



ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

***«ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ
ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΕΜΟ»***



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΔΡΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΑΣΗΜΙΝΑ, ΑΜ: 2004019

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΛΙΝΑΡΔΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2011

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σωστή μελέτη και κατασκευή ενός Θερμοκηπίου αποτελούσε από ανέκαθεν ένα πολύ μεγάλο κεφάλαιο για τον αγροτικό τομέα καθώς εξασφαλίζει τη σωστή και ασφαλή παραγωγή των απαραίτητων αγροτικών ειδών, όλες τις εποχές του χρόνου.

Οι νέες τεχνικές κατασκευής που βρίσκουν εφαρμογή στις μέρες μας σαφώς και έχουν βελτιώσει αισθητά τη ποιότητα και την ανθεκτικότητα των θερμοκηπίων σε βαθμό που να τις καθιστά πλέον στατικά άρτιες κατασκευές.

Με βάση αυτό λοιπόν αυτό το στοιχείο, στη παρούσα Πτυχιακή Εργασία γίνεται προσπάθεια να αναπτυχθούν όλες οι νέες τεχνικές που μπορούν να βρουν εφαρμογή στη κατασκευή ενός θερμοκηπίου με στόχο την βελτίωση της στατικής αντοχής του σε ακραία καιρικά φαινόμενα όπως είναι ο δυνατός άνεμος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας η πρακτική και ψυχολογική βοήθεια που έλαβα ήταν καταλυτική για την ολοκλήρωσή της. Θα ήθελα λοιπόν να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή **κ. Λιναρδόπουλο Χρήστο**, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του όπως και για την υπομονή που επέδειξε όλους αυτούς τους μήνες.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους του προσωπικού μου περιβάλλοντος, για την αμέριστη συμπαράστασή τους, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των τελευταίων μηνών της προσπάθειάς μου. Η ψυχολογική βοήθεια που μου προσέφεραν ήταν πολύτιμη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	8
1.1 ΓΕΝΙΚΑ	8
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	13
1.3 ΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	17
1.4 Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΣΗΜΕΡΑ	20
1.5 ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	22
1.5.1 ΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	24
1.6 ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΤΗΣ ΝΟΤΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΥΡΩΠΗΣ	26
2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ-ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	30
2.1 ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ	30
2.1.1 ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ	30
2.1.2 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ	35
2.1.3 ΦΟΡΤΙΑ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ	37
2.1.4 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ	38
2.1.5 ΥΛΙΚΑ ΚΑΛΥΨΗΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ	40
2.1.6 ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ-ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	41
2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	42
2.2.1 ΥΛΙΚΑ ΣΚΕΛΕΤΟΥ	42
2.2.1.1 ΞΥΛΟ	42
2.2.1.2 ΜΕΤΑΛΛΟ	46
2.2.1.3 ΧΑΛΥΒΑΣ	50
2.2.1.4 ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	52
2.2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΛΥΨΗΣ	53
2.2.2.1 ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ	54
2.2.2.2 ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	55
3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	57

3.1 ΓΕΝΙΚΑ	57
3.2 ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ	60
3.3 ΑΝΕΜΟΣ	64
3.4 ΣΚΕΛΕΤΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	77
<u>4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΕΜΟ</u>	<u>81</u>
4.1 ΜΕΛΕΤΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΑΝΕΜΟΥ ΣΤΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	81
4.1.1 ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΥ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ	81
4.1.2 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΚΩΔΙΚΕΣ	83
4.1.3 Η ΜΕΘΟΔΟΣ CFD	85
4.1.4 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	85
4.1.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	89
4.2 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΑΝΕΜΟΥ	89
4.3 ΒΑΣΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ	97
<u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</u>	<u>99</u>
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ</u>	<u>102</u>

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

Με το θερμοκήπιο περιορίζουμε το μέγεθος του ελευθέρου φυσικού χώρου, για να καταστεί δυνατό να ρυθμίσουμε, με οικονομικά αποδεκτό τρόπο, τους παράγοντες του περιβάλλοντος που επιδρούν στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών.

Η παραγωγή επομένως στο θερμοκήπιο εξαρτάται από ρυθμιζόμενης εξέλιξης παράγοντες και για αυτό η γεωργική παραγωγή που γίνεται στο θερμοκήπιο έχει σχεδόν όλα τα γνωστά χαρακτηριστικά της βιομηχανικής παραγωγής. Η ανάπτυξη των φυτών δεν εξαρτάται πλέον από τυχαίους παράγοντες, αλλά από τους χειρισμούς του ανθρώπινου παράγοντα.

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

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

Η αντιμετώπιση των δυσμενών καιρικών φαινομένων έχει να κάνει με το παράγοντα, σωστή κατασκευή του θερμοκηπίου, το οποίο αποτελεί ένα μεγάλο κεφάλαιο και θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη μελέτη του από την εταιρεία ή τον ιδιώτη που έχει αναλάβει να κατασκευάσει το θερμοκήπιο.

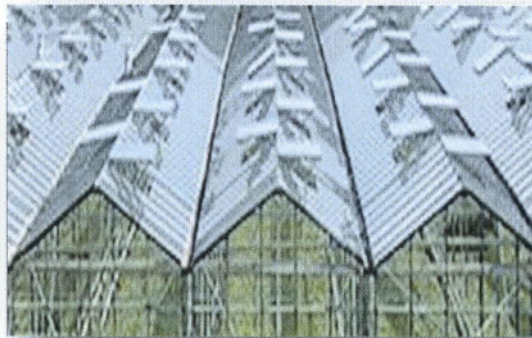
Η παρούσα εργασία με βásiμα και επιστημονικά τεκμηριωμένα στοιχεία επικεντρώνεται στο τρόπο της σωστής αντιμετώπισης του φυσικού φαινομένου που λέγεται άνεμος και στα σωστά μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για τη προστασία του κελύφους του θερμοκηπίου έναντι αυτού.

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το **θερμοκήπιο** είναι ένας στεγασμένος και περιφραγμένος χώρος, που σκοπό του έχει να προφυλάξει τα φυτά από το κρύο του χειμώνα.



Τα θερμοκήπια μπορεί να είναι κατασκευασμένα πάνω σε μόνιμους σιδερένιους σκελετούς από γυαλί ή μπορεί να είναι από πλαστικό, που στηρίζεται πάνω σε ξύλινο σκελετό. Η κατασκευή των θερμοκηπίων εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες, που επικρατούν τους χειμωνιάτικους μήνες σε μια περιοχή και από το είδος των φυτών που πρόκειται να καλλιεργηθούν.

Τα θερμοκήπια των βόρειων χωρών έχουν βαριές κατασκευές και, πολλές φορές αποτελούνται από διπλά τζάμια και διπλή οροφή. Τα θερμοκήπια αυτά θερμαίνονται. Αντίθετα, στις νότιες περιοχές της Ελλάδος, όπως π.χ. στη νότια Μεσσηνία και στην

Κρήτη, οι κατασκευές είναι πολύ ελαφριές, αποτελούνται από πλαστικό απλωμένο πάνω σε ξύλινο σκελετό, χωρίς να θερμαίνεται.

Στα θερμοκήπια καλλιεργούνται φυτά κατά τη διάρκεια του χειμώνα, που δεν είναι δυνατό να ευδοκιμήσουν έξω στον ανοιχτό χώρο. Τα τελευταία χρόνια η τεχνική της καλλιέργειας μέσα στα θερμοκήπια έχει αναπτυχθεί σε σημαντικό βαθμό. Έτσι, όλο το χρόνο στην πατρίδα μας παράγονται προϊόντα τέτοια όπως π.χ. ντομάτες, μελιτζάνες, κολοκύθια κλπ. , που καλύπτουν τις ανάγκες της ελληνικής αγοράς, ενώ ένα μεγάλο μέρος προορίζεται για εξαγωγή. Ακόμη στα θερμοκήπια καλλιεργούνται και λουλούδια τέτοια που ευδοκιμούν μόνο το καλοκαίρι ή λουλούδια των τροπικών χωρών που σε διαφορετικές περιπτώσεις θα ήταν αδύνατη η καλλιέργειά τους. Τέτοια λουλούδια είναι π.χ. οι ορχιδέες που απαιτούν θερμοκρασία πάνω από 28° C και μεγάλη υγρασία, πράγμα που δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί έξω από τα θερμοκήπια.

Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται ένας άλλος τύπος θερμοκηπίων, τα λεγόμενα χημικά θερμοκήπια. Αυτά δεν είναι τίποτε περισσότερο από χημική ουσία που μοιάζει με αφρό, με την οποία ραντίζουν τα φυτά σε πολύ μεγάλες εκτάσεις. Η χημική ουσία καλύπτει τελείως τα φυτά και τα προστατεύει από το κρύο. Λειτουργεί δηλαδή με τον ίδιο τρόπο που λειτουργούν και τα θερμοκήπια από πλαστικό. Ο τρόπος αυτός ακόμη βρίσκεται στο στάδιο των ερευνών και του πειραματισμού και, σύμφωνα με τις απόψεις των ερευνητών θα λύσει το πρόβλημα της μαζικής καλλιέργειας των εκτός εποχής φυτών.

Η ιστορία των θερμοκηπίων δεν είναι υπόθεση των τελευταίων χρόνων. Ένα από τα πρώτα θερμοκήπια που φτιάχτηκαν στην Ευρώπη ήταν στη Βοημία περίπου το 1680. Στο θερμοκήπιο αυτό καλλιεργήθηκαν οι πρώτες ορχιδέες στην Ευρώπη. Αργότερα, περί το 1750, ο πρίγκιπας του Λιχτενστάιν έφτιαξε το πρώτο μεγάλο και θερμαινόμενο θερμοκήπιο στην Ευρώπη στην πόλη Λέντιτσε (*Lednice*) στη νότια Τσεχία.



Αν θέλαμε με μία λέξη να χαρακτηρίσουμε τη σύγχρονη γεωργία, αυτή δεν θα μπορούσε να ήταν άλλη από την «εντατικοποίηση». Βασικός της στόχος είναι η αύξηση της παραγωγής, βάζοντας σε δεύτερη μοίρα τόσο την ποιότητα όσο και το περιβάλλον. «Συνώνυμο» αυτής ακριβώς της μορφής γεωργίας θεωρείται από πολλούς το θερμοκήπιο. Βέβαια αυτό δεν είναι πάντοτε αλήθεια.

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. Για να είναι συμβατές είναι οι έννοιες «θερμοκήπιο» και «βιολογική γεωργία» θα πρέπει να γνωρίζουμε τις διαφορές του συμβατικού από ένα βιολογικό θερμοκήπιο, οι οποίες είναι οι εξής¹:

1. Η καλλιέργεια γίνεται στο έδαφος και όχι σε συνθετικά υποστρώματα, όπως γίνεται σε αρκετά συμβατικά θερμοκήπια.

