβητα ζεστού νερού. Στα μεγάλης έκτασης θερμοκήπια συνήθως προτιμώνται οι λέβητες παραγωγής ατμού.

Οι λέβητες ατμού πλεονεκτούν στα εξής σημεία :

- είναι πιο αποδοτικοί,
- έχουν μεγαλύτερο χρόνο ζωής γιατί γίνεται μικρότερη διάβρωση των μετάλλων και επιπλέον ο ατμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για απολύμανση του εδάφους του θερμοκηπίου.

Μειονέκτημά τους όμως, είναι η υψηλή τους τιμή και η ανάγκη συντήρησης από ειδικευμένο ατόμο.

Η διανομή της θερμότητας στο χώρο του θερμοκηπίου όταν χρησιμοποιείται λέβητας ατμού μπορεί να γίνει:

- με σωληνώσεις ατμού,
- με σωληνώσεις ζεστού νερού μέσω μεταλλάκτη,
- με θερμό αέρα μέσω μεταλλάκτη.

Οι σωληνώσεις ατμού επειδή κατά την διάρκεια της λειτουργίας έχουν υψηλή θερμοκρασία συχνά προκαλούν καψίματα στα φυτά. Επίσης μια διακοπή της λειτουργίας προκαλεί απότομη μείωση της θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο σε σχέση με το σύστημα του ζεστού νερού. Λόγω αυτών των μειονεκτημάτων για τη θέρμανση χρησιμοποιούνται περισσότερο οι σωληνώσεις με θερμό νερό. Συνήθως εγκαθίστανται και μικρά συστήματα. Έτσι, στα μεγάλα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται καυστήρας παραγωγής ατμού όπου μέσω μεταλλάκτη θερμαίνει νερό που κυκλοφορεί στις σωληνώσεις.

Στις σωληνώσεις ζεστού νερού, όταν δεν απαιτείται θέρμανση, το νερό με την βοήθεια κυκλοφορητή μέσα στις σωληνώσεις χωρίς να διέρχεται από τον καυστήρα ή το μεταλλάκτη. Όταν απαιτείται αύξηση της θερμοκρασίας τότε ένας θερμοστάτης ανοίγει μια βαλβίδα που επιτρέπει στο νερό να περάσει από τον καυστήρα και να θερμανθεί. Ο αριθμός των σωληνώσεων που χρειάζονται προσδιορίζονται από τις ανάγκες σε θερμότητα.

Σπουδαίο ρόλο στην απόκτηση ομοιόμορφης θέρμανσης παίζει η θέση που θα τοποθετηθούν οι σωλήνες διανομής. Οι σωλήνες θέρμανσης με ζεστό νερό θα πρέπει να κατευθύνονται παράλληλα προς τις γραμμές των φυτών για να μην εμποδίζουν τις εργασίες ενώ οι κεντρικές σωληνώσεις που παίρνουν και φέρνουν το νερό από και προς τον λέβητα, να βρίσκονται στην περιφέρεια. Οι κεντρικές σωληνώσεις τοποθετούνται συνήθως στην περιφέρεια του θερμοκηπίου διότι σ' αυτές τις περιοχές η θερμότητα χάνεται πιο γρήγορα. Οι περιμετρικοί σωλήνες πρέπει να τοποθετούνται χαμηλά ώστε να μη σκιάζουν. Επίσης πρέπει οι σωλήνες της οροφής να βρίσκονται σε κατάλληλες αποστάσεις από τα φυτά (15-30 cm), και από την οροφή 30cm. Η θέση των σωλήνων θέρμανσης καθορίζεται επίσης από το είδος της καλλιέργειας και τις κλιματολογικές συνθήκες. Έτσι, σε στενά θερμοκήπια οι σωλήνες κατευθύνονται κατά μήκος των στηλών και στηρίζονται σε αυτούς. Σε γλαστρικά φυτά, τοποθετούνται κάτω από τα τραπέζια καλλιέργειας ενώ σε περιοχές όπου το χειμώνα ρίχνει πολύ χιόνι τοποθετούνται μερικοί σωλήνες ψηλά για να προστατεύσουν το θερμοκήπιο από κατάρρευση.

Στα μεγάλα θερμοκήπια είναι απαραίτητο να υπάρχει μια εφεδρική γεννήτρια που να τίθεται σε λειτουργία σε περίπτωση διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος και να ενεργοποιεί το σύστημα θέρμανσης.

### 3.10.2.3 Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας

Το θερμοκήπιο αποτελεί από μόνο του ένα σύστημα αποθήκευσης ηλιακής ενέργειας. Η ενέργεια που δέχεται κατά τη διάρκεια του έτους είναι μεγαλύτερη από αυτή που χρειάζεται για να αποκτήσει την επιθυμητή θερμοκρασία. Μερικές φορές όμως, κυρίως στις ψύχρες ημέρες, η ηλιακή ενέργεια που αποθηκεύεται, δεν αρκεί για να καλύψει τις θερμικές απώλειες του θερμοκηπίου. Σ' αυτή τη περίπτωση, ένα μέρος της θερμότητας, προσφέρεται με σύστημα θέρμανσης. Με σύστημα θέρμανσης επίσης διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία του χώρου τη νύχτα. Το πρόβλημα στη χρήση της ηλιακής ενέργειας έγκειται γεγονός ότι δεν είναι διαθέσιμη κατά τη διάρκεια της νύχτας και μεταβάλλεται ποσοτικά. Για να γίνει λοιπόν δυνατή η αξιοποίηση της και κατά τη νύχτα θα πρέπει :

- η ηλιακή ενέργεια να μετατραπεί σε θερμική,
- να γίνει αποθήκευση της θερμικής ενέργειας ώστε να χρησιμοποιηθεί τη νύχτα.

Η μετατροπή γίνεται :

α) με ηλιακούς συλλέκτες ατμού ή νερού που τοποθετούνται εκτός του θερμοκηπίου,

β) με ηλιακό συλλέκτη που αποτελεί στοιχείο της κατασκευής του θερμοκηπίου.

