



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΕΝΥΔΡΕΙΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΟ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Ε.ΛΑ.Θ. ΜΕ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ  
ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ Α.Π.Ε.**

**Κάββουρας Ι. Τρύφωνας**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΚΑΡΑΜΟΥΣΑΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

## Περίληψη

Στην παρακάτω πτυχιακή εργασία θα μιλήσουμε για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς και την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στον αγροτικό τομέα και ειδικότερα στον τομέα των θερμοκηπίων για τον έλεγχο του φωτισμού και της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου προκειμένου να βελτιστοποιηθούν οι συνθήκες ανάπτυξης των θερμοκηπιακών καλλιεργειών. Η ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζει το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Η αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε μηχανική και ηλεκτρική.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στην ενυδρείοπονία που είναι ένα σχετικά νέο σύστημα παραγωγής τροφίμων που βασίζεται στις αρχές της ανακύκλωσης της ύλης σ' ένα τεχνητό κλειστό οικοσύστημα. Το σύστημα αυτό συνδυάζει την υδροπονία και την υδατοκαλλιέργεια. Η τεχνική αυτή ανακυκλώνει τα περισσότερα απ' τα υλικά που χρησιμοποιεί. Γίνεται παράλληλα μέσα σ' αυτό το κλειστό οικοσύστημα με την εκτροφή των ψαριών καλλιέργεια φυτών στην οποία είναι απαραίτητα φίλτρα κατακράτησης στα οποία θα γίνεται μεγάλο μέρος του κύκλου του αζώτου με τη βοήθεια ωφέλιμων βακτηρίων (τα οποία θα μετατρέψουν την τοξική για τα ψάρια αμμωνία των αποβλήτων τους σε απαραίτητα για τα φυτά νιτρικά άλατα).

## Πίνακας Περιεχομένων

Σελ.

### Κεφάλαιο 1

1. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας .....	4
1.1. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας .....	5
1.1.1. Ηλιακή Ενέργεια.....	6
1.1.2. Αιολική Ενέργεια .....	8
1.2. Ενυδραιοπονία .....	11

### Κεφάλαιο 2

2. Θερμοκήπια .....	14
2.1. Θερμοκήπια.....	15
2.1.1. Εισαγωγή .....	15
2.2. Υλικά κατασκευής .....	17
2.2.1. Ξύλο .....	17
2.2.2. Μέταλλο .....	19
2.2.3. Αλουμίνιο.....	20
2.2.4. Χάλυβας .....	20
2.3. Υλικά κάλυψης Θερμοκηπίου.....	21
2.3.1. Γυαλί .....	21
2.3.2. Τζάμι .....	23
2.3.3. Σκληρά πλαστικά .....	23
2.3.4. Υαλοπίνακες .....	24
2.3.5. Φύλλα πλαστικά .....	24
2.4. Σχεδιασμός Θερμοκηπίου .....	26
2.4.1. Διαστάσεις αμφίρρικτων θερμοκηπίων .....	26
2.4.2. Τοξωτά θερμοκήπια.....	27
2.4.3. Θερμοκήπια τούνελ .....	30
2.4.4. Θερμοκήπια πολλαπλά Γοτθικά .....	31
2.5. Εξοπλισμός Θερμοκηπίου .....	32
2.5.1. Θέρμανση θερμοκηπίου .....	32
2.5.2. Σκίαση θερμοκηπίου.....	38
2.5.3. Φωτισμός θερμοκηπίου .....	39
2.5.4. Άρδευση θερμοκηπίου .....	40
2.5.5. Δροσιμός Θερμοκηπίου.....	41
2.5.6. Αερισμόςκαι εξαερισμός Θερμοκηπίου .....	44

### Κεφάλαιο 3

3. Ενυδραιοπονία .....	45
------------------------	----

	Σελ.
3.1. Εισαγωγή .....	46
3.2. Περιγραφή -Τεχνικά χαρακτηριστικά .....	48
3.3. Είδη Ψαριών που χρησιμοποιούνται .....	53
3.4. Είδη φυτών που χρησιμοποιούνται .....	57
3.5. Περιγραφή συστήματος Ενυδρείοπονίας .....	67
3.6. Τύποι υποστρωμάτων ενυδρείοπονίας .....	69
3.6.1. Ελαφρόπετρα .....	70
3.6.2. Πετροβάμβακας .....	71
3.6.3. Κοκοφοίνικας.....	72
3.6.4. Περλίτης .....	73
3.7. Ρύθμιση του pH .....	75
3.8. Αρχείο Φωτογραφιών .....	78
Βιβλιογραφία .....	87

## **Κεφάλαιο 1. ΑΝΑΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

## 1.1 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας, ή νέες πηγές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Συγκεκριμένα σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές θεωρείται η αιολική, ηλιακή, αεροθερμική, γεωθερμική, υδροθερμική και ενέργεια των ωκεανών, υδροηλεκτρική, από βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη. Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική.

Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, αφού ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια, δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Τελευταία, από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και από πολλά μεμονωμένα κράτη, υιοθετούνται νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη. Οι ΑΠΕ αποτελούν τη βάση του μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας και κεντρικό σημείο εστίασης της σχολής των οικολογικών οικονομικών, η οποία έχει κάποια επιρροή στο οικολογικό κίνημα.



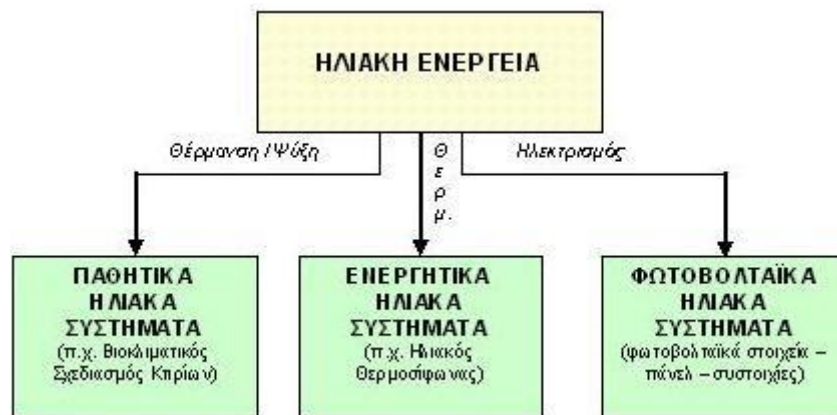
## Εικόνα 1.1.

### 1.1.1 Ηλιακή Ενέργεια

#### 1.1.1.1 Τι είναι η ηλιακή ενέργεια;

Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας. Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολο της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της.

Όσον αφορά την εκμετάλλευσή της ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα ή Ηλιοθερμικά συστήματα και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα παθητικά και ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.



Εικόνα 1.2 Ηλιακή Ενέργεια

#### 1.1.1.2 Ποια τα πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας;

Τα πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας είναι:

- Η ηλιακή ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη και δεν τελειώνει ποτέ πηγή ενέργειας με την κυριολεκτική έννοια του όρου. Όσο ο ήλιος εξακολουθεί να υφίσταται, θα υπάρχει διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια.
- Τιμές των ορυκτών καυσίμων συνεχώς παρουσιάζει διακυμάνσεις, δεδομένου ότι εξαρτώνται από ορισμένους παράγοντες παγκόσμιας προσφοράς και ζήτησης, ενώ η ηλιακή είναι εντελώς δωρεάν.

- Τα αποτελέσματα της καύσης των ορυκτών καυσίμων που προκαλούν την απελευθέρωση των επιβλαβών αερίων και άλλα υποπροϊόντα αυτών πολλές από τις οποίες προκαλούν ζημιά στο περιβάλλον και έχουν μερίδιο ευθύνης και για την τρύπα του όζοντος, όμως στην ηλιακή ενέργεια δεν τίθεται τέτοιο θέμα σε οποιοδήποτε υποπροϊόν της.  
Προκαλεί μηδενική ρύπανση και είναι εκατό τοις εκατό μια καθαρή και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας.
- Η ηλιακή ενέργεια είναι αυτό που πρέπει να στοχεύει στην περίπτωση που σκέφτεστε των οικονομικών, καθώς και την εξοικονόμησης ενέργειας. Εκτός από το one-time κόστος αγοράς των ηλιακών πάνελ.

#### *1.1.1.3. Ποια τα μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας;*

Τα μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας είναι:

- Το κύριο μειονέκτημα της ηλιακής ενέργειας είναι το αρχικό κόστος. Οι ηλιακοί συλλέκτες είναι συγκριτικά αρκετά ακριβοί, κυρίως λόγω του κόστους υλικών και την πολυπλοκότητα του σχεδιασμού που εμπλέκονται. Αυτό μπορεί μερικές φορές, να υποδειχθεί αποτρεπτικό ειδικά στην περίπτωση που ασχολούνται με τα οικιακά και τα άτομα που σχεδιάζουν μια στροφή προς την ηλιακή ενέργεια.
- Η συννεφιά, οι συνθήκες βροχής κ.λ.π., μπορεί να παρέμβει στο ποσό του φωτός του ήλιου που φτάνει το ηλιακό πάνελ. Αυτό με τη σειρά που επηρεάζει την ποσότητα της ενέργειας και τη δύναμη που παράγεται.

#### *1.1.1.4. Ηλιακή Ενέργεια στα Θερμοκήπια*

Τα θερμοκήπια αποτελούν γεωργικές κατασκευές οι οποίες αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια επιτυγχάνοντας ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη των φυτών. Αξίζει επιπλέον να αναφερθούν δύο εφαρμογές αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας στα θερμοκήπια:

- Η δυνατότητα απολύμανσης του εδάφους του θερμοκηπίου με ηλιακή ενέργεια, κατά την οποία επιτυγχάνονται για κάποιο χρονικό διάστημα σχετικά υψηλές θερμοκρασίες στο έδαφος, εξοντώνοντας τους ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς.
- Η παθητική θέρμανση του θερμοκηπίου με ηλιακή ενέργεια κατά την οποία τοποθετούνται πλαστικές σακούλες με νερό ανάμεσα στα φυτά του θερμοκηπίου επιτυγχάνοντας μικρή ανύψωση της θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο.





**Εικόνα 1.3 Ηλιακό Θερμοκήπιο**

### **1.1.2. Αιολική Ενέργεια**



**Εικόνα 1.4 Ανεμιστήρας**

#### *1.1.2.1 Τι είναι η αιολική ενέργεια;*

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε μηχανική και ηλεκτρική. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται ως ήπιας μορφής ενέργειας και περιλαμβάνεται στις καθαρές πηγές ενέργειας, όπως συνηθίζονται να λέγονται οι πηγές ενέργειας που δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους. Η χώρα μας βρίσκεται στην εύκρατη ζώνη, όπου επικρατεί άριστη ανεμολογική κατάσταση, ενώ η διαμόρφωση του εδάφους είναι ευνοϊκή για την αξιοποίηση της αιολικής. Το αιολικό δυναμικό της Ελλάδας είναι από τα καλύτερα της Ευρώπης. Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της χώρας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της ιδιαίτερα αυτές των νησιών. Η αιολική ενέργεια σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής. Το "καύσιμο" είναι άφθονο, αποκεντρωμένο και δωρεάν. Δεν εκλύονται αέρια και άλλοι ρύποι και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι μικρές σε σύγκριση με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα. Επίσης, τα

οικονομικά οφέλη μιας περιοχής από την ανάπτυξη της αιολικής είναι αξιοσημείωτα. Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα ξεκίνησε πριν από 15 χρόνια περίπου σαν μια προσπάθεια καταγραφής του ανέμου και εκτίμησης του αιολικού δυναμικού από τη ΔΕΗ. Σήμερα η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- τις ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα, όπου ο δρομέας είναι τύπου έλικας και ο άξονας μπορεί να περιστρέφεται συνεχώς παράλληλα προς τον άνεμο και
- τις ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα που παραμένει σταθερός.



**Εικόνα 1.5**

#### *1.1.2.2. Ποια τα πλεονεκτήματα της Αιολικής ενέργειας*

- Ο άνεμος είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η οποία μάλιστα παρέχεται δωρεάν.
- Η Αιολική ενέργεια είναι μια τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή.
- Προστατεύει τη Γη καθώς κάθε μία κιλοβατώρα που παράγεται από τον άνεμο αντικαθιστά μία κιλοβατώρα που παράγεται από συμβατικούς σταθμούς και ρυπαίνει την ατμόσφαιρα με αέρια του θερμοκηπίου.
- Δεν επιβαρύνει το τοπικό περιβάλλον με επικίνδυνους αέριους ρύπους, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, καρκινογόνα μικροσωματίδια κ.ά., όπως γίνεται με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια κάτι ιδιαίτερα σημαντικό για τη χώρα μας και την Ευρώπη γενικότερα.
- Βοηθά στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας.

#### *1.1.2.3. Ποια τα μειονεκτήματα της Αιολικής ενέργειας*

Παρόλα τα πολλά προαναφερθέντα πλεονεκτήματα, η αιολική ενέργεια έχει και κάποια σημαντικά μειονεκτήματα που είναι ως ένα σημαντικό βαθμό αποτρεπτικά για την εξάπλωσή τους:

- Οι ανεμογεννήτριες μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς ή θανατώσεις πουλιών, κυρίως αποδημητικών γιατί τα ενδημικά «συνηθίζουν» την παρουσία των μηχανών και τις αποφεύγουν. Γι' αυτό καλύτερα να μην κατασκευάζονται αιολικά πάρκα σε δρόμους μετανάστευσης πουλιών. Σε κάθε περίπτωση, πριν τη δημιουργία ενός αιολικού πάρκου ή και οποιασδήποτε εγκατάστασης ΑΠΕ θα πρέπει να έχει προηγηθεί Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.).
- Οπτικοαισθητική επίδραση: Η εγκατάσταση μιας τεράστιας ανεμογεννήτριας σε μια όχι και τόσο ανοιχτή περιοχή δημιουργεί άσχημη οπτική εντύπωση. Αντίθετα η εγκατάσταση της ίδιας ανεμογεννήτριας σε μια αχανή έκταση περνά σχεδόν απαρατήρητη.
- Ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση: Το πρόβλημα της ηλεκτρομαγνητικής αλληλεπίδρασης δημιουργείται από την ανάκλαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων πάνω στα περιστρεφόμενα πτερύγια της πτερωτής.
- Τα αιολικά συστήματα έχουν υψηλό κόστος έρευνας και εγκατάστασης.
- Απαιτούν πολύ χρόνο για την έρευνα και τη χαρτογράφηση του αιολικού δυναμικού των μεγάλων περιοχών, ώστε να εντοπιστούν τα ευνοϊκά σημεία.
- Παρουσιάζουν διακυμάνσεις ως προς την απόδοση ισχύος, διακύμανση που οφείλεται στη μεταβαλλόμενη -κατά τη διάρκεια της ημέρας, του μήνα και του έτους- ένταση του ανέμου. Η αιολική ενέργεια δεν μπορεί να αποθηκευτεί (εκτός αν χρησιμοποιηθούν μπαταρίες που όμως αυξάνουν κατά πολύ το κόστος). Επιπλέον δεν μπορούν όλοι οι άνεμοι να τιθασευτούν ώστε να καλυφτούν, τη στιγμή που προκύπτουν, οι ανάγκες του ηλεκτρισμού.
- Ως μορφή ενέργειας παρουσιάζει χαμηλή πυκνότητα και έχει αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτούνται πολλές ανεμογεννήτριες για την παραγωγή αξιόλογης ισχύος και αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιείται σαν συμπληρωματική πηγή ενέργειας.



**Εικόνα 1.6**

#### *1.1.2.4. Αιολική ενέργεια στα θερμοκήπια*

Η ενέργεια του ανέμου (αιολική ενέργεια) στο πεδίο του θερμοκηπίου μπορεί να αξιοποιηθεί για να καλύψει διάφορες ενεργειακές ανάγκες του σε ηλεκτρισμό και θερμότητα. Η αιολική ενέργεια μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι και συμπληρωματική της ηλιακής ενέργειας επειδή μπορεί να συμβάλλει τόσο κατά την ημέρα όσο και κατά την νύκτα στη διάρκεια όλου του έτους. Μέχρι τώρα έχουν μελετηθεί διατάξεις ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών με ενδιαφέροντα αποτελέσματα (Bristot et al,2002, Elhadidy and Shaahid 1999, Kawakami and Seki, 2002). Κατάλληλες αιολικές μηχανές για χρήση στα θερμοκήπια είναι οι μικρές ανεμογεννήτριες, που πρέπει να είναι αποδοτικές και για μικρές ταχύτητες ανέμου και να είναι αισθητικά συμβατές με το περιβάλλον του θερμοκηπίου, έχοντας ένα σχετικά χαμηλό ύψος. Οι ανεμογεννήτριες (WT) μπορούν να συμβάλλουν στην κάλυψη των αναγκών του θερμοκηπίου σε ηλεκτρισμό, αλλά και ακόμη να αποθηκεύεται η πλεονάζουσα ποσότητα παραγόμενου ηλεκτρισμού σε θερμότητα (Tripanagnostopoulos and Tselipis 2003), για χρήση στη διάρκεια της νύκτας όπου υπάρχουν ανάγκες διατήρησης της θερμοκρασίας του θερμοκηπίου.

## **1.2. ΕΝΥΔΡΕΙΟΠΟΝΙΑ**

Η ενυδρειοπονία συνδυάζει την υδροπονία με την εκτροφή των υδρόβιων ζώων σε συστήματα ανακυκλωμένης υδατοκαλλιέργειας, (Recirculating Aquaculture Systems, RAS). Ο Παπουτσόγλου (2008) και ο Nelson (2008) αναφέρουν ότι η

ενυδρειοπονία είναι μία βιώσιμη μέθοδος παραγωγής οργανικών τροφίμων (ψάρια & φυτά) που συνδυάζει την Υδατοκαλλιέργεια (ανάπτυξη υδρόβιων ζώων όπως ψάρια, γαρίδες, καραβίδες σε δεξαμενές) με την υδροπονία (καλλιέργεια φυτών σε νερό χωρίς χώμα). Η υδατοκαλλιέργεια είναι η καλλιέργεια των υδρόβιων φυτών και των ζώων, ενώ η υδροπονία περιλαμβάνει την ανάπτυξη των φυτών σε εμπλουτισμένα θρεπτικά διαλύματα χωρίς την παρουσία εδάφους. Το διάλυμα παρασκευάζεται με την παροχή των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών στο νερό μέσα στο οποίο αναπτύσσεται η ρίζα των φυτών. Στην ανακυκλωμένη υδατοκαλλιέργεια, το νερό αυξάνει τα θρεπτικά του λόγω του μεταβολισμού και της απέκκρισης των τροφών από τα ψάρια, παρέχοντας στα φυτά τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά και τις σωστές αναλογίες για την σωστή τους αύξηση και ανάπτυξη. Τα υγρά απόβλητα φιλτράρονται και αποβάλλονται προκειμένου να διατηρηθεί το νερό καθαρό. Κατά συνέπεια, τα συστήματα ενυδρειοπονίας είναι συστήματα που συνδυάζει την υδατοκαλλιέργεια και την καλλιέργεια φυτών σε μία κοινή πολύ-δραστηριότητα. Τα προϊόντα που παράγονται από την ενυδρειοπονία, (ψάρια και φυτά) όπως αναφέρθηκε θεωρούνται προϊόντα βιολογικής καλλιέργειας υψηλής αξίας. Στην ενυδρειοπονία, τα υγρά απόβλητα των ψαριών διανέμονται στη ρίζα των φυτών, (αντικαθιστώντας το παραδοσιακό υδροπονικό θρεπτικό μίγμα), παρέχοντας έτσι τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη των φυτών. Τα φυτά στην συνέχεια παρέχουν ένα φυσικό φίλτρο και συνεπώς το νερό δύναται να επαναχρησιμοποιηθεί από τα ψάρια. Αυτό δημιουργεί ένα μίνι οικοσύστημα, όπου φυτά και ψάρια μπορούν να αναπτυχθούν ταυτόχρονα. Η μεθοδολογία αυτή χρησιμοποιείται κυρίως στην Ασία, ενώ έχει ελεγχθεί και εφαρμοστεί και σε διάφορες άλλες χώρες όπως στις ΗΠΑ, την Αυστραλία, την Κεντρική Αμερική και τον Καναδά (Nelson 2008).

Με την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και την αυξανόμενη ζήτηση για τα τρόφιμα και ταυτόχρονη μείωση της αγροτικής γης, η ενυδρειοπονία αποτελεί αποτελέσει μια από τις πολλά υποσχόμενες λύσεις των προβλημάτων διατροφής σε ολόκληρο τον κόσμο. Το ενδιαφέρον για την ενυδρειοπονία αυξάνεται ραγδαία στην Ευρώπη και αυτή η προσέγγιση εκτιμάται ότι θα αποτελέσει μία από τις μελλοντικές μεθόδους παραγωγής τροφίμων για τις τοπικές αγορές, όπως για παράδειγμα στην αστική παραγωγή με μικρές μονάδες κατάλληλες για σπίτια και εστιατόρια.