¹ Αναρτήθηκε στο <http://el.wikipedia.org/wiki/>

2. Η φυτοπροστασία για την αντιμετώπιση των «εχθρών» αλλά και των ασθενειών βασίζεται σε προϊόντα φιλικά προς το περιβάλλον. Η εξαπόλυση ωφέλιμων εντόμων για την αντιμετώπιση κάποιων άλλων είναι αρκετά διαδεδομένη. Επίσης, η χρήση μηχανικών τρόπων αντιμετώπισης των εντόμων (παγίδες, πλαστικές σήτες στα παράθυρα, λάμπες προσέλκυσής τους κ.λπ.) χρησιμοποιείται ευρέως. Σε ένα βιολογικά καλλιεργούμενο θερμοκήπιο υπάρχει ζωή. Δεν θα αντικρίσουμε σε αυτό το νεκρό τοπίο του συμβατικού.

3. Η χρήση ορμονών απαγορεύεται. Αντί αυτών χρησιμοποιούνται έντομα και φυτικά εκχυλίσματα.

4. Τα άγρια χόρτα -«ζιζάνια»- ελέγχονται με μηχανικούς τρόπους και όχι με τη χρήση ζιζανιοκτόνων.

5. Η απολύμανση του εδάφους γίνεται με τη βοήθεια του ήλιου ή άλλων φυσικών ουσιών και όχι με τα συνθετικά απολυμαντικά που χρησιμοποιούνται στη συμβατική γεωργία.

6. Η λίπανση γίνεται με οργανικά λιπάσματα τα οποία στοχεύουν στην αύξηση της γονιμότητας. Το έδαφος δεν αντιμετωπίζεται σαν ένα υπόστρωμα στήριξης των φυτών που κάθε 4 - 5 χρόνια αντικαθίσταται, αλλά σαν κάτι ζωντανό. Στο έδαφος των βιολογικών θερμοκηπίων βρίσκουμε γαιοσκώληκες, αλλά και άλλες μορφές ζωής.

7. Μη έχοντας την «πολυτέλεια» των απολυμαντικών εδάφους στα βιολογικά θερμοκήπια, δεν υπάρχει μονοκαλλιέργεια. Η εναλλαγή των καλλιεργειών είναι το μοναδικό όπλο στην αντιμετώπιση αρκετών ασθενειών αλλά και «εχθρών».

8. Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση είναι περιορισμένη, ενώ για φωτισμό είναι ανύπαρκτη. Το θερμοκήπιο θερμαίνεται μόνο σε έκτακτες περιπτώσεις και μόνον όταν οι κλιματολογικές συνθήκες το επιβάλλουν. Υπάρχουν αρκετά θερμοκήπια που δεν έχουν καν εγκαταστάσεις για θέρμανση, αντίθετα με τα περισσότερα συμβατικά

θερμοκήπια της Βόρειας Ευρώπης, όπου χρησιμοποιείται ενέργεια ακόμα και για το φωτισμό τους.

9. Οι παραγόμενες ποσότητες πλησιάζουν περισσότερο στις αποδόσεις μιας υπαίθριας καλλιέργειας παρά στους δεκάδες τόνους που παράγει ένα συμβατικό θερμοκήπιο. Αυτό βέβαια έχει και την αρνητική του επίπτωση στο κόστος παραγωγής.

10. Η βιολογική καλλιέργεια σε θερμοκηπιακό περιβάλλον στοχεύει κυρίως στην πρωιμότητα ή στην οψιμότητα και όχι στην παραγωγή προϊόντων εκτός εποχής, όπως συμβαίνει στη συμβατική γεωργία. Βέβαια, το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο δεν απαγορεύει την καλλιέργεια εκτός εποχής, πράγμα που δυστυχώς κάνουν κάποιοι βιοκαλλιεργητές λόγω της υψηλής τιμής που πετυχαίνουν.

11. Τέλος, αλλά ίσως και το πιο σημαντικό, το βιολογικό προϊόν είναι το μοναδικό που ελέγχεται -και όχι δειγματοληπτικά- σε όλες τις φάσεις παραγωγής και εμπορίας του. Όλη η παραγωγική διαδικασία περιγράφεται στην κοινοτική νομοθεσία, έτσι ώστε ο καταναλωτής να μπορεί να γνωρίζει αυτό που αγοράζει.

Έτσι ένα βιολογικό θερμοκήπιο μπορούμε να πούμε ότι 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 αγροχημικά 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- το πλαστικό φιλμ που καλύπτει το θερμοκήπιο χρειάζεται αντικατάσταση.

Δυστυχώς, στην Ελλάδα δεν υπάρχουν οι δομές για την ανακύκλωση αυτού του υλικού, το οποίο τελικά καταλήγει -στην καλύτερη περίπτωση- στις χωματερές. Τα θερμοκήπια που χρησιμοποιούν γυαλί για την κάλυψή τους -λόγω του κόστους κατασκευής- είναι ελάχιστα.

Όσον αφορά τη θρεπτική του αξία, το θερμοκηπιακό προϊόν βιολογικής γεωργίας, εφ' όσον καλλιεργηθεί με τις παραπάνω προϋποθέσεις και δεν είναι εκτός εποχής, είναι σχεδόν εφάμιλλο με το υπαίθριο.

Δεν θα πρέπει, λοιπόν, ο βιοκαταναλωτής να το αντιμετωπίζει αρνητικά. Από την άλλη πλευρά, θα πρέπει ίσως να σκεφτούμε να αλλάξουμε τις διατροφικές μας συνήθειες. Εφ' όσον ζητάμε για παράδειγμα βιολογική ντομάτα το χειμώνα, θα υπάρχουν πάντα βιοκαλλιεργητές που θα μουν στον πειρασμό -λόγω τιμής- να την παραγάγουν.



1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Από τους Έλληνες συγγραφείς του 5ου π.χ. αιώνα και ιδιαίτερα από τον Πλάτωνα, γνωρίζουμε ότι σε ειδικές λατρευτικές περιπτώσεις που αναφέρονται ως "Κήποι του Άδωνη", αναπτύσσονταν φυτά με ταχύτατο ρυθμό, σε ειδικούς χώρους.

Οι σπόροι και τα μοσχεύματα που φυτεύονταν σ' αυτούς τους χώρους, σε μια εβδομάδα είχαν τέτοια ανάπτυξη όση χρειαζόταν μήνες στους ανοιχτούς αγρούς. Ο Θεόφραστος (372-287 π.Χ.) αναφέρει ότι για την καλλιέργεια φυτών εκτός εποχής χρησιμοποιούνταν δοχεία που βρίσκονταν σε καρότσι και μεταφέρονταν τη νύχτα στο περιστύλιο για προστασία από το κρύο. Τα δοχεία αυτά στη βάση τους περιείχαν μισοχωνεμένη κοπριά, η οποία ζυμούμενη αύξανε τη θερμοκρασία της ρίζας αλλά και των πλησίον του υποστρώματος φύλλων².

Τον 10 αιώνα, είναι γνωστό (Columella 63 μ.Χ.) ότι οι Ρωμαίοι καλλιεργούσαν φρούτα και κηπευτικά σε θερμοσπορεία. Ο κηπουρός του Τιβέριου Καίσαρα για να προσφέρει καθημερινά σαλάτα με αγγούρι στον Καίσαρα, χρησιμοποιούσε μεγάλα δοχεία, που σκεπάζονταν με διαφανείς επιφάνειες του ορυκτού μίκα. Η κάλυψη αυτή διατηρούσε τη ζέστη που προήρχετο από τη ζύμωση της κοπριάς κοντά στη κόμη και ταυτόχρονα επέτρεπε την είσοδο του φωτός στο χώρο του φυτού.

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

Στην Πομπηία βρέθηκαν μεγάλες κατασκευές, που φαίνεται πως καλύπτονταν με ένα είδος πρωτόγονου γυαλιού. Τα δοχεία των φυτών τοποθετούνταν σε τραπέζια με διάτρητη επιφάνεια, κάτω από τα οποία υπήρχε η δυνατότητα να τοποθετηθούν αναμμένα κάρβουνα. έτσι ώστε ο θερμός αέρας που ανέρχονταν να θερμαίνει τα δοχεία με τα φυτά².

Τα θερμοκήπια ξαναφάνηκαν πάλι τον 17ο αιώνα μ.Χ. Σε όλη τη διάρκεια του Μεσαίωνα το θερμοκήπιο φαίνεται ότι ήταν άγνωστο. Τον 16ο μ.Χ. αιώνα οι έμποροι και οι εξερευνητές αρχίζουν να μεταφέρουν εξωτικά φυτά, που δεν μπορούσαν εύκολα να επιζήσουν στο κλίμα της Β. Ευρώπης. Για την παρατήρηση

² Μαυρογιαννόπουλος, 2001

αυτών των εξωτικών φυτών με τα θαυμάσια αρώματα και τους χυμώδεις καρπούς, δημιουργήθηκαν ειδικοί Βοτανικοί Κήποι, στην αρχή στην Ιταλία και μετά στην Ολλανδία και Αγγλία.

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

Τον 17ο αιώνα, τα εξωτικά φυτά, εκτός από το βοτανικό και φαρμακευτικό ενδιαφέρον που παρουσίαζαν, άρχισαν να χρησιμοποιούνται από την αριστοκρατία της Βόρειας Ευρώπης και ως φυτά διακόσμησης, καθώς και παραγωγής. Από τα καρποφόρα πολύ δημοφιλή ήταν τα εσπεριδοειδή, των οποίων η καλλιέργεια ήταν σχετικά εύκολη, μια και δεν απαιτείτο θέρμανση, παρά μόνο προστασία από τον παγετό.

Η προστασία γινόταν σε μεγάλα δωμάτια, που είχαν σόμπα θέρμανσης που άναβε τις ημέρες παγετού. Τα εσπεριδοειδή, φυτεμένα σε μεγάλα δοχεία, μεταφέρονταν και παρέμεναν για 6 μήνες το χειμώνα σ' αυτά τα δωμάτια, ενώ τους υπόλοιπους μήνες ήταν στο ύπαιθρο.

Τον 18ο αιώνα, είχε πλήρως αναγνωρισθεί η αξία του καλού φωτισμού στην υγιή ανάπτυξη των φυτών, η κατασκευή θερμοκηπίων με ξύλινο σκελετό και υαλοπίνακες και άρχισε ο υπολογισμός της γωνίας κλίσης των υαλοπινάκων. Ο Boerhaave (1710) προτείνει οι υαλοπίνακες να έχουν κάθετη κατεύθυνση στις ακτίνες του ήλιου το μεσημέρι κατά τη χειμερινή περίοδο, ώστε να εισέρχεται η μεγαλύτερη ποσότητα φωτισμού στο χώρο όπου βρίσκονται τα φυτά.

Οι Ολλανδοί ήταν μεταξύ των πρώτων που χρησιμοποίησαν στέγη με κεκλιμένες επιφάνειες από γυαλί. Εισήγαγαν επίσης τη χρησιμοποίηση της θερμοκουρτίνας κατά τη διάρκεια της νύχτας και σε πρώτο στάδιο την κατασκευή του διπλού τοιχώματος, χρησιμοποιώντας το λαδόχαρτο σαν δεύτερο κάλυμμα (Clegg P. and Watkins O., 1980).

