



# ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

# Τι περιλαμβάνει ο εξοπλισμός των θερμοκηπίων

- Συστήματα εξαερισμού
- Συστήματα θέρμανσης & εξοικονόμησης ενέργειας
- Συστήματα αφύγρυνσης
- Συστήματα σκίασης
- Συστήματα δροσισμού
- Συστήματα εμπλουτισμού με CO<sub>2</sub>
- Συστήματα τεχνητού φωτισμού

# Παθητικά συστήματα εξαερισμού



↑  
Παθητικό σύστημα εξαερισμού με  
ανοίγματα που φέρουν πτερυγωτά  
καλύμματα



←  
Παθητικό σύστημα εξαερισμού με  
ανοίγματα που φέρουν πτυσσόμενα  
καλύμματα

# Δυναμικό σύστημα εξαερισμού



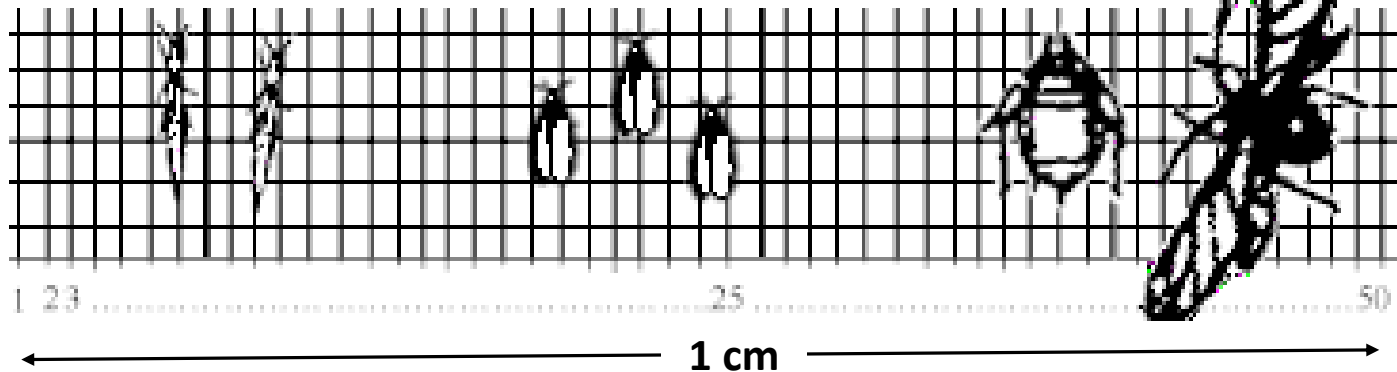
# Εντομοστεγή δίχτυα και είσοδος εντόμων