Για την αποθήκευση της ενέργειας συνήθως χρησιμοποιούνται νερό σε δεξαμενές, ηλιακές λίμνες, πέτρες και χαλίκια, έδαφος κ.α.

Τα ηλιακά συστήματα που χρησιμοποιούνται συνήθως αποτελούνται :

α) Από το συλλέκτη της ηλιακής ακτινοβολίας,

β) Την αποθήκη θερμότητας που συνήθως γίνεται με εσκαφή στο έδαφος,

γ) Το σύστημα απόδοσης της θερμότητας στο θερμοκήπιο. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει απλούς πλαστικούς σωλήνες ή μεταλλικούς ή αερόθερμα ζεστού νερού.

Στην χώρα μας κατασκευάστηκαν από το κέντρο Γεωργικής Έρευνας Β. Ελλάδας πριν μερικά χρόνια, ένα πολύ απλό και αποτελεσματικό **παθητικό ηλιακό σύστημα** που άνοιξε νέες προοπτικές στην αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στα θερμοκήπια. Από τις έρευνες που έγιναν βρέθηκε ότι με το ηλιακό αυτό σύστημα ανυψώνεται κατά 3-6° C η ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα, των φυτών και του εδάφους του θερμοκηπίου, μειώνεται η σχετική υγρασία του αέρα, η απόθεση σταγόνων πάνω στα φυτά και αυξάνεται κατά 10-15% η ένταση του φωτός με αποτέλεσμα πρωίμισης της παραγωγής και αύξησης της απόδοσης και της ποιότητας. Το σύστημα αυτό αποτελείται από σωλήνες εύκαμπτου διαφανούς πολυαιθυλενίου που γεμίζουν με νερό και απλώνονται πάνω στο έδαφος και ανάμεσα στις γραμμές των φυτών. Οι σωλήνες αυτοί νερού της ημέρας συλλέγουν ένα μέγιστο ποσό ηλιακής ακτινοβολίας το οποίο αποβάλλουν στο χώρο του θερμοκηπίου τη νύχτα. Μειονέκτημα αυτού του συστήματος είναι η σχετική εύκολη διάτρηση των σωλήνων πολυαιθυλενίου και οι απώλειες θερμότητας του νερού. Ηλιακή παθητική θέρμανση του θερμοκηπίου επιτυγχάνεται και με τον Trombe, τοίχο δηλαδή που κατασκευάζεται στη βορεινή πλευρά του θερμοκηπίου και είναι μονωμένος εξωτερικά. Κατά την διάρκεια της ημέρας που η θερμοκρασία μέσα στο θερμοκήπιο είναι σχετικά υψηλή, αποθηκεύεται θερμότητα στον τοίχο η οποία αποδίδεται τη νύχτα.

Άλλα συστήματα που έχουν περιγραφεί και χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια είναι το ηλιακό σύστημα θέρμανσης με υπόγειο εναλλάκτη θερμότητας και η χρησιμοποίηση ηλιακών λιμνών.

•**Ηλιακό σύστημα θέρμανσης με υπόγειο εναλλάκτη θερμότητας.** Συνίσταται στην τοποθέτηση κάτω από το έδαφος του θερμοκηπίου σειράς σωληνώσεων που περιβάλλονται από αδρανή υλικά. Κατά τη διάρκεια της ημέρας ο ζεστός αέρας στο χώρο του θερμοκηπίου κυκλοφορεί με ανεμιστήρα μέσα στις σωληνώσεις,

θερμαίνοντας τα αδρανή υλικά. Κατά τη διάρκεια της νόχτας ο κρύος αέρας του θερμοκηπίου διέρχεται μέσα από τις υπόγειες σωληνώσεις θερμαινόμενος από τη θερμότητα που έχει αποθηκευτεί στα αδρανή υλικά κατά τη διάρκεια της ημέρας.

•**Χρησιμοποίηση ηλιακών λιμνών.** Αν και δεν έχουν κατασκευαστεί στην Ελλάδα, η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται αφ' ενός στη θέρμανση μιας ποσότητας νερού μια τεχνητή λίμνη από την ηλιακή ακτινοβολία και εφ' ετέρου στην ταυτόχρονη διατήρηση του θερμού νερού στον πυθμένα της λίμνης που επιτυγχάνεται με την ύπαρξη στρωμάτων νερού με  $\text{NaCl}$  ή  $\text{MgCl}_2$  έτσι που τα κατώτερα στρώματα να έχουν υψηλότερη πυκνότητα απ' ότι τα ανώτερα. Στον πυθμένα της λίμνης αναπτύσσονται θερμοκρασίες  $80-90^\circ \text{C}$  και η θερμότητα απάγεται με κατάλληλο εναλλάκτη από τον πυθμένα και με σωληνώσεις στις οποίες κυκλοφορεί νερό, μεταφέρεται μέσα στο θερμοκήπιο.

#### 3.10.2.4 Μη συμβατικές μέθοδοι θέρμανσης

•**Θέρμανση με γεωθερμικό ρευστό.** Στην Ελλάδα περιοχές που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για χρήση γεωθερμικού ρευστού χαμηλής ενθαλπίας είναι η Μήλος, η Νίσυρος, η Λέσβος, η κοιλάδα του Σπερχειού, και πεδινές περιοχές της Μακεδονίας και Θράκης.

Το γεωθερμικό ρευστό μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα κατά τη χρήση του λόγω κυρίως της υψηλής αλατότητας του. Τα άλατα αυτά μπορεί να καταστούν διαβρωτικά στα κοινά μέταλλα ή να καθιζάνουν στα τοιχώματα των σωλήνων με αποτέλεσμα την απόφραξή τους.

Ένα σύστημα αξιοποίησης γεωθερμικού νερού αποτελείται από μια γεώτρηση και σωλήνες μεταφοράς στο χώρο του θερμοκηπίου. Το θερμό νερό μεταφέρεται με σωληνώσεις στο χώρο του θερμοκηπίου όπου κυκλοφορεί σε επιδαπέδιους σωλήνες θερμαίνοντάς τον. Γενικά, το κόστος κατασκευής και λειτουργίας αυτού του συστήματος είναι χαμηλό.