Οι συνήθειες καλλιέργειας ήταν τα πρώιμα σταφύλια και τα εσπεριδοειδή. Δυο από

τους πιο φημισμένους και τεχνικά προηγμένους Βοτανικούς Κήπους στον κόσμο ήταν αυτοί του Πανεπιστημίου του Leyden στην Ολλανδία και του Gilfford στην Αγγλία, όπου δούλεψε ο μεγάλος φυσιολόγος Λινταίος.

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

Με το τέλος του 18ου μ.Χ. αιώνα, η τέχνη της ανάπτυξης των φυτών έγινε μια Επιστήμη.

Τον 19ο μ.Χ. αιώνα, το θερμοκήπιο εξελίχθηκε αρκετά, ενώ μερικοί νεωτερισμοί της εποχής εκείνης χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα. Ο πρώτος αυτόματος μηχανικός θερμοστάτης χρησιμοποιήθηκε το 1816 για τον εξαερισμό του θερμοκηπίου. Ο ενδιαφέρων νεωτερισμός κατασκευής πολλαπλών θερμοκηπίων με κορυφές και υδρορροές, αναπτύχθηκε αυτόν τον αιώνα.

Το παραδοσιακό θερμοκήπιο κατασκευάζεται από ξύλο και γυαλί, αλλά τότε προτείνεται για πρώτη φορά (London J.C 1838) ο σίδηρος και το γυαλί για την κατασκευή θερμοκηπίου. Τον 20ό αιώνα υπάρχει συνεχής εξέλιξη του θερμοκηπίου, από πλευράς υλικών κατασκευής. Κατασκευάζονται σκελετοί θερμοκηπίων από ξύλο, γαλβανισμένο σίδηρο και αλουμίνιο.

Η επαναστατική αλλαγή όμως έγινε στα υλικά κάλυψης, όπου, εκτός από το γυαλί, χρησιμοποιούνται τα εύκαμπτα φύλλα πλαστικού και τα σκληρά φύλλα πλαστικού. Η χρησιμοποίηση αυτών των υλικών έδωσε τη δυνατότητα κατασκευής φθηνών θερμοκηπίων γεγονός που επέτρεψε τη γρήγορη εξάπλωσή τους. Επίσης, η αύξηση των γνώσεων σχετικά με την επίδραση των διαφόρων συνδυασμών των παραγόντων του περιβάλλοντος στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών, καθώς και η εξέλιξη της ηλεκτρονικής, επέτρεψαν την ανάπτυξη πολλών αυτοματισμών που ρυθμίζουν το επιθυμητό περιβάλλον στο χώρο του θερμοκηπίου με μμεγάλη ακρίβεια και έξυπνο τρόπο.

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

1.3 ΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η κύρια διαφορά μεταξύ φυσικών οικοσυστημάτων και γεωργίας είναι ότι στη γεωργία υπάρχει διαχείριση, έστω και σε μικρό βαθμό³.

Σε μερικά δε γεωργικά συστήματα, όπως τα θερμοκήπια, η διαχείριση τους (καλλιέργεια) είναι πιο εντατική από άλλα. Η εντατική διαχείριση όταν γίνεται αλόγιστα μπορεί να επιβαρύνει σημαντικά το φυσικό περιβάλλον. Η εκλογικευμένη όμως διαχείριση και ο σεβασμό στην αειφόρο αξιοποίηση των φυσικών πόρων ελαχιστοποιεί την επιβάρυνση.

Οι σημαντικότερες επιπτώσεις της χρήσης του θερμοκηπίου στο φυσικό περιβάλλον, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι είναι³:

- **Αισθητική τοποθέτηση του θερμοκηπίου στο φυσικό τοπίο.**

Γενικά το θερμοκήπιο λόγω του χαμηλού του σχετικά ύψους (δεν υπερβαίνει τα 5m), αλλά και λόγω του αμφικλινούς ή κυρτού της οροφής δεν δημιουργεί μεγάλες αντιθέσεις. Η κατασκευή του όμως από υλικά διαφορετικά από αυτά που συναντώνται στο φυσικό περιβάλλον, καθιστούν έντονη την παρουσία του στο χώρο. Η φύση του θερμοκηπίου και ιδιαίτερα οι μμεγάλες ανάγκες σε φυσικό φωτισμό,

³ Μαυρογιαννόπουλος, 2001

παρέχει μικρά περιθώρια προσαρμογών των υλικών κάλυψης του θερμοκηπίου στο φυσικό τοπίο.

- **Διάθεση των χρησιμοποιούμενων υλικών κάλυψης του θερμοκηπίου.**

Στην περίπτωση των θερμοκηπίων που καλύπτονται με πλαστικό φύλλο, επειδή το κάλυμμα αντικαθίσταται κάθε 2-3 έτη, δημιουργείται κάποιο πρόβλημα στη διάθεση των μεταχειρισμένων πλαστικών φύλλων, που συχνά αφήνονται στον ελεύθερο φυσικό χώρο, με αποτέλεσμα την αισθητική υποβάθμιση του. Η αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού γίνεται με την ανακύκλωση του πλαστικού υλικού

- **Αύξηση του ποσοστού της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα**

Το θερμαινόμενο με συμβατικά καύσιμα θερμοκήπιο συμμετέχει και αυτό στην αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ της ατμόσφαιρας και επομένως στην αύξηση της θεοκρασίας της, με όλα τα δυσμενή αποτελέσματα που συνεπάγεται αυτό για τις κλιματολογικές καταστάσεις της γης. Η εξοικονόμηση ενέργειας και η αντικατάσταση των συμβατικών συστημάτων θέρμανσης του θερμοκηπίου με συστήματα ήπιων μορφών ενέργειας, εκτός από το οικονομικό όφελος, έχει και σημαντική συνεισφορά στην διατήρηση του κλίματος της γης.

- **Υπερβολική χρήση λιπασμάτων**

Η υπερβολική χρήση χημικών λιπασμάτων, ιδιαίτερα αζωτούχων, στις καλλιέργειες του θερμοκηπίου, συχνά προκαλεί μμόλυνση του υπεδάφους και μερικές φορές των υπογείων υδάτων με νιτρικά ιόντα. Η ένταση του προβλήματος αυτού εξαρτάται από την ένταση της παραγωγής στο θερμοκήπιο, την εφαρμοζόμενη τεχνική και την ποιότητα του εδάφους. Δεν φαίνεται όμως να είναι πολύ μεγαλύτερο το πρόβλημα αυτό στο θερμοκήπιο απ' ό τι στην αρδευόμενη ανοιχτή γεωργία. Η έκταση και η ένταση του προβλήματος αυτού στον ελληνικό χώρο δεν έχει μελετηθεί. Στην Ολλανδία γίνεται προσπάθεια να λυθεί το πρόβλημα αυτό με τη χρησιμοποίηση της υδροπονικής μεθόδου καλλιέργειας φυτών με επαναχρησιμοποιούμενο διάλυμα.

- **Υπερβολική χρήση φυτοφαρμάκων**

Η χρήση υπερβολικών ποσοτήτων χημικών ουσιών για φυτοπροστασία στο χώρο του θερμοκηπίου όπως και στον ανοιχτό αγρό, μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου και των ζώων, λόγω της εισόδου των χημικών αυτών ουσιών στην τροφική αλυσίδα. Περιορισμός του προβλήματος αυτού θα επέλθει με την εφαρμογή των κανόνων χρήσης των φυτοφαρμάκων και τήρησης των αναγκαίων χρονικών διαστημάτων από την εφαρμογή του φυτοφαρμάκου μέχρι τη συγκομιδή του προϊόντος. Η λύση όμως βρίσκεται στη χρήση ολοκληρωμένων μεθόδων καταπολέμησης (βιολογική κλπ.), η εφαρμογή των οποίων συνεχώς επεκτείνεται στα θερμοκήπια σήμερα.

Στην κοινή γνώμη έχει επικρατήσει η εντύπωση ότι τα βρώσιμα προϊόντα θερμοκηπίου δεν είναι τόσο νόστιμα όσο αυτά που καλλιεργούνται υπαίθρια, γιατί είναι περισσότερο επιβαρημένα με τους συντελεστές της παραγωγής. Αυτό δεν είναι αληθές, ως γενικός κανόνας, γιατί η εντατική παραγωγή δεν είναι προνόμιο μόνο του θερμοκηπίου γίνεται και στις υπαίθριες αρδευόμενες καλλιέργειες. Στα σύγχρονα δε θερμοκήπια με ρυθμιζόμενο περιβάλλον παραγωγής, ίσως χρησιμοποιούνται λιγότερα λιπάσματα, φυτοφάρμακα κλπ., ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος, από ότι στις υπαίθριες καλλιέργειες.

Η διαφορά στη γεύση οφείλεται κυρίως στη διαφορετική εποχή της παραγωγής ή στις διαφορετικές ποικιλίες που χρησιμοποιούνται. Η παραγόμενη ντομάτα του χειμώνα. (Π.χ. δεν είναι δυνατόν να έχει την ίδια γεύση με αυτή του καλοκαιριού γιατί απλούστατα η ηλιακή ακτινοβολία, την εποχή αυτή είναι πολύ μικρότερη και επομένως τα σάκχαρα (και τα παραγόμενα από αυτά άλλα στοιχεία) που παράγονται με τη φωτοσύνθεση του φυτού, είναι σε πολύ μικρότερες ποσότητες την εποχή αυτή). Συγκρίνοντας υπαίθρια και θερμοκηπιακά προϊόντα που παράγονται την ίδια εποχή δεν παρατηρείται αισθητή διαφορά από το καταναλωτή.

1.4 Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΣΗΜΕΡΑ

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

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

Λεπτομερέστερα η έρευνα που γίνεται διεθνώς σχετικά με το θερμοκήπιο αφορά κυρίως⁴:

1. Το περιβάλλον στο χώρο του θερμοκηπίου

1. Την εύρεση της βέλτιστης τιμής των παραγόντων του περιβάλλοντος της κόμης (φως, θερμοκρασία, σχετική υγρασία, διοξείδιο του άνθρακος), καθώς και των παραγόντων του περιβάλλοντος της ρίζας (νερό, οξυγόνο, θερμοκρασία, ανόργανα στοιχεία, οξύτητα), για την ανάπτυξη και παραγωγή των διαφόρων ειδών φυτών που καλλιεργούνται ή μπορούν να καλλιεργηθούν στο θερμοκήπιο (κηπευτικά, άνθη και φυτά καλλωπιστικά).
2. Τους τρόπους δημιουργίας με τα οικονομικότερα μέσα του βέλτιστου περιβάλλοντος, όπως:

⁴ Μαυρογιαννόπουλος, 2001

- Την εξεύρεση υλικών κατασκευής που δημιουργούν με τον οικονομικότερο τρόπο το άριστο περιβάλλον για την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών.
- Το σχεδιασμό του θερμοκηπίου έτσι ώστε η δημιουργία του επιθυμητού περιβάλλοντος για τα φυτά να γίνεται με τον οικονομικότερο τρόπο ή να παρουσιάζει ιδιαίτερη αντοχή σε αντίξοες συνθήκες καιρού.
- Την εύρεση τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας στο χώρο του θερμοκηπίου.
- Την αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων, που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση κυρίως, με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Τη δημιουργία αυτομάτων συστημάτων ελέγχου του θερμοκηπίου, που θα επιτρέπουν την ακριβή ρύθμιση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, αλλά ταυτόχρονα εξοικονομούν τη μέγιστη δυνατή ενέργεια και άλλους πόρους.