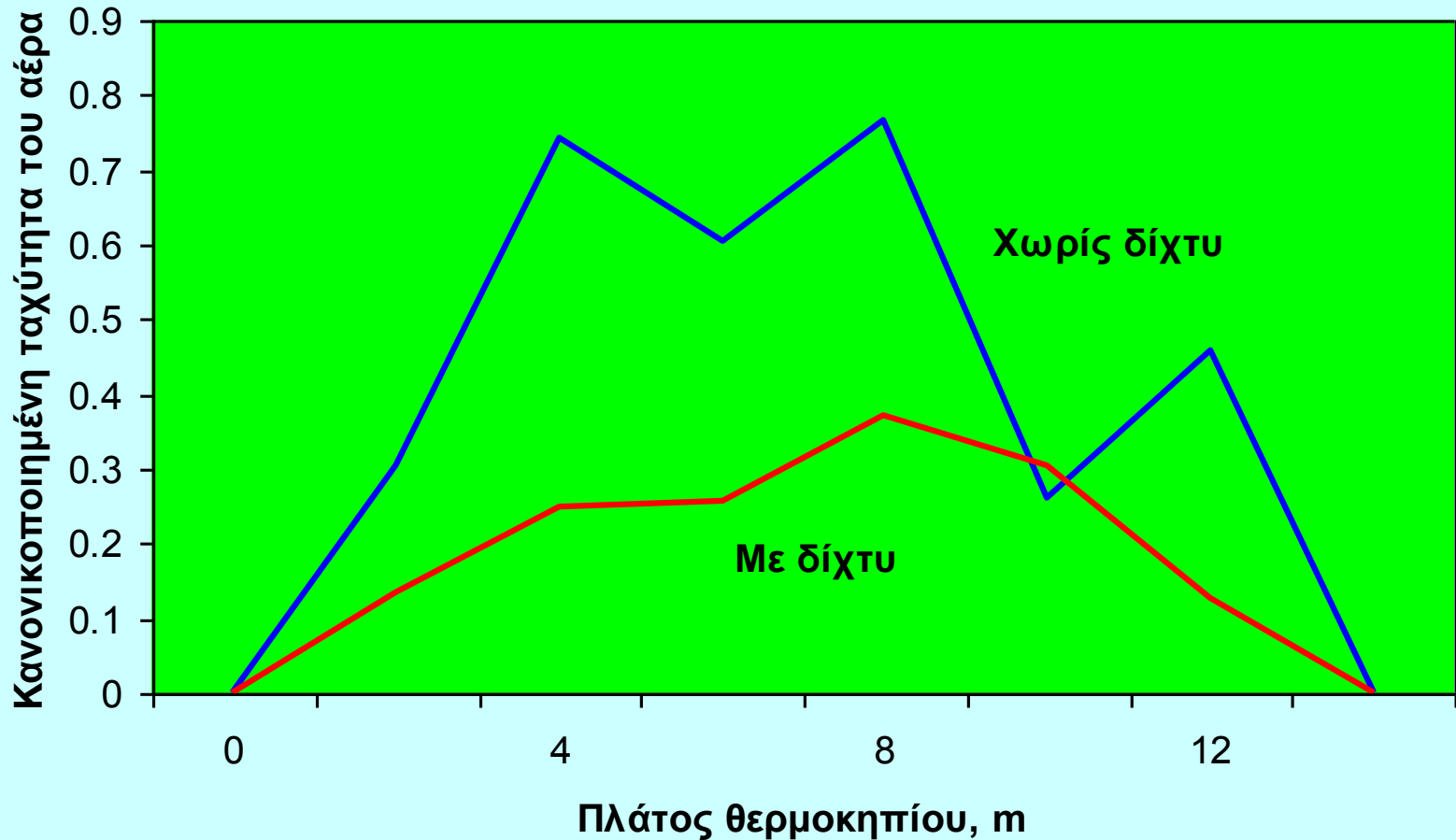
Θρίπας

Αλευρώδης

Αφίδα



# Εντομοστεγή δίχτυα και αερισμός θερμοκηπίου




# Συστήματα θέρμανσης & εξοικονόμησης ενέργειας

Τα συστήματα θέρμανσης των θερμοκηπίων διαφοροποιούνται ανάλογα με :

- Την πηγή που παρέχει την θερμική ενέργεια.
- Το σύστημα παραγωγής θερμότητας (π.χ. λέβητας και καυστήρας)
- Το σύστημα διανομής της θερμότητας μέσα στο θερμοκήπιο.

# Πηγή θερμικής ενέργειας

- **Ορυκτά καύσιμα** (πετρέλαιο, μαζούτ, φυσικό αέριο, γαιάνθρακας, λιγνίτης).
- **Βιομάζα** 
- **Γεωθερμική ενέργεια**
- **Θερμά απόβραα από βιομηχανίες**
- **Ηλιακή ενέργεια**





# Συστήματα παραγωγής θερμότητας



Σύστημα κεντρικής θέρμανσης με λέβητα θερμού νερού



Αερόθερμο

Τοπικές θερμάστρες θέρμανσης με λέβητα θερμού νερού

# Σύστημα διανομής θερμότητας

***Μεταλλικοί σωλήνες για μεταφορά θερμού νερού***

***Μεταλλικοί σωλήνες για μεταφορά ατμού***

***Πλαστικοί σωλήνες με σπειρωτή επιφάνεια για μεταφορά θερμού νερού***

***Διάτρητοι πλαστικοί σωλήνες για μεταφορά και διανομή θερμού αέρα από αερόθερμα***

# Θερμοκουρτίνες

Οι θερμοκουρτίνες μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση κατά 35-40%.

Οι θερμοκουρτίνες αποτελούνται από υλικά με χαμηλή θερμική αγωγιμότητα που περιορίζουν την διαφυγή θερμότητας από τον εσωτερικό προς το εξωτερικό αέρα τη νύχτα.