•**Αντλίες θερμότητας.** Οι αντλίες θερμότητας αν και καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια, είναι συστήματα κατεξοχήν εξοικονόμησης ενέργειας χωρίς ωστόσο να έχουν βρει εκτεταμένη χρήση. Η αξία τους έγκειται στο ότι μπορούν να αποσπάσουν θερμότητα από νερό ή αέρα μέσω του εξατμιστή και να την αποδώσουν μέσω του συμπυκνωτή σε πολύ υψηλότερη θερμοκρασία. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για ψύξη ή και αφύγρανση σε συνδυασμό με ψύξη ή θέρμανση. Ανάλογα με την πηγή θερμότητας που χρησιμοποιούν διακρίνονται σε νερού-νερού, νερού-αέρα, αέρα-νερού και αέρα-αέρα. Το αρχικό κόστος εγκατάστασης είναι σημαντικό ενώ το κόστος λειτουργίας τους επειδή ο βαθμός απόδοσης τους είναι μεγαλύτερος της μονάδας, είναι σχετικά χαμηλό.

•**Θέρμανση με βιομάζα.** Στην περίπτωση αυτή αξιοποιούνται στερεά γεωργικά ή και κτηνοτροφικά κατάλοιπα. Ήδη κυκλοφορούν στο εμπόριο λέβητες μικτής και εναλλασσόμενης καύσεως που χρησιμοποιούνται για καύσιμο ξύλα, πυρηνόξυλο, φλοιούς ή πυρήνες καρπών. Επιπλέον κατάλοιπα καλλιεργειών όπως το άχυρο των σιτηρών, τα στελέχη του βαμβακιού κ.ά. μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν. Όπως είναι γνωστό η βιομάζα έχει ουδέτερες επιπτώσεις στην επίταση του φαινομένου του θερμοκηπίου και έτσι η χρησιμοποίησή της για θέρμανση θερμοκηπίων έχει γίνει αρκετά ελκυστική.

•**Ανάκτηση θερμότητας από βιομηχανίες.** Αν και δεν έχει βρει πολλές εφαρμογές στη χώρα μας, η θερμότητα μπορεί να αποκτηθεί από διάφορες βιομηχανίες που βρίσκονται κοντά σε γεωργικές περιοχές και να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση θερμοκηπίων. Μπορεί να χρησιμοποιηθούν θερμοηλεκτρικές μονάδες της ΔΕΗ, καυσαέρια υψηλών θερμοκρασιών διαφόρων βιομηχανιών που εκλύονται στο περιβάλλον καθώς και θερμά υγρά απόβλητα. Το σύστημα ανάκτησης θερμότητας αποτελείται από έναν εναλλάκτη νερού/καυσαερίων όπου τα υψηλής θερμοκρασίας αέρια ψύχονται στους 130-150° C ενώ το νερό θερμαίνεται από τους 50-60° C στους 85-90° C. Η μεταφορά της ανακτώμενης θερμότητας γίνεται με υπόγειες, καλά μονωμένες σωληνώσεις ενώ κατά διαστήματα παρεμβάλλονται αντλιοστάσιο.

### **3.10.2.5 ΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ**

Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται για θέρμανση των θερμοκηπίων πρέπει να πληρούν τις έξι προϋποθέσεις :

- Να έχουν μεγάλη θερμική απόδοση.
- Να έχουν χαμηλό κόστος.
- Να μην είναι τοξικά για τα φυτά.
- Να είναι διαθέσιμα στην περιοχή.
- Να παρέχουν ασφάλεια κατά τη χρήση.
- Αυτόματη ρύθμιση της κατανάλωσης.

Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται είναι στερεά (ξύλο, γαιάνθρακες κ. ά.), υγρά (μαζούτ) ή αέρια (υγραέριο). Τα αέρια ανάλογα με την προέλευσή τους διακρίνονται σε φυσικά ή τεχνητά αέρια. Τα φυσικά αέρια χρησιμοποιούνται όπως εξάγονται. Τα τεχνητά είναι υποπροϊόντα διαφόρων βιομηχανιών. Πρώτο πάντα σε προτίμηση είναι το γαιαέριο γιατί αυτοματοποιείται εύκολα η λειτουργία του συστήματος θέρμανσης και η εγκατάσταση έχει χαμηλό αρχικό κόστος.



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Γ. Ν. Μαυρογιαννόπουλος, «Θερμοκήπια», Σταμούλης, Αθήνα – Πειραιάς, Έκδοση Γ΄ 2001.
2. Θ. Ε. Ευσταθιάδης, « Θερμοκήπια, στοιχεία κατασκευής, λειτουργίας και καλλιέργειας», Εκδοτική Αγροτεχνική, Οκτώβριος 1987.
3. Kenneth A. Becket, «Θερμοκήπια», Εκδόσεις Ψυχάλου, Ιανουάριος 1998.
4. James W. Boodley, « Θερμοκηπιακές Εγκαταστάσεις», Εκδόσεις Παρικού Σ. & Σια ΟΕ,(ΕΚΔ. ΙΩΝ),1999.
5. «Γεωργία – Κτηνοτροφία», εκδόσεις Αγροτυπος α.ε., Νοέμβριος 1999, Αφιέρωμα Θερμοκήπια.
6. «Θερμοκήπια '96», εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία, Οκτώβριος 1996.
7. «Το Σύγχρονο Θερμοκήπιο και ο εξοπλισμός του», εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία, Νοέμβριος 1999, Ειδική Ετήσια Θεματική Έκδοση.
8. «Τεχνικές Προδιαγραφές Θερμοκηπίων», Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, Γεν. Δ/ση Φυτικής Παραγωγής, Τμήμα Ανθέων Και Καλλωπιστικών.