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

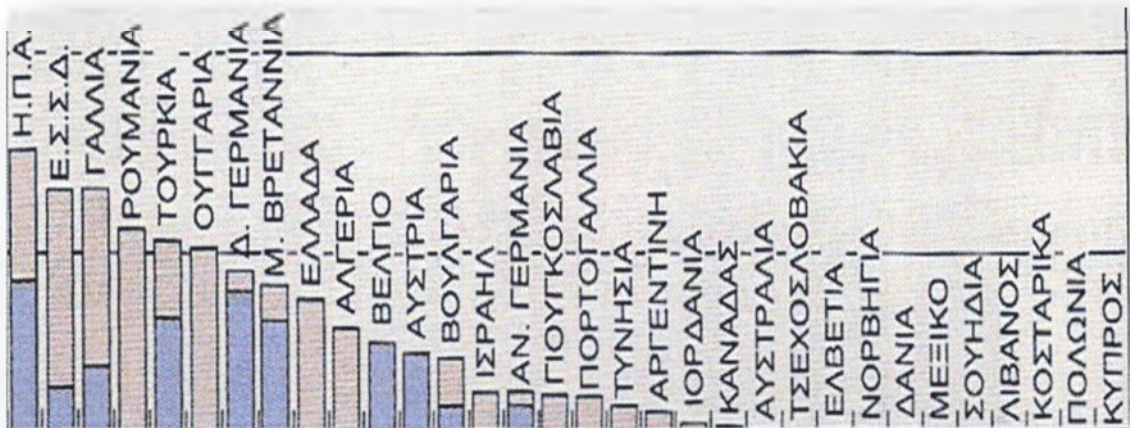
III. Την άρση των δυσμενών επιδράσεων που πιθανόν δημιουργούνται στο φυσικό περιβάλλον από την λειτουργία του θερμοκηπίου.

IV. Τη βελτιστοποίηση των μεθόδων εμπορίας των ευαίσθητων προϊόντων του θερμοκηπίου.

1.5 ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Η παγκόσμια έκταση το 2001 είναι 8.500.000 στρέμματα ή περίπου 1,4 m²/κάτοικο της γης⁵.

- ✓ Κίνα, 6.000.000 στρ. ή 70,1% της παγκόσμια καλυπτόμενης με θερμοκήπια έκτασης, κυρίως απλές πλαστικές κατασκευές
- ✓ Ιαπωνία, 450.000 στρ. ή 5,3% των θερμοκηπιακών εκτάσεων παγκοσμίως (25.000 από αυτά είναι υαλόφρακτα)
- ✓ Ισπανία, 575.000 στρ. ή 6,8% των θερμοκηπιακών εκτάσεων
- ✓ Ιταλία, 285.000 στρ. ή 3,4% των θερμοκηπιακών εκτάσεων
- ✓ Ολλανδία, 110.000 στρ. ή 1,3% των θερμοκηπιακών εκτάσεων (100.000 στρ. από αυτά είναι υαλόφρακτα)



Διάγραμμα 1.1

Εκτάσεις θερμοκηπίων στον κόσμο

⁵ Μαυρογιαννόπουλος, 2001

Παγκόσμια λοιπόν (πλην Κίνας, για την οποία οι πληροφορίες είναι περιορισμένες), υπάρχουν, σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία (2001) 2.500.000 στρ. θερμοκηπίων, από τα οποία τα 650.000 στρ. είναι υαλόφρακτα και τα 1.850.000 στρ. είναι με κάλυψη πλαστικού.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (E. E.) υπάρχουν 1.200.000 στρ. θερμοκηπίων, από τα οποία τα υαλόφρακτα καταλαμβάνουν 300.000 στρ. και τα πλαστικής κάλυψης 900.000 στρ. Σε σχέση με το συνολικό αριθμό θερμοκηπίων παγκόσμια, τα θερμοκήπια της E.E. καλύπτουν το 48%, από τα οποία τα υαλόφρακτα θερμοκήπια αποτελούν το 62% των υαλόφρακτων θερμοκηπίων του κόσμου και τα πλαστικά το 43% των πλαστικών του κόσμου (πλην Κίνας).

Όσον αφορά τα υαλόφρακτα θερμοκήπια, στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η Ολλανδία κατέχει την πρώτη θέση με 33% του συνόλου και ακολουθούν η Ιταλία με 17%, η Ισπανία με 13%, η Γερμανία με 10% και οι άλλες χώρες με μικρότερα ποσοστά. Στα καλυμμένα με πλαστικό θερμοκήπια, η Ισπανία κατέχει την πρώτη θέση με 59% του συνόλου και ακολουθεί η Ιταλία με 26%, η Γαλλία με 6%, η Ελλάδα με 4,5% και οι άλλες χώρες με μικρότερα ποσοστά.

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

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

1.5.1 Οι Θερμοκηπιακές Εγκαταστάσεις στην Ελλάδα

Στη χώρα μας οι πρώτες συστηματικές εγκαταστάσεις θερμοκηπίων ξεκίνησαν το 1955 και αποτελούνταν από υαλόφρακτα θερμοκήπια για παραγωγή καλλωπιστικών φυτών. Η σημαντική όμως εξάπλωσή τους αρχίζει μετά το 1961, με τη χρησιμοποίηση του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου ως υλικού κάλυψης των θερμοκηπίων.

Η ευκολία προσαρμογής του υλικού αυτού σε οποιοδήποτε σχήμα σκελετού και η χαμηλή του τιμή, επέτρεψαν στους προοδευτικούς καλλιεργητές (σε περιοχές με πρώιμες καλλιέργειες) να κατασκευάσουν μόνοι τους θερμοκήπια για παραγωγή πρώιμων κηπευτικών, χωρίς να χρειάζονται μεγάλα κεφάλαια. Αργότερα δημιουργήθηκαν και αρκετές βιοτεχνίες κατασκευής θερμοκηπίων, οι οποίες βελτίωσαν σημαντικά τις κατασκευές. Έτσι παρατηρήθηκε μια σημαντική ανάπτυξη των θερμοκηπίων, τα οποία έφθασαν στα 43.564 στρέμματα το 1999.

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

- Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας. Το ήπιο κλίμα που επικρατεί σε πολλές περιοχές είναι ευνοϊκό και παρέχει τη δυνατότητα καλλιέργειας σε πολύ απλές κατασκευές χωρίς ακριβό εξοπλισμό.
- Η ανάγκη εξασφάλισης υψηλότερου εισοδήματος από μικρής έκτασης γεωργικό έδαφος (εντατικοποίηση των καλλιεργειών).
- Η αύξηση της ζήτησης των θερμοκηπιακών προϊόντων στην εσωτερική αγορά

- Η γεωργική πολιτική του κράτους, που ενθάρρυνε την προώθηση των καλλιεργειών αυτών με τη θέσπιση οικονομικών κινήτρων και την εκτέλεση αρδευτικών και άλλων έργων

Η γεωγραφική κατανομή των θερμοκηπίων και καλλιεργειών στη χώρα μας παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.1:

Πίνακας 1.1

Γεωγραφική κατανομή των εγκατεστημένων στη χώρα μας θερμοκηπίων και καλλιεργειών.

Περιοχές	Κηπευτικό				Ανθοκομικό				Σύνολο			
	Πλαστικό	υαλόφρακτα	Σύνολο	Ποσοστό (%)	Πλαστικό	υαλόφρακτα	Σύνολο	Ποσοστό (%)	Πλαστικό	υαλόφρακτα	Σύνολο	Ποσοστό (%)
Κρήτη	16.589	121	16.710	41,78	696	94	790	22,14	17.285	215	17.500	40,17
Πελοπόννησος	7.608	27	7.635	19,09	186	244	430	12,05	7.794	271	8.065	18,51
Κεντρική												
Μακεδονία	7.034	0	7.034	17,59	191	150	341	9,56	7.225	150	7.375	16,93
Λοιπές												
περιοχές	8.452	165	8.617	21,54	995	1.012	2.007	56,25	9.447	1.177	10.624	24,39
Σύνολο												
χώρας	39.683	313	39.996	100,00	2.068	1.500	3.568	100,00	41.751	1.813	43.564	100,00
Ποσοστό (%)	99,2	0,8	100		57,9	42,1	100		95,58	4,2	100	

Πηγή: Υπουργείο Γεωργίας (1999)

1.6 Ιδιαιτερότητες του τομέα των Θερμοκηπίων της Νοτίου Ελλάδος σε σχέση με τα θερμοκήπια της Βορείου Ευρώπης

Παρακάτω παρουσιάζονται οι ιδιαιτερότητες του τομέα των θερμοκηπίων της Νοτίου Ελλάδος σε σχέση με τα θερμοκήπια της Βορείου Ευρώπης.

- **Κλιματικοί παράγοντες:** Τα θερμοκήπια στην Ελλάδα συγκεντρώνονται σε περιοχές χωρίς υπερβολικά ψυχρό χειμώνα και με άφθονη ηλιακή ενέργεια. Η Κρήτη, η Πελοπόννησος και τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου είναι οι περιοχές όπου συγκεντρώνεται το 65% των θερμοκηπίων της χώρας. Οι μέσες θερμοκρασίες Ιανουαρίου στις περιοχές αυτές κυμαίνονται από 10-13°C και οι μέσες ελάχιστες από 6,4 έως 9,5°C. Η ηλιακή ακτινοβολία κυμαίνεται από 1750 Wh m² και ημέρα- 2300 Wh m² και ημέρα. Η μέση θερμοκρασία αυξάνεται στους 16°C τον Απρίλιο και η ηλιακή ακτινοβολία πάνω από 4.700 Wh m² και ημέρα. Το κλίμα επομένως της Νοτίου Ελλάδας συνήθως επιτρέπει την παραγωγή γεωργικών προϊόντων και σε μη θερμαινόμενα θερμοκήπια, κάτι που είναι αδύνατον στη Β. Ευρώπη. Στη νότιο Ελλάδα λόγω της σχετικά υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας τη χειμερινή περίοδο το δυναμικό παραγωγής την περίοδο αυτή είναι αντίστοιχα υψηλό και συχνά ευνοϊκό για τη χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση του θερμοκηπίου. Η παραγωγική περίοδος κηπευτικών προϊόντων στη Νότιο Ελλάδα αρχίζει από το Νοέμβριο και συνήθως τελειώνει τον Ιούνιο. Η παραγωγική περίοδος μπορεί να επεκταθεί και κατά τους θερινούς μήνες αρκεί να εξασφαλισθεί καλός εξαερισμός του θερμοκηπίου ή και δροσισμός. Στη Βόρειο Ευρώπη η παραγωγική περίοδος στα ίδια προϊόντα περιλαμβάνει την άνοιξη, το θέρος και το φθινόπωρο.
- **Οικονομικοί παράγοντες:** Η ελληνική οικονομία τις περασμένες δεκαετίες χαρακτηριζόταν από υψηλό σχετικά πληθωρισμό και επομένως υψηλό κόστος χρήματος που καθιστούσε τις κατασκευές πολύ καλών προδιαγραφών

ασύμφορες, γι' αυτό η πλειοψηφία των παλιών κατασκευών στη χώρα μας είναι μικρού κόστους θερμοκήπια με ξύλινο σκελετό και ελάχιστο εξοπλισμό. Στη Β. Ευρώπη η πλειοψηφία των θερμοκηπίων είναι μεταλλικού σκελετού θερμοκήπια που φέρουν πλήρη εξοπλισμό σύγχρονης τεχνολογίας.