# Θερμοκουρτίνες

- Θερμοκουρτίνες τοποθετούνται κυρίως στην οροφή του θερμοκηπίου.
- Συχνά οι θερμοκουρτίνες λειτουργούν ταυτόχρονα και ως κουρτίνες σκίασης το καλοκαίρι.



Σε ψυχρά κλίματα, θερμοκουρτίνες τοποθετούνται και στις πλάγιες εξωτερικές πλευρές του θερμοκηπίου.

# Συστήματα σκίασης

Η σκίαση του θερμοκηπίου αποσκοπεί στην μείωση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας με στόχο την μείωση της θερμοκρασίας στον εσωτερικό του χώρο την θερμή εποχή του έτους, όταν ο αερισμός δεν επαρκεί για το σκοπό αυτό.

Ταυτόχρονα όμως, η σκίαση επιδρά και σε δύο άλλες κλιματικές παραμέτρους που είναι σημαντικές για τα καλλιεργούμενα κηπευτικά και ειδικότερα:

- στη σχετική υγρασία την οποία αυξάνει και
- στον φωτισμό τον οποίο μειώνουμε συνέπεια να περιορίζει τη φωτοσύνθεση.

## Τρόποι σκίασης θερμοκηπίων

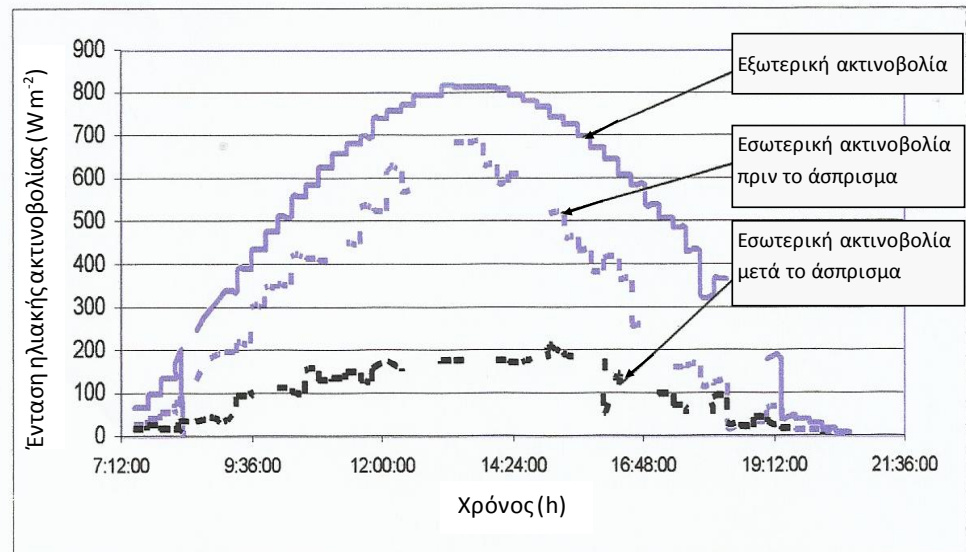
- Βάψιμο (άσπρισμα) θερμοκηπίου
- Σκίαση με δίχτυ
- Σκίαση με κουρτίνες

# Σκίαση με άσπρισμα του θερμοκηπίου

Το άσπρισμα της εξωτερικής επιφάνειας των θερμοκηπίων είναι μία αποτελεσματική τεχνική μείωσης της εσωτερικής τους θερμοκρασίας, όταν ο εξαερισμός δεν επαρκεί.