Μερικά από τα σημαντικά πλεονεκτήματα τη ενυδρειοπονίας είναι:

- Πρόκειται για ένα κλειστό σύστημα, καθώς το περισσευούμενο νερό ανακυκλώνεται και επιστρέφει στα ψάρια. Μ' αυτόν τον τρόπο χρησιμοποιούμε μόνο το 2% του νερού που θα είχαμε χρησιμοποιήσει αν καλλιεργούσαμε στο έδαφος σε ένα χωράφι.
- Το σύστημα είναι ευέλικτο ανάλογα με το σκοπό της δημιουργίας του. Μπορούμε να έχουμε ένα σύστημα με καλλωπιστικά ψάρια σε κήπο με τεχνητή λίμνη ή σιντριβάνι. Μπορεί να έχουμε επαγγελματική μονάδα με

εδώδιμα ψάρια(πέστροφα, κέφαλος, γατόψαρο είναι μερικά είδη). Το ίδιο ισχύει και για τα φυτά. Μπορεί να έχουμε καλλωπιστικά φυτά όπως λουλούδια, μπορεί να έχουμε μυρωδικά, μπορεί να έχουμε και παραγωγή εδωδιμων φυτικών προϊόντων σε μεγάλη κλίμακα, όπως ντομάτες, φράουλες βασιλικό και μαρούλια. Οι συνδυασμοί είναι άπειροι, θεωρητικά.

- Στο κλειστό σύστημα είναι ευκολότερο να περιορίσουμε τυχόν ασθένειες και επιμολύνσεις που προσβάλλουν συνήθως τα φυτά που μεγαλώνουν στο έδαφος και προκαλούνται από βακτήρια, μύκητες ή έντομα. Το ίδιο ισχύει και για τα ψάρια, καθώς ζουν απομονωμένα από διάφορους εξωτερικούς κινδύνους επιμόλυνσης, όπως μύκητες και βακτήρια.
- Έχουμε καλύτερο έλεγχο των συνθηκών στις οποίες μεγαλώνουν τα φυτά. Η δυνατότητα ελέγχου αυξάνεται αν το σύστημα βρίσκεται σε χώρους με ελεγχόμενο περιβάλλον, όπως ένα θερμοκήπιο.
- Στην περίπτωση της επαγγελματικής εγκατάστασης για παραγωγή μεγάλης κλίμακας μπορούμε να αντιμετωπίσουμε τα προϊόντα του συστήματος κυρίως ως τρόφιμα, όχι απλά σαν φυτά ή ψάρια. Μια σωστά μελετημένη επαγγελματική εγκατάσταση ενυδρειοπονίας είναι σε θέση να καλύπτει τις ανάγκες της Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, η οποία έχει ως στόχο την εξάλειψη χημικών, βιολογικών και φυσικών κινδύνων σε όλα τα στάδια της παραγωγής των τροφίμων, από την καλλιέργεια ή την εκτροφή μέχρι το ράφι.
- Με ένα σύστημα ενυδρειοπονίας παράγουμε βιοασφαλή προϊόντα. Οποιαδήποτε βελτιωτική παρέμβαση κυρίως στα φυτά καθιστά το περιβάλλον της δεξαμενής των ψαριών τοξικό. Έτσι είναι πρακτικά αδύνατη η χρήση υγρών λιπασμάτων, εντομοκτόνων, μυκητοκτόνων και παρόμοιων ουσιών σε ένα σύστημα ενυδρειοπονίας. Η μη τήρηση της ορθής πρακτικής που πρέπει να εφαρμόζεται οδηγεί στην καταστροφή του κλειστού οικοσυστήματος.

## **Κεφάλαιο 2. ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ**

## 2.1. ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

### 2.1.1.Εισαγωγή

Τα θερμοκήπια είναι πολύπλοκες κατασκευές που στοχεύουν να παρέχουν προστασία των καλλιεργειών έναντι δυσμενών καιρικών συνθηκών και ικανοποιητικές συνθήκες για την ανάπτυξη και παραγωγή προϊόντων σε όλη την διάρκεια του χρόνου. Οι παράγοντες ανάπτυξης των φυτών φως, θερμοκρασία, υγρασία και CO<sub>2</sub>, δύναται να παρέχονται εντός του θερμοκηπίου και να διατηρούνται σε βέλτιστα επίπεδα. Ένα σωστά σχεδιασμένο θερμοκήπιο πρέπει να εξασφαλίζει και να διατηρεί τους σημαντικούς κλιματολογικούς παράγοντες, όσο γίνεται κοντά στις προκαθορισμένες βέλτιστες. Συνεπώς απαιτείται να επιτρέπουν υψηλό ποσοστό διερχόμενης ακτινοβολίας, χαμηλή κατανάλωση θερμότητας, ικανοποιητική αποδοτικότητα αερισμού, επαρκής κατασκευαστική αντοχή και καλή μηχανική συμπεριφορά, χαμηλό κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος.

Οι πιο σπουδαίοι κλιματικοί παράγοντες που έχουν επίδραση στην κατασκευαστική δομή και στην διαμόρφωση του εσωτερικού μικροκλίματος είναι η θερμοκρασία, η συνολική ηλιακή ακτινοβολία, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνήσματα και η ένταση του ανέμου. Κατόπιν τούτου οι τοπικές κλιματολογικές συνθήκες έχουν ισχυρή επίδραση στην κατασκευή και στο μικροκλίμα του θερμοκηπίου γι' αυτό ο σχεδιασμός του πρέπει να ακολουθεί κανόνες σύμφωνα με το τοπικό κλίμα. Καθώς η χρήση των θερμοκηπίων σχεδόν εκτείνεται σε ολόκληρη την Ευρώπη, ο σχεδιασμός, τα υλικά κάλυψης και ο εξοπλισμός πρέπει να ακολουθούν τις προϋποθέσεις που τίθενται από τις επιμέρους κλιματολογικές συνθήκες. Καθένας από τους κλιματολογικούς παράγοντες παράγει έναν συνδυασμό επιδράσεων ο οποίος έχει είτε ευνοϊκή είτε δυσμενή επίδραση στην λειτουργικότητα και του θερμοκηπίου εξαρτώμενες από τις ιδιαίτερες τοπικές περιστάσεις.

Με αναφορά το κλίμα, η Ευρώπη μπορεί να χωριστεί σε δυο ζώνες. Στην βόρεια και κεντρική Ευρώπη το κλίμα χαρακτηρίζεται από ψυχρούς χειμώνες και ήπια καλοκαίρια (εύκρατο κλίμα). Στην νοτιότερη Ευρώπη οι χειμώνες είναι ήπιου και τα καλοκαίρια θερμά (Μεσογειακό κλίμα). Η ηλιακή ακτινοβολία στις Μεσογειακές χώρες έχει δυο έως τρεις φορές μεγαλύτερη ένταση σε σχέση με τις βορειότερες περιοχές. Για αυτόν τον λόγο τα θερμοκήπια στην Ευρώπη διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: θερμοκήπια που είναι σχεδιασμένα για εύκρατο κλίμα και θερμοκήπια που είναι σχεδιασμένα για Μεσογειακό κλίμα. Δεδομένου ότι η Ελλάδα βρίσκεται στην περιοχή της Μεσογείου το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στα δεύτερα, με τα κύρια προβλήματα των θερμοκηπίων της Μεσογειακής λεκάνης να είναι:

-θερμοκρασίες κάτω από το βιολογικό βέλτιστο τις χειμωνιάτικες νύχτες που καθιστούν την θέρμανση απαραίτητη από 3 έως 6 μήνες και υψηλές θερμοκρασίες κατά την διάρκεια της ημέρα

- υψηλή σχετική υγρασία τη νύκτα

- χαμηλή ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα, σημαντικά φορτία ανέμου και μερικές φορές φορτία χιονιού και χαλάζι.

Επομένως τα θερμοκήπια στη Μεσογειακή λεκάνη πρέπει να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:



- Υψηλή διαπερατότητα ακτινοβολίας
- Καλή θερμική μόνωση και σύστημα θέρμανσης για αύξηση της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της νύκτας (κατά τη χειμωνιάτικη περίοδο)
- Αποτελεσματικός εξαιρετισμός από ρυθμισμένους ανεμιστήρες
- Υψηλή σταθερότητα σε σχέση με τον άνεμο και με τα φορτία χιονιού σε κάποιες περιοχές

Οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες είναι οι πιο ενεργοβόρες και πολλές φορές αρκετά ρυπογόνες ,κι αυτό είναι μια πραγματικότητα, αλλά δεν είναι όλα τα θερμοκήπια ίδια. Δεν μπορούμε, για παράδειγμα, να βάλουμε στην ίδια μοίρα τα θερμοκήπια των βόρειων ευρωπαϊκών χωρών που καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας για τη θέρμανση και το φωτισμό τους με αυτά που έχουμε στη χώρα μας, που λόγω της ηλιοφάνειας αλλά και των θερμοκρασιών μπορούν να χαρακτηριστούν αρκετά πιο ήπια.

Τα τελευταία χρόνια, άρχισαν να κάνουν αισθητή την παρουσία τους και θερμοκήπια στα οποία τα προϊόντα καλλιεργούνται με βιολογικό τρόπο παραγωγής. Το βιολογικό θερμοκήπιο είναι ένα σκεπασμένο χωράφι, το οποίο μας δίνει τη δυνατότητα να ελέγξουμε καλύτερα την υγρασία, τη θερμοκρασία, τους εχθρούς και τις ασθένειες. Δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με αγροτοχημικά ούτε καταναλώνει άσκοπα ενέργεια. Δεν έχει δε, καμία σχέση με τις «μηχανές παραγωγής» προϊόντων, όπως μπορούν να χαρακτηριστούν τα συμβατικά θερμοκήπια ιδιαίτερα των βορείων χωρών. Βέβαια έχει και αυτό το μερίδιό του, όπως και τα συμβατικά, στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος λόγω της χρήσης πλαστικού για την κάλυψή του. Όπως είναι γνωστό, έπειτα από ένα έως τρία χρόνια ανάλογα με την ποιότητα και το πλαστικό φιλμ που καλύπτει το θερμοκήπιο χρειάζεται αντικατάσταση.

Οι παράγοντες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν καθοριστικά την ανάπτυξη και παράγωγη των φυτών στο θερμοκήπιο, μπορεί να χωριστούν σε δυο ομάδες :

- Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις λειτουργίες του φυτού που επιτελούνται στο υπέργειο μέρος του και είναι κυρίως **η ακτινοβολία ,η θερμότητα ,η υγρασία και το διοξείδιο του άνθρακα**
- Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις λειτουργίες του φυτού που επιτελούνται στη ρίζα και είναι κυρίως **η θερμότητα ,το νερό ,το οξυγόνο , τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία και το Ph**



**Εικόνα 2.1**

## **2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ :**

Ο σκελετός του θερμοκηπίου μπορεί να κατασκευαστεί από διάφορα υλικά ,τα συνηθεστέρα είναι το ξύλο, το μέταλλο, ο χάλυβας και το αλουμίνιο. Η προτίμηση του ενός ή του άλλου εξαρτάται από το επιθυμητό ελεύθερο πλάτος της κατασκευής, το κόστος των υλικών και από το μηχανολογικό εξοπλισμό που διαθέτει ο κατασκευαστής .

### **2.2.1 Ξύλο**

Χρησιμοποιείτε για τη κατασκευή του θερμοκηπίου γιατί έχει μικρό ελεύθερο πλάτος κατασκευαστικής μονάδας. Το χαμηλό κόστος της αγοράς του ξύλου και οι κλιματικές συνθήκες που συνήθως επιτρέπουν την ανάπτυξη απλών χαμηλών κατασκευών, επέδρασαν ώστε το μεγαλύτερο ποσοστό των θερμοκηπίων στη χώρα μας να είναι κατασκευασμένα με συνδυασμό ξύλου και μετάλλου .Το ξύλο ως υλικό κατασκευής έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα :

- Αρκεί ένας απλός εξοπλισμός για την επεξεργασία του κι έτσι μπορεί ο ίδιος ο κατασκευαστής να κατασκευάσει ένα φθινό θερμοκήπιο
- Δε δημιουργεί σημαντικές φθορές στο πλαστικό, γιατί δεν υπερθερμαίνεται όπως το μέταλλο

Έχει όμως και σημαντικά μειονεκτήματα όπως :

- Μικρότερη μηχανική αντοχή σε σχέση με το μέταλλο.
- Μεταβολή του σχήματος του από την εναλλασσόμενη υγραση και ξήρανση στο χώρο του θερμοκηπίου .
- Προσβάλλεται εύκολα από βιολογικούς εχθρούς ,όπως έντομα ,μύκητες και βακτήρια .
- Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή στεγανών παραθύρων οροφής ,λόγω της μεταβολής του σχήματος του .
- Απαιτεί μεγαλύτερες διατομές ξύλου ή περισσότερα στοιχεία για την ασφαλή μεταφορά φορτίων ,με αποτέλεσμα να κατασκευάζονται θερμοκήπια με περισσότερη σκίαση στο χώρο τους .



**Εικόνα 2.2**



## 2.2.2. Μέταλλο

### 2.2.2.1 Τυποποιημένα θερμοκήπια

Στα μεταλλικά τυποποιημένα θερμοκήπια όλα τα μεταλλικά μέρη του σκελετού του θερμοκηπίου θα πρέπει να είναι γαλβανισμένα εν θερμό ή με την ηλεκτροχημική μέθοδο σε ποσότητα τουλάχιστον 150 g.Zn / m<sup>2</sup> ύστερα από επιμελημένη αντισκωριακή επεξεργασία όλων των μεταλλικών μερών. Το ελάχιστο πάχος των τοιχωμάτων των γαλβανισμένων σωλήνων που χρησιμοποιούνται για σκελετικά στοιχεία πρέπει να είναι 1,5 mm και για τα πρεσσαριστά ανοιχτά προφίλ (στραντζαριστά) 2 mm.

### 2.2.2.2. Χωρικού τύπου θερμοκήπια

Στα μεταλλικά τυποποιημένα θερμοκήπια χωρικού τύπου εφόσον δεν είναι δυνατή η χρησιμοποίηση των προηγούμενων μεθόδων συνιστάται το ψυχρό γαλβάνισμα των μεταλλικών μερών του σκελετού (πολυεστέρας + ψευδάργυρος).

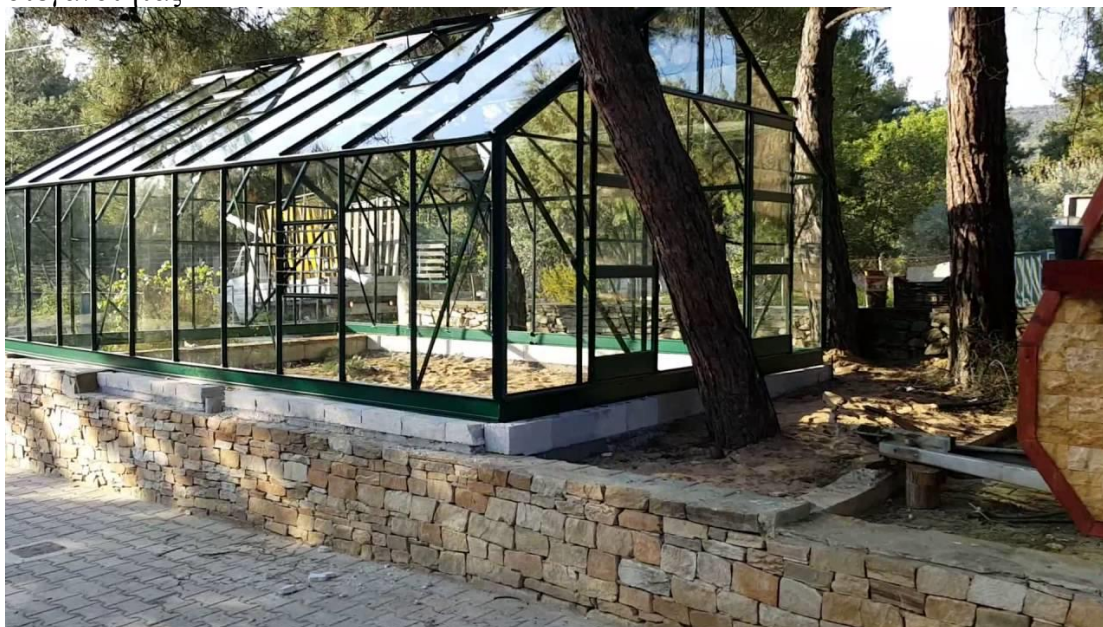


**Εικόνα 2.3.**

### 2.2.3. Αλουμίνιο

Όταν γίνεται χρήση του αλουμινίου σαν υλικού κατασκευής του σκελετού πρέπει να έχει τις κατάλληλες διατομές και να είναι κατάλληλα αναδεδωμένο . Επίσης στα σημεία που έρχεται σε επαφή με άλλα μεταλλικά μέρη ή σκυρόδεμα θα πρέπει να παρεμβάλλεται διαχωριστική μεμβράνη (π.χ. πισσόχαρτο ) για να αποφεύγεται η διάβρωση. Η χρήση του αλουμινίου σήμερα στα θερμοκήπια έχει γενικευθεί ιδιαίτερα στη κατασκευή των λεπτών σκελετικών στοιχείων τα όποια φέρουν τα τζάμια ,καθώς και των υδροροών . Η χρήση των κραμάτων στα θερμοκήπια παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα έναντι των άλλων μετάλλων και του ξύλου

- Είναι ανθεκτικά στην επιφανειακή διάβρωση και δεν έχει ανάγκη σχεδόν καθόλου συντήρησης .
- Τα διάφορα λεπτά σκελετικά στοιχεία στα όποια τοποθετούνται οι υαλοπίνακες ,επειδή διαμορφώνονται με εξώθηση ,μπορούν να κατασκευαστούν σε πολύπλοκες διατομές ,ικανές να δώσουν καλή στεγανότητα στο θερμοκήπιο και αποκομιδή του νερού της συμπύκνωσης.
- Προσφέρεται πολύ για την κατασκευή των ανοιγμάτων εξαιρισμού ,γιατί δίνει ελαφρότερα πλαίσια που δε δημιουργούν προβλήματα λειτουργίας και στεγανότητας



Εικόνα 2.4.

### 2.2.4 Χάλυβας

Ο χάλυβας στη κατασκευή των θερμοκηπίων χρησιμοποιείται διαφόρων σχημάτων. Ο χάλυβας, λόγω της υψηλής αντοχής του, απαιτεί σχετικά μικρές διατομές για δεδομένο φορτίο. Η τιμή της τάσης παραμόρφωσης για τον χάλυβα που χρησιμοποιείται στα θερμοκήπια είναι συνήθως 200N mm.Στα υαλόφρακτα



θερμοκήπιο οι διαμορφωμένες με κάμψη ,η σωληνωτή διατομή που εφαρμόζεται γενικά στο σκελετό πρέπει να έχει πάχος τουλάχιστον 1,5 mm. Το βασικότερο πρόβλημα με τον χάλυβα είναι η προστασία από την επιφανειακή οξείδωση ,που οι συνθήκες του θερμοκηπίου ευνοούν ιδιαίτερα . Ο συνηθέστερος τρόπος προστασίας του χάλυβα είναι το γαλβάνισμα.



**Εικόνα 2.5.**

## **2.3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΛΥΨΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ**

### **2.3.1. Γυαλί**

Το γυαλί είναι ένα ανόργανο προϊόν τήξης που έχει ψηχθεί και στερεοποιηθεί χωρίς κρυστάλλωση .

- Το τυπικό γυαλί είναι σκληρό και εύθραυστο .
- Είναι συνήθως διάφανες με υψηλή περατότητα στο φως .Με ειδική διαμόρφωση μπορεί να επιτρέπει το πέρασμα του φωτισμού και να το διαχέει στο χώρο . Μπορεί επίσης να παραχθεί θόλο ή χρωματισμένο .
- Δε μεταβάλλει τις οπτικές του ιδιότητες με την πάροδο του χρόνου.
- Έχει πολύ υψηλή διατηρησιμότητα και ανθεκτικότητα
- Είναι ένα ανακυκλώσιμο υλικό

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του γυαλιού ως υλικού κάλυψης των θερμοκηπίων είναι η διαφάνεια του και η διατήρηση των ιδιοτήτων του με το πέρασμα του χρόνου .Έτσι ,ένας υαλοπίνακας θερμοκηπίου έχει πρακτικά την ίδια

περατότητα στο φως μετά από 43 χρόνια ,πράγμα που δεν συμβαίνει με κανένα άλλο υλικό κάλυψης. Το γυαλί είναι αδιαπέραστο στα αέρια και τους υδρατμούς .

Προβλήματα στεγανότητας που μπορεί να εμφανιστούν στα υαλόφρακτα θερμοκήπια προέρχονται από την κακή επαφή που παρουσιάζεται σταδιακά στα σημεία στήριξης του υαλοπίνακα με το σκελετό και από το σπάσιμο των υαλοπινάκων ,που προέρχεται από χαλάζι ή απροσεξία λόγω του ευθραύστου που χαρακτηρίζει το γυαλί. Φαίνεται ότι μερικές ποιότητες γυαλιού γίνονται πιο εύθραυστες με την παρόδου του χρόνου .