## **ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ ΣΤΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΙΣΤΟ**

1. [www.spitia.gr](http://www.spitia.gr)
2. [www.agrek.gr](http://www.agrek.gr)
3. [www.greenhouses.gr](http://www.greenhouses.gr)
4. [www.ktirio.gr](http://www.ktirio.gr)
5. [www.agrotypos.gr](http://www.agrotypos.gr)

**ΓΕΝΙΚΟΙ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΟΙ ΓΙΑ  
«ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ & ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ /ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ  
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ»**

**ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΟΙ ΓΙΑ  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ**

**ΔΟΜΕΣ Α.Ε.**

Υπεύθυνος	Θωμάς Φερφύρης
Διεύθυνση	Καρατζά 50, 551 32 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, Ν. Θεσσαλονίκης
Τηλέφωνα	2310 457501, 6977 501234
Fax	
E-mail	<a href="mailto:ferfiris@hol.gr">ferfiris@hol.gr</a>
Web site	
Προσφερόμενα είδη & υπηρεσίες	<b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ &amp; ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b> α. Κατασκευή θερμοκηπίων - Γ. αντιπρόσωπος β. Συστήματα θέρμανσης <b>ΕΜΠΟΡΙΑ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ</b> α. Εμπορία αγροτικών προϊόντων
Εξυπηρέτηση πελατών	Παροχή υπηρεσιών
Σχόλια	Κατασκευή υαλόφρακτων θερμοκηπίων, εγκατάσταση συστημάτων θέρμανσης, υπαγωγή σε προγράμματα κ.ά.

**CHEMI FARM – ΠΑΧΗ Π.**

Υπεύθυνος	Γεώργιος Παγουρόπουλος
Διεύθυνση	Σπερχειάδα, 350 03 ΣΠΕΡΧΕΙΑΔΑ, Ν. Φθιώτιδας
Τηλέφωνα	2236-045143
Fax	2236-044143
E-mail	<a href="mailto:xemifarm@lam.forthnet.gr">xemifarm@lam.forthnet.gr</a>
Web site	<a href="http://www.run.to/todacco">www.run.to/todacco</a>
Προσφερόμενα είδη & υπηρεσίες	<b>ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ</b> α. Μηχανές συγκομιδής – Γ. αντιπρόσωπος <b>ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ</b> α. Φυτών μεγάλης καλλιέργειας – Γ. αντιπρόσωπος

	<b>ΕΔΑΦΙΚΑ ΜΙΓΜΑΤΑ – ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ</b> α. Εδαφικά μίγματα – Υπόστρωμα <b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ &amp; ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b> α. Κατασκευή θερμοκηπίου - Γ. αντιπρόσωπος
Εξυπηρέτηση πελατών	
Σχόλια	Σπόροι καπνού Αμερικής Virginia – Burley. Υπόστρωμα Carolina Gold, Καναδέζικο ειδικό για τη μέθοδο παραγωγής φυτών στο νερό “Φλόατ Σύστημα». Σπορείς Ντίμπλερ. Έτοιμα φυτά καπνού – τομάτας. Συλλεκτικές μηχανές καπνού, Αμερικής. Εφόδια, δίσκοι φενιζόλ 242 θέσεις & θερμοκήπια ειδικά για Float System.

### ΜΑΝΩΛΙΔΗΣ ΞΕΝΟΦΩΝ

Υπεύθυνος	Ξενοφών Μανωλίδης
Διεύθυνση	Κ. Καραμανλή 182, 542 48 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, Ν. Θεσσαλονίκης
Τηλέφωνα	231-0323336
Fax	231-0323338
E-mail	<a href="mailto:manolide@otenet.gr">manolide@otenet.gr</a>
Web site	<a href="http://www.manolides.com">www.manolides.com</a>
Προσφερόμενα είδη & υπηρεσίες	<b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ &amp; ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b> α. Κατασκευή θερμοκηπίων - Γ. αντιπρόσωπος β. Υλικά κάλυψη <b>ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ &amp; ΔΙΧΤΥΑ, ΕΛΑΙΟΠΑΝΑ</b> α. Πλαστικά φύλλα & ελαιόπανα <b>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ</b> α. Εργαστήρια αναλύσεων <b>ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ, ΣΥΜΒΟΥΛΕΣ, ΜΕΛΕΤΕΣ</b> α. Σύμβουλοι <b>ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΛΛΑ</b> α. Διάφορα άλλα
Εξυπηρέτηση πελατών	Παροχή υπηρεσιών
Σχόλια	Πολυκαρβονικά, κυψελωτά, συμπαγή, τραπεζοειδή και κυματοειδή διαφανή φύλλα, με υψηλό συντελεστή θερμομόνωσης. Κάλυψη θερμοκηπίων με εξοικονόμηση στη θέρμανση έως και 55%. Συστήματα αντιπλημμυρικής προστασίας.

### ΣΤΑΥΡΙΔΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ

Υπεύθυνος	Αννίτα Ζάχου
Διεύθυνση	Κυκλάδων8, 144 51 ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ , Ν. Αττικής
Τηλέφωνα	21-02849526, 02849527
Fax	21-2847736
E-mail	<a href="mailto:Stavridis_antonis@hotmail.com">Stavridis_antonis@hotmail.com</a>
Web site	
Προσφερόμενα είδη & υπηρεσίες	<b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ &amp; ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b> α. Κατασκευή θερμοκηπίων - Γ. αντιπρόσωπος β. Συστήματα θέρμανσης γ. Συστήματα φωτισμού δ. Συστήματα αερισμού ε. Συστήματα ψεκασμού ή υδρονέφωσης ζ. Συστήματα ελέγχου. Αυτοματισμοί η. Εξοπλισμός υδροπονίας <b>ΑΡΔΕΥΣΗ</b> α. Συστήματα τεχνικής βροχής, Μικροεκτοξευτήρες β. Στάγδην άρδευση γ. Εξοπλισμός υδρολίπανσης δ. Διάφορα άλλα <b>ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ</b> α. Μετεωρολογικοί σταθμοί & όργανα β. Φορητές συσκευές μετρήσεων γ. Εργαστηριακές συσκευές & όργανα <b>ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ</b> α. Σπαρτικές-φυτευτικές μηχανές β. Διάφορα άλλα μηχανήματα
Εξυπηρέτηση πελατών	Παροχή υπηρεσιών
Σχόλια	Η εταιρία κατασκευάζει & εξοπλίζει σύγχρονες θερμοκηπιακές μονάδες. Οι συνεργασίες με Ευρωπαϊκούς οίκους προσφέρει λύσεις σε κάθε περίπτωση κατασκευής νέου ή βελτίωσης υπάρχοντος θερμοκηπίου. Η εταιρία μας παρέχει υψηλή ποιότητα υλικών, τεχνικής υποστήριξης άμεση παράδοση, χαμηλό κόστος.

**ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΟΙ ΓΙΑ  
ΥΛΙΚΑ ΚΑΛΥΨΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

**AGROSERRA ΕΠΕ**

Υπεύθυνος	Θεόδωρος Ρίμπας
Διεύθυνση	28 <sup>ης</sup> Οκτωβρίου 97, 570 09 ΚΑΛΟΧΩΡΙ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, Ν. Θεσσαλονίκης
Τηλέφωνα	231-0755844
Fax	231-0755845
E-mail	<a href="mailto:info@agroserra.gr">info@agroserra.gr</a>
Web site	<a href="http://www.agroserra.gr">www.agroserra.gr</a>
Προσφερόμενα είδη & υπηρεσίες	<p><b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ &amp; ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b></p> <p>α. Υλικά κάλυψης. <i>Γ. αντιπρόσωπος</i></p> <p>β. Συστήματα φωτισμού ή σκίασης</p> <p>γ. Συστήματα ψεκασμού ή υδρονέφωσης</p> <p>δ. Συστήματα ελέγχου, Αυτοματισμοί</p> <p>ε. Διάφορα άλλα</p> <p><b>ΑΡΔΕΥΣΗ</b></p> <p>α. Συστήματα τεχνικής βροχής.</p> <p>Μικροεκτοξευτήρες</p> <p>β. Στάγδην άρδευσης</p> <p>γ. Εξοπλισμός υδρονέφωσης</p> <p>δ. Αυτόματο πότισμα</p> <p>ε. Διάφορα άλλα</p> <p><b>ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ &amp; ΔΙΧΤΥΑ, ΕΛΑΙΟΠΑΝΑ</b></p> <p>α. Πλαστικά φύλλα &amp; δίχτυα, Ελαιόπανα</p> <p><b>ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ – ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ</b></p> <p>α. Διαλογητήρας</p> <p><b>ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ, ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ</b></p> <p>α. Ειδικές αποθήκες</p> <p><b>ΕΡΓΑΛΕΙΑ &amp; ΆΛΛΑ ΕΙΔΗ</b></p> <p>α. Εργαλεία φυτοτεχνίας</p> <p>β. Γλάστρες</p> <p>γ. Άλλα</p>
Εξυπηρέτηση πελατών	Παροχή υπηρεσιών
Σχόλια	Χονδρεμπορική εταιρία με βασική δραστηριότητα την εμπορία συστημάτων άρδευσης και εξοπλισμού φυτωρίων.

### ΜΑΝΩΛΙΔΗΣ ΞΕΝΟΦΩΝ

Υπεύθυνος	Ξενοφών Μανωλίδης
Διεύθυνση	Κ. Καραμανλή 182, 542 48 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, Ν. Θεσσαλονίκης
Τηλέφωνα	231-0323336
Fax	231-0323338
E-mail	<a href="mailto:manolide@otenet.gr">manolide@otenet.gr</a>
Web site	<a href="http://www.manolides.com">www.manolides.com</a>
Προσφερόμενα είδη & υπηρεσίες	<b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ &amp; ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b> α. Κατασκευή θερμοκηπίων - Γ. αντιπρόσωπος β. Υλικά κάλυψη <b>ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ &amp; ΔΙΧΤΥΑ, ΕΛΑΙΟΠΑΝΑ</b> α. Πλαστικά φύλλα & ελαιόπανα <b>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ</b> α. Εργαστήρια αναλύσεων <b>ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ, ΣΥΜΒΟΥΛΕΣ, ΜΕΛΕΤΕΣ</b> α. Σύμβουλοι <b>ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΛΛΑ</b> α. Διάφορα άλλα
Εξυπηρέτηση πελατών	Παροχή υπηρεσιών
Σχόλια	Πολυκαρβονικά, κυψελωτά, συμπαγή, τραπεζοειδή και κυματοειδή διαφανή φύλλα, με υψηλό συντελεστή θερμομόνωσης. Κάλυψη θερμοκηπίων με εξοικονόμηση στη θέρμανση έως και 55%. Συστήματα ανταπλημμυρικής προστασίας.

### ΜΕΤΑΛΛΟΠΛΑΣΤΙΚΗ ΑΓΡΙΝΙΟΥ ΑΒΕΕ

Υπεύθυνος	Γεώργιος Αυφαντόπουλος
Διεύθυνση	1 <sup>ο</sup> χλμ ΕΟ Αγρινίου – Καρπενησίου, 301 00 ΑΓΡΙΝΙΟ, Ν. Αιτωλοακαρνανίας
Τηλέφωνα	2641-026941
Fax	
E-mail	<a href="mailto:salesmet@agr.forthnet.gr">salesmet@agr.forthnet.gr</a>
Web site	
Προσφερόμενα είδη & υπηρεσίες	<b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ &amp; ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b> α.. Υλικά κάλυψη Γ. αντιπρόσωπος <b>ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ &amp; ΔΙΧΤΥΑ, ΕΛΑΙΟΠΑΝΑ</b> α. Πλαστικά φύλλα & ελαιόπανα <b>ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ –</b>

	<b>ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ</b> α. Δοχεία & υλικά συσκευασίας
Εξυπηρέτηση πελατών	Παροχή υπηρεσιών
Σχόλια	Βιομηχανία παραγωγής πλαστικών βαρελιών, βυτιών, δεξαμενών. Εισαγωγή φύλλων κάλυψης θερμοκηπίων στα οποία περιλαμβάνεται και το πρωτοποριακό φιλμ Celloclim 4S, το οποίο είναι τριών στρώσεων με φυσαλίδες από ειδικό αέριο στο μεσαίο στρώμα (καλοκαίρι 6°-10° C λιγότερη θερμοκρασία, χειμώνα θερμικό).