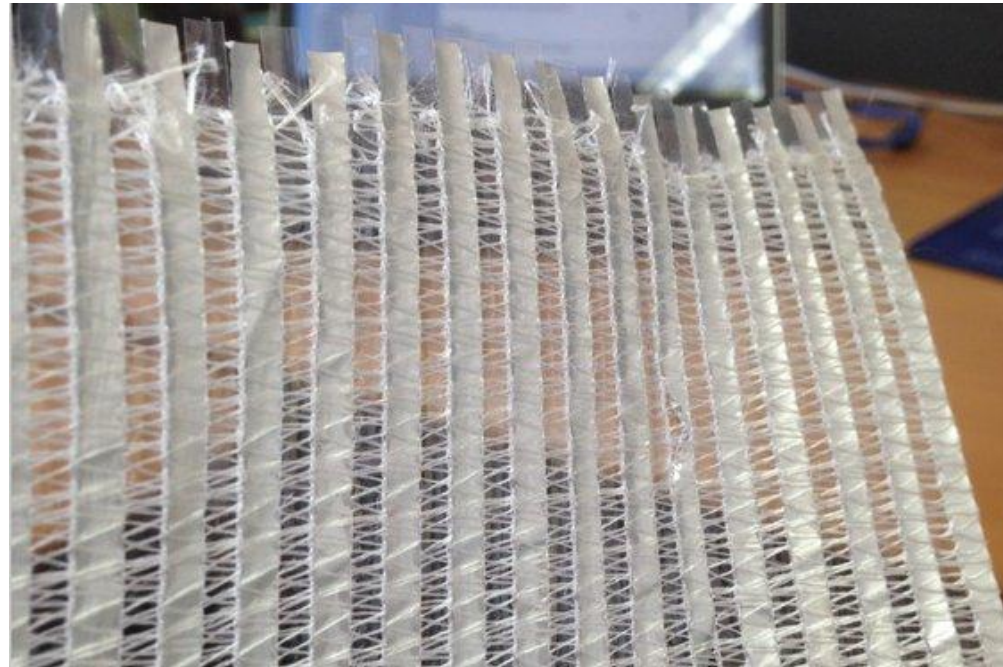
- Συνήθως, για το άσπρισμα του θερμοκηπίου χρησιμοποιείται στόκος διαλυμένος σε νερό μαζί με λευκή ακρυλική βαφή.
- Αρκετοί παραγωγοί χρησιμοποιούν ασβέστη ( $\text{CaO}$ ) για το άσπρισμα των θερμοκηπίων.



# Κουρτίνες σκίασης

- Οι κουρτίνες σκίασης είναι κατασκευασμένες κυρίως από ακρυλικές ίνες οι οποίες σχηματίζουν μία αραιή ύφανση, καθώς και από λεπτές λωρίδες στιλπνών φύλλων αλουμινίου.
- Η αραιή ύφανση των ακρυλικών ινών, αλλά και η αραιή διάταξη των λωρίδων αλουμινίου επιτρέπει στο μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας να τις διαπεράσει.

Οι λωρίδες αλουμινίου αντανακλούν μέρος της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας με συνέπεια να μειώνουν το ενεργειακό φορτίο που εισέρχεται στο θερμοκήπιο.



# Τοποθέτηση & λειτουργία κουρτινών σκίασης

- Οι κουρτίνες σκίασης τοποθετούνται εσωτερικά του θερμοκηπίου, οριζόντια, στο ύψος της υδρορροής.
- Συχνά οι κουρτίνες σκίασης χρησιμοποιούνται και ως θερμοκουρτίνες την ψυχρή εποχή του έτους.



- Κατά κανόνα οι κουρτίνες σκίασης εκπτύσσονται και συμπτύσσονται αυτόματα με βάση την εσωτερική θερμοκρασία.
- Η εσωτερική θερμοκρασία καταγράφεται από θερμόμετρο και μεταφέρεται στο σύστημα αυτόματου ελέγχου του κλίματος σε πραγματικό χρόνο.



# Δροσισμός θερμοκηπίων

- Ο δροσισμός των θερμοκηπίων αποσκοπεί στη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό τους μέσω εξάτμισης νερού.
- Η εξάτμιση νερού μετατρέπει μέρος της αισθητής θερμότητας σε λανθάνουσα θερμότητα, με συνέπεια να μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα.
- Για να ψυχθεί ο αέρας μέσω εξάτμισης νερού, πρέπει να μην είναι κορεσμένος σε υγρασία, ώστε να μπορεί το νερό να μετατρέπεται σε υδρατμούς.
- Η χρήση ενός συστήματος δροσισμού είναι αναγκαία κυρίως σε περιοχές με σχετικά θερμό κλίμα, εφόσον το θερμοκήπιο λειτουργεί το καλοκαίρι.
- Ο δροσισμός μπορεί να εφαρμοστεί είτε εναλλακτικά είτε συμπληρωματικά με την σκίαση, ώστε να μην χρειαστεί να μειωθεί ο φωτισμός σε επίπεδα που περιορίζουν την φωτοσύνθεση.