Ο υαλοπίνακας μπορεί να είναι διάφανης ,με τις δυο του επιφάνειες επίπεδες και λείες ,ή διαφώτιστος ,με τη μια επιφάνεια κυματοειδή ή φολιδωτή ,ώστε να διευκολύνει τη διάχυση του φωτός. Συνήθως στην οροφή του θερμοκηπίου τοποθετούνται υαλοπίνακες με κυματοειδή ή φολιδωτή τη μια πλευρά για καλύτερη διάχυση φωτός ,ενώ στις πλευρές μπορεί να τοποθετούν υαλοπίνακες με τις δυο τους επιφάνειες επίπεδες ,διότι το φως που εισέρχεται από πλάγια είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος διάχυτο προερχόμενο κυρίως από ανακλάσεις στο έδαφος ή αλλά αντικείμενα. Η μη επίπεδη πλευρά του υαλοπίνακα της οροφής τοποθετείται προς το εσωτερικό του θερμοκηπίου, για να μη συγκρατείται η σκόνη .



**Εικόνα 2.6.**

### 2.3.2 Τζάμι

Το ελάχιστο πάχος του τζαμιού (απλού ή MARTELE) θα πρέπει να είναι 4 mm. Οι διαστάσεις των τεμαχίων του τζαμιού θα πρέπει να ακολουθούν την παρακάτω αριθμητική σχέση  $1,8 \leq \text{μήκος} / \text{πλάτος} \leq 3$ .

### 2.3.3. Σκληρά πλαστικά

Τα υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων της κατηγορίας αυτής δεν πρέπει να έχουν περατότητα μικρότερη από το 80 % της περατότητας του γυαλιού για μια χρονική περίοδο 10 χρόνων κάτω από συνθήκες αγρού.

Οι επιφάνειες σκληρού πλαστικού είναι μεγαλύτερου πάχους από τα πλαστικά φύλλα και λιγότερο εύκαμπτες από αυτά .

Τα θερμοκήπια που είναι καλυμμένα με πλαστικά φύλλα και επιφάνειες σκληρού πλαστικού κινδυνεύουν περισσότερο από φωτιά από ότι τα υαλόφρακτα .

θα πρέπει :

- Να μην αποθηκεύονται σε αυτά εύφλεκτα υλικά
- Να μη χρησιμοποιείται φλόγα μέσα ή κοντά στα θερμοκήπια ,παρά μόνο με μεγάλη προσοχή και λαμβάνοντας όλες τις προφυλάξεις
- Να γίνεται προστασία των εύφλεκτων σημείων που είναι επικίνδυνα με αλουμινόφυλλο



**Εικόνα 2.7.**



#### 2.3.4. Υαλοπίνακες.

Είναι υλικό, ανθεκτικό στη διάβρωση, με μεγάλη διαφάνεια. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει είναι: η μεγάλη διάρκεια ωφέλιμης χρήσης του (σε περιοχές χωρίς χαλάζι), η απουσία περατότητας στη μεγάλη μήκους κύματος ακτινοβολία και η συμπίκνωση των υδρατμών υπό μορφή μεμβράνης (όχι υπό μορφή σταγόνων) στην επιφάνεια του. Διατηρεί την αρχική του διαφάνεια καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του θερμοκηπίου. Τα μειονεκτήματά του είναι το εύθραυστο, η ακαμψία και το βάρος του. Απαιτείται ενισχυμένος και άκαμπτος σκελετός που τελικά οδηγεί σε υψηλότερου κόστους θερμοκήπιο.

#### 2.3.5. Φύλλα πλαστικά

Τα πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου θα πρέπει να φέρουν σταθεροποιητή και το πάχος τους στη στέγη του θερμοκηπίου να είναι τουλάχιστον 170 μικρά και στις μεγάλες πλευρές 125 μικρά. Στα σημεία επαφής των μεταλλικών και ξύλινων μερών του σκελετού με το πλαστικό συνιστάται να βάφεται αυτό (το πλαστικό) με λευκό πλαστικό χρώμα. Συνίσταται επίσης όπου είναι δυνατό να περιορίζονται τα καρφώματα κατά την στερέωση και να πιάνεται το πλαστικό με θηλύκωμα και συνεχείς κατάλληλους συνδετήρες (κλιπς).

Οι γενικές ιδιότητες των πλαστικών υλικών είναι :

- Επιδεικνύουν ανθεκτικότητα στην ατμοσφαιρική διάβρωση και στη διάβρωση πολλών χημικών αντιδραστηρίων .
- Έχουν αρκετά χαμηλή σχετική πυκνότητα ,μερικά μόλις επιπλέον στο νερό .Τα περισσότερα είναι λίγο πυκνότερα .
- Μεγάλος αριθμός πλαστικών παρουσιάζει πολύ καλή αντοχή στην έλξη σε σχέση με το βάρος τους .Η αντοχή των θερμοπλαστικών μειώνεται γρήγορα με την άνοδο της θερμοκρασίας τους .
- Η πλειοψηφία των πλαστικών μαλακώνουν σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες και ελάχιστα μπορούν να φάνουν χρήσιμα για θερμοκρασίες υψηλότερες των 100 βαθμούς κελσίου

Πιο κάτω παρουσιάζονται κάποια συνήθη διαφανή υλικά που χρησιμοποιούνται ως κάλυμμα:

- **Φύλλο Πολυαιθυλενίου (PE).** Είναι το φθηνότερο αλλά έχει και τη μικρότερη διάρκεια ζωής. Το υλικό αυτό, επειδή καταστρέφεται γρήγορα από την υπεριώδη ακτινοβολία, πρέπει να έχει ενσωματωμένο απορροφητή της υπεριώδους ακτινοβολίας. Η μέση διάρκεια ωφέλιμης χρήσης του υπολογίζεται για 3 έτη. Έχει μικρό βάρος και κατασκευάζεται σε μεγάλα πλάτη, έτσι δεν απαιτεί μεγάλου βάρους σκελετό και έχει πολύ καλή περατότητα στο φως.

- **Φύλλο EVA** .Οι κύριες ιδιότητες του EVA είναι η υψηλή ευκαμψία του , η αντοχή ,η μεγάλη περατότητα στο φως , η ελάχιστη περατότητα στη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας ,η μεγάλη αντίσταση στις συνθήκες διάβρωσης του περιβάλλοντος και η αντίσταση στην καταστροφή του από την υπεριώδη ακτινοβολία και το όζον
- **Πολυανθρακικές επιφάνειες (πολυκαρμπονάτ)**. Είναι σχετικά ανθεκτικές στα χτυπήματα, είναι σχετικά πιο λεπτές, εύκαμπτες και μικρότερου κόστους από τις ακρυλικές. Υπάρχουν πολυανθρακικές καθώς και ακρυλικές επιφάνειες διπλών τοιχωμάτων, που έχουν μεγάλη θερμομονωτική ικανότητα, μειώνουν την απώλεια ενέργειας μέχρι 40 τοις εκατό, αλλά παρουσιάζουν μικρότερη περατότητα στο φως (περίπου 15-20 τοις εκατό μείωση). Το υλικό έχει ένα υψηλό συντελεστή διαστολής /συστολής που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στη στερέωση του στο σκελετό.
- **Επιφάνειες ενισχυμένου πολυεστέρα (Φάιμπεργκλας)** είναι ανθεκτικές στα φορτία, και η τιμή τους είναι σχετικά μικρότερη. Πρέπει να έχουν ενσωματωμένο απορροφητή της υπεριώδους ακτινοβολίας. Συγκριτικά με το γυαλί, είναι ανθεκτικότερες στα χτυπήματα, είναι όμως λιγότερο περατές στο φως, ιδιότητα που επιδεινώνεται σημαντικά με τη πάροδο του χρόνου. Με τη πάροδο του χρόνου διαβρώνεται επίσης η εξωτερική τους επιφάνεια. Οι καλυμμένες, όμως, επιφάνειες εξωτερικά, με το υλικό Tedlar ή άλλο σχετικό, δεν παρουσιάζουν διάβρωση.



**Εικόνα 2.8**

## 2.4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Στοιχεία που αφορούν το σχεδιασμό ενός θερμοκηπίου είναι:

- Η δημιουργία και η ρύθμιση των παραγόντων του περιβάλλοντος δηλαδή :φως, θερμοκρασία ,σχετική υγρασία ,περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα και λοιπά αέρια, υγιεινή
- Η διευκόλυνση των καλλιεργητικών φροντίδων δηλαδή: χειρωνακτικές εργασίες, μηχανοποιημένες εργασίες ,ασφάλεια και αποτελεσματικότητα της εργασίας
- Η κατασκευή δηλαδή: διαστάσεις κατασκευαστικής μονάδας, τα υλικά, δυνατότητες αποτελεσματικού εξαερισμού ,απαιτούμενος εξοπλισμός για τη λειτουργία του, απαιτούμενη συντήρηση, διάρκεια ωφέλιμης χρήσης, κόστος κατασκευής .

Οι κυριότεροι τύποι θερμοκηπίων που χρησιμοποιούνται σήμερα στην Ελλάδα ανάλογα με το σχήμα τους είναι οι ακόλουθοι τύποι:

### 2.4.1. Διαστάσεις αμφίρρικτων θερμοκηπίων

Ύψος: Ελάχιστο ύψος χαμηλής πλευράς (ορθοστατών) στα απλά και της υδρορροής στα πολλαπλά:

- Χωρικού τύπου 2,20 m
- Τυποποιημένα 2,60 m

Πλάτος: Ελάχιστο πλάτος κατασκευαστικής μονάδας

- χωρικού τύπου 5 m (είναι δυνατή η τοποθέτηση ενδιάμεσων στύλων για στήριξη της οροφής, με ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους 2,50 m).
- τυποποιημένα 5 m

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

- χωρικού τύπου 2 m
- τυποποιημένα 2,50 m

Κλίση οροφής: Η κλίση οροφής θα κυμαίνεται στις 20° - 30° τόσο στα θερμοκήπια χωρικού τύπου όσο και στα τυποποιημένα

#### 2.4.1.1. Αμφίρρικτο απλό

Ο τύπος αυτός έχει βασικά το σχήμα που φαίνεται στην πιο κάτω φωτογραφία.



**Εικόνα 2.9 Αμφίρρικτο απλό**

Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την κατά μήκος επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας της πιο πάνω φωτογραφίας.

#### 2.4.1.2 Αμφίρρικτο πολλαπλό

Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την κατά μήκος και πλάτος επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας όπως φαίνεται στην πιο κάτω φωτογραφία.



**Εικόνα 2.10 Αμφίρρικτο πολλαπλό**

#### 2.4.2. Τοξωτά θερμοκήπια

Τα τοξωτά θερμοκήπια έχουν τα εξής πλεονεκτήματα :

- Για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται επαναλαμβανόμενα ομοιόμορφα τόξα και για αυτό είναι εύκολα στην κατασκευή .
- Έχουν ελαφρύτερο σκελετό και επομένως είναι φθηνότερα .

Και μειονεκτήματα ότι :

- Δεν προσφέρουν ευκολίες στην κατασκευή του παθητικού εξαερισμού οροφής
- Στις δυο άκρες του τόξου δημιουργούνται δυσκολίες στην εργασία του ανθρώπου ,λόγω χαμηλού ύψους .

#### **2.4.2.1. Διαστάσεις τοξωτών θερμοκηπίων**

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

Πλάτος: Ελάχιστο ελεύθερο πλάτος 7 m.

#### ***Διαστάσεις τοξωτών απλών ή πολλαπλών θερμοκηπίων***

Ύψος:

- Ελάχιστο ύψος υδρορροής
1. Χωρικού τύπου 2,20 m. Ο βελτιωμένος χωρικός τύπος Τυμπακίου, εφόσον δεν ξεπερνά σε πλάτος τα 10 m και η διαφορά μεταξύ του ύψους της πλευράς και της κορυφής είναι τουλάχιστον 1 m, εντάσσεται στην κατηγορία του τροποποιημένου τοξωτού εφόσον βεβαίως καλύπτει κατά τα λοιπά τις προδιαγραφές αυτού του τύπου.
  2. Τυποποιημένα 2,60 m.
1. Ελάχιστο ύψος στην κορυφή
  1. Χωρικού τύπου 3,10 m
  2. Τυποποιημένα 3,50 m

Πλάτος: Ελάχιστο ελεύθερο πλάτος στο έδαφος 5 m

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

- χωρικού τύπου 2 m
- τυποποιημένα 2 m

#### **2.4.2.2. Τοξωτό απλό**

Το θερμοκήπιο που η απλή κατασκευαστική του μονάδα καθορίζεται από δύο συνεχόμενα τόξα όπως φαίνεται στη φωτογραφία. Τοξωτό απλό Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την κατά μήκος επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας .



**Εικόνα 2.11 Τοξωτό απλό**

#### **2.4.2.3. Τροποποιημένο τοξωτό απλό**

Το θερμοκήπιο που η απλή κατασκευαστική του μονάδα έχει το παρακάτω σχήμα (ορθοστάτες και τοξωτή στέγη). Το θερμοκήπιο που σχηματίζεται από την κατά μήκος επανάληψη της κατασκευαστικής τους μονάδας.



**Εικόνα 2.12 Τροποποιημένο τοξωτό**

#### **2.4.2.4. Τροποποιημένο τοξωτό πολλαπλό**

Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται από την κατά μήκος και πλάτος επανάληψη της κατασκευαστικής τους μονάδας.

### 2.4.3. Θερμοκήπια Τούνελ



Εικόνα 2.13. Τύπου τούνελ

Ιδανικά για μια ευρεία ποικιλία καλλιεργειών, τα θερμοκήπια τύπου τούνελ προσφέρουν υψηλό έλεγχο της θερμοκρασίας, αποτελεσματικό αερισμό και προστασία από τις ακραίες καιρικές συνθήκες. Ο τύπος GEO είναι η πιο απλή και οικονομική λύση θερμοκηπίου. Κατασκευασμένο από χάλυβα εν θερμώ ή με τη μέθοδο Sendzimir διατίθεται σε τρία μεγέθη.

Τύπος	Πλάτος (σε μ.)	Ύψος (σε μ.)	Ύψος Καλλιέργειας (σε μ.)	Μήκος (σε βασικής κατασκευής (σε μ.)	Διατομή ή κύριου φορέα
G EO 60	6 5	2.	-	2.0-2.5	φ60
G EO 80	8	4	2.5	2.0-2.5	φ60
G EO 90	9	4	2.5	2.0-2.5	φ60



#### 2.4.4. Θερμοκήπια «Πολλαπλά Γοτθικά»



**Εικόνα 2.14 Πολλαπλά Γοτθικά**

Η εντυπωσιακή σχεδίαση της γοθτικής αψίδας της σειράς θερμοκηπίων **SERRA G** προσφέρει στον παραγωγό ένα μοναδικό συνδυασμό υψηλής αντοχής σε εξαιρετικά προσιτές τιμές. Κατασκευασμένο εξολοκλήρου από γαλβανισμένο χάλυβα εν θερμώ ή με τη μέθοδο Sendzimir και συμβατό με πολλαπλές επιλογές, που καλύπτουν τις ιδανικές συνθήκες λειτουργίας, προσφέρει ένα άριστο περιβάλλον για οποιαδήποτε εφαρμογή. Διατίθεται σε τέσσερα διαφορετικά πλάτη με δυνατότητα επιλογής του ύψους κορυφογραμμής.

Τύπος	Πλάτος (σε μ.)	Ύψος Υδροροής (σε μ.)	Μήκος κατασκευής (σε μ.)	Βασικής Διατομή κύριου φορέα
Serra 150G	15.0	2.6-4.0	2-2.5	2"-50x100
Serra 160G	16.0	2.6-4.0	2-2.5	2"-50x100
Serra 180G	18.0	2.6-4.0	2-2.5	2"-50x100
Serra 192G	19.2	4.0-5.0	2-2.5	2"-50x100



## 2.5. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ:

### 2.5.1. Θέρμανση του θερμοκηπίου

#### Εφαρμογές ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση θερμοκηπίων

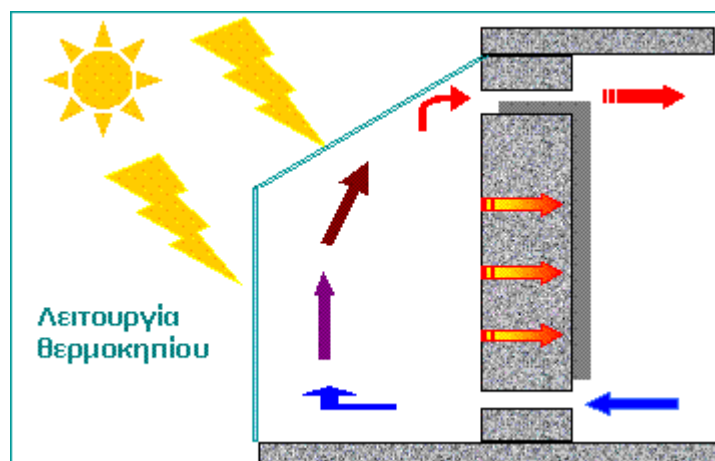
Εφαρμογές ηλιακής ενέργειας

Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους για τη θέρμανση των θερμοκηπίων. Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης των θερμοκηπίων κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες:

- Παθητικά συστήματα θέρμανσης
- Ενεργητικά συστήματα θέρμανσης

Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης μπορούν να καλύψουν σημαντικό μέρος των θερμικών αναγκών των θερμοκηπίων. Όμως είναι συνήθως οικονομικά ασύμφορο να καλύπτονται όλα τα θερμικά φορτία με ηλιακά συστήματα. Έτσι για την πλήρη κάλυψη των θερμικών αναγκών του θερμοκηπίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί, εκτός του ηλιακού, ένα συμπληρωματικό σύστημα θέρμανσης.

Άλλες φορές πάλι επιδιώκεται όχι η διατήρηση της θερμοκρασίας εντός του θερμοκηπίου σε επιθυμητά επίπεδα, αλλά η ανύψωση της θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο λίγους βαθμούς πάνω από την ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία για λόγους αποφυγής πιθανής καταστροφής των καλλιεργούμενων φυτών λόγω χαμηλών θερμοκρασιών.



Εικόνα 2.15

#### 2.5.1.1. Παθητικά συστήματα

Παθητικά ηλιακά θερμοκήπια ονομάζονται τα θερμοκήπια εκείνα στα οποία το σύστημα συλλογής θερμότητας είναι ενσωματωμένο στην κατασκευή του θερμοκηπίου. Η ηλιακή ενέργεια αφού συλλεχθεί πρέπει να αποθηκευτεί και ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του συστήματος αποθήκευσης της θερμότητας, τα θερμοκήπια κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες όπως:

- Σύστημα αποθήκευσης της θερμότητας σε νερό
- Αποθήκευση θερμότητας στο υπέδαφος
- Αποθήκευση θερμότητας σε χαλίκι
- Αποθήκευση θερμότητας σε υλικά με υψηλή λανθάνουσα θερμότητα
- Άλλα συστήματα αποθήκευσης θερμότητας

Η απόδοση ενός ηλιακού παθητικού συστήματος θέρμανσης εξαρτάται από διάφορους αλληλοσχετιζόμενους παράγοντες και δεν είναι εύκολο να γίνει μια αναλυτική παραμετρική ανάλυση για να συγκριθούν τα διάφορα συστήματα που προαναφέρθηκαν.

#### *2.5.1.1. Παθητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης με αποθήκευση θερμότητας σε νερό εντός των θερμοκηπίων.*

Αποτελείται από πλαστικές σακούλες με νερό, που τοποθετούνται στο έδαφος ανάμεσα στα φυτά του θερμοκηπίου. Κάτω από τις σακούλες τοποθετείται ένα μαύρο φύλλο πολυαιθυλενίου που απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία, καθώς και ένα μονωτικό πλαστικό που μειώνει τις απώλειες θερμότητας από το νερό στο έδαφος. Κατά τη διάρκεια της ημέρας θερμότητα απορροφάται και αποθηκεύεται στο νερό που βρίσκεται μέσα στις σακούλες. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, όταν η θερμοκρασία εντός του χώρου του θερμοκηπίου είναι χαμηλή, θερμότητα μεταφέρεται από τις σακούλες με το νερό εντός του χώρου του θερμοκηπίου. Οι σακούλες με το νερό πρέπει να καλύπτουν το 35 - 40% του εδάφους του θερμοκηπίου και να περιέχουν 80 - 100 m<sup>3</sup> νερού για κάθε στρέμμα θερμοκηπίου.

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού είναι:

- Η απλότητα στην κατασκευή του και το χαμηλό κόστος του. Μπορεί να κατασκευαστεί από τον καλλιεργητή.
- Έχει μηδενικό κόστος λειτουργίας και συνεπώς εξοικονομείται καύσιμο, που διαφορετικά θα απαιτείτο για τη θέρμανση του θερμοκηπίου

Τα μειονεκτήματα του συστήματος αυτού είναι:

- Δεν μπορεί να επιτύχει τη ρύθμιση της θερμοκρασίας εντός του χώρου του θερμοκηπίου αλλά μόνο την ανύψωση της θερμοκρασίας λίγους βαθμούς Κελσίου.

- Οι σακούλες καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση εντός του χώρου του θερμοκηπίου και συνεπώς εμποδίζουν τη μετακίνηση του καλλιεργητή.
- Οι πλαστικές σακούλες μετά από 3 - 4 χρόνια χρειάζονται αντικατάσταση.