### PLASCO ΕΠΕ

Υπεύθυνος	Π. Μπιτάρχας
Διεύθυνση	Αλεξανδρουπόλεως 7, 115 27 ΑΘΗΝΑ, Ν. Αττικής
Τηλέφωνα	21-07772306, 07776402
Fax	21-07777170
E-mail	<a href="mailto:plasco@hol.gr">plasco@hol.gr</a>
Web site	
Προσφερόμενα είδη & υπηρεσίες	<b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ &amp; ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b> α.. Υλικά κάλυψη <i>Γ. αντιπρόσωπος</i> <b>ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ &amp; ΔΙΧΤΥΑ, ΕΛΑΙΟΠΑΝΑ</b> α. Πλαστικά φύλλα & ελαιόπανα <b>ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ,</b> <b>ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ</b> α. Ειδικές αποθήκες
Εξυπηρέτηση πελατών	Παροχή υπηρεσιών
Σχόλια	Εισαγωγή και εμπορίας σκληρών πλαστικών, πολυεστερικά φύλλα, πολυεστερικά ρολλά κατάλληλα για επικαλύψεις και πλαγιοκαλύψεις θερμοκηπίων, βουστάσιων, αποθήκες, προκατασκευές κ.τ.λ. Επίσης πολυκαρμπονικά επικαλυπτικά υλικά όλων των τύπων επίπεδα, τραπεζοειδή, κυματοειδή, αυτοφερόμενα συστήματα κ.τ.λ.

**ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΟΙ ΓΙΑ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

**FOREST ARALIKIOY**

Υπεύθυνος	Μιχαήλ Β. Παλπατζής
Διεύθυνση	Tervasuontie 369, 821 10 Heinavaara, Finland, N. Αττικής
Τηλέφωνα	2294-079791, 0972-009109
Fax	2294-079792
E-mail	<a href="mailto:forestaralikioy@kolumbus.fi">forestaralikioy@kolumbus.fi</a>
Web site	
Προσφερόμενα είδη & υπηρεσίες	<p><b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ &amp; ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b>  α.. Συστήματα θέρμανσης <i>Γ. αντιπρόσωπος</i>  <b>ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ &amp; ΔΙΧΤΥΑ, ΕΛΑΙΟΠΑΝΑ</b>  α. Πλαστικά φύλλα &amp; ελαιόπανα  <b>ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ</b>  α. Μηχανήματα κατεργασίας έδαφος  β. Σπαρτικές – φυτευτικές μηχανές  γ. Μηχανές συγκομιδής  δ. Μηχανήματα χειρισμού χόρτου  ε. Διάφορα άλλα μηχανήματα  <b>ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ, ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ</b>  α. Ξηραντήρια  β. Σιλό  γ. Ειδικές αποθήκες  δ. Διάφορα άλλα  <b>ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΖΥΓΙΣΗΣ, ΦΟΡΤΩΣΗΣ, ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ</b></p>
Εξυπηρέτηση πελατών	Παροχή υπηρεσιών
Σχόλια	Ελλάδα: Λεωφ. Μαραθώνος 24 <sup>ο</sup> χλμ. Τ.Κ. 190 09 Ραφήνα Αττικής. Τηλ. 0294-79791, Fax: 0294-79792. Μηχανήματα: αγροτικά δεματοποίησης φρέσκου ή ξερού προϊόντος, περιτυλίξεις μπάλας κ.ά. Δασικά: επαγγελματικά ξυλαδικοί γερανοί, ρυμουλκά κ.α. Ενεργειακός τομέας: συστήματα ξυλείας για παραγωγή θερμότητας.



**GREEN TECH – ΧΟΥΔΑΛΗΣ Π.**

Υπεύθυνος	Παναγιώτης Χουδάλης
Διεύθυνση	Άργους 1, 166 74 ΓΛΥΦΑΔΑ, Ν. Αττικής
Τηλέφωνα	21-09634565, 09644099
Fax	21-09634565
E-mail	<a href="mailto:greentec@otenet.gr">greentec@otenet.gr</a>
Web site	
Προσφερόμενα είδη & υπηρεσίες	<b>ΑΡΔΕΥΣΗ</b> α. Συστήματα τεχνητής βροχής. Μικροεκτοξευτήρες- Γ. αντιπρόσωπος β. Στάγδην άρδευσης - Γ. αντιπρόσωπος γ. Εξοπλισμός υδρολίπανσης - Γ. αντιπρόσωπος <b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ &amp; ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b> α. Συστήματα θέρμανσης - Γ. αντιπρόσωπος
Εξυπηρέτηση πελατών	Παροχή υπηρεσιών

**ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΟΙ ΓΙΑ**  
**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ Ή ΣΚΙΑΣΗΣ**  
**ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

**HOLIDAY LAND ΑΕ**

Υπεύθυνος	κα. Μαρμαρινού
Διεύθυνση	Αγ. Διονυσίου 29, 185 40 ΠΕΙΡΑΙΑΣ, Ν. Αττικής
Τηλέφωνα	2104110141
Fax	2104175374
E-mail	<a href="mailto:hland@hol.gr">hland@hol.gr</a>
Web site	<a href="http://www.holidayland.gr">www.holidayland.gr</a>
Προσφερόμενα είδη & υπηρεσίες	<b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ &amp; ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b> α. Συστήματα φωτισμού ή σκίασης - Γ. αντιπρόσωπος
Εξυπηρέτηση πελατών	Κατάστημα πώλησης