# Συστήματα δροσισμού

## Σύστημα ομίχλης (fog system)



Ένα σύστημα ομίχλης περιλαμβάνει:

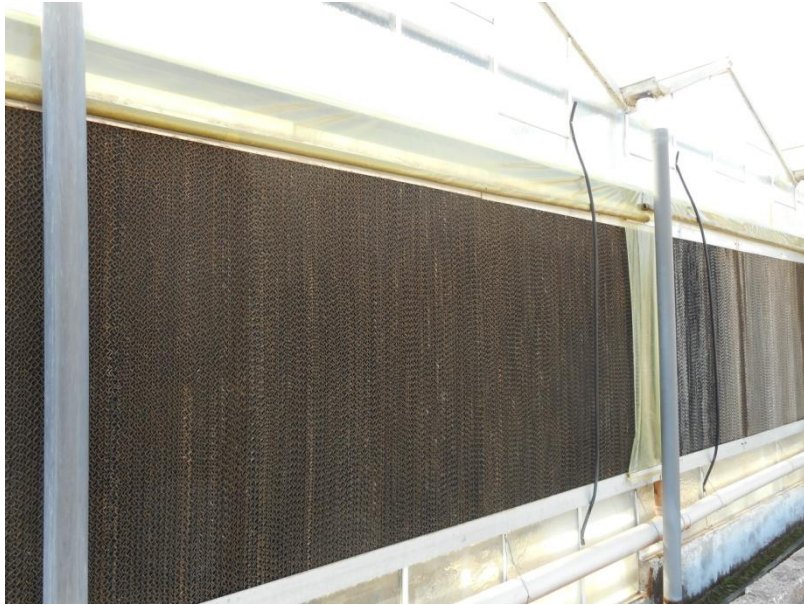
- μία μονάδα πίεσης του νερού,
- σωληνώσεις για την μεταφορά του νερού,
- διατάξεις εκτοξευτήρων (ακροφύσια) που ψεκάζουν το νερό σε μορφή πολύ λεπτών σταγόνων.

Για να λειτουργεί αποτελεσματικά ένα σύστημα ομίχλης, θα πρέπει:

- ο εσωτερικός αέρας να κινείται μέσα στο θερμοκήπιο,
- ο αέρας να ανανεώνεται συνεχώς με νέο αέρα προερχόμενο από το εξωτερικό του θερμοκηπίου.

# Συστήματα δροσισμού

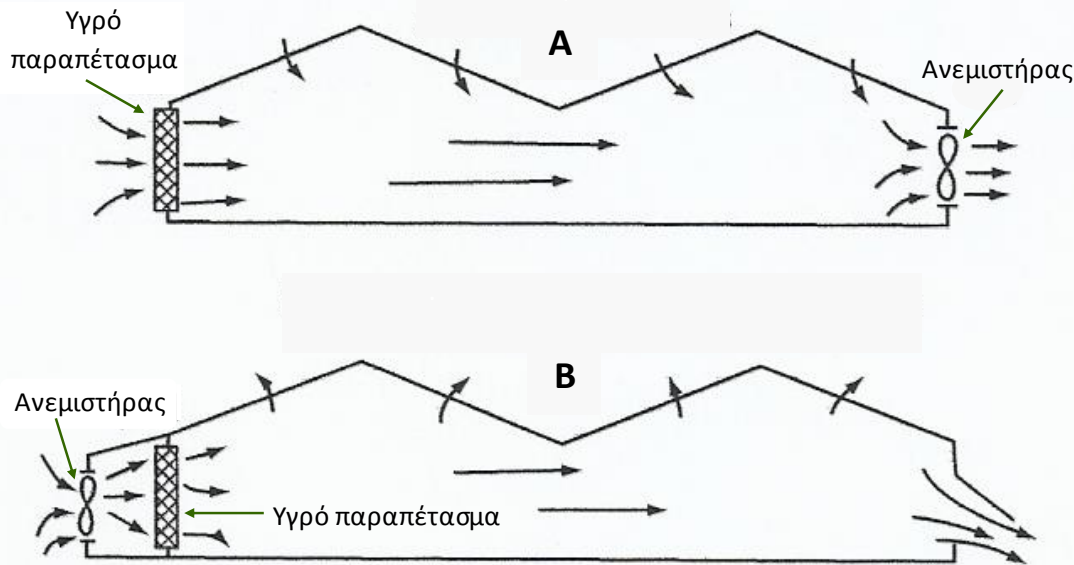
Υγρό παραπέτασμα ή υγρή παρειά ή υγρό τοίχωμα (fan and pad)



Σε τμήμα της μίας πλευράς του θερμοκηπίου τοποθετούνται συνεχόμενες πορώδεις πλάκες οι οποίες διαβρέχονται από πάνω με νερό συνεχώς όταν το σύστημα λειτουργεί.