- **Αγορά:** Στην ελληνική αγορά γενικά, για τα περισσότερα κηπευτικά θερμοκηπίου δεν υπάρχει διαφοροποίηση τιμών στις ποιότητες Extra και A κι έτσι το πλεονέκτημα της παραγωγής καλύτερης ποιότητας προϊόντων όταν θερμαίνεται το θερμοκήπιο δεν οδηγεί πάντα σε οικονομικό όφελος για τον παραγωγό. Στη Β. Ευρώπη υπάρχει υποχρεωτικά διαχωρισμός ποιότητων και διαφοροποίηση τιμών στις διάφορες ποιότητες.

Στην Ελλάδα η μεγάλη απόσταση από τα κέντρα κατανάλωσης της Β. Ευρώπης επιβαρύνει τα εξαγόμενα προϊόντα με υψηλό κόστος μεταφοράς

- **Ποιότητα κατασκευών:** Από πλευράς υλικών κατασκευής, τα πρώτα θερμοκήπια που εμφανίστηκαν στην Ελλάδα (1955-1960) και προορίζονταν, όπως ήδη αναφέρθηκε, για την παραγωγή ανθοκομικών προϊόντων, ήταν κατασκευασμένα από μεταλλικό σκελετό και είχαν κάλυψη από γυαλί. Με δεδομένα όμως το υψηλό κόστος κατασκευής τους, την έλλειψη επαρκών γνώσεων εκ μέρους των παραγωγών για το απαιτούμενο περιβάλλον του θερμοκηπίου και την καλλιεργητική τεχνική και την έλλειψη μηχανισμών τεχνικής υποστήριξης εκ μέρους των διαφόρων υπηρεσιών, τα θερμοκήπια αυτά δεν είχαν πάντα θετικό οικονομικό αποτέλεσμα.

Από το 1961, με την εισαγωγή στην ελληνική αγορά του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου και τη μεταφορά γνώσεων από το εξωτερικό σχετικά με την κατασκευή ξύλινων θερμοκηπίων, οι παραγωγοί ορισμένων περιοχών (Σύρος, Ιεράπετρα) στράφηκαν προς κατασκευές φθηνότερες και απλούστερες.

Τελικά, ακόμη και σήμερα λόγω των συνθηκών που επικρατούν στη χώρα μας

(έλλειψη τεχνογνωσίας στους παραγωγούς και κακή οργάνωση εμπορίας, με αποτέλεσμα την αβεβαιότητα του εγχειρήματος), το χαμηλό κόστος επένδυσης υπερισχύει συχνά στην απόφαση αγοράς θερμοκηπίου των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν τα εξελιγμένα θερμοκήπια. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμη και τα ξύλινα θερμοκήπια με πλαστική κάλυψη που κατασκευάζονταν μέχρι το 1987 δεν εξαντλούσαν τις δυνατότητές τους για τη δημιουργία ευνοϊκότερου περιβάλλοντος στην ανάπτυξη των φυτών. Όμως από το 1987 και μετά, με τις προδιαγραφές που τέθηκαν από το Υπουργείο Γεωργίας, η κατάσταση βελτιώθηκε σημαντικά.

Πίνακας 1.2

Καλυπτόμενη έκταση σε στρέμματα από διάφορους τύπους θερμοκηπίων

Τύποι Θερμοκηπίων		Χωρίς θέρμανση	Με θέρμανση	Συνολική έκταση στρ.
Υαλόφρακτα	Μεταλλικός σκελετός	891	1.150	2.041
	Μεταλλικός σκελετός	6.008	4.916	10.924
Πλαστικά Τυποποιημένα:	Ξύλινος σκελετός	4.883	3.996	8.879
	Μεταλλικός σκελετός	4.522	3.700	8.222
Πλαστικά Χωρικού τύπου	Ξύλινος σκελετός	7.569	5.906	13.475
Συνολική Έκταση		23.873	19.668	43.541

Πηγή: Υπουργείο Γεωργίας (1998)

Το μέγιστο μέρος των θερμοκηπίων καλύπτεται από πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου. Το 1982 στο σύνολο των θερμοκηπίων που καλλιεργούνταν με κηπευτικά (θερμαινόμενα ή μη) τα υαλόφρακτα ήταν 119 στρέμματα και αποτελούσαν ως ποσοστό το 0,4%. Το 1999 το αντίστοιχο ποσοστό έγινε 0,8%. Σχετικά με τα θερμοκήπια στα οποία καλλιεργούνταν καλλωπιστικά φυτά τα υαλόφρακτα το 1982 ήταν 950 στρέμματα και αποτελούσαν ως ποσοστό το 45% του συνόλου. Το 1999 το αντίστοιχο ποσοστό έγινε 58%.

- **Προέλευση των κατασκευών:** Από τα τυποποιημένα θερμοκήπια που εγκαθίστανται στη χώρα μας, ένα μέρος εισάγεται από το εξωτερικό και το υπόλοιπο καλύπτεται από εγχώριες βιοτεχνίες κατασκευής μεταλλικών και ξύλινων θερμοκηπίων.

Τα θερμοκήπια που έχουν εισαχθεί μέχρι τώρα στη χώρα μας ήταν προελεύσεως κυρίως Ολλανδίας, Ιταλίας, Γαλλίας και Ισραήλ και δευτερευόντως Βελγίου και Μ. Βρετανίας.

Δυστυχώς δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία για την ποσότητα σε αριθμό στρεμμάτων που έχουν εισαχθεί, λόγω αδυναμίας της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας να παρακολουθεί και να καταγράφει τις εισαγωγές αυτές. Εκείνο που μπορεί να λεχθεί με αρκετή προσέγγιση, είναι ότι τα υαλόφρακτα θερμοκήπια είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου εισαγόμενα και ότι τα μεταλλικά με κάλυψη πλαστικού είναι εισαγόμενα σε ποσοστό περίπου 10%. Δεν υπάρχουν εισαγωγές σε θερμοκήπια με ξύλινο σκελετό.



Από τις πρώτες προσπάθειες κατασκευής θερμοκηπίων μικρού κόστους με καλάμια

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ- ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

2.1 ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

2.1.1 ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Τα θερμοκήπια διαφέρουν μεταξύ τους, από κατασκευαστικής πλευράς, στο σχήμα και στις διαστάσεις της βασικής τους μονάδας, καθώς και στα χρησιμοποιούμενα υλικά σκελετού και κάλυψης⁶.

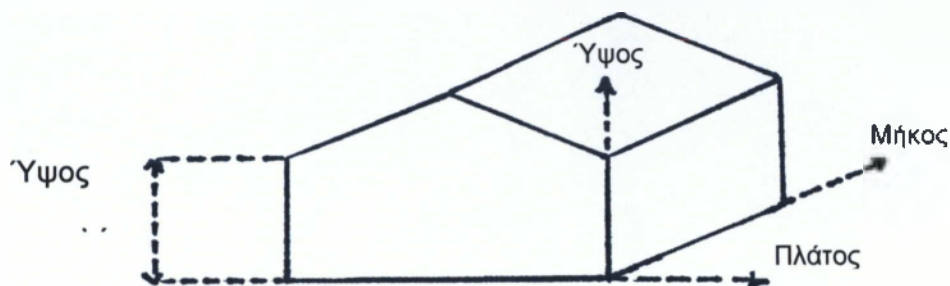
Βασική κατασκευαστική μονάδα ενός θερμοκηπίου είναι το μικρότερο πλήρες τμήμα του, το οποίο επαναλαμβανόμενο κατά μήκος και κατά πλάτος σχηματίζει το σύνολο.

Ανάλογα με το σχήμα των θερμοκηπίων διακρίνονται οι ακόλουθοι τύποι:

⁶ Τεχνικές Προδιαγραφές Θερμοκηπίων, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, ΓΕΝ. Δ/ΝΣΗ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-Δ/ΝΣΗ ΠΑΠ ΔΕΝΔΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΗΣ-ΤΜΗΜΑ ΑΝΘΕΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΛΩΠΙΣΤΙΚΩΝ

1) Αμφίρρικτο

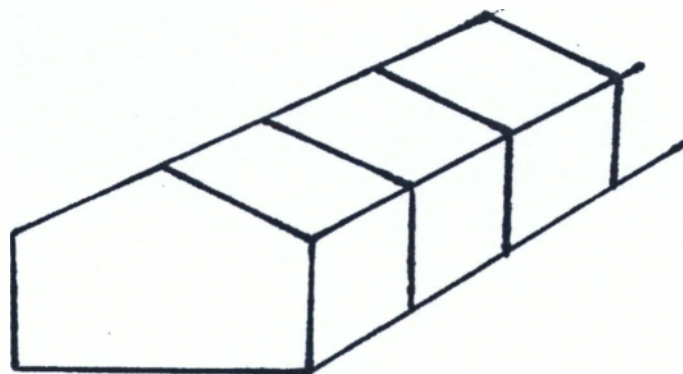
Ο τύπος αυτός έχει βασικά το πιο κάτω σχήμα (σχ.2.1)



Σχήμα 2.1

1α Αμφίρρικτο απλό

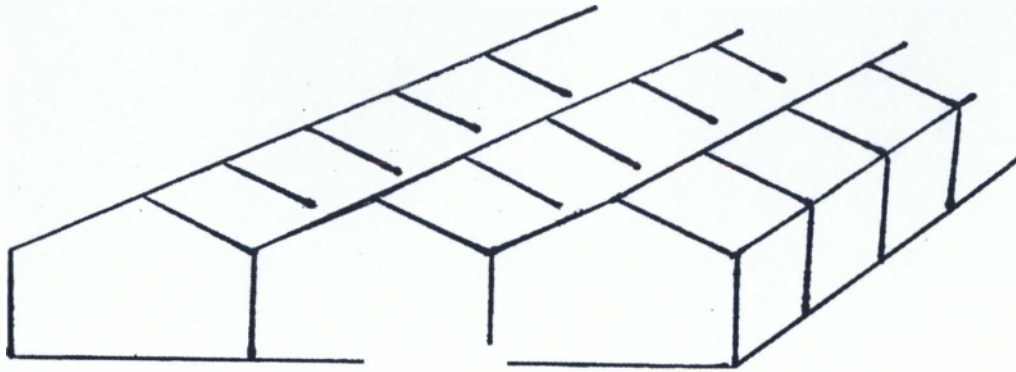
Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την κατά μήκος επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας (σχ.2.1α).