Η ανάπτυξη των φυτών πρέπει να είναι μικρή κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου, ώστε να μη σκιάζονται οι σακούλες. Έτσι π.χ. το σύστημα είναι αποτελεσματικό για καλλιέργεια ντομάτας που ξεκινά τον Ιανουάριο αλλά όχι για καλλιέργεια που άρχισε τον Σεπτέμβριο, γιατί κατά την ψυχρή περίοδο (Δεκέμβριο - Φεβρουάριο) τα φυτά έχουν αναπτυχθεί πολύ και σκιάζουν το σύστημα. Η συλλεγόμενη ηλιακή ενέργεια με το σύστημα των πλαστικών σακουλών ανέρχεται σε 15 - 20% της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε οριζόντιο επίπεδο στο θερμοκήπιο.

Σε πειραματική εγκατάσταση έχει δοκιμασθεί η χρησιμοποίηση χημικών ουσιών που προστίθενται στο νερό που βρίσκεται μέσα στις πλαστικές σακούλες όπως  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$  και  $\text{CuSO}_4$ . Σύμφωνα με πειραματικά αποτελέσματα, παρατηρείται αύξηση της αποθηκευόμενης θερμότητας κατά 1.4 - 9.6% σε σύγκριση με θερμοκήπια που θερμαίνονται με πλαστικές σακούλες που περιέχουν μόνο νερό.

*2.5.1.1.2. Παθητικό σύστημα θέρμανσης με αποθήκευση θερμότητας στο υπέδαφος και με υπόγειο εναλλάκτη θερμότητας.*

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, σε βάθος 2 μέτρων μέσα στο έδαφος εγκαθίσταται ένας εναλλάκτης θερμότητας εδάφους - αέρα, που αποτελείται από αλουμινοσωλήνες διαμέτρου περίπου 20 cm. Η θερμοκρασία του χώρου του θερμοκηπίου ρυθμίζεται με την κυκλοφορία του αέρα στον εναλλάκτη και στο χώρο του θερμοκηπίου. Η κυκλοφορία του αέρα γίνεται με τη λειτουργία ενός ανεμιστήρα οποτεδήποτε η θερμοκρασία του χώρου πέφτει κάτω από 12°C ή ανεβαίνει πάνω από 28°C.

Σε πειραματικό θερμοκήπιο, η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται από τον ανεμιστήρα του εναλλάκτη κατά τη διάρκεια του χειμώνα είναι περίπου το 20% της αποθηκευμένης στο υπέδαφος θερμικής ενέργειας που προσφέρεται για τη θέρμανση του θερμοκηπίου από τον εναλλάκτη. Το πειραματικό αυτό θερμοκήπιο βρισκόταν στην Αττική και αναμένονται καλύτερα αποτελέσματα με τη μέθοδο αυτή για θερμοκήπια στη Νότια Ελλάδα.

Το έδαφος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν αποθήκη θερμότητας. Με την χρησιμοποίηση πλαστικών σωλήνων ή σωλήνων αλουμινίου το χειμώνα, θερμότητα μεταφέρεται κατά τη διάρκεια της ημέρας και αποθηκεύεται στο υπέδαφος, και τη νύκτα μεταφέρεται από το υπέδαφος στο θερμοκήπιο. Οι σωληνώσεις αυτές συνήθως τοποθετούνται σε βάθος 0.5 έως 2 μέτρων από την επιφάνεια σε 2 σειρές

### *2.5.1.1.3 Παθητικό σύστημα θέρμανσης με αποθήκευση θερμότητας σε χαλίκι*

Ένα απλό και αποτελεσματικό μέσο αποθήκευσης θερμότητας είναι το χαλίκι, που αποτελείται από πέτρες διαμέτρου 20 - 100 mm. Το χαλίκι τοποθετείται στο χώρο κάτω του θερμοκηπίου σε βάθος 40 - 50 cm και σε ένα χώρο που περιβάλλεται από μπετόν, το οποίο έχει μονωθεί. Κατά τη διάρκεια της ημέρας η θερμοκρασία εντός του θερμοκηπίου είναι υψηλή και ο αέρας με έναν ανεμιστήρα διοχετεύεται στο χώρο που είναι το χαλίκι προσδίδοντάς του θερμότητα. Τη νύκτα, οπότε η θερμοκρασία εντός του θερμοκηπίου είναι χαμηλή, πάλι με τη βοήθεια του ανεμιστήρα κυκλοφορεί ο αέρας αντίστροφα και μεταφέρει θερμότητα από το χαλίκι στο χώρο του θερμοκηπίου.

Υπολογίζεται ότι ο όγκος του χαλικιού πρέπει να είναι  $0.3 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2}$  θερμοκηπίου, δηλαδή για ένα θερμοκήπιο  $1000 \text{ m}^2$  αντιστοιχούν  $300 \text{ m}^3$  χαλικιού.

Η παροχή του ανεμιστήρα υπολογίζεται σε  $5 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1} \text{ m}^{-2}$ . Η κατασκευή ενός τέτοιου παθητικού συστήματος θέρμανσης θα πρέπει να γίνει πριν την κατασκευή του θερμοκηπίου, οπότε ανασκάπτεται ο χώρος κάτω από το καλλιεργούμενο έδαφος.

### *2.5.1.1.4. Παθητικό σύστημα θέρμανσης με αποθήκευση θερμότητας σε υλικά με υψηλή λανθάνουσα θερμότητα*

Υλικά με υψηλή λανθάνουσα θερμότητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση θερμότητας. Ένα τέτοιο υλικό είναι ο χλιαρόλιθος με χημική σύσταση  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , με σημείο τήξεως  $25^\circ\text{C}$  και λανθάνουσα θερμότητα  $154 \text{ 900 kJ/m}^3$ . Το υλικό συνήθως τοποθετείται κάτω από το έδαφος σε χώρο καλά μονωμένο ή σε ένα τοίχο στο βόρειο μέρος του θερμοκηπίου. Θερμός αέρας μέσα από το θερμοκήπιο κατά τη διάρκεια της ημέρας κυκλοφορεί δια μέσου του υλικού αποθήκευσης. Θερμότητα απορροφάται από το υλικό και αποθηκεύεται ενώ το υλικό αλλάζει φάση. Τη νύκτα κρύος αέρας από το χώρο εντός του θερμοκηπίου κυκλοφορεί δια μέσου του υλικού αποθήκευσης θερμότητας και αφού θερμανθεί επιστρέφει στο χώρο του θερμοκηπίου. Το υλικό αποθήκευσης αλλάζει πάλι φάση. Αντικατάσταση του υλικού αποθήκευσης πρέπει να γίνεται κάθε 1 - 2 χρόνια, κάτι που πολλές φορές είναι δύσκολο. Υπολογίζεται ότι για μία επιτυχημένη εφαρμογή του συστήματος αυτού πρέπει να χρησιμοποιηθούν 9 tn χλιαρόλιθου ανά  $1000 \text{ m}^2$  θερμοκηπίου. Εκτός του χλιαρόλιθου άλλα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι  $\text{NaOH} + \text{Cr}_2\text{N}$ ,  $\text{CaBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  κ.ά

### *2.5.1.1.5 Παθητικό σύστημα θέρμανσης με αποθήκευση θερμότητας σε κατάλληλο τοίχο*

Ένα απλό παθητικό σύστημα θέρμανσης περιλαμβάνει την κατασκευή ενός τοίχου στη βόρεια πλευρά του θερμοκηπίου. Ο τοίχος πάχους περίπου 60 cm μπορεί

να κατασκευασθεί από πέτρες ή μπετόν ή και τσιμεντόπλινθους και εξωτερικά να είναι καλά μονωμένος ενώ εσωτερικά βαμμένος μαύρος.

Ο τοίχος αυτός χρησιμεύει σαν αποθήκη θερμότητας. Κατά τη διάρκεια της ημέρας η θερμοκρασία του αέρα εντός του θερμοκηπίου είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του τοίχου αλλά και ο τοίχος δέχεται κατ' ευθείαν τις ακτίνες του ήλιου, με αποτέλεσμα θερμότητα να αποθηκεύεται στον τοίχο. Κατά τη διάρκεια της νύκτας η θερμοκρασία του αέρα εντός του θερμοκηπίου είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία του τοίχου και τότε η θερμότητα μεταφέρεται από τον τοίχο στο χώρο εντός του θερμοκηπίου.

### **2.5.1.2. Ενεργητικά συστήματα**

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης θερμοκηπίων περιλαμβάνουν ένα σύστημα συλλογής της ηλιακής ενέργειας, η οποία κατάλληλα αποθηκευόμενη μπορεί να καλύψει σε σημαντικό βαθμό τις θερμικές ανάγκες του θερμοκηπίου.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χαρακτηρίζονται και διαφοροποιούνται ανάλογα με:

- Τον τύπο των ηλιακών συλλεκτών
- Το υλικό μεταφοράς θερμότητας που κυκλοφορεί εντός του συλλέκτη
- Το υλικό αποθήκευσης της θερμότητας
- Την τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών

Διάφοροι τύποι συλλεκτών έχουν χρησιμοποιηθεί όπως γυάλινοι ή πλαστικοί συλλέκτες επιπέδου επιφανείας, καθώς και με μεταλλική επιφάνεια απορρόφησης. Συγκεντρωτικοί συλλέκτες ή ηλιακές λίμνες έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί.

Σαν υλικό μεταφοράς θερμότητας εντός των συλλεκτών έχει χρησιμοποιηθεί αέρας, νερό και άλμη. Η αποθήκευση της θερμότητας μπορεί να επιτευχθεί σε νερό, βράχο, χαλίκι, τούβλα ή και στο έδαφος.

Διάφοροι τύποι εναλλακτών θερμότητας έχουν χρησιμοποιηθεί. Η τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών εκτός του θερμοκηπίου σημαίνει οικονομική επιβάρυνση λόγω του κόστους απόκτησης της γης. Εναλλακτικά τα συστήματα συλλογής της ηλιακής ενέργειας μπορούν να τοποθετηθούν στην οροφή του θερμοκηπίου, παρουσιάζονται όμως τότε άλλα προβλήματα σχετιζόμενα με τη διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας εντός του θερμοκηπίου

*Μεταλλικοί Συλλέκτες Ηλιακής Ενέργειας*

Μεταλλικοί συλλέκτες νερού καλυπτόμενοι από γυαλί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θέρμανση θερμοκηπίων σε συνδυασμό με δεξαμενές αποθήκευσης νερού. Το νερό θερμαίνεται στους συλλέκτες και είτε κυκλοφορεί αμέσως εντός του θερμοκηπίου με κατάλληλες σωληνώσεις ή αποθηκεύεται κάπου για να χρησιμοποιηθεί όταν χρειασθεί .

Διάφορα τέτοια πειραματικά θερμοκήπια έχουν κατασκευαστεί. Ο λόγος της επιφάνειας των συλλεκτών προς την επιφάνεια του θερμοκηπίου ποικίλει από 0.05 σε 0.32 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, ενώ ο λόγος του όγκου της δεξαμενής αποθήκευσης νερού προς την επιφάνεια του θερμοκηπίου ποικίλει από 0.02 σε 0.08 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

#### *Πλαστικοί Συλλέκτες Ηλιακής Ενέργειας*

Απλοί και φθηνοί πλαστικοί ηλιακοί συλλέκτες έχουν χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση θερμοκηπίων.

Οι πλαστικοί ηλιακοί συλλέκτες μπορούν να θερμάνουν αέρα ή νερό, που στη συνέχεια είτε αμέσως ή εμμέσως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θέρμανση του θερμοκηπίου.

Το κύριο χαρακτηριστικό των πλαστικών ηλιακών συλλεκτών είναι η απλότητα και το φθινό κόστος κατασκευής τους. Μπορούν να επιτύχουν κάλυψη των θερμικών αναγκών του θερμοκηπίου κατά 30 - 50%. Όμως φθείρονται εύκολα και συνεπώς το κόστος συντήρησής τους είναι υψηλό.

#### *Δυνατότητα θέρμανσης με ηλιακές λίμνες*

Ηλιακή λίμνη θεωρείται κάθε διάταξη αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας που σχετίζεται με την απορρόφηση και την αποθήκευσή της σε μάζες νερού. Σε μια ηλιακή λίμνη μπορούν να επιτευχθούν θερμοκρασίες που πλησιάζουν τους 100°C, ενώ για τη θέρμανση θερμοκηπίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί θερμό νερό θερμοκρασίας 50 - 55°C ή και χαμηλότερης . Ο βαθμός απόδοσης της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας στην ηλιακή λίμνη είναι σχετικά χαμηλός και κυμαίνεται μεταξύ 15 - 22%. Ένας υπόγειος εναλλάκτης θερμότητας τοποθετημένος στον πυθμένα της ηλιακής λίμνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμού νερού, το οποίο στη συνέχεια με ένα επιδαπέδιο σύστημα σωλήνων μπορεί να θερμάνει το θερμοκήπιο. Εφαρμογή των ηλιακών λιμνών για τη θέρμανση θερμοκηπίων δεν έχουν αναφερθεί στην Ευρώπη, υπάρχουν όμως πειραματικές διατάξεις σε διάφορα σημεία του κόσμου. Η ηλιακή λίμνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για την κάλυψη όλων των θερμικών αναγκών του θερμοκηπίου είτε για την κάλυψη των θερμικών αναγκών βάσης.

### 2.5.1.3 Σύγκριση συστημάτων θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης είναι πιο αποτελεσματικά από τα αντίστοιχα ενεργητικά για διάφορους λόγους. Έχουν χαμηλότερο αρχικό κόστος κατασκευής και χαμηλότερο κόστος λειτουργίας. Τα ενεργητικά συστήματα απαιτούν την ύπαρξη κάποιας έκτασης δίπλα στο θερμοκήπιο για την τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών. Για μικρής κλίμακας εφαρμογές τα παθητικά συστήματα υπερτερούν σαφώς των ενεργητικών συστημάτων. Τα ηλιακά συστήματα δεν αποδίδουν σε περιπτώσεις πολυήμερης συνεχούς νέφωσης. Συστήματα που αποδίδουν στο χώρο του θερμοκηπίου το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας με συναγωγή. Περιλαμβάνονται τα συστήματα στα οποία ο αέρας του θερμοκηπίου οδηγείται στο θερμαντικό σώμα θερμαίνεται και μετά κατανέμεται στο χώρο του θερμοκηπίου π.χ. αερόθερμα . Η μεταφορά θερμότητας στον αέρα του θερμοκηπίου γίνεται με βεβιασμένη συναγωγή. Ένα πολύ μικρό μέρος της ενέργειας αποδίδεται με ακτινοβολία από τη θερμή επιφάνεια των αερόθερμων .Οι συνθήκες της θέρμανσης θα πρέπει να εξασφαλίζουν τις κατάλληλες θερμοκρασίες που χρειάζεται μια καλλιέργεια μέσα στο θερμοκήπιο και να έχει ρυθμιστεί έτσι ώστε να υπάρχει η σωστή θερμότητα και η ομοιόμορφη θερμοκρασία σε όλο το θερμοκήπιο

### 2.5.2. Σκίαση του θερμοκηπίου :

Για την σκίαση ενός θερμοκηπίου μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις θερμοκουρτίνες ή αλλιώς τις κουρτίνες σκίασης οι οποίες στοχεύουν στην εξοικονόμηση ενέργειας κυρίως τους χειμερινούς μήνες και στην προστασία της καλλιέργειας κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες . Η θερμοκουρτίνα με φύλλα αλουμινίου ελέγχει την εισερχόμενη ακτινοβολία αντανακλώντας .Η θερμοκουρτίνα συγκρατεί τη θερμότητα μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου με αποτέλεσμα τις ευνοϊκές συνέπειες για την καλλιέργεια απλώνοντας την κουρτίνα κατά διάρκεια της νύχτας. Η θερμοκουρτίνα εμποδίζει την δημιουργία σταγονιδίων στην διάρκεια της νύχτας στην οροφή του θερμοκηπίου με αποτέλεσμα την αποφυγή ανάπτυξης μυκητολογικών ασθενειών. Την θερμοκουρτίνα μπορούμε να την τοποθετήσουμε οριζόντια κάτω από τη μπάρα φυτών ή αλλιώς πάνω από το επίπεδο όπου είναι τοποθετημένο το σύστημα στήριξης των φυτών



**Εικόνα 2.16**



**Εικόνα 2.17**

### **2.5.3. Φωτισμός του θερμοκηπίου :**

Φυσικός φωτισμός χρησιμοποιείται συχνά συμπληρωματικός φωτισμός, ώστε να συμπληρώνεται 12-16 ώρες φως το εικοσιτετράωρο. Ο τεχνητός φωτισμός εφαρμόζεται κυρίως σε καλλωπιστικά φυτά, καθώς και σε σπορεία κηπευτικών φυτών. Σε θερμοκήπια με συμπαραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας ο τεχνητός φωτισμός εφαρμόζεται με θετικό οικονομικό αποτέλεσμα στη παραγωγή λαχανικών.





**Εικόνα 2.18**

#### **2.5.4. Άρδευση του θερμοκηπίου:**

Το σύστημα άρδευσης είναι το πιο αποτελεσματικό από όλα τα συστήματα, που έχει ένα 90% ποσοστό αποδοτικότητας. Αυτό συμβαίνει επειδή το σύστημα παραδίδει νερό απευθείας στις ρίζες του φυτού, η μείωση των αποβλήτων υδάτων μέσω της απορροής και εξάτμιση. Επίσης, το νερό δεν έρχεται σε επαφή με το υπόλοιπο του φυτού, μειώνοντας την πιθανότητα της νόσου. Το σύστημα χρησιμοποιεί μια σειρά των σωλήνων και εκπομπούς τοποθετούνται απέναντι στο θερμοκήπιο. Το σύστημα μπορεί να είναι είτε αυτόματο ή χειροκίνητο σύστημα άρδευσης χρησιμοποιεί σωλήνες και ακροφύσια ψεκασμού για την κάλυψη των φυτών με μια λεπτή ομίχλη που παρέχει υγρασία για τα φυτά και διατηρεί τα επίπεδα θερμοκρασίας σωστή. Ωστόσο, το νερό πηγαίνει κατευθείαν στις ρίζες των φυτών και αυξάνει την πιθανότητα μυκητιασικής νόσου.



**Εικόνα 2.19**

#### **2.5.5. Δροσισμός του θερμοκηπίου:**

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του θερμοκηπίου είναι απαραίτητη για την σωστή ανάπτυξη μιας καλλιέργειας κηπευτικών. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι απαραίτητο μερικές φορές ο παραγωγός να μειώσει την θερμοκρασία του χώρου του θερμοκηπίου κατά την διάρκεια της ημέρας. Η μείωσή της θερμοκρασίας μπορεί να επιτευχθεί με απλούς χειρισμούς όπως το άνοιγμα των παραθύρων του θερμοκηπίου, ή το βάνσιμο της κάλυψης του θερμοκηπίου, συνήθως με ασβέστη ώστε να αντανακλάται η ηλιακή ακτινοβολία. Και οι δύο αυτές μέθοδοι κοστίζουν ελάχιστα αλλά δεν ενδείκνυνται στις περιπτώσεις που απαιτείται πιο ακριβής ρύθμιση της θερμοκρασίας αλλά και της υγρασίας που επίσης πρέπει να διατηρείται σε συγκεκριμένα όρια ώστε να ευνοείται η ανάπτυξη των φυτών αλλά όχι και των ασθενειών.

Τη θερμή περίοδο του έτους συνήθως η εξατμισοδιαπνοή δεν είναι αρκετή, για να μειώσει σημαντικά τη θερμοκρασία του θερμοκηπίου, διότι η προσπίπτουσα ενέργεια είναι μεγάλη έτσι γεννάται η ανάγκη της αύξησης της ποσότητας του εξατμιζόμενου νερού με τεχνητά μέσα.