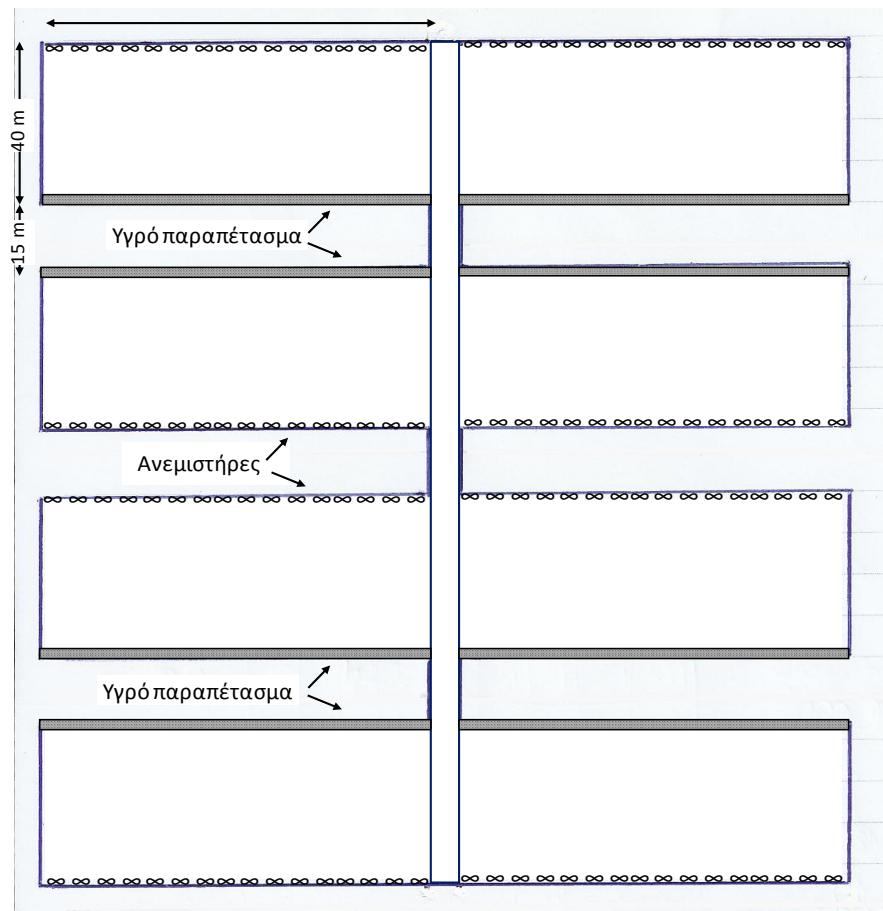
Οι πορώδεις πλάκες συνδυάζονται με ανεμιστήρες τοποθετημένους είτε στην ακριβώς απέναντι πλευρά είτε στην ίδια πλευρά του θερμοκηπίου που εξάγουν τον αέρα εκτός θερμοκηπίου με συνέπεια να εισέρχεται νέος αέρας μέσω των πορωδών πλακών.

# Εναλλακτικοί τρόποι διάταξης υγρού παραπετάσματος και ανεμιστήρων



- Ο εισερχόμενος αέρας εξατμίζει μέρος του νερού που περιέχεται στο υγρό παραπέτασμα καθώς το διαπερνά, με συνέπεια αφενός μεν να ψύχεται λόγω της λανθάνουσας θερμότητας που απορροφά και αφετέρου να αποκτά αυξημένη σχετική υγρασία.
- Συνεπώς, ο εισερχόμενος αέρας ψύχει το εσωτερικό του θερμοκηπίου, ενώ παράλληλα αυξάνει την σχετική υγρασία του.

# Διάταξη υγρών παραπετασμάτων σε μεγάλης έκτασης θερμοκηπιακές μονάδες



Το θερμοκήπιο διαχωρίζεται σε διαμερίσματα πλάτους 40-60 m το πολύ γιατί η μέγιστη απόσταση μεταξύ υγρού παραπετάσματος και ανεμιστήρων συνιστάται να μην υπερβαίνει τα 40 m (με μέγιστο ανεκτό τα 60 m).