Σχήμα 2.1α

1β Αμφίρρικτο πολλαπλό:

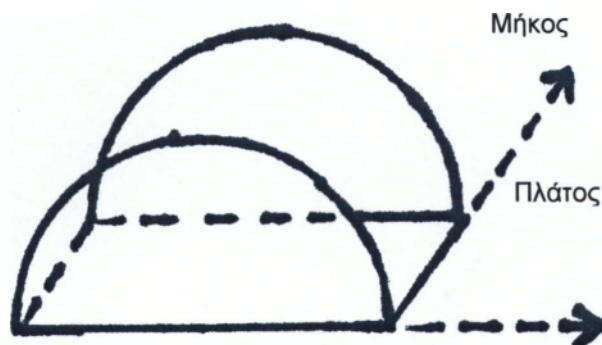
Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την κατά μήκος και πλάτος επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας (σχ.2.1β)



Σχήμα 2.1β

2. Τοξωτό

Το θερμοκήπιο που η απλή κατασκευαστική του μονάδα καθορίζεται από δύο συνεχόμενα τόξα και έχει το παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 2.2

2α Τοξωτό απλό

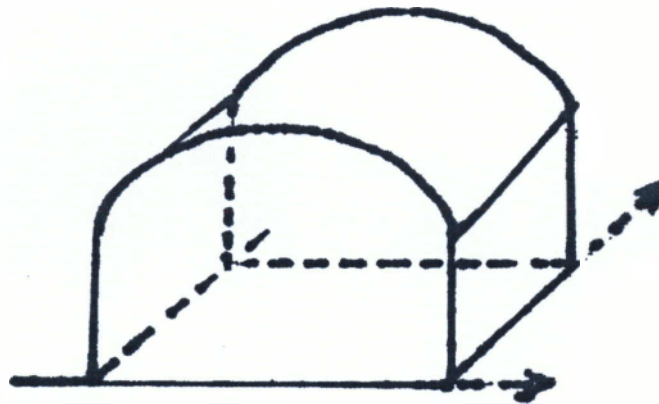
Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την κατά μήκος επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας (σχ.2.2α)



Σχήμα 2.2α

3. Τροποποιημένο τοξωτό

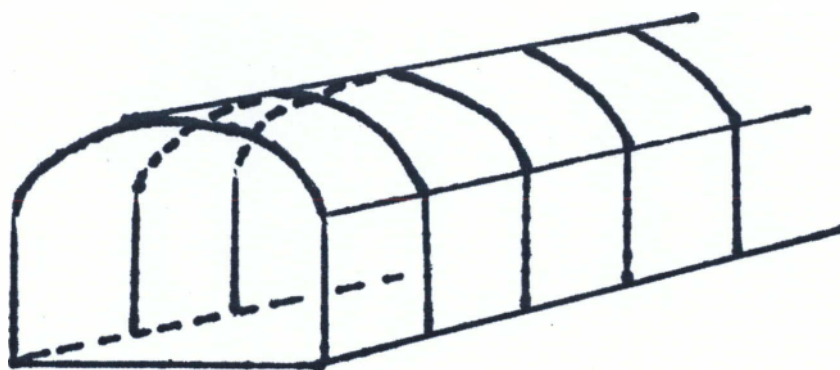
Το θερμοκήπιο που η απλή κατασκευαστική του μονάδα έχει το παρακάτω σχήμα (ορθοστάτες και τοξωτή στέγη)



Σχήμα 2.3

3α Τροποποιημένο τοξωτό απλό

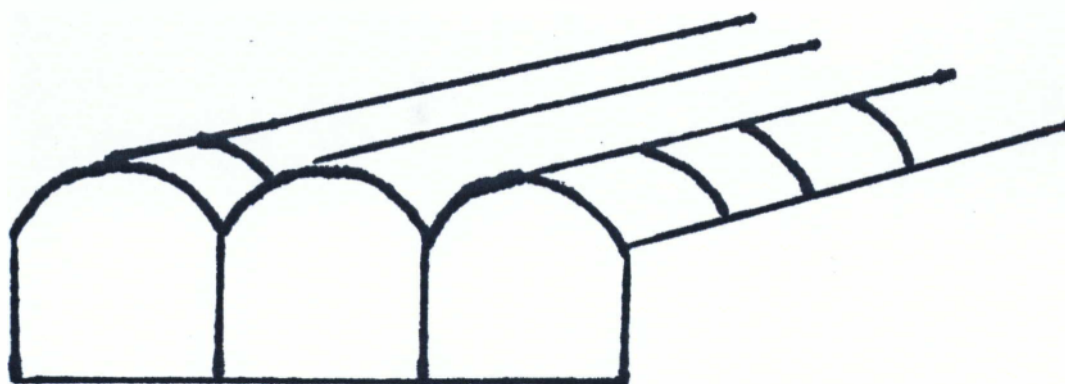
Το θερμοκήπιο που σχηματίζεται από την κατά μήκος επανάληψη της κατασκευαστικής τους μονάδας (σχ.2.3α)



Σχήμα 2.3α

3β Τροποποιημένο τοξωτό πολλαπλό

Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται από την κατά μήκος και πλάτος επανάληψη της κατασκευαστικής τους μονάδας (σχ.2.3β)



Σχήμα 2.3β

ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥΣ

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

1. Χωρικού τύπου

Θερμοκήπια που κατασκευάζονται από τους ίδιους τους παραγωγούς

2. Τυποποιημένα

Θερμοκήπια που κατασκευάζονται από βιοτεχνίες και βιομηχανίες σε μαζική παραγωγή.

2.1.2 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

1. Αμφίρρικτα απλά ή πολλαπλά

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 στα

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

2. Τοξωτά

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.

3. Τροποποιημένα τοξωτά απλά ή πολλαπλά

Ύψος: Ελάχιστο ύψος υδροροής

- 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.
- Τυποποιημένα 2,60 m.

Ελάχιστο ύψος στην κορυφή

- Χωρικού τύπου 3,10 m
- 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

2.1.3 ΦΟΡΤΙΑ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΤΙΩΝ

α. Ανεμοπιέσεις

Για τον υπολογισμό του φορτίου των ανεμοπιέσεων θα πρέπει απαραίτητα να λαμβάνεται ταχύτης ανέμου τουλάχιστον 120 km / h.

Σε επικίνδυνη περιοχή όπου παρουσιάζεται ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη των 120 Km / h (Κρήτη, Κ. Μακεδονία, νησιά του Αιγαίου) συνιστάται η κατασκευή ανεμοθραυστών, η συγκράτηση του υλικού κάλυψης σε πυκνόμετρα διαστήματα κ.α.

β. Χιόνι

Το φορτίο χιονιού θα πρέπει να υπολογίζεται τουλάχιστον 25 kg / m², εκτός από τις παραλιακές περιοχές Κρήτης και νήσων Νοτίου Ελλάδας που δεν θα υπολογίζεται το φορτίο αυτό.

γ. Αναρτημένα φορτία

Για βάρος αναρτημένης καλλιέργειας:	15 kg / m ²
Για φυτά γλάστρας κρεμαστά:	100 kg / m ²

δ. Συγκεντρωτικό κάθετο φορτίο

- τραβέρσας 50 kg
- υπολοίπων μερών (υδρορροής κ.λπ.) 100 kg

Στην περίπτωση εκμηχάνισης (κρεμαστοί οδηγοί) θα υπολογίζεται φορτίο για τη γραμμή μεταφοράς προϊόντων 125 kg.

Θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και επιβαρύνσεις από συστήματα θέρμανσης, άρδευσης, που στηρίζονται στο σκελετό. Οι συνδυασμοί των διαφόρων φορτίσεων

και τα αποτελέσματά τους πάνω στην κατασκευή, όσον αφορά στις τάσεις και τις παραμορφώσεις, πρέπει να εξετάζονται σύμφωνα με αποδεκτές μεθόδους υπολογισμού δροσισμού και λοιπού μηχανολογικού εξοπλισμού.

2.1.4 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

α. Ξύλο

Στην περίπτωση χρησιμοποίησης του ξύλου σαν υλικού κατασκευής του σκελετού των θερμοκηπίων ορίζονται τα παρακάτω.

- Τυποποιημένα θερμοκήπια

Στα ξύλινα τυποποιημένα θερμοκήπια κρίνεται απαραίτητη η χρησιμοποίηση εμποτισμένης ξυλείας, εκτός από τις περιπτώσεις που δεν χρειάζεται (ξύλεια, καστανιάς, ορισμένα είδη αφρικάνικης ξυλείας κ.λπ.) Ο εμποτισμός της ξυλείας πρέπει να γίνεται σε όλη τη μάζα του ξύλου είτε υπό πίεση, είτε με τη θερμή μέθοδο και με κατάλληλα συντηρητικά όπως τα DOWCIDE, CELCURE, TANALITH κ.α. που δεν είναι τοξικά για τα φυτά.

- Χωρικού τύπου θερμοκήπια

Στα χωρικού τύπου ξύλινα θερμοκήπια συνιστάται η χρήση εμποτισμένης ξυλείας χωρίς αυτή να είναι υποχρεωτική. Όταν οι στύλοι είναι από ξυλεία καστανιάς θα πρέπει αυτοί να καίγονται (καθαρίζονται) στο κάτω μέρος που μπαίνει στο έδαφος μέχρι να σχηματιστεί γύρω στρώμα από κάρβουνο πάχους 0,5 cm.

β. Μέταλλα

Στην περίπτωση χρησιμοποίησης μετάλλων σαν υλικό κατασκευής του σκελετού των θερμοκηπίων ορίζονται τα παρακάτω:

- Τυποποιημένα θερμοκήπια

Στα μεταλλικά τυποποιημένα θερμοκήπια όλα τα μεταλλικά μέρη του σκελετού θερμοκηπίου θα πρέπει να είναι γαλβανισμένα εν θερμώ ή με την ηλεκτροχημική μέθοδο σε ποσότητα τουλάχιστον $150 \text{ gZn} / \text{m}^2$ 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 ανοικτά προφίλ (στραντζαριστά) 2 mm.

- 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).

γ. Αλουμίνιο

Όταν γίνεται χρήση του αλουμινίου σαν υλικού κατασκευής του σκελετού πρέπει να έχει τις κατάλληλες διατομές και να είναι κατάλληλα ανοδιώμενο.