## **ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ ΕΙΣΑΓΩΓΩΝ-ΕΞΑΓΩΓΩΝ ΕΠΕ**

Υπεύθυνος	Ιωάννης Γ. Πάγκαλος
Διεύθυνση	Σταδίου 61, 105 51 ΑΘΗΝΑ, Ν. Αττικής
Τηλέφωνα	21-03240441, 03240442
Fax	21-03249284
E-mail	eeeeee@otenet.gr
Web site	
Προσφερόμενα είδη & υπηρεσίες	<b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ &amp; ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b> α. Συστήματα φωτισμού ή σκίασης - Γ. αντιπρόσωπος β. Συστήματα αερισμού ή ψύξης γ. Συστήματα ψεκασμού ή υδρονέφωσης δ. Συστήματα ελέγχου, Αυτοματισμοί - Γ. αντιπρόσωπος
Εξυπηρέτηση πελατών	Παροχή υπηρεσιών
Γενικός αντιπρόσωπος	DOSATRON LUDVIG SVENSSON McPENNY SISIS-UK

### **ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΟΙ ΓΙΑ** **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ Ή ΨΥΞΗΣ** **ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

#### **ΣΕΚΕ Μ. ΕΠΕ**

Υπεύθυνος	Αθανάσιος Λύκου
Διεύθυνση	Αθανάσιου Διάκου 15, 564 29 ΕΥΚΑΡΠΙΑ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, Ν. Θεσσαλονίκης
Τηλέφωνα	231-0685555, 0692806
Fax	231-0692809
E-mail	seke@seke.gr
Web site	www.seke.gr
Προσφερόμενα είδη & υπηρεσίες	<b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ &amp; ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b> α. Συστήματα αερισμού ή ψύξης - Γ. αντιπρόσωπος β. Συστήματα ψεκασμού ή υδρονέφωσης
Εξυπηρέτηση πελατών	Παροχή υπηρεσιών

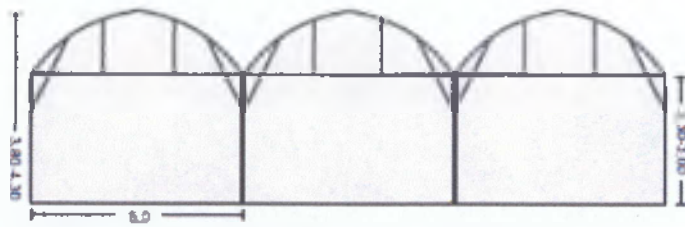
Γενικός αντιπρόσωπος	AGRO EQUIPMENT DUNLOP FALCON FAN SEPARATOR IMEX BV MULTIFAN BV SHOOF INTERNATIONAL
----------------------	--

### **ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ ΕΙΣΑΓΩΓΩΝ-ΕΞΑΓΩΓΩΝ ΕΠΕ**

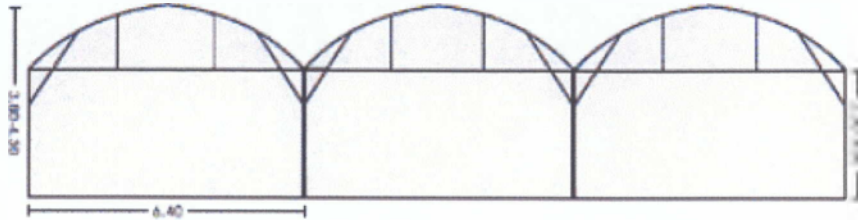
Υπεύθυνος	Ιωάννης Γ. Πάγκαλος
Διεύθυνση	Σταδίου 61, 105 51 ΑΘΗΝΑ, Ν. Αττικής
Τηλέφωνα	21-03240441, 03240442
Fax	21-03249284
E-mail	<a href="mailto:eeeeee@otenet.gr">eeeeee@otenet.gr</a>
Web site	
Προσφερόμενα είδη & υπηρεσίες	<b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ &amp; ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b> α. Συστήματα φωτισμού ή σκίασης - Γ. αντιπρόσωπος β. Συστήματα αερισμού ή ψύξης γ. Συστήματα ψεκασμού ή υδρονέφωσης δ. Συστήματα ελέγχου, Αυτοματισμοί - Γ. αντιπρόσωπος
Εξυπηρέτηση πελατών	Παροχή υπηρεσιών
Γενικός αντιπρόσωπος	DOSATRON LUDVIG SVENSSON McPENNY SISIS-UK

## ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΠΑΝΟΡΑΜΑ

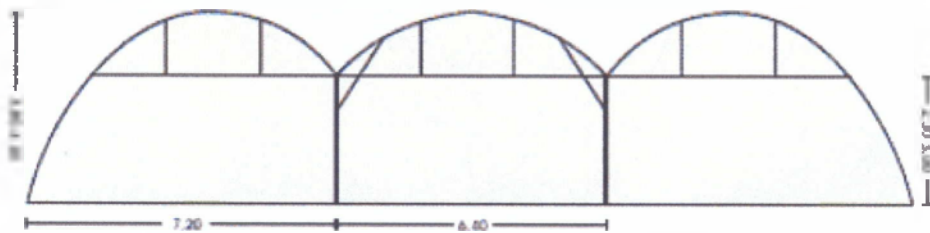




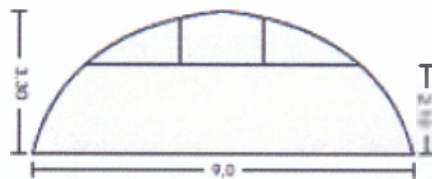
Πολύρικο 5,00 "Multispan 5.0m" Απόσταση τόξων: 3μ.



Πολύρικο 6,40 "Multispan 6.40m" Απόσταση τόξων: 3μ.



Πολύρικο 7,20 "Multispan 7.20m" Απόσταση τόξων: 3μ.



Τοξωτό 9,00 "Tunnel 9.00m" Απόσταση τόξων: 2,5 ή 2,0μ.

Εικόνα 1.