# Σκοπιμότητα παροχής CO<sub>2</sub> στα θερμοκήπια

Όταν επικρατούν χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες, το θερμοκήπιο μένει κλειστό και δεν αερίζεται, οπότε η εσωτερική συγκέντρωση CO<sub>2</sub> μειώνεται σε επίπεδα σημαντικά χαμηλότερα από αυτά που επικρατούν στον εξωτερικό αέρα ( π.χ. στα 150-250 ppm).

Κάτω από αυτές τις συνθήκες, οι ρυθμοί φωτοσύνθεσης περιορίζονται δραστικά, με συνέπεια η παραγωγή των κηπευτικών που καλλιεργούνται μέσα στο θερμοκήπιο να μειώνεται σημαντικά.

Από την άλλη πλευρά, η ανύψωση της φυσικής συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου στα 700 - 1000 ppm αυξάνει τους ρυθμούς φωτοσύνθεσης, με συνέπεια να λαμβάνεται υψηλότερη παραγωγή κατά 21-61% σε ξηρή μάζα.

# Συστήματα εμπλουτισμού με CO<sub>2</sub>

Παροχή συμπιεσμένου & υγροποιημένου CO<sub>2</sub> από κεντρικές δεξαμενές αποθήκευσης



Παροχή CO<sub>2</sub> που παράγεται στη θερμοκηπιακή μονάδα μέσω τέλειας καύσης υγαερίου, φυσικού αερίου, πετρελαίου, κηροζίνης, βιομάζας ή άλλης θερμαντικής πηγής



# Παροχή του CO<sub>2</sub> μέσα στο θερμοκήπιο



Το CO<sub>2</sub>, είτε προέρχεται από δεξαμενές είτε από καύση, διανέμεται στα φυτά μέσω διάτρητων πλαστικών σωλήνων μέσα στο θερμοκήπιο.

Το πεπιεσμένο CO<sub>2</sub> μεταφέρεται στο θερμοκήπιο αρχικά μέσω μεταλλικών σωλήνων, ενώ ένα σύστημα βαλβίδων μειώνει την αρχική πίεση που είχε στην δεξαμενή αποθήκευσης, οπότε σε κάποιο σημείο μετατρέπεται από υγρό σε αέριο.

Πριν διανεμηθούν στο θερμοκήπιο τα καυσαέρια με το CO<sub>2</sub>, θα πρέπει να αναμειγνύονται με καθαρό εξωτερικό αέρα για να ψύχονται και να μην αυξάνουν πολύ την υγρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.



# Συστήματα τεχνητού φωτισμού

**Λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης  
(HPS: high-pressure sodium)**



**Υψηλό κόστος εγκατάστασης & λειτουργίας**

**Λαμπτήρες LED (light emitting diode)**



**Οι τεχνολογίες τεχνητού αφομοιωτικού φωτισμού με λαμπτήρες LED αναμένεται να κυριαρχήσουν στο μέλλον.**

**Λαμπτήρες μεταλλικών αλάτων αλογόνων**

**Λαμπτήρες φθορισμού (Fluorescent)**

# Καλλιέργεια σε δικτυοκήπια

- Τα δικτυοκήπια φέρουν παρόμοιο σκελετό με αυτόν των θερμοκηπίων, αλλά είναι καλυμμένα πλήρως με δίχτυα σκίασης αντί διαφανών υλικών.
- Τα δίχτυα που καλύπτουν τα δικτυοκήπια δεν εμποδίζουν πλήρως την είσοδο του αέρα και δεν περιορίζουν την έξοδο της θερμικής ενέργειας.
- Συνήθως το σχήμα των δικτυοκηπίων είναι τοξωτό ή τροποποιημένο τοξωτό.



# Καλλιέργεια σε δικτυοκήπια

- Δικτυοκήπια εγκαθίστανται συνήθως σε περιοχές με πολύ θερμό και ημίξηρο κλίμα.
- Οι βασικοί σκοποί της καλλιέργειας κηπευτικών σε ένα δικτυοκήπιο είναι:
  - η μείωση της θερμοκρασίας κάτω από το δικτυωτό πλέγμα,
  - η προστασία από επιβλαβή έντομα
  - η προστασία από χαλάζι, έντονη βροχή, άνεμο και πουλιά.