Στην πράξη τα χρησιμοποιούμενα μέσα για τη μείωση της θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο με εξάτμιση νερού είναι :

- Διάβροχη φυτών και εδάφους. Η μέθοδος αυτή δίνει μόνο πρόσκαιρα αποτελέσματα

- Εκτόξευση νερού με μορφή πολύ λεπτών σταγόνων στο χώρο του θερμοκηπίου (υδρονέφωση) και ταυτόχρονα παθητικός εξαερισμός
- Δυναμική ροή του αέρα ανανέωσης μέσα από υγρό τοίχωμα (δυναμικός εξαερισμός και υγρό τοίχωμα)



**Εικόνα 2.20**

#### 2.5.5.1 Υδρονέφωση

Ένα από τα συνηθέστερα συστήματα ψύξης στο θερμοκήπιο είναι η υδρονέφωση. Με το σύστημα αυτό εκτοξεύονται πολύ λεπτές σταγόνες νερού στο χώρο του θερμοκηπίου πάνω από τα φυτά από ειδικούς εκτοξευτές (μπεκ). Η εκτόξευση γίνεται με σύστημα αντλιών και σωλήνων, που φέρουν τα ακροφύσια. Το νερό εκτοξεύεται με υψηλή πίεση ( $> 35 \text{ atm}$ ) ή χαμηλή ( $< 7 \text{ atm}$ ) και η παροχή των μπεκ είναι  $2 - 100 \text{ lt / h}$ . Καλύτερα αποτελέσματα δίνει η υψηλή πίεση η οποία δημιουργεί σταγόνες διαμέτρου ( $< 30\mu$ ) οι οποίες εξατμίζονται αμέσως μειώνοντας τη θερμοκρασία κατά  $5 - 14^\circ\text{C}$ . Αντίθετα, οι μεγαλύτερες σταγόνες που δημιουργεί η χαμηλή πίεση μειώνουν τη θερμοκρασία μόνο κατά  $2,5^\circ\text{C}$ . Οι μεγαλύτερες σταγόνες παραμένουν για ένα διάστημα πάνω στα φυτά και είναι δυνατό να προκαλέσουν κάμψη των στελεχών, διάδοση ασθενειών, καθώς και απόπλυση τόσο των θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος όσο και των φυτοφαρμάκων από τα φυτά. Η λειτουργία του συστήματος ελέγχεται από θερμοστάτες και χρονόμετρα ή από ηλεκτρονικά φύλλα. Το νερό πρέπει να μην περιέχει άλατα γιατί προκαλεί τοξικότητες στα φυτά, φράξιμο στα μπεκ, καταστροφή των σωλήνων και προβλήματα στην λειτουργία των ηλεκτρονικών φύλλων. Το σύστημα ομίχλης είναι κατάλληλο ιδιαίτερα για τα ριζωτήρια γιατί εκτός από μείωση της θερμοκρασίας εξασφαλίζει και τις ιδανικότερες συνθήκες υγρασίας. Χρησιμοποιείται επίσης σε καλλιέργειες ανθοκομικών για κομμένο λουλούδι. Για την καλύτερη λειτουργία του συστήματος τοποθετούνται, εξαεριστήρες στις μικρές ή μεγάλες πλευρές του θερμοκηπίου για την απαγωγή αέρος και υγρασίας.

#### 2.5.5.2 Υγρασία

Η υγρασία αποτελεί ένα από τους καθοριστικούς παράγοντες του εναέριου περιβάλλοντος του θερμοκηπίου. Συνήθως τείνει να είναι υψηλή εξαιτίας της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας. Η υγρασία και ενέργεια στο χώρο του

θερμοκηπίου είναι αλληλένδετα συνδεδεμένες. Οι ανταλλαγές υγρασίας μέσα στο θερμοκήπιο συνδυάζονται με τη μεταφορά θερμότητας με την εξάτμιση και τη συμπύκνωση του νερού, παίρνοντας και δίνοντας θερμότητα αντίστοιχα υπό μορφή λανθάνουσας θερμότητας. Επιπλέον, η θερμοκρασία και η κίνηση του αέρα στο χώρο του θερμοκηπίου και επομένως, η ακτινοβολία και η συναγωγή που τα προκαλούν, επηρεάζουν πολύ τις φυσικές διεργασίες και τις καταστάσεις του νερού. Η ακτινοβολία, με την αύξηση της θερμοκρασίας που δημιουργεί στην επιφάνεια των φύλλων των φυτών, ρυθμίζει και το ρυθμό της διαπνοής.

Η πυκνότητα των υδρατμών στο χώρο του θερμοκηπίου είναι μεγαλύτερη κατά τη διάρκεια της ημέρας, γιατί τότε ο ρυθμός εξεταμισοδιαπνοής είναι μεγαλύτερος από αυτόν της νύχτας, η σχετική υγρασία όμως είναι μικρότερη κατά τη διάρκεια της ημέρας, γιατί τότε η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλότερη και συνήθως λειτουργεί ο εξαερισμός. Στο χώρο ενός θερμοκηπίου όταν έχει επέλθει ισορροπία, η απόλυτη υγρασία είναι περίπου ίδια σε όλο τον ενιαίο χώρο του θερμοκηπίου, η θερμοκρασία όμως στα διάφορα σημεία του χώρου του δεν είναι ομοιόμορφη (πχ. κοντά στο κάλυμμα είναι συνήθως χαμηλότερη), επομένως η σχετική υγρασία του αέρα συνήθως δεν έχει την ίδια τιμή σε όλα τα σημεία του χώρου του θερμοκηπίου. Συνεπώς, το πρόβλημα της υγρασίας οφείλεται μερικώς στην ανομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο, όπου η τοπικά υψηλή σχετική υγρασία συνδέεται με τοπικά χαμηλές θερμοκρασίες. Το πρόβλημα της πολύ υψηλής σχετικής υγρασίας στο θερμοκήπιο παρουσιάζεται συνήθως τη νύχτα. Κατά τη διάρκεια της νύχτας ψύχεται ο αέρας, οπότε η σχετική υγρασία αυξάνει και επειδή δεν υπάρχει σημαντικός εξαερισμός (τα παράθυρα τη νύχτα είναι κλειστά), η σχετική υγρασία στο χώρο του θερμοκηπίου αυξάνει συνεχώς. Οι συνθήκες υψηλής υγρασίας αποτελούν μια κατάσταση, η οποία είναι χαρακτηριστική των κλειστών θερμοκηπίων σε μέσες νυχτερινές καιρικές συνθήκες. Το επίπεδο της υγρασίας στο χώρο του θερμοκηπίου προκύπτει από την ισορροπία ανάμεσα στις πηγές και τις απώλειες των υδρατμών στο περιβάλλον του θερμοκηπίου. Η κύρια πηγή υδρατμών στο χώρο του θερμοκηπίου είναι η διαπνοή της καλλιέργειας. Η διαπνοή εξαρτάται από την ηλιακή ακτινοβολία, τη συγκέντρωση του CO<sub>2</sub>, τη θερμοκρασία και σχετική υγρασία στο θερμοκήπιο. Μια άλλη πηγή υδρατμών είναι η εξάτμιση του νερού από επιφάνειες μέσα στο θερμοκήπιο, όπως η επιφάνεια του εδάφους. Συνοπτικά, μπορούμε να πούμε ότι η σχετική υγρασία επιδρά:

- στη φωτοσυνθετική ικανότητα
- προκαλεί φυσιολογικές ανωμαλίες
- στις ασθένειες
- στην ανάπτυξη
- στην παραγωγή



### 2.5.6 Αερισμός και Εξαερισμός του θερμοκηπίου :

Ο όρος αερισμός του θερμοκηπίου περιλαμβάνει δύο έννοιες:

- Την ανάδευση του εσωτερικού αέρα του θερμοκηπίου, με σκοπό την δημιουργία ομοιόμορφων συνθηκών σε όλη την έκταση του και
- 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 την θερμή περίοδο και η ρύθμιση της συγκέντρωσης των αερίων συστατικών του αέρα (διοξείδιο του άνθρακα κ.α.) του θερμοκηπίου

Ο εξαερισμός ενός θερμοκηπίου μπορεί να είναι :

- Φυσικός ,όταν προκαλείται από διαφορές πιέσεων μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού χώρου ,που αναπτύσσονται από φυσικά αίτια ,οι διαφορές πίεσης προκαλούνται από τον άνεμο και από τη διάφορα θερμοκρασίας του αέρα μέσα και έξω από το θερμοκήπιο .
- Δυναμικός ,όταν οι διαφορές πιέσεων μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού χώρου του θερμοκηπίου δημιουργούνται με μηχανικά μέσα .

Ο εξαερισμός είναι απαραίτητος

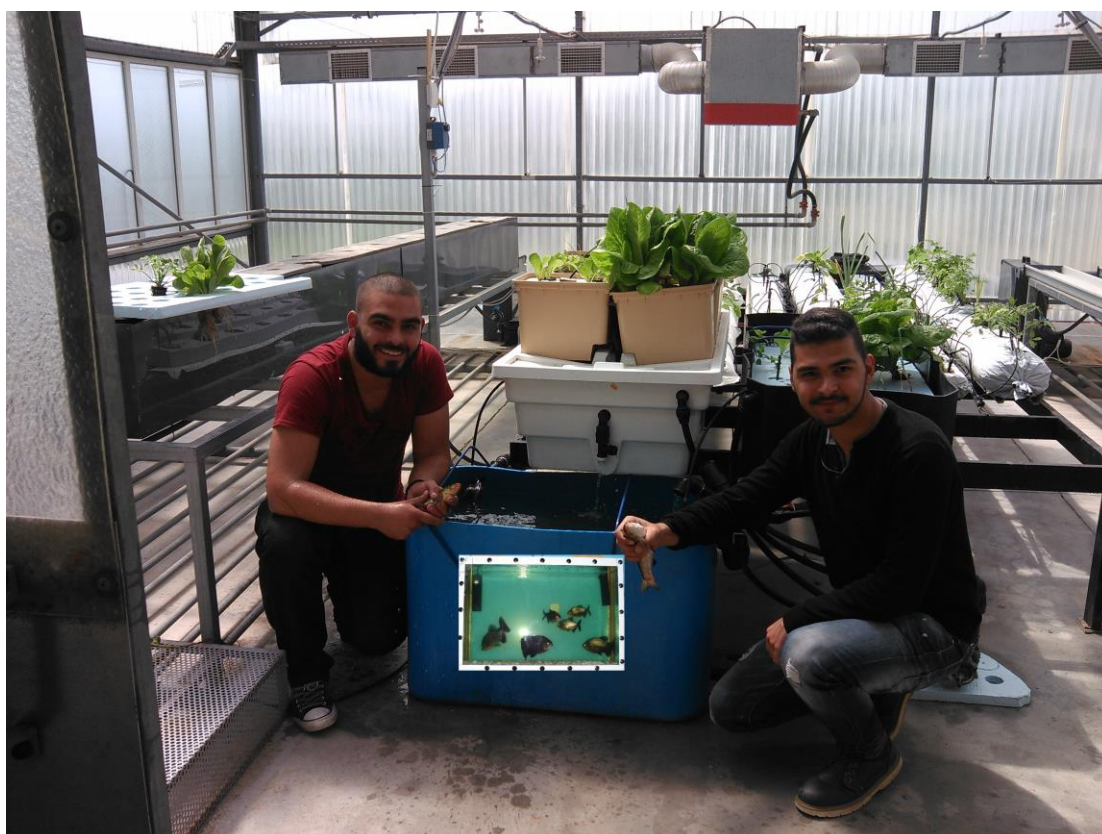
- Για τη μείωση της υψηλής θερμοκρασίας του χώρου του θερμοκηπίου ,που συνήθως συμβαίνει λόγω της μεγάλης έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στο χώρο του ,κατά τη διάρκεια της Ιμέρας .
- Για την εξαγωγή των υδρατμών που διαπνέονται από τα φυτά
- Για την αντικατάσταση του διοξειδίου του άνθρακα που χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση



Εικόνα 2.21

### **Κεφάλαιο 3. ΕΝΥΔΡΕΙΟΠΟΝΙΑ**

### 3.1. Εισαγωγή



Εικόνα 3.1

#### Γενική περιγραφή

Η ενυδρειοπονία (Aquaponics) είναι μια μέθοδος ανάπτυξης φυτών μαζί με ψάρια σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον. Τα ψάρια κρατιούνται σε δεξαμενές, και τα φυτά αυξάνονται υδροπονικά-δηλ. χωρίς χώμα. Τα φυτά βρίσκονται στα "κρεβάτια" (δοχείο φυτέματος), αλλά οι ρίζες τους κρέμονται κάτω σε μια σκάφη με νερό. Όταν τα ψάρια ζουν σε δεξαμενές, τα απόβλητά τους αυξάνονται στο νερό, που τελικά γίνεται δηλητηριώδες για αυτά. Αλλά, ότι είναι τοξικό για τα ψάρια είναι θρεπτικό για τα φυτά που φαίνεται να αγαπούν όσο τίποτα άλλο να απορροφούν αυτά τα απόβλητα των ψαριών. Έτσι με την ενυδρειοπονία, το γεμάτο με απόβλητα ψαριών νερό από τις δεξαμενές διοχετεύεται στις σκάφες ("κρεβάτια ανάπτυξης") όπου βρίσκονται οι ρίζες των φυτών. Όταν τα φυτά απορροφούν τις θρεπτικές ουσίες που χρειάζονται από εκείνο το νερό, ουσιαστικά το καθαρίζουν από τις τοξικές για τα ψάρια ουσίες.



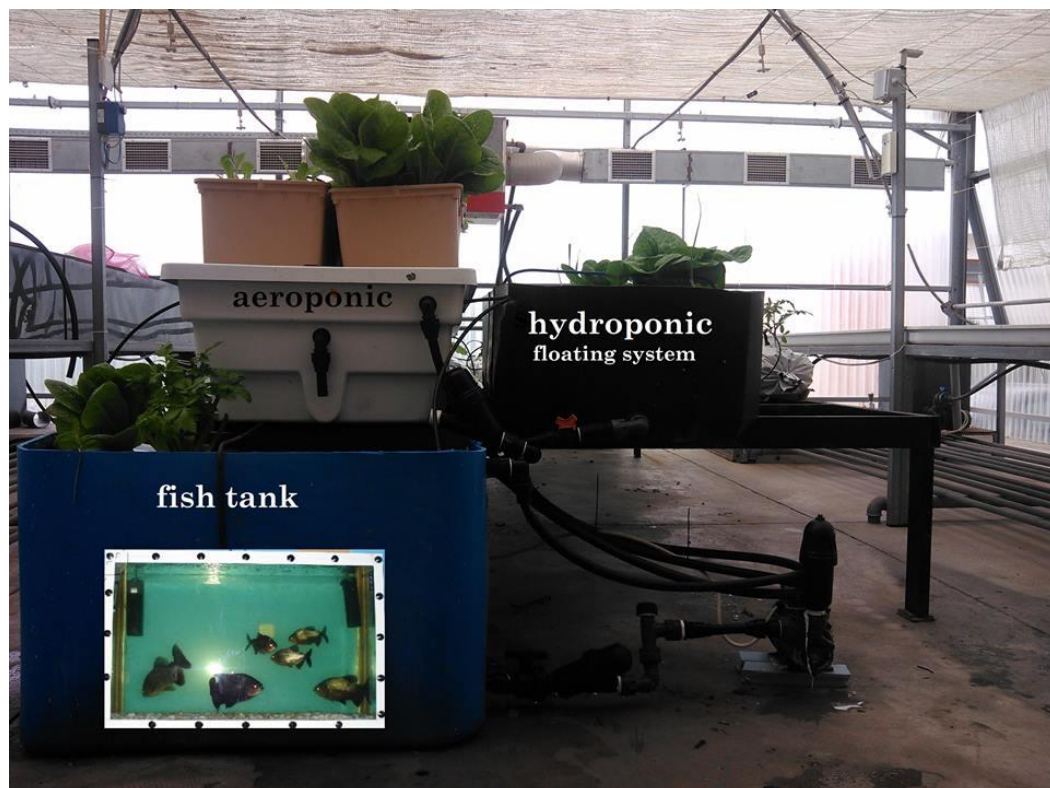
**Εικόνα 3.2**

Κατόπιν το ίδιο καθαρισμένο πια νερό μπορεί να διοχετευθεί ξανά πίσω στις δεξαμενές ψαριών.

Αυτή η μέθοδος καλλιέργειας ψαριών και φυτών είναι αποδοτική σε πολλά διαφορετικά επίπεδα. Καταρχήν, δεν χρειάζονται λιπάσματα και άλλες χημικές ουσίες για τη γεωργική διαδικασία. Στην θέση τους λειτουργούν πρακτικά ως φυσικό λίπασμα για τα φυτά τα απόβλητα των ψαριών. Δεύτερον, γίνεται εξοικονόμηση νερού επειδή το νερό ανακυκλώνεται μέσα στις δεξαμενές με ελάχιστες απώλειες. Τρίτον, ένα σύστημα ενυδρειοπονίας μπορεί να οργανωθεί οπουδήποτε (ταράτσες, υπόγεια με τεχνητό φωτισμό κλπ.). Τέταρτον, τα φυτά φυτεύονται σε πολύ κοντινότερες αποστάσεις από ο,τι στις συμβατικές καλλιέργειες.



Η ενυδρειοπονία (Aquaponics) μπορεί να φαίνεται σαν καινούργια μόδα που καθιερώθηκε από κάποιους οικολόγους. Στην πραγματικότητα όμως είναι πολύ παλιά τεχνική. Η προέλευση της ενυδρειοπονίας (aquaponics) εντοπίζεται στους αρχαίους πολιτισμούς των Αιγυπτίων και των Αζτέκων . Επιπλέον, οι χώρες της Άπω Ανατολής όπως η Ταϊλάνδη και η Κίνα χρησιμοποιούν εδώ και πολλά χρόνια τις τεχνικές ενυδρειοπονίας στους ορυζώνες ρυζιού.



Εικόνα 3.3

### 3.2. Περιγραφή -Τεχνικά χαρακτηριστικά

Η υδατοκαλλιέργεια εκμεταλλεύεται τα αποθέματα των άγριων πληθυσμών των ψαριών γιατί χρησιμοποιεί μεγάλες ποσότητες ιχθυαλεύρου και ιχθυελαίου στις ιχθυοτροφές .Απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού, οι οποίες μπορεί να κυμαίνονται από 3000-45000 L/kg παραγόμενων ψαριών . Η σύγχρονη υδατοκαλλιέργεια βασίζεται κυρίως στα κλειστά συστήματα εκτροφής ψαριών , τα οποία επαναχρησιμοποιούν τον ίδιο όγκο νερού. Στα συστήματα αυτά, ο ρυθμός επαναχρησιμοποίησης του νερού κυμαίνεται μεταξύ 80 και 99% και μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της υδατοκαλλιέργειας και τις απαιτήσεις σε νερό

Η υδροπονία είναι μια μέθοδος καλλιέργειας φυτών που δεν απαιτεί τη χρήση εδάφους . Σε αυτά τα συστήματα, το νερό και τα θρεπτικά συστατικά παρέχονται μέσω θρεπτικού διαλύματος στο οποίο τα λιπάσματα διαλύονται σε κατάλληλες συγκεντρώσεις .Υπάρχουν υδροπονικά συστήματα που δεν απαιτούν τη χρήση οποιουδήποτε υποστρώματος, σε σχέση με άλλα που πιθανόν να απαιτούν τη χρήση ενός τεχνητού και αδρανούς υποστρώματος για τη μηχανική στήριξη των ριζών των φυτών. Ένα υδροπονικό σύστημα διατηρεί καλύτερο έλεγχο των φυσικών συνθηκών χωρίς να απαιτεί μεγάλους όγκους νερού, εύφορη γη αλλά και αυξημένο κόστος λειτουργίας λόγω μη χρήσης λιπασμάτων. Στην πράξη, όταν τα φυτά αναπτύσσονται σε συνδυασμό με ψάρια το σύστημα ονομάζεται σύστημα ενυδρείοπονίας και αποτελεί τον συνδυασμό ενός κλειστού συστήματος (RAS) και ενός υδροπονικού συστήματος . Τα συστήματα ενυδρείοπονίας στηρίζονται στη βιοχημική διεργασία της νιτροποίησης και της φυτοθεραπείας .Ο συνδυασμός κλειστών συστημάτων (RAS) και υδροπονίας, συμβάλλει στη βελτίωση της βιωσιμότητας και εξασφαλίζει επάρκεια σε τροφή. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνονται σημαντικά οικονομικά και κοινωνικά οφέλη.

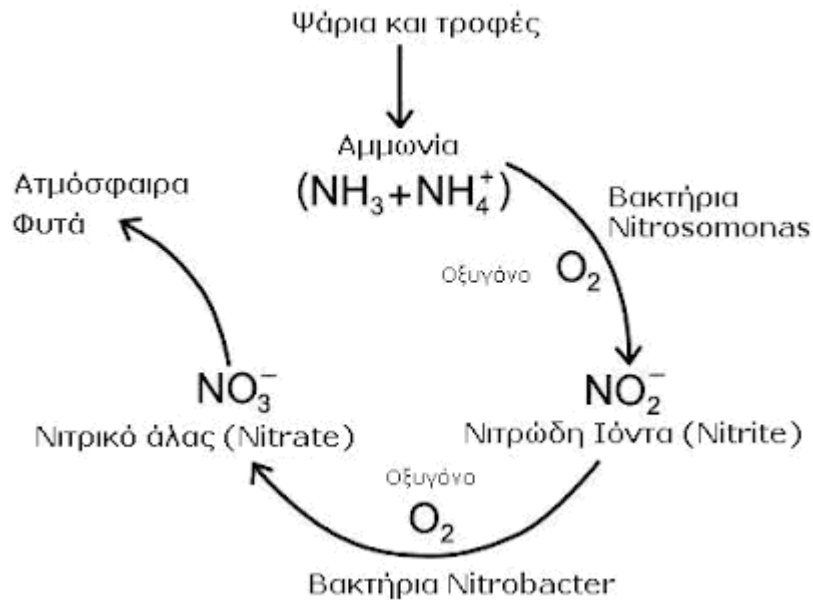


**Εικόνα 3.4**



**Εικόνα 3.5**

Στην Ενυδρειοπονία, τα απόβλητα των ψαριών και οι ακατανάλωτες τροφές χρησιμοποιούνται ως λιπάσματα για την παραγωγή φυτών, μετατρέποντας τα απόβλητα σε βασική πηγή για τα φυτά. Στη διαδικασία αυτή ο ρόλος των βακτηρίων είναι κρίσιμος. Το νερό απορροής από τη δεξαμενή των ψαριών μεταφέρεται σε ένα μηχανικό φίλτρο για τον διαχωρισμό και την απομάκρυνση των στερεών σωματιδίων. Στη συνέχεια, το νερό κατευθύνεται στο βιολογικό φίλτρο, ώστε η ολική αμμωνία( $\text{NH}_3+\text{NH}_4$ ) με τη βοήθεια βακτηρίων βιοχημικά να οξειδωθεί σε νιτρικά ιόντα ( $\text{NO}_3$ ) που είναι προσιτή μορφή αζώτου για τα φυτά. Η μετατροπή πραγματοποιείται μέσω δύο διαδοχικών αντιδράσεων και περιλαμβάνει δύο διαφορετικές ομάδες νιτροποιητικών βακτηρίων τα *Nitrosomonas*, με το οποίο το ιόν αμμωνίου μετατρέπεται σε νιτρώδη ιόντα ( $\text{NO}_2$ ), και αυτά με τη σειρά τους σε νιτρικά ιόντα με τη βοήθεια των βακτηρίων *Nitrobacter*.