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.

2.1.5 ΥΛΙΚΑ ΚΑΛΥΨΗΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

α. 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 $1,8 \leq \text{μήκος} / \text{πλάτος} \leq 3$.

β. 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.

γ. 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.

Συνιστάται επίσης όπου είναι δυνατό να περιορίζονται τα καρφώματα κατά την στερέωση και να πάνεται το πλαστικό με θηλύκωμα και συνεχείς κατάλληλους συνδετήρες (κλπ).

2.1.6 ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ-ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

- Τυποποιημένα θερμοκήπια

Το έδαφος κατά την εγκατάσταση του θερμοκηπίου θα πρέπει να μην είναι οργωμένο ή να μη προέρχεται από επιχωματώσεις.

Το επίπεδο θεμελίωσης να βρίσκεται στο ανέγγιχτο (στερεό) τμήμα του εδάφους.

Το βάθος θεμελίωσης θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 80 cm από την επιφάνεια του εδάφους.

Για τη θεμελίωση των τυποποιημένων θερμοκηπίων απαιτείται η χρήση σκυροδέματος. Η θεμελίωση θα πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μεταφέρονται με ασφάλεια τόσο τα οριζόντια όσο και τα κατακόρυφα φορτία και να αποφεύγονται οι διαφορικές καθιζήσεις που είναι δυνατό να βλάψουν τον φέροντα σκελετό και το υλικό κάλυψης.

- Τοξωτά θερμοκήπια

Στα τοξωτά θερμοκήπια χωρίς περιφερειακά (οριζόντια) ανοίγματα, μπορεί να μη χρησιμοποιηθεί σκυρόδεμα. Εξυπακούεται ότι η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί θα παρέχει την απαραίτητη ασφάλεια.

Η θεμελίωση θα πρέπει να εξασφαλίζει έναντι αγκυρώσεως αρνητική πίεση τουλάχιστο 20 kg / m².

Να λαμβάνεται επίσης ιδιαίτερη πρόνοια στην θεμελίωση των αντιανεμίων και θυρών ώστε να μεταβιβάζονται κατάλληλα οι δυνάμεις στο έδαφος (π.χ. χρήση πεδילוδοκών).

Προσανατολισμός

Συνιστάται ο κορφιάς να είναι προς την ίδια κατεύθυνση με τον επικρατούντα επικίνδυνο άνεμο.

Εγκατάσταση

Συνιστάται για λειτουργικούς λόγους της θερμοκηπιακής εκμετάλλευσης η καλυπτόμενη με θερμοκήπια επιφάνεια να καταλαμβάνει τα 2 / 3 του αγροτεμαχίου εγκατάστασης.

2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

2.2.1 ΥΛΙΚΑ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

Ο σκελετός του θερμοκηπίου μπορεί να κατασκευασθεί από διάφορα υλικά, τα συνηθέστερα είναι το ξύλο, ο χάλυβας και το αλουμίνιο. Η προτίμηση του ενός ή του άλλου υλικού εξαρτάται από το επιθυμητό ελεύθερο πλάτος της κατασκευής, το κόστος των υλικών (που διαφέρει σε κάθε περιοχή) και από το μηχανολογικό εξοπλισμό που διαθέτει ο κατασκευαστής⁷.

2.2.1.1 ΞΥΛΟ

Το ξύλο αποτελείται από διάφορους κυτταρικούς ιστούς. Η διάταξη των κυττάρων

⁷ Χαρόνης, 1988

των διαφόρων ξύλων δεν είναι σταθερή, αλλά εξαρτάται από το είδος του δένδρου. Τα διάφορα κωνοφόρα δένδρα έχουν απλή δομή, ενώ τα πλατύφυλλα περίπλοκη δομή.

Τα κυριότερα τμήματα ενός κορμού δένδρου από έξω προς το κέντρο, είναι όπως στο παρακάτω διάγραμμα:



Διάγραμμα 2.1

Τα κυριότερα τμήματα του κορμού ενός δένδρου

Το ξύλο όμως όταν χρησιμοποιείται στη κατασκευή είναι ευάλωτο στη φθορά που του προκαλούν με τη πάροδο του χρόνου διάφοροι μικροοργανισμοί (τερμίτες).

Στην χώρα μας έχουν βρεθεί δυο είδη τερμιτών, που προκαλούν σημαντικές ζημιές και προσβάλλουν κάθε είδους ξυλοκατασκευή ή υλικό που έχει κυτταρίνη, όπως πχ βιβλία, υφάσματα, κλπ.

Η προστασία του ξύλου από τα έντομα και ακάρεα γίνεται με:

1. συλλογή των εντόμων,
2. απομάκρυνση και καταστροφή προσβεβλημένων τμημάτων.
3. υψηλή θερμότητα,
4. εμβάπτιση,
5. βιολογική καταπολέμηση,

6. με ραδιοκύματα ή ακτίνες X ή ακτίνες Γ.
7. επεμβάσεις στο γενετικό τους κύκλο, με ακτινοβολίες στείρωσης, χημειοστερωτικά, και χημική καταπολέμηση.

Οι εναλλασσόμενες καιρικές συνθήκες δημιουργούν ρωγμές στο ξύλο και διάσπαση των συστατικών του στην επιφάνεια, που ξεπλένονται με τη βροχή. Οι κυριότεροι μηχανικοί παράγοντες που επηρεάζουν το ξύλο, είναι οι δυνάμεις τριβής και η φόρτισή του. Η αντοχή του ξύλου στις χημικές ουσίες όπως λιπάσματα κλπ., εξαρτάται από το είδος του ξύλου και από την πυκνότητα του χημικού διαλύματος. Συνήθως τα κωνοφόρα είναι ανθεκτικότερα από τα πλατύφυλλα, γιατί περιέχουν λιγότερες ημικυπαρίνες. Η επίδραση των χημικών ουσιών έχει αποτέλεσμα τη μείωση της μηχανικής αντοχής του. Η προστασία γίνεται με κάλυψη της επιφάνειάς του με ανθεκτικές ουσίες, όπως ρητίνες, κ.λπ.

Το ξύλο ως υλικό κατασκευής

Το ξύλο χρησιμοποιείται συνήθως για την κατασκευή θερμοκηπίων με μικρό ελεύθερο πλάτος κατασκευαστικής μονάδας (κάτω από 6 m).

Το χαμηλότερο κόστος του ξύλου και οι κλιματικές συνθήκες που συνήθως επιτρέπουν την ανάπτυξη απλών κατασκευών, επέδρασαν ώστε η μεγαλύτερη έκταση των θερμοκηπίων στη χώρα μας να είναι κατασκευασμένα με ξύλινο σκελετό ή με σκελετό από συνδυασμό ξύλου και μετάλλου.

Το ξύλο ως υλικό κατασκευής παρουσιάζει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- α) Έχει σχετικά μικρό κόστος.
- β) Αρκεί ένας απλός εξοπλισμός για την επεξεργασία του και έτσι μπορεί ο ίδιος καλλιεργητής να κατασκευάσει ένα φθηνό θερμοκήπιο.
- γ) Δεν δημιουργεί σημαντικές φθορές στο πλαστικό, γιατί δεν υπερθερμαίνεται όπως

το μέταλλο.

Έχει όμως και σημαντικά μειονεκτήματα, όπως είναι:

- α) Μικρότερη μηχανική αντοχή σε σχέση με το μέταλλο,
- β) Μεταβολή του σχήματος του (στρέβλωση) από την εναλλασσόμενη υγραση και ξήρανση, στο χώρο του θερμοκηπίου.
- γ) Προσβάλλεται εύκολα από βιολογικούς εχθρούς, όπως έντομα, μύκητες και βακτήρια.
- δ) Απαιτεί μεγαλύτερες διατομές ξύλου ή περισσότερα στοιχεία για την ασφαλή μεταφορά των φορτίων, με αποτέλεσμα να κατασκευάζονται θερμοκήπια με περισσότερη σκίαση στο χώρο τους.

Για τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου εφαρμόζεται: η πρόταση 3 του Ευροκώδικα 5, EN 1995-1-1: 1993 που αφορά ξύλινες κατασκευές.

Οι επιτρεπόμενες τάσεις στους υπολογισμούς αντοχής του ξύλινου σκελετού του θερμοκηπίου στις προδιαγραφές που εφαρμόζονται σε πολλές αμερικανικές πολιτείες είναι συνήθως σε τιμή 50% ανώτερες από αυτές που επιτρέπεται για άλλες κατασκευές.

Τα περισσότερα είδη ξύλου μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή θερμοκηπίων. Στη χώρα μας χρησιμοποιείται πολύ η καστανιά για την κατασκευή των στύλων, λόγω της ιδιότητάς της να ανθίσταται στη σήψη, χρησιμοποιείται επίσης πολύ και το εμποτισμένο ξύλο κυπαρισσιού και λιγότερο ελάτου. Για την κατασκευή του υπόλοιπου σκελετού χρησιμοποιείται το ξύλο κυπαρισσιού και πεύκου. Επειδή σε πολλούς ελληνικούς τύπους θερμοκηπίων πλαστικής κάλυψης επιβάλλεται το κάρφωμα του πλαστικού και η ανά τριετία αντικατάστασή του, το ξύλο ελάτου προσφέρεται λιγότερο γι' αυτή την εργασία.

Η αναμενόμενη διάρκεια ζωής ενός σκελετού από κυπαρίσσι ή πεύκο που δεν έχει εμποτιστεί με συντηρητικές ουσίες, είναι 4-5 χρόνια, ενώ της καστανιάς πάνω από 6 χρόνια.

Σήμερα η αύξηση του κόστους του ξύλου, η ανάγκη συντήρησής του, η δυσκολία στην κατασκευή εξαερισμού οροφής, καθώς και η περιορισμένη διάρκεια ζωής του, έχουν στρέψει την προσοχή των κατασκευαστών περισσότερο στην μεταλλική προκατασκευή.

2.2.1.2 ΜΕΤΑΛΛΟ

Τα συνηθέστερα μέταλλα που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή του σκελετού των θερμοκηπίων είναι ο χάλυβας και το αλουμίνιο.

Γενικά για τα Μέταλλα, την ποιότητα και την αντοχή

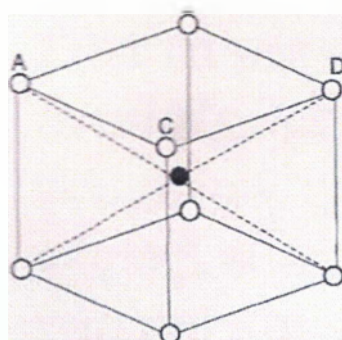
Τα περισσότερα μέταλλα έχουν ένα, δυο ή το πολύ τρία ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα του ατόμου τους. Αυτά τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής τους στοιβάδας συγκρατούνται πολύ χαλαρά από τον ατομικό πυρήνα. Αυτά τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στοιβάδας, στα στερεά μέταλλα, δημιουργούν ένα είδος κοινής δεξαμενής που απλώνεται πρακτικά μεταξύ όλων των ατόμων του στερεού μετάλλου.