Εικόνα 2. Θερμοκήπιο πολλαπλό αμφικλινές



**Εικόνα 3. Κάλυψη πλαγίων πλευρών**



**Εικόνα 4. Κάλυψη προσόψεων**



**Εικόνα 5. Περιμετρική κάλυψη**



**Εικόνα 6. Υλικά κάλυψης, Διπλό φουσκωτό**



**Εικόνα 7. Παράθυρα οροφής**



**Εικόνα 8. Φυσικός Αερισμός, Παράθυρα οροφής**





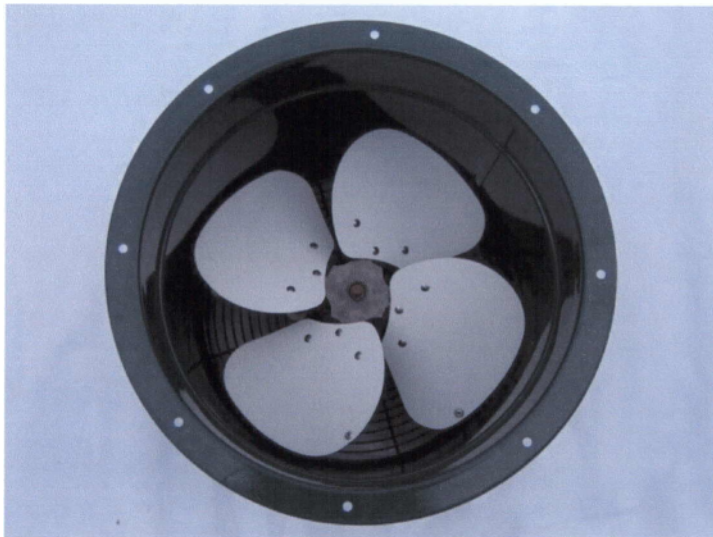
**Εικόνα 9. Κουρτίνες σκίασης**



**Εικόνα 10. Κουρτίνες σκίασης**



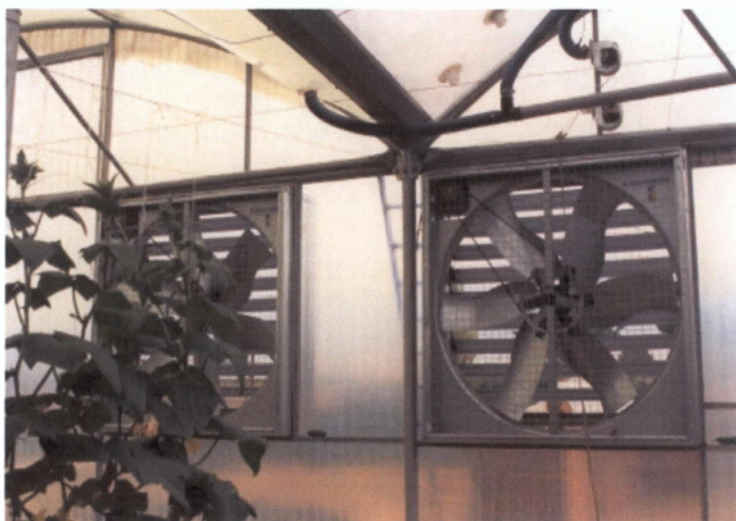
**Εικόνα 11. Κουρτίνες σκίασης**



**Εικόνα 12. Αξονικός ανεμιστήρας**



**Εικόνα 13. Εξαεριστήρας**



**Εικόνα 14. Διπλοί Εξαεριστήρες**



**Εικόνα 15. Εξαεριστήρες**



**Εικόνα 16. Εξαεριστήρες**



**Εικόνα 17. Υδροπονικά συστήματα**



**Εικόνα 18. Σύστημα Υγρών Πετασμάτων, Πάνελ**



**Εικόνα 19. Σύστημα Υγρών Πετασμάτων**



**Εικόνα 20. Σύστημα Υγρών Πετασμάτων**



**Εικόνα 21. Συσκευές Ψυχρού Νεφελοψεκασμού**



**Εικόνα 22. Σύστημα Παθητικής Θέρμανσης**



**Εικόνα 23. Αερόθερμα**





**Εικόνα 24. Επιδαπέδια Θέρμανση**



**Εικόνα 25. Θέρμανση Θερμοκηπίου**



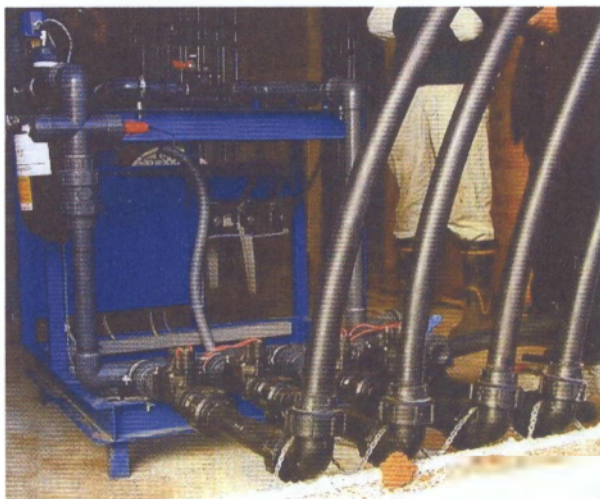
**Εικόνα 26. Σύστημα Θέρμανσης**



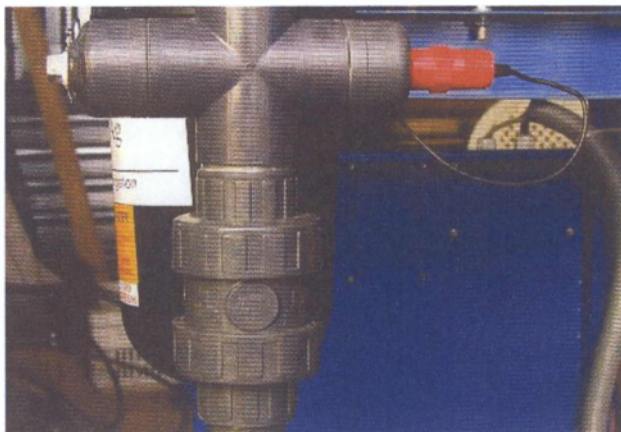
**Εικόνα 27. Συστήματα Υδροπονίας**



**Εικόνα 28.**



**Εικόνα 29.**



**Εικόνα 30.**



**Εικόνα 31.**

**Εικόνες 28-31. Εγκατάσταση υδρολίπανσης με τέσσερις γραμμές.**