**Εικόνα 3.6**

Μια άλλη σημαντική ομάδα αερόβιων βακτηριδίων είναι τα ετερότροφα βακτήρια που εμπλέκονται στην ανοργανοποίηση των στερεών αποβλήτων. Ως εκ τούτου, τα νιτρικά και άλλα θρεπτικά συστατικά που εμπλουτίζουν το νερό εξέρχονται από το βιολογικό φίλτρο και κυκλοφορούν προς το σύστημα ενυδρείοποινας όπου λαμβάνει χώρα η φυτο αποικοδομηση και τα νιτρικά ιόντα στο νερό μπορούν να μειωθούν περισσότερο από 97%. Επίσης στο σύστημα ενυδρείοποινας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σύστημα απολύμανσης UV πριν το νερό επιστρέψει στις δεξαμενές εκτροφής. Μελέτες έχουν δείξει ότι κατά μέσο όρο για κάθε 60-100 gr τροφής απαιτείται ένα τετραγωνικό μέτρο (m<sup>2</sup>) συστήματος ενυδρείοποινας για να καθαρίζει το νερό. Επίσης, ένα τετραγωνικό μέτρο (m<sup>2</sup>) ενυδρείοποινας καλλιέργειας μπορεί να απομακρύνει 0,83g N και 0,17 g ολικού P. Ένα σύστημα ενυδρείοποινας αποτελείται από

- μια δεξαμενή ψαριών,
- ένα μηχανικό φίλτρο,
- ένα βιολογικό φίλτρο,
- μια δεξαμενή για την ανάπτυξη φυτών και
- σωληνώσεις παροχής και απορροής νερού.

Στις δεξαμενές των ψαριών, η πυκνότητα εκτροφής μπορεί να κυμαίνεται από 20 kg/m<sup>2</sup> έως 70-80 kg/ m<sup>2</sup>. Μόνο σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί η πυκνότητα των ψαριών να φθάσει περίπου τα 140-200 kg/m<sup>2</sup>, αλλά ο χρόνος κατακράτησης του νερού δεν θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερος από 1,2 h προκειμένου να αποφευχθεί η συσσώρευση της αμμωνίας μετά τη χορήγηση τροφής

Μεταξύ των μηχανικών φίλτρων, ο πλέον χρησιμοποιούμενος τύπος είναι η δεξαμενή καθίζησης όπου απομακρύνεται περίπου το 59% των συνολικών στερεών αποβλήτων, με χρόνο κατακράτησης νερού 20 min και όγκο 10-30 %. Σύμφωνα με τον FAO (2014), ο ελάχιστος όγκος της δεξαμενής καθίζησης θα πρέπει να είναι 1/6 της δεξαμενής των ψαριών ενώ τα συνήθη υποστρώματα που χρησιμοποιούνται είναι τα Bioballs® (500-700 m /m ) και το ηφαιστειακό χαλίκι (300 m /m ).

Οι διάφοροι τύποι ενυδρειοπονικών συστημάτων ονομάζονται μετά από την υδροπονική τεχνική που χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια φυτών. Το MBT είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος που υιοθετείται σε μικρής κλίμακας υδροηλεκτρική παραγωγή, και το πορώδες υπόστρωμα παρέχει στήριξη στα φυτά και λειτουργεί ως μηχανικό και επίσης βιολογικό φίλτρο. Αντίστροφα, η μέθοδος NFT και η DWC είναι κατάλληλα για εμπορικά aquaponic συστήματα αλλά, σε αντίθεση με τη μέθοδο με τις αναπτυσσόμενες κλίνες, απαιτούν ένα μηχανικό φίλτρο και ένα βιοφίλτρο. Η έξοδος νερού από τα υδροπονικά δοχεία διαμέσου της βαρύτητας κατευθύνεται στην δεξαμενή συλλογής νερού, όπου βρίσκεται η υποβρύχια αντλία.

Η μέθοδος ενυδρειοπονίας που χρησιμοποιεί υπόστρωμα (MBT- media bed technique) είναι η πιο κοινή μέθοδος που εφαρμόζονται σε ενυδρειοπονικά συστήματα μικρής κλίμακας ενώ οι πόροι του υλικού πλήρωσης παρέχουν στήριξη στα φυτά αλλά λειτουργούν ως μηχανικό και βιολογικό φίλτρο.

Αντίστροφα, η μέθοδος ενυδρειοπονίας με ρηχό ρεύμα πλούσιο σε θρεπτικά (NFT- nutrient film technique) και η καλλιέργεια σε βαθιά νερά (DWC) μπορούν να χρησιμοποιούνται για εμπορικά συστήματα ενυδρειοπονίας, αλλά και οι δυο τύποι απαιτούν μηχανικό φίλτρο και βιολογικό φίλτρο. Η απορροή του νερού γίνεται με τη βαρύτητα όπου συγκεντρώνονται στο φίλτρο όπου βρίσκεται η υποβρύχια αντλία.

Ο λόγος παροχής της τροφής είναι ο λόγος μεταξύ της ποσότητας τροφής που χορηγείται την ημέρα και της επιφάνειας που καλύπτει το σύστημα ενυδρειοπονίας. Ο υπολογισμός του FRR επηρεάζει αυστηρά τον ρυθμό και το μέγεθος συσσώρευσης και απομάκρυνσης των θρεπτικών συστατικών από τις δεξαμενές των ψαριών καθώς και την ενσωμάτωση των μακρο και μικρο θρεπτικών συστατικών που απαιτούνται στα συστήματα ενυδρειοπονίας για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης της παραγωγής των φυτών. Σύμφωνα με τον Rakocy (2012), η βέλτιστη αναλογία είναι 57 g τροφής ανά ημέρα ανά μέτρο ειδικής επιφάνειας συστήματος ενυδρειοπονίας. Συνιστάται επίσης να διατηρηθεί μια αναλογία μεταξύ δεξαμενής εκτροφής και ενυδρειοπονικών δοχείων 1:7,3. Όσον αφορά την ποιότητα του νερού, σύμφωνα με τον FAO (2014) επιτυγχάνεται ένας καλός συμβιβασμός όταν το σύστημα εξασφαλίζει θερμοκρασίες μεταξύ 18-30°C, pH 6-7, αμμωνία και νιτρικά ιόντα μικρότερα από 1 mg/L και DO να υπερβαίνει τα 5 και μέσω της χορήγησης 60-100 g τροφής ανά m ενυδρειοπονικής ειδικής επιφάνειας.



### 3.3. Είδη ψαριών που χρησιμοποιούνται

Τα ψάρια παρέχουν τις θρεπτικές ουσίες για τα φυτά, και αν τα ψάρια που καλλιεργούμε είναι εδώδιμα, παρέχουν επίσης και μια επιπλέον πηγή πρωτεΐνης για σας. Η διατήρηση ψαριών μπορεί να αποθαρύνει αρκετούς, ειδικά εκείνους χωρίς οποιαδήποτε προγενέστερη εμπειρία, εντούτοις δεν πρέπει να αποθαρρυνθείτε. Η κράτηση των ψαριών σε ένα σύστημα ενυδρείοπονίας είναι απλούστερη από η διατήρηση των ψαριών σε ενυδρεία, εφ' όσον ακολουθείτε κάποιες απλές κατευθυντήριες.

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη ψαριών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα σύστημα ενυδρείοπονίας, ανάλογα με το τοπικά κλίμα και την ύπαρξη προμηθευτών της κάθε χώρας. Το κλίμα της Ελλάδας, μας επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε πέστροφες, πέρκες κυπρίνους και άλλα. Πολύ διαδεδομένη στο εξωτερικό είναι η χρήση ενός αφρικάνικου είδους ψαριού με γρήγορη ανάπτυξη και εύκολη διατήρηση των Tilapia. Στην Ελλάδα δεν έχω βρεί κάποιο προμηθευτή Tilapia. Ακολουθεί μία λίστα με μερικά είδη ψαριών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

#### Γατόψαρο



Εικόνα 3.7

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη γατόψαρου σε όλο τον κόσμο που ευδοκιμούν σε ένα σύστημα ενυδρείοπονίας. Το γατόψαρο των καναλιών είναι από τα ευρύτετα εκτρεφόμενα είδη υδατοκαλλιέργειας στις Ηνωμένες Πολιτείες, και την Αυστραλία. Το γατόψαρο τρώγεται, αυξάνεται γρήγορα και παρέχει πολλά απόβλητα για τα φυτά. Σύνηθες μέγεθος 25-45 εκ και βάρος 0.5-1 κιλό

## Κυπρίνος



**Εικόνα 3.8**

Υπάρχουν πολλά είδη κυπρίνου που θα μπορούσαν πολύ καλά να ταιριάζουν σε ένα σύστημα ενυδρείοπονίας, δυστυχώς λόγω των αναπαραγωγικών ικανοτήτων τους (αναπαράγονται εύκολα και ανεξέλεγκτα), της σκληρής τους φύσης και της δυνατότητάς τους να προσαρμοστούν εύκολα σε πολλές περιοχές του κόσμου, ο κυπρίνος μπορεί να γίνει επιβλαβής για τα τοπικά είδη ψαριών εάν αφηθεί ελεύθερο. Γι'αυτό σε κάποιες χώρες συχνά υπάρχουν υψηλά πρόστιμα και αμοιβές για την διατήρησή τους. Στην Ελλάδα δεν έχω ακούσει κάτι τέτοιο χωρίς να είμαι σίγουρος όμως. Ο κυπρίνος έχει επίσης μια αρκετά κακή φήμη, σε ότι αφορά τη γεύση του αλλά και την ποιότητα του σαν τροφή, εντούτοις, η καλλιέργεια κυπρίνου είναι η πιο εκτεταμένη στον κόσμο δεδομένου ότι καλλιεργείται στο μεγαλύτερο μέρος της Ασίας. Σύννηθες μέγεθος 25-35 εκ βάρος: 0.5-2 κιλά

## Χρυσόψαρα



**Εικόνα 3.9**

Αν και μερικοί άνθρωποι μπορούν να τα ομαδοποιήσουν με τον κυπρίνο, θα μιλήσω για αυτά χωριστά. Πωλούνται στα τοπικούς καταστήματα κατοικίδιων ζώων ή από προμηθευτές ψαριών (πολύ εύκολο να τα βρεί κανείς) . Το χρυσόψαρο είναι γενικά αρκετά σκληροτράχηλο ψάρι και αποτελεί μια καλή προσθήκη σε ένα σύστημα ενυδρείοπονίας. Σε πολλές περιοχές θα αναπαραχθούν σε μια δεξαμενή, αν και χρειάζονται γενικά την κάλυψη από φυτά μέσα στη δεξαμενή για να αναπαραχθούν. Σύνηθες μέγεθος: 15-18 εκ. Βάρος 150-300γρ

### **Πέρκα**



**Εικόνα 3.10**

Έχει τα πίο υψηλά επίπεδα ωμέγα τρία λιπαρών οξέων από οποιοδήποτε είδος ψαριού στον κόσμο. Απαιτούν θερμό νερό και είναι παμφάγα. Προσαρμόζονται πολύ καλά σε ένα σύστημα ενυδρείοπονίας, και αυξάνονται γρήγορα. Σύνηθες μέγεθος 18-25 εκ. Βάρος 200-400γρ

### **Koi**



**Εικόνα 3.11**

Ένα άλλο είδος κυπρίνου, αλλά καλύτερα - γνωστός ως «Κοι» παρά ως κυπρίνος. Το Κοι είναι πολύ κοινό στις ασιατικές κοινωνίες και βρίσκονται συχνά σε μεγάλες



διακοσμητικές λίμνες. Για όσους έχουν ασχοληθεί με την διατήρηση λιμνούλας είναι πολύ γνωστό. Υπάρχουν σε πολλά καταστήματα κατοικίδιων ζώων. Τα Κοί αντέχουν σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες και θα συνεχίσουν να τρώνε με όρεξη και το χειμώνα κάνοντας τα μια πολύ καλή επιλογή για ένα σύστημα ενυδρείοπονίας είναι μια μεγάλη πρόταση για τον εφοδιασμό των ψαριών. Σύνθητες μέγεθος 25-40 εκ βάρος: 0.5-1.5 κιλό

### **Πέστροφα**



**Εικόνα 3.12**

Η πέστροφα είναι ένα εξαιρετικό ψάρι για τα συστήματα ενυδρείοπονίας όπου οι θερμοκρασίες ύδατος είναι λίγο χαμηλότερες. Η πέστροφα προτιμά τις θερμοκρασίες ύδατος μεταξύ 10°C και 20°C. Έχουν εξαιρετικά γρήγορα ποσοστά αύξησης και άριστη αναλογία τείσματος- αύξησης βάρους καθώς και αποβολή περιττωμάτων. Σύνθητες μέγεθος 20-30 εκ βάρος: 0.2-1 κιλό.

### **Tilapia**



**Εικόνα 3.13**

Εξαιρετικά δημοφιλές στα συστήματα ενυδρείοπονίας. Είναι ένα ιδανικό είδος για πολλούς λόγους. Είναι εύκολο να αναπαραγάγουν, ταχέως αναπτυσσόμενα,

ανθεκτικά σε πολύ κακές συνθήκες νερού, είναι παμφάγα διατροφή και έχω διαβάσει ότι έχουν καλή γεύση . Απαιτούν θερμό νερό. Εάν ζείτε σε μια περιοχή με αρκετό κρύο καλύτερα να καλλιεργήσετε ένα άλλο είδος ψαριού που αντέχει σε αυτές τις θερμοκρασίες παρά να προσπαθήσετε να ζεσταίνετε την δεξαμενή.

#### *Αριθμός ψαριών*

Αυτό είναι ένα αρκετά ένα δύσκολο θέμα συζήτησης μεταξύ των ανθρώπων που ασχολούνται με την ενυδρείοποιία. Τα επίπεδα "φορτώματος" ψαριών μέσα σε ένα σύστημα μπορούν να είναι τόσο υψηλά όσο σε συστήματα υδατοκαλλιέργειας με επανακυκλοφορία, εντούτοις όσο υψηλότερος ο δείκτης πυκνότητας τόσο υψηλότερη η πιθανότητα να πάει κάτι στραβά. Σε πολύ υψηλούς δείκτες πυκνότητας πρέπει να παρακολουθείτε πολύ συχνά όλες τις παραμέτρους του νερού για να είστε βέβαιοι ότι κρατιούνται στο βέλτιστο. Εάν χαμηλώσετε τα επίπεδα πυκνότητας των ψαριών έπειτα χαμηλώνετε τα επίπεδά κινδύνου για τα ψάρια σας. Τα ποσοστά αύξησης των φυτών σε λιγότερο φορτωμένα συστήματα μπορούν ακόμα να είναι πολύ εντυπωσιακά. Σε γενικές γραμμές το πόσα ψάρια θα βάλετε στη δεξαμενή εξαρτάται από το μέγεθος της δεξαμενής, το μέγεθος των ψαριών, των αριθμό και το μέγεθος των κρεβατιών και της συνθήκες αερισμού της δεξαμενής. Αρχικά ξεκινάμε με λίγα ψάρια και σιγά σιγά αυξάνουμε και παρατηρούμε τις μετρήσεις μας.

### **3.4. Είδη φυτών που χρησιμοποιούνται**

Σε γενικές γραμμές ό,τι φυτά μπορούν να μεγαλώσουν υδροπονικά μπορούν να μεγαλώσουν και σε σε ένα ενυδρείοποινικό σύστημα. Συνήθως τα φυτά που το φαγώσιμο μέρος βρίσκεται στη ρίζα ( π.χ. Πατάτες, καρότα) φαίνεται να μην ευνοούνται από τη συνεχή παροχή νερού τόσο, όσο τα υπόλοιπα είδη φυτών. Κάποια φυτά τα πηγαίνουν καλύτερα από κάποια άλλα. Εδώ είναι μερικά απο αυτά:

#### **Κρεμμύδια ( *Allium Schoenoprasum* )**



**Εικόνα 3.14**

ιδανικό pH: 6-7

απόσταση φυτέματος: 2-5εκ

ιδανική θερμοκρασία: 15-35 C

Τα φύλλα του μπορούν να φτάσουν τα 30-50εκ. ενώ οι βολβοί μπορούν να αποκτήσουν διάμετρο 1-10 εκ. Τα κρεμμύδια μπορούν να φυτευτούν με σπόρο κατευθείαν στο ενυδρειοπониκό σύστημα αρκεί να χρησιμοποιήσουμε ένα λεπτό κομμάτι βαμβάκι για να απλώσουμε τους σπόρους επάνω έτσι ώστε να μην παρασυρθούν από το νερό. Το χλωρό κρεμμύδι έχει την ιδιομορφία ότι όσο κόβεις τα φύλλα του εκείνο ξαναβγάζει καινούργια. Αυτό σε συνδυασμό με την γρήγορη ανάπτυξη που χαρακτηρίζει την ενυδρειοπονία σημαίνει πως ένας βολβός κρεμμυδιού μπορεί να μας προσφέρει χλωρό κρεμμύδι πολλές φορές.

### **Σπανάκι (*Spinacia oleracea*)**



**Εικόνα 3.15**

ιδανικό pH: 6-7

απόσταση φυτέματος: 20-40 εκ.

Ιδανική θερμοκρασία: 5-20 C

Το σπανάκι μπορεί να μεγαλώσει έως 30 εκ. , συγκεκριμένα τα φύλλα του είναι από 2-30εκ. μακριά και 1- 15 εκ σε πλάτος. Το σπανάκι μπορεί να το έχετε όλο το χρόνο αρκεί να του παρέχετε σκιά και συνεχή υγρασία καθώς επίσης και να μην το αφήνετε να ανθίσει. Μπορεί να φυτευτεί όπως τα κρεμμύδια ή με έτοιμα φυτά.

### **Κόλιανδρο (*Coriandrum sativum*)**



**Εικόνα 3.16**

ιδανικό pH: 6-7,5

απόσταση φυτέματος: 8-15 εκ

ιδανική θερμοκρασία: 10-25 C

Το κόλιανδρο ανήκει στην κατηγορία των ετήσιων βοτάνων. Μεγαλώνει έως 50 εκ. ύψος. Μόλις η θερμοκρασία ανέβει θα ανθίσει γρήγορα. Φυτεύεται καλύτερα κατευθείαν στο κρεβάτι.

### **Μαϊντανός (*Petroselinum crispum*)**



**Εικόνα 3.17**

ιδανικό pH: 5-6

απόσταση φυτέματος: 7-15εκ

ιδανική θερμοκρασία: 22-30 C

Χρειάζεται άμεσο ηλιακό φως το χειμώνα ενώ όταν αρχίσει να ζεσταίνει ο καιρός χρειάζεται μερική σκιά. Τα φύλλα στη κορυφή είναι τα πιο γευστικά και αν δεν τον αφήσουμε να ανθίσει κόβοντας τα κορυφαία μέρη τότε θα έχουμε μαϊντανό όλο το χρόνο. Ο μαϊντανός είναι ευαίσθητος σε ασθένειες και παράσιτα.

### **Μαρούλι ( *Lactuca sativa* )**



**Εικόνα 3.18**

ιδανικό pH:6-7

απόσταση φυτέματος: 10-25εκ

ιδανική θερμοκρασία:15-20 C

Τα μαρούλια φυτεύονται το χειμώνα καθώς η ανάπτυξη τους ευνοείται από τις χαμηλές θερμοκρασίες. Κόβοντας τα πρώτα φύλλα του μαρουλιού και όχι ολόκληρο μπορούμε να διατηρήσουμε περισσότερο καιρό τα μαρούλια μας και να έχουμε μαρούλι για τη σαλάτα μας για μήνες. Μπορούμε να φυτέψουμε και την άνοιξη έως τις αρχές του καλοκαιριού αρκεί να παρέχουμε σκία κατά τη διάρκεια της ημέρας και να υπάρχει κρύο αεράκι ώστε να μην "βράσουν" τα φυτά μας. Όταν η θερμοκρασία είναι υψηλή τότε τα μαρούλια τείνουν να γίνουν σκληρά και πικρά.

### **Μπρόκολο (*Brassica oleracea*)**



**Εικόνα 3.19**

ιδανικό pH: 6-7

απόσταση φυτέματος: 25-45 εκ.