Με την απομάκρυνση των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας, δημιουργούνται μεταλλικά ιόντα, αποκτώντας όλα τα άτομα του μετάλλου θετικό ηλεκτρικό φορτίο. Λόγω αυτού του γεγονότος (απωθούν το ένα το άλλο) τα άτομα παίρνουν μια θέση στο χώρο τέτοια που τους επιτρέπουν οι απωθητικές δυνάμεις και οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ αυτών και του διάχυτου σύννεφου των αρνητικά φορτισμένων ηλεκτρονίων (μεταλλικός δεσμός). Με τον τρόπο αυτό τα άτομα συγκρατούνται πολύ καλά στη θέση τους (κρυσταλλική δομή)

Τα μέταλλα, όπως και άλλα σώματα, μπορεί να τα συναντήσει κανείς ως στερεά, ως υγρά και ως αέρια. Η κατάσταση στην οποία βρίσκεται ένα μέταλλο κάποια χρονική στιγμή εξαρτάται από τις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης που επικρατούν τη στιγμή αυτή. Έτσι ο υδράργυρος από υγρός γίνεται στερεός στους -30°C και βράζει σχηματίζοντας ατμούς αν ζεσταθεί στους 357°C , στην ατμοσφαιρική πίεση.

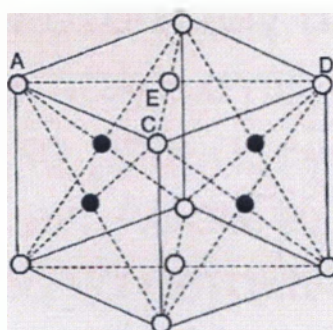
Μέταλλα με χαμηλό σημείο βρασμού, όπως ο υδράργυρος, το κάδμιο και ο ψευδάργυρος, μπορεί να καθαριστούν με απόσταξη. Στην αντίθετη πλευρά είναι το βολφράμιο, που τήκεται στους 3410°C και εξατμίζεται στους 5930°C

Κυβική Κεντρική

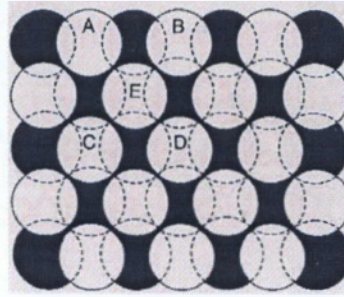


Κρυσταλλική Δομή

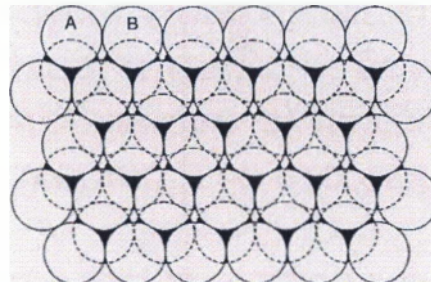
Επιφανειακή Κυβική



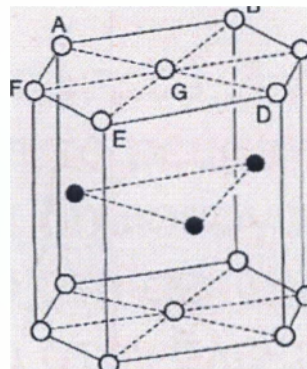
Κρυσταλλική Δομή



Κλειστή Εξαγωνική Κρυσταλλική Δομή



Κρυσταλλική Δομή Σιδήρου-Αλουμινίου-Χαλκού



Κρυσταλλική Δομή Ψευδάργυρου

Υπάρχουν τρία πρότυπα κατά τα οποία τα άτομα των κυριότερων μετάλλων διευθετούνται κατά την κρυστάλλωση.

Οι κρυσταλλικές αυτές δομές είναι:

α) Η κυβική κεντρική. Η μορφή αυτή έχει περισσότερο ελεύθερο χώρο. Την ακολουθούν ο σίδηρος (α), το χρώμιο, το βολφράμιο και το μολυβδαίνιο

β) Η κυβική επιφανειακή, που ακολουθούν ο σίδηρος (γ) (συμβαίνει κατά τη γρήγορη ψύξη του σιδήρου), ο χαλκός, το αλουμίνιο, ο μόλυβδος, ο χρυσός

γ) Η κλειστή εξαγωνική, που ακολουθούν ο ψευδάργυρος, το κάδμιο, το μαγνήσιο και το βηρύλλιο

Στους ατμούς των μετάλλων, τα σωματίδια αποτελούνται από απλά άτομα, τα οποία βρίσκονται σε συνεχή κίνηση.

Καθώς η θερμοκρασία μειώνεται περιορίζεται η κίνηση και γίνεται συμπύκνωση στη θερμοκρασία βρασμού. Στο υγρό μέταλλο που δημιουργείται τα άτομα συγκρατούνται μαζί μόνο από ασθενείς δυνάμεις έλξης, το υγρό έχει επομένως έλλειψη συνοχής και ρέει. Όταν η θερμοκρασία συνεχίσει να μειώνεται το μέταλλο στερεοποιείται, η ενέργεια του κάθε ατόμου του μειώνεται.

Η ενέργεια αυτή αποδίδεται ως λανθάνουσα θερμότητα κατά τη διαδικασία της πήξης, η οποία για κάθε μέταλλο συμβαίνει σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία. Κατά τη διάρκεια της στερεοποίησης, τα άτομα τακτοποιούνται σύμφωνα με κάποια κανονικά πρότυπα (κρυσταλλική δομή). Το κάθε άτομο συγκρατείται τώρα με τα γειτονικά του με ισχυρότερες ελκτικές δυνάμεις. Έτσι τα μέταλλα στη στερεά τους μορφή αποκτούν στερεότητα. Από τη στιγμή που τα άτομα με τη πήξη διευθετούνται στο χώρο σε κανονικά πρότυπα, γενικά καταλαμβάνουν και μικρότερο χώρο. Έτσι τα μέταλλα συστέλλονται κατά τη διάρκεια της στερεοποίησής τους.

Η αντοχή στην κάμψη ενός μετάλλου αναφέρεται στην ικανότητά του να υπομένει την κάμψη χωρίς να καταρρέει. Ο χαλκός είναι ένα εύκαμπτο μέταλλο. Οι ιδιότητες των μετάλλων όπως αυτές της αντοχής στην κάμψη, τον εφελκυσμό, και το σφυρήλατο δεν είναι εύκολο να μετρηθούν με απλά μέσα και ξεκάθαρους αριθμητικούς όρους. Γενικά διαβαθμίζονται τα διάφορα μέταλλα συγκριτικά μεταξύ τους ως προς κάποια ιδιότητα. Στις κατασκευές όμως που επιδιώκουμε να εξισορροπήσουμε δυνάμεις, αυτό δεν είναι αρκετό, γιατί απαιτούνται συγκεκριμένες τιμές

2.2.1.3 ΧΑΛΥΒΑΣ

Η εποχή του σιδήρου αρχίζει περίπου τον 150 αιώνα π.Χ. στη περιφέρεια του Καυκάσου. Στην Ευρώπη κατά πάσα πιθανότητα ο σίδηρος εισάγεται γύρω στον 120 αιώνα π.Χ.

Με το όνομα χάλυβας φέρεται στο εμπόριο ένας μεγάλος αριθμός κραμάτων τα οποία αποτελούνται κυρίως από σίδηρο που περιέχει άνθρακα σε ποσοστά που κυμαίνονται μεταξύ 0,1% ως 1%. Διαφέρει από τον χυτοσίδηρο ο χάλυβας γιατί έχει μικρή περιεκτικότητα σε άνθρακα (0,1-1 % έναντι 3 - 4,5% του χυτοσιδήρου), έχει πυκνότερη κοκκομετρία και μικρότερο ποσοστό των διαφόρων προσμίξεων πυριτίου, φωσφόρου και θείου. Οι διάφοροι χάλυβες μπορεί να περιέχουν και διάφορα άλλα μέταλλα, τα οποία προστίθενται με σκοπό τη δημιουργία κραμάτων ειδικών ιδιοτήτων, όπως το χρώμιο, το νικέλιο, το μαγγάνιο, το μολυβδαίνιο κ.ά.

Υπάρχει πολύ μεγάλος αριθμός ποιοτήτων χάλυβα, η κάθε ποιότητα μπορεί να εμφανίζεται στο εμπόριο με διάφορες ονομασίες.

Ο χάλυβας στην κατασκευή των θερμοκηπίων, χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα, διαμορφωμένος σε σωλήνα (Ο) ή σε διατομές διαφόρων σχημάτων Π, Ο, Γ κ.ά. ή χυτός σε διατομές Η, Τ.

Έχουμε θερμοκήπια που είναι εξ ολοκλήρου κατασκευασμένα από χάλυβα και θερμοκήπια που μόνο τα κύρια στοιχεία του σκελετού τους είναι από χάλυβα, ενώ τα υπόλοιπα προέρχονται από συνδυασμό με το αλουμίνιο ή το ξύλο.

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 200 N mm^2 .

Η σωληνωτή διατομή όπου εφαρμόζεται γενικά στο σκελετό, πρέπει να έχει πάχος τουλάχιστον 1,5 mm.

Γενικά για τη κατασκευή ισχύουν οι: Ευρωπαϊκές προδιαγραφές θερμοκηπίων (EN 13031-1), για τις ιδιότητες του χάλυβα εφαρμόζονται: η πρόταση 3 του EN 1993-1-1: 1992 (Eurocode 3 γενικά για χαλύβδινες κατασκευές) και η πρόταση 3 του EN 1993-1-3:1999 (Eurocode 3 για διατομές κατασκευασθείσες εν ψυχρώ). Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του σχήματος της κάθε διατομής αναφέρονται και στο DIN 4414 B 2.

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.

Γαλβάνισμα

Γαλβάνισμα είναι η επιψευδαργύρωση χαλύβδινων ή χυτοσιδηρών επιφανειών, με σκοπό κυρίως την προστασία τους από την οξείδωση. Ο ρυθμός οξείδωσης του ψευδαργύρου είναι το 1/10 έως το 1/15 του ρυθμού οξείδωσης του κοινού χάλυβα.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι γαλβανίσματος:

1. Το θερμό γαλβάνισμα
2. Το ηλεκτρολυτικό γαλβάνισμα (ανοδίωση, όπου άνοδος είναι ο ψευδάργυρος) .
3. Το Sherardizing (θέρμανση των αντικειμένων και ανακάτεμα με σκόνη ψευδαργύρου και οξειδίου του ψευδαργύρου).
4. Το ψυχρό γαλβάνισμα (με κατάλληλο πιστόλι εκτοξεύεται σκόνη Zn στο κατάλληλα προετοιμασμένο αντικείμενο και μετά ψεκάζεται με συνδετικό υλικό. Συχνά