ιδανική θερμοκρασία: 15-25 C

Το μπρόκολο φυτεύεται αποκλειστικά φθινόπωρο- χειμώνα καθώς δεν μπορούν να δεχτούν καθόλου τις υψηλές θερμοκρασίες. Κόβουμε το κεφάλι προτού τα άνθη αρχίσουν να ανθίζουν και να γίνονται κίτρινα.

### **Ρόκα (Eruca sativa)**



**Εικόνα 3.20**

ιδανικό pH:6-6.8

απόσταση φυτέματος: 10-25 εκ.

ιδανική θερμοκρασία:4-25 C

Αποκτά ύψος 20-50 εκ. Προτιμάει κρύο και ηλιόλουστο καιρό. Όταν ανέβει η θερμοκρασία τα φύλλα γίνονται πικρά. Τα κορυφαία φύλλα είναι πιο νόστιμα.

### **Κάρδαμο (Nasturtium officinale)**



**Εικόνα 3.21**

ιδανικό pH: 6-7

απόσταση φυτέματος: 15-25 εκ.

ιδανική θερμοκρασία:15-30 C

Το κάρδαμο μεγαλώνει γρήγορα σε υδατικό περιβάλλον αλλά τα πάει και πολύ καλά σε περιβάλλον που το νερό δεν είναι συνεχές. Γίνεται 15-40 εκ ύψος, χρειάζεται σχετικά υψηλή θερμοκρασία αλλά όχι άμεσο ηλιακό φως. Μπορούμε να κόβουμε τα κορυφαία φύλλα για να έχουμε μεγαλύτερη συγκομιδή. Όταν ανθίσει τότε δεν πρέπει



να τα τρώμε. Το κάρδαμο αφήνει παραφυάδες που μπορούν να δώσουν καινούργια φυτά. Μπορούμε να φυτέψουμε κάρδαμο από σπόρο ή από παραφυάδες. Φυτεύεται από μέσα Φθινοπώρου και διατηρείται έως την Άνοιξη.

### **Κολοκύθι (Cucurbita moschata )**



**Εικόνα 3.22**

ιδανικό pH: 5,5-7,5

απόσταση φυτέματος: 25-50 εκ.

ιδανική θερμοκρασία: 21-35 C

Το κολοκύθι χρειάζεται άφθονο ηλιακό φως και ζεστό νερό. Απαιτεί αρκετά πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία ενυδρειοπονικό σύστημα και καταλαμβάνει μεγάλο μέρος του κρεβατιού. Προσπαθήστε να τα φυτέψετε στις άκρες του κρεβατιού. Όταν κόβουμε τα κολοκυθάκια προτιμούμε να κόβουμε και ένα μέρος 2 εκ από το κοτσάνι καθώς έτσι διατηρούνται καλύτερα και για περισσότερο καιρό.

### **Αγγούρι ( Cucumis sativus)**



**Εικόνα 3.23**

ιδανικό pH: 5,5-6,5

απόσταση φυτέματος: 20-40 εκ.

ιδανική θερμοκρασία: 18-25 C

Η αγγουριά μπορεί να με κατάλληλη υποστήριξη να αναρριχηθεί γρήγορα. Όσο πιο μικρά κόβονται τα αγγούρια τόσο πιο πολλά θα κάνει η αγγουριά. Το φυτό προτιμάει το άφθονο ηλιακό φως αλλά όχι τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Οι αγγουριές χρειάζονται υψηλές συγκεντρώσεις σε νιτρικά.

### **Καρπούζι ( Citrullus sp.)**



**Εικόνα 3.24**

ιδανικό pH: 5-6,5

απόσταση φυτέματος: 30-70 εκ.

ιδανική θερμοκρασία: 15-35 C

Χρειάζεται υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος αλλά και νερού και βλάπτεται από το κρύο. Απαιτεί άφθονο ηλιακό φως με τουλάχιστον 6 ώρες άμεσης ηλιακής έκθεσης. Φυτεύονται με σπόρο κατευθείαν στο κρεβάτι. Επειδή η καρπουζιά απλώνει και μπορεί να καταλάβει ολόκληρο το κρεβάτι μπορείτε να φυτέψετε το φυτό στις άκρες και να κατευθύνετε τους βλαστούς εκτός κρεβατιού. Το καρπούζι είναι έτοιμο για να κοπεί όταν το χτυπάτε και ακούγεται σαν να είναι κενό από μέσα.



### **Φασόλια (*Pisum sativum*)**



**Εικόνα 3.25**

ιδανικό pH: 5,5-6,5

απόσταση φυτέματος: 8-15 εκ.

ιδανική θερμοκρασία: 12-26 C

Είναι ανθεκτικό φυτό που μπορεί να αντέξει το κρύο αλλά ευδοκιμεί και σε θερμότερες θερμοκρασίες. Φυτεύονται και σαν σπόροι κατευθείαν στο κρεβάτι. Δεν προτιμούμε τα μαυρομάτικα φασόλια καθώς καταλαμβάνουν πολύ χώρο.

### **Μπάμια (*Abelmoschus esculentus*)**



**Εικόνα 3.26**

ιδανικό pH: 6-7,5

απόσταση φυτέματος: 20-50 εκ.

ιδανική θερμοκρασία: 21-35 C

Η μπάμια προτιμάει το θερμό κλίμα. Μπορεί να γίνει μέχρι και 2 μέτρα σε ύψος. Ο καρπός της μπάμιας μπορεί να γίνει μέχρι 18 εκ αλλά είναι καλύτερα να τα κόβουμε όταν είναι περίπου 8 εκ.. Όσο πιο γρήγορα τα κόβετε τόσο μεγαλύτερη η παραγωγή. Αν αφήσετε για πολύ καιρό τους καρπούς εκείνοι θα γίνουν σκληροί και ινώδεις ενώ

και η παραγωγή θα καθυστερεί. Επειδή ο σπόρος είναι αρκετά μεγάλος μπορεί να φυτευτεί κατευθείαν στο κρεβάτι.

### **Καλαμπόκι (*Zea mays*)**



**Εικόνα 3.27**

ιδανικό pH: 5,5-7,0

απόσταση φυτέματος: 15-25 εκ.

ιδανική θερμοκρασία: 15-35 C

Το καλαμπόκι έχει ένα μικρό σύστημα ριζών που απαιτεί συνεχή υγρασία. Αποδίδουν πολύ καλά σε ένα ενυδρειοπονικό σύστημα. Κάποια είδη μπορούν να φτάσουν μέχρι και τα 2,5 μέτρα γι' αυτό και χρειάζεται να έχετε κάποιο σύστημα υποστήριξης γιατί μπορεί να ξεπατωθούν από ισχυρό άνεμο

### **Φράουλα (*Fragaria* sp.)**



**Εικόνα 3.28**

ιδανικό pH: 5-6,5

απόσταση φυτέματος: 20-50 εκ.

ιδανική θερμοκρασία: 15-25 C

Αντέχει το κρύο, δεν χρειάζεται έντονο άμεσο ηλιακό φώς. Τα φυτά φυτεύονται στο κρεβάτι όταν έχουν 3-4 φυλλαράκια. Μόλις βγούν οι αρκετοί πρώτοι καρποί κόβουμε τα υπόλοιπα άνθη έτσι ώστε τα θρεπτικά συστατικά να απορροφηθούν από τους καρπούς. Οι καρποί δεν πρέπει να βρέχονται γι' αυτό προσπαθείστε να βάλετε στην άκρη τα φυτά ώστε να κρέμονται έξω από το κρεβάτι οι καρποί.

### **Μελιτζάνα( *Solanum melongena*)**



**Εικόνα 3.29**

ιδανικό pH: 6-7

απόσταση φυτέματος: 20-40 εκ.

ιδανική θερμοκρασια:20-32 C

Μπορούν να φτάσουν σε ύψος τα 40-150 εκ. Οι μελιτζάνες ευνοούνται απο το άφθονο ηλιακό φώς και δεν αντέχουν το κρύο.

### **Πιπεριά ( *Capsicum annuum*)**



**Εικόνα 3.30**

ιδανικό pH: 5,5-6,5

απόσταση φυτέματος: 20-30 εκ.

ιδανική θερμοκρασία: 15-35 C

Χρειάζεται θερμό περιβάλλον και δεν αντέχει το κρύο. Κυκλοφορεί σε διάφορα χρώματα. Αφαιρέστε τα πρώτα άνθη μέχρι να γίνει αρκετά μεγάλο το φυτό ώστε να έχετε στο μέλλον καλύτερη παραγωγή.

### **Ντομάτα (*solanum lycopersicon* L.)**



**Εικόνα 3.31**

ιδανικό pH: 5,5-6,8

απόσταση φυτέματος: 25-40 εκ.

ιδανική θερμοκρασία: 21-39 C

Χρειάζεται θερμό περιβάλλον και νερό για να αναπτυχθεί και δεν αντέχει το κρύο. Τα φυτά γίνονται 1-3 μέτρα σε ύψος ανάλογα με το είδος. Καλό είναι να προσπαθείτε να δώσετε ύψος στο φυτό σας κόβοντας τα κάτω κλαδιά όταν το φυτό φτάσει τα 40 εκ. ύψος.

### **3.5. Περιγραφή συστήματος ενυδρείου**

Ένα σύστημα ενυδρείου αποτελείται από ένα ενυδρείο με ψάρια, ένα μέσο καλλιέργειας για τα φυτά, και μια αντλία νερού. Χρησιμοποιούνται συνήθως αντλίες αέρα και επιπρόσθετα βιολογικά και μηχανικά φίλτρα. Τα συστήματα ενυδρείου πρέπει να έχουν την κατάλληλη ισορροπία ώστε να διατηρούν υγιή τα ψάρια και τα φυτά. Σ' ένα απλό σύστημα ενυδρείου τα φυτά προστατεύονται με ειδικά σκίαστρα από το φως και τη θερμοκρασία της ημέρας. Τα σκίαστρα χρησιμοποιούνται ευρέως για την σκίαση του ενυδρείου και για την προστασία των ψαριών από τα αρπακτικά ζώα καθώς και για να αποτρέπουν τα ψάρια που αναπνέουν έξω από το ενυδρείο. Υπάρχουν 3 τύποι συστημάτων Ενυδρείου που χρησιμοποιούνται επαγγελματικά.

Ο πρώτος τύπος συστήματος αποτελείται από μια υδατοσυλλογή τοποθετημένη σε ένα αγρόκτημα, η οποία είναι γνωστή και ως «πράσινη λίμνη καλλιέργειας», ενώ τα ψάρια είναι τα κυρίαρχα φυτά. Τα ψάρια, τα έντομα καθώς και οι μικροοργανισμοί

που εισέρχονται στο σύστημα τρέφονται με τα φύκη. Δεν απαιτείται βαρύς εξοπλισμός ώστε να επιτευχθεί ισορροπία στο σύστημα



**Εικόνα 3.32**

Ο δεύτερος τύπος αποτελείται από ένα ενυδρείο με ψάρια ενώ τα Φυτά επιπλέουν σε ειδικά υποστρώματα (φελιζόλ), η παροχή αέρα είναι αναγκαία για τη λειτουργία του συστήματος. Τα είδη που καλλιεργούνται είναι το μαρούλι ή άλλα φυτά αρωματικά και έχουν τις ρίζες βυθισμένες στο νερό.



**Εικόνα 3.33**

Ο τρίτος τύπος αποτελείται από ένα σύστημα με μια αντλία νερού που αντλεί νερό από τη δεξαμενή ψαριών και το διοχετεύει σε ένα βιολογικό ή μηχανικό φίλτρο. Το σύστημα αποτελείται από μια δεξαμενή υπερχειλίσσης ώστε το νερό να διέρχεται στο βιολογικό φίλτρο και να επαναχρησιμοποιείται. Αν χρησιμοποιείται φίλτρο τύπου



15 κατα ιονισμού, τότε ρυθμίζεται ώστε τα επίπεδα του νερού να είναι σε σταθερή στάθμη στην δεξαμενή με τα ψάρια. Αυτή η δραστηριότητα μπορεί να είναι συνεχής ή διακεκομμένη. Η εγκατάσταση του τρίτου τύπου συστήματος με τη χρήση γλυκού νερού χρησιμοποιείται στην πλειονότητά του για σύστημα ενυδρείοπονίας (Pantanella & Bhujel 2015).



**Εικόνα 3.34**

Η συνεχής ροή των θρεπτικών είναι η μέθοδος όπου η αντλία διανέμει συνεχώς το νερό στο σύνολο του συστήματος. Αυτός είναι ο απλούστερος τρόπος για να κατασκευαστεί, αλλά παράγονται φυτά ευαίσθητα στη ρίζα, η οποία σαπίζει λόγω έλλειψης οξυγόνου. Η φυτική παραγωγή συνήθως περιορίζεται στα μαρούλια και άλλα φυτά που μπορούν να αντέξουν την συνεχή ροή του νερού. Πλωτά συστήματα αποτελούνται γενικά από φελιζόλ που επιπλέει ακριβώς πάνω από τη δεξαμενή των ψαριών. Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται βυθισμένες μέσα στο νερό. Μερικές φορές οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται και αιωρούνται στο εσωτερικό των δοχείων που βυθίζονται στο νερό, είτε στην ίδια δεξαμενή των ψαριών ή κάποιο κανάλι περιορισμένης ροής νερού. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για παραγωγές μεγάλης κλίμακας.

### **3.6. Τύποι υποστρωμάτων ενυδρείοπονίας**

Σε οποιοδήποτε υδροπονικό σύστημα που χρησιμοποιεί υπόστρωμα, ο σκοπός του υποστρώματος είναι να δέσουν οι ρίζες και να κρατήσει υγρασία και θρεπτικά στοιχεία για το φυτό. Το υπόστρωμα από μόνο του είναι ουσιαστικά αδρανές και δεν περιέχει τίποτα θρεπτικό για το φυτό. Επειδή ακριβώς είναι φτιαγμένο από αδρανή υλικά, δεν φιλοξενεί παράσιτα (εδαφογενή) ή ασθένειες. Οι διατροφικές ανάγκες του φυτού εξυπηρετούνται από το ειδικό θρεπτικό μείγμα που εσύ προσθέτεις στο κάθε

σύστημα. Διατίθεται μεγάλη ποικιλία υποστρωμάτων που διαθέτουν υψηλή ποιότητα και μεγάλη ικανότητα να συγκρατούν τα θρεπτικά στοιχεία με μια καλή ισορροπία οξυγόνου και υγρασίας.

Στην αγορά υπάρχουν αρκετά είδη κατάλληλα για όλες τις καλλιέργειες. Πάντως, κατά την διαδικασία της επιλογής πρέπει να ληφθούν υπόψη το είδος της καλλιέργειας, η συχνότητα επαναφύτευσης, οι απαιτήσεις σε νερό, οι κλιματολογικές συνθήκες και βέβαια το κόστος αγοράς. Κύριοι τύποι υποστρώματων υδροπονίας :

- Ελαφρόπετρα
- Πετροβαμβακας
- Κοκοφοίνικας
- Περλίτης

### 3.6.1 Ελαφρόπετρα

Το υπόστρωμα ελαφρόπετρας για υδροπονικές καλλιέργειες αποτελεί την πλέον αποτελεσματική λύση για τον σύγχρονο καλλιεργητή. Η άριστη καλλιεργητική συμπεριφορά και οι αυξημένες αποδόσεις που προσφέρει το υπόστρωμα ελαφρόπετρας σε συνδυασμό με το προσιτό του κόστος, το καθιστούν ιδανικό για την καλλιέργεια κηπευτικών και ανθοκομικών φυτών.



**Εικόνα 3.35**

Τα πλεονεκτήματα του υποστρώματος ελαφρόπετρας

- Παρουσιάζει αποδεδειγμένα μειωμένο κίνδυνο προσβολών από εδαφογενή παθογόνα σε σύγκριση με άλλα υποστρώματα
- Η δομή του δεν υποβαθμίζεται στη διάρκεια της καλλιέργειας, οπότε μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί για αρκετές καλλιεργητικές περιόδους
- Είναι απολύτως φυσικό υλικό που δεν υφίσταται καμία βιομηχανική επεξεργασία
- Παρουσιάζει ιδανική ισορροπία αέρα/νερού στη ρίζα των φυτών



- Είναι χημικά αδρανές υλικό με αποτέλεσμα η θρέψη του φυτού να ελέγχεται πλήρως
- Διαβρέχεται πολύ εύκολα όταν πρόκειται να ξαναχρησιμοποιηθεί
- Απορρίπτεται μετά την χρήση του χωρίς να δημιουργεί προβλήματα στο περιβάλλον
- Έχει σταθερή ποιότητα και απόλυτη καθαρότητα εξαιτίας της ομοιογένειας του κοιτάσματος ελαφρόπετρας



**Εικόνα 3.36**

Το υπόστρωμα ελαφρόπετρας διανέμεται σε παλέτες σάκων φύτευσης ή σε μεγασάκους (big bags). Ο σχεδιασμός του σάκου έγινε σύμφωνα με τις προδιαγραφές που υπέδειξε ομάδα επιστημόνων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στα πλαίσια σχετικού ερευνητικού προγράμματος ώστε να καλύπτονται αποτελεσματικά όλες οι ανάγκες των φυτών και να βελτιστοποιείται η παροχή νερού και άερα στις ρίζες τους κατά τη διάρκεια χρήσης του σάκου.

### **3.6.2. Πετροβάμβακας**

Οι νέοι τύποι υποστρωμάτων πετροβάμβακα αποφέρουν επιτυχή αποτελέσματα τόσο για τον παραγωγό κηπευτικών όσο και για τον παραγωγό ανθοκομικών. Τα υποστρώματα νέας γενιάς επιτυγχάνουν εντυπωσιακά αποτελέσματα που στηρίζονται στη βελτιωμένη δομή, τη σωστή διαμόρφωση της ρίζας και την χωρητικότητα κορεσμού που βελτιώνει τον έλεγχο του υποστρώματος.

#### **Σημείο κορεσμού**

Το σημείο κορεσμού του υποστρώματος έχει βελτιωθεί, αυξάνοντας τον έλεγχο του υποστρώματος. Η βελτίωση αυτή σχετίζεται τόσο με το εύρος ελέγχου όσο και με την ταχύτητα με την οποία μπορεί να αυξηθεί η περιεκτικότητα του υποστρώματος σε νερό.

#### **Ομοιομορφία**

Λόγω της βελτιωμένης ομοιομορφίας του υποστρώματος, η περιεκτικότητα του υποστρώματος σε νερό και το επίπεδο της αγωγιμότητας είναι σταθερό μέσα στο υπόστρωμα. Η βελτίωση του σημείου κορεσμού επηρεάζει θετικά αυτή την

ισορροπία μέσα στο υπόστρωμα. Αυτές οι παράμετροι οδηγούν στη βελτίωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος.

#### Διαμόρφωση ριζικού συστήματος

Το ριζικό σύστημα διαμορφώνεται ιδανικά μέσα στο υπόστρωμα, ακόμα και στα ανώτερα μέρη αυτού. Αυτό εξασφαλίζει την αύξηση της ριζικής επιφάνειας βελτιώνοντας την απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων από το υπόστρωμα.

### 3.6.3. Κοκκοφοίνικας

Ένα από τα βασικότερα είδη υποστρωμάτων που χρησιμοποιούνται στην υδροπονική καλλιέργεια τόσο κηπευτικών όσο και ανθοκομικών.

Η διαφορά από ποιότητα σε ποιότητα έχει να κάνει με τα ποσοστά και το μέγεθος της ίνας, το ποσοστό σε chips κ.α. Στην αγορά διατίθεται διαφορετική ποιότητα κοκκοφοίνικας και προτείνουμε την κατάλληλη ποιότητα ανάλογα με το είδος του φυτού που πρόκειται να καλλιεργηθεί.



Εικόνα 3.37



Εικόνα 3.38

### 3.6.4. Περλίτης

Ο διογκωμένος ορυκτός περλίτης ειδικής κοκκομετρίας σαν υλικό είναι χημικά αδρανές και το ΡΗ είναι ουδέτερο ( ΡΗ=7). Χρησιμοποιείται σε σάκους ή σε κανάλια καλλιέργειας.

Στην υδροπονική καλλιέργεια με περλίτη το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται εξ' ολοκλήρου εκτός φυσικού εδάφους με τέτοιο τρόπο, ώστε να έχει στην διάθεση του αρκετό νερό για να μπορεί να επιτελεί τις απαραίτητες λειτουργίες για τη ζωή του φυτού.

Οι ρίζες αναπτύσσονται στον περλίτη και διαβρέχονται με θρεπτικό διάλυμα , όλων των θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για τα φυτά, τα οποία βρίσκονται διαλυμένα στο νερό είτε ως ιόντα ανόργανων αλάτων, είτε ως ευδιάλυτες ανόργανες ή οργανικές χημικές ενώσεις.

Ο περλίτης υποκαθιστά το έδαφος ως προς τις εξής λειτουργίες :

1. Παροχή νερού στα φυτά
2. Παροχή θρεπτικών στοιχείων στα φυτά
3. Παροχή οξυγόνου στην ρίζα
4. Στήριξη φυτών

Επιθυμητά χαρακτηριστικά υποστρώματος Περλίτη

- Ικανοποιητική συγκράτηση υγρασίας
- Επαρκής αερισμός
- Σταθερή δομή Ομοιομορφία
- Απαλλαγμένο από παθογόνα και Ζιζάνια
- Εύκολο στη χρήση
- Χαμηλό κόστος
- Φιλικό στο Περιβάλλον

Βασικά πλεονεκτήματα υδροπονικής καλλιέργειας με Περλίτη

1. Αποφεύγουμε τα ζιζάνια, τις προσβολές από νηματώδεις και ελαχιστοποιούνται προβλήματα από έντομα και μύκητες εδάφους. Συγχρόνως μειώνεται και το κόστος από την χρήση φυτοφαρμάκων για τον έλεγχο των παραπάνω ( απολύμανση εδάφους, ριζοποτίσματα).
2. Η θρέψη των φυτών στην υδροπονία είναι απόλυτα ελεγχόμενη. Τα θρεπτικά διαλύματα είναι ισορροπημένα με αποτέλεσμα τα φυτά να είναι περισσότερο εύρωστα. Η σωστή θρέψη ( ακριβής αναλογία στοιχείων) έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων και αύξηση της απόδοσης παραγόμενου προϊόντος.

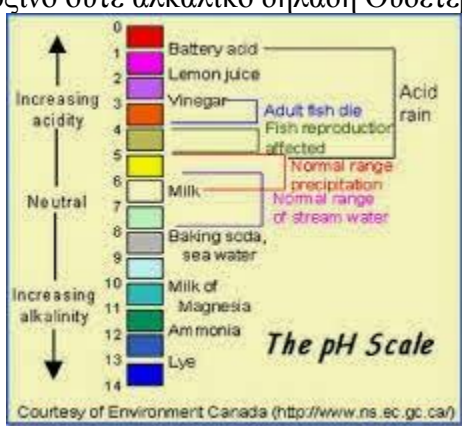
3. Ο έλεγχος της αγωγιμότητας (EC) και του PH μπορεί να γίνει με ακρίβεια, και σε περιπτώσεις αποκλίσεων από το επιθυμητό οι διορθώσεις γίνονται άμεσα. Είναι γνωστά τα προβλήματα που παρουσιάζονται στα φυτά που καλλιεργούνται στο χώμα λόγω της αδυναμίας ελέγχου των δύο αυτών σημαντικών παραμέτρων. Στις περισσότερες των περιπτώσεων το εδαφικό PH είναι πολύ υψηλό με αποτέλεσμα την εμφάνιση τροφopenιών στα φυτά ( τροφopenία σιδήρου κ.α.)
4. Προβλήματα που μπορεί να παρουσιαστούν στα φυτά είτε λόγω έλλειψης κάποιου στοιχείου είτε κάποιας ασθένειας μπορούν να αντιμετωπισθούν άμεσα και αυτό γιατί τα θρεπτικά διαλύματα ή οι χημικές επεμβάσεις που γίνονται είναι άμεσα προσλήψιμες από τα φυτά.
5. Με την καλλιέργεια σε συστήματα υδροπονίας αποφεύγονται χρονοβόρες και κουραστικές εργασίες όπως σκαλίσματα, ξεχορταριάσματα που γίνονται στο χώμα.
6. Το θερμοκήπιο είναι μια επιχείρηση η οποία μπορεί να παράγει όλο το χρόνο. Αυτό όμως δεν μπορεί να γίνει καλλιεργώντας στο χώμα όπου υπάρχει ανάγκη απολύμανσης και ξεκούρασης. Η υδροπονία δίνει λύση σε αυτό μιας και το υπόστρωμα μπορεί να ξαναφυτευτεί αρκετές φορές δίνοντας έτσι τη δυνατότητα συνεχόμενης παραγωγής.
7. Τέλος η χρήση των αυτοματισμών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν (αυτόματο πότισμα-λίπανση κ.α.) εξασφαλίζουν περισσότερο χρόνο στον παραγωγό να ασχοληθεί και με εργασίες εξίσου σημαντικές με την παραγωγή, όπως η εμπορεία, η καλύτερη εποπτεία και παρακολούθηση της φυτείας, η συσκευασία κ.α.
8. Ένας σημαντικός παράγοντας επιτυχίας μιας υδροπονικής καλλιέργειας είναι η θρέψη των φυτών. Πριν την εγκατάσταση του συστήματος με περλίτη θα πρέπει να γίνει ανάλυση του νερού για να διαπιστωθεί κατά πόσο αυτό είναι κατάλληλο για την καλλιέργεια σε υδροπονία. Μετά την εγκατάσταση του συστήματος με περλίτη, με αναλύσεις κατά τη διάρκεια της περιόδου μπορούν να γίνουν διορθώσεις στο διάλυμα θρέψης. Στην υδροπονία απαιτείται ακρίβεια μετρήσεων – αναλύσεων. Στην πρόταση λίπανσης, είναι αναγκαία η συνεργασία με εργαστήρια που έχουν την τεχνολογία, την γνώση αλλά και εμπειρία.



**Εικόνα 3.39**

### 3.7. Ρύθμιση του ΡΗ

Το **pH** μας δηλώνει πόσο όξινο ή αλκαλικό είναι ένα διάλυμα ή μια ουσία. Η κλίμακα του pH είναι από το 0 (το δυνατότερο οξύ) έως 14 (η δυνατότερη βάση) pH 7 σημαίνει διάλυμα ούτε όξινο ούτε αλκαλικό δηλαδή Ουδέτερο.



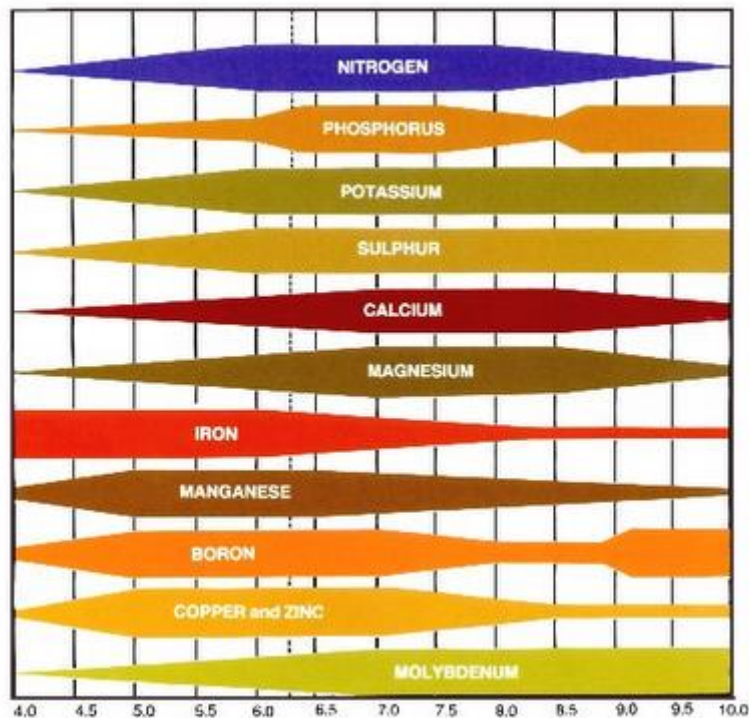
Εικόνα 3.40

Το **pH** είναι ένας εύχρηστος τρόπος έκφρασης της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου σε ένα υδατικό διάλυμα. Πιο συγκεκριμένα, με "pH" συμβολίζεται ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου  $[H^+]$  στο διάλυμα. Δηλαδή:  $pH = -\log[H^+]$ . Επειδή ακριβώς το pH είναι ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου  $[H^+]$  κάθε 1 βαθμός της κλίμακας pH αντιπροσωπεύει 10 φορές πιο όξινο ή αλκαλικό διάλυμα.

Δηλαδή ένα διάλυμα με pH 5 είναι 10 φορές πιο όξινο από ένα διάλυμα με pH 6 και 100 φορές πιο όξινο από ένα διάλυμα με pH 7

Η αλλαγή του pH από 8 σε 7 **δεν πρέπει να γίνει σε μερικά λεπτά** αλλά σε ένα 24ωρο γιατί αλλιώς τα ψάρια θα πρέπει να προσαρμοστούν γρήγορα σε συνθήκες 10 φορές διαφορετικές μέσα σε λίγα λεπτά κι αυτό θα τα αρρωστήσει. Αν οι διαφορές του pH είναι μεγαλύτερες τότε χρειάζεται περισσότερος χρόνος και ο κίνδυνος άμεσης διόρθωσης θανάσιμος!





**Εικόνα 3.41**

Τα ψάρια ανέχονται σχετικά καλά pH 6-9. Όσο πιο όξινο είναι το pH τόσο περισσότερη αμμωνία βρίσκεται στην ιονισμένη μορφή(NH<sub>4</sub>) του αμμωνίου που είναι λιγότερο τοξική, ενώ όσο πιο αλκαλικό είναι το pH τόσο περισσότερη αμμωνία βρίσκεται στην μη ιονισμένη τοξική μορφή(NH<sub>3</sub>). Η διαδικασία της νιτροποίησης γίνεται λιγότερο αποδοτική σε pH κάτω από 6,5. Τα φυτά προτιμούν ελαφρώς όξινο pH 5-6,9.

Έτσι σε ένα υγιές σύστημα ενυδρείου γίνεται ένας συμβιβασμός όλων αυτών και το ιδανικό εύρος pH θεωρείται γύρω στο 6,5-7,5 με **ιδανικότερο το 6,8-7,2**. Σε pH πάνω από 7,5 τα φυτά δεν μπορούν να απορροφήσουν συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά και θα παρουσιάσουν καθυστερημένη ανάπτυξη και θα έχουν εικόνα έλλειψης ιχνοστοιχείων ( στα φύλλα τους).

Με τον χρόνο το pH ενός ενυδρείου συστήματος τείνει να γίνει πιο όξινο και αυτό γιατί συσσωρεύεται CO<sub>2</sub> ( από τα ψάρια και τις ρίζες των φυτών) που με την καρβονική αναγωγή θα μετατραπεί σε ανθρακικό οξύ, ενώ και η διαδικασία της νιτροποίησης παράγει νιτρικό οξύ. Τις περισσότερες φορές το pH θα σταθεροποιηθεί για καιρό γύρω στο 6,5 και μετά όμως ίσως χρειαστεί κάποια ρύθμιση καθώς θα αρχίσει να γίνεται πιο όξινο.

*Μερικοί ασφαλείς τρόποι για να μειωθεί το pH σε ένα σύστημα ενυδρείου*

- Ένα προϊόν αποκαλούμενο “pH Down for Aquariums “
- Λίπασμα θειικού σιδήρου
- Ξίδι (ένα μέτριο οξύ)
- Χυμός λεμονιού

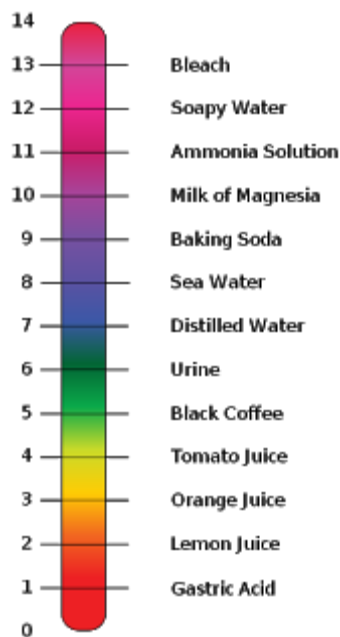


- Υδροχλωρικό οξύ (πολύ ισχυρό οξύ)
- Θεικό οξύ (ισχυρό οξύ)  
(μην χρησιμοποιήσετε κιτρικό οξύ ("ξινό") δεδομένου ότι είναι αντιβακτηριακό!)

*Μερικοί ασφαλείς τρόποι για να αυξηθεί το pH σε ένα σύστημα ενυδρείου*

- Ένα προϊόν αποκαλούμενο "pH Up for Aquariums"
- Διπτανθρακικό νάτριο (μαγειρική σόδα)
- Διπτανθρακικό κάλιο (ισχυρό - επιπλέον όφελος από την προσθήκη καλίου)
- Σβημένος/ενυδατωμένος ασβέστης - υδροξείδιο ασβεστίου (πολύ ισχυρό)
- Ασβέστης δολομίτη - ανθρακικό άλας μαγνήσιου ασβεστίου (μέτριο - αύξηση σκληρότητας)
- Ανθρακικό ασβέστιο (κοχύλια, τσόφλια αυγών, ήπιο ρυθμιστικό υλικό)

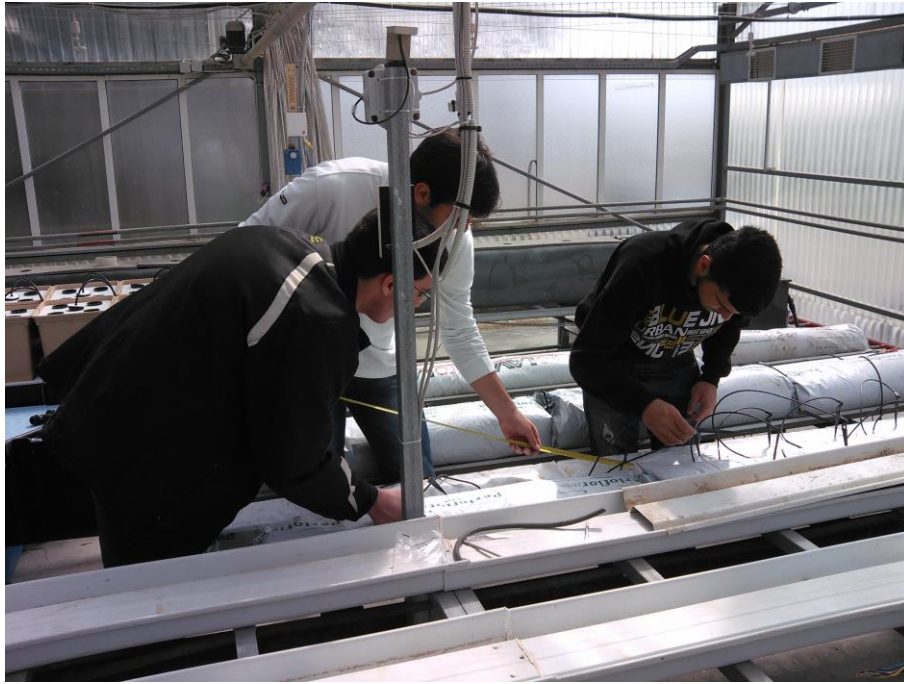
Αν χρειάζεται να αλλάξουμε το pH είτε προσθέτωντας βάση είτε οξύ αυτό όπως ανέφερα και πριν πρέπει να γίνει **σταδιακά**.



**Εικόνα 3.42**

**Αλλαγή του pH μεγαλύτερη από 0,2 την ημέρα μπορεί να προκαλέσει κάποια βλάβη στα ψάρια μας.**

### 3.8 Αρχείο Φωτογραφιών από Ενυδρειοπονία στο Θερμοκήπιο του ΤΕΙ Καλαμάτας.











Λέβητας





**Κεφαλή Ενυδρευσιών**



**Θερμίδες Θέρμανσης**





Ενδείξεις Θερμόμετρου



Μετρητής CO2 και θερμοκρασίας



**Μετρητής Ηλιακής Ακτινοβολίας**



**Θερμοστάτης**

ΕΡΧΙΜΙΔΗΣ Β - ΕΣΤΙΝΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΜΕ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΕ  
 ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: ΔΙΔΑΚΤΩΡ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΚΑΡΑΜΟΥΣΑΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ - ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
 ARCHIMIDES B - SMART GREENHOUSE WITH AUTOMATED USE OF RENEWABLE ENERGY  
 SCIENTIFIC CO-ORDINATOR: DR. ENG. DIMITRIOS KARAMOUSDAS - PROFESSOR

### ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ		ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ		ΕΛΕΓΧΟΣ CO2		ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ		ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ		ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ	
ΜΕΤΡΗΣΗ	ΕΣΤΙΜΩΤΗ	ΜΕΤΡΗΣΗ	ΕΣΤΙΜΩΤΗ	ΜΕΤΡΗΣΗ	ΕΣΤΙΜΩΤΗ	ΜΕΤΡΗΣΗ	ΕΣΤΙΜΩΤΗ	ΜΕΤΡΗΣΗ	ΕΣΤΙΜΩΤΗ	ΜΕΤΡΗΣΗ	ΕΣΤΙΜΩΤΗ
47	25 °C	91	80 %	207	849 ppm	0	650 watt/m <sup>2</sup>	0	0 h		

**ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΛΙΜΑΤΟΣ OFF** | **ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ** | **ΒΙΟΜΑΖΑ** | **BIODIESEL** | **DIESEL - ΑΕΡΙΟ**

**ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ** | **ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ CO2** | **ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ** | **ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ** | **ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ**

**ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ**

ΘΕΡΜΙΑ OFF | ΒΙΟΜΑΖΑΣ OFF | BIODIESEL OFF | ΤΕΤΡΑΩΔΗ ΑΝΟΙΓΜΑ | DIESEL-ΑΕΡΙΟ OFF | ΤΕΤΡΑΩΔΗ ΚΛΕΙΣΙΜΟ | ΚΥΚΛΑΡΗΤΗΣ ΝΕΡΟΥ OFF | ΚΥΚΛΑΡΗΤΗΣ ΑΕΡΟΣ OFF

**ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ**

ΥΔΡΟΝΕΦΩΣΗ | ΒΑΛΒΙΔΑ CO2 | ΑΠΛΩΜΑ ΚΟΥΡΤΙΝΑΣ | ΜΑΖΕΜΑ ΚΟΥΡΤΙΝΑΣ | ΦΩΤΙΣΜΟΣ OFF | ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ | ΑΝΟΙΓΜΑ ΠΑΡΑΦΥΡΑ ΟΡΟΣΗΣ | ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΠΑΡΑΦΥΡΑ ΟΡΟΣΗΣ | ΑΝΟΙΓΜΑ ΠΛΕΥΡΑΙΑ ΠΑΡΑΦΥΡΑ | ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΠΛΕΥΡΑΙΑ ΠΑΡΑΦΥΡΑ | ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ

ΑΝΑΔΥΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ | ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΕΦΑΛΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ | ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΝΥΔΡΕΙΟΠΟΝΙΑΣ

MAIN | GRAPHS | ALARM HISTORY | CONTROLS | SETTINGS

ΕΡΧΙΜΙΔΗΣ Β - ΕΣΤΙΝΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΜΕ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΕ  
 ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: ΔΙΔΑΚΤΩΡ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΚΑΡΑΜΟΥΣΑΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ - ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
 ARCHIMIDES B - SMART GREENHOUSE WITH AUTOMATED USE OF RENEWABLE ENERGY  
 SCIENTIFIC CO-ORDINATOR: DR. ENG. DIMITRIOS KARAMOUSDAS - PROFESSOR

### ΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΤΙΜΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΟΡΙΩΝ ΕΠΙΤΗΡΗΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)	CO2 (ppm)	ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ (watt/m <sup>2</sup> )	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ (ΑΥΞΗΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ - ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ)
25	849	650	80	ΒΑΛΒΙΔΑ FOG - MED 5 sec
SETPOINT HI ALARM	SETPOINT HI ALARM	SETPOINT HI ALARM	SETPOINT HI ALARM	ΒΑΛΒΙΔΑ FOG - MED 10 min
SETPOINT LO ALARM	SETPOINT LO ALARM	SETPOINT LO ALARM	SETPOINT LO ALARM	ΒΑΛΒΙΔΑ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΧΡΟΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 10 sec
SETPOINT L.O. ALARM	SETPOINT L.O. ALARM			ΒΑΛΒΙΔΑ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΧΡΟΝΟΣ ΗΡΕΜΙΑΣ 60 sec

**ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ** ΧΡΟΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 0 h

**ΑΝΕΜΟΣ** ΤΑΧΥΤΗΤΑ - ALARM 30 m/sec

**ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ 5 ΑΠΕ**

▶ ΠΑΡΟΧΗ ΗΛΕΚ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ Φ/Β-Α/Γ ΓΙΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

ΠΑΡΟΧΗ ΠΡΟΣ ΔΕΗ 180 Watt | ΠΑΡΟΧΗ ΑΠΟ ΔΕΗ 550 Watt | ΣΥΝΟΛΟ 0 Watt

Φ/Β 0 Watt | Α/Γ 0 Watt

▶ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΠΑΡΟΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

▶ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΥΣΤΗΡΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ 0 min

▶ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΥΣΤΗΡΑ BIODIESEL 0 min

▶ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ DIESEL - ΚΑΥΣΙΜΟ ΑΕΡΙΟ 0 min

MAIN | GRAPHS | ALARM HISTORY | CONTROLS | SETTINGS

Πρόγραμμα για την Ενυδρειοπονία

## **Βιβλιογραφία**

1. <http://www.gaiapedia.gr>
- 2.Βιβλίο ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ του Γ.Ν. Μαυρογιαννόπουλος Εκδόσεις Σταμούλη ΑΕ
3. <http://www.allagro.gr>
- 4.<http://www.fotavgeia.gr>
5. Ήπιες και ανανεωσιμες πηγές Ενέργειας Συγχρονες Τεχνολογίες Λιώκη-Λειβαδά Ηρώ, Ασημακοπούλου Μαργαρίτα Συμμετρία.
6. [http:// www.backyardaquaponics.com](http://www.backyardaquaponics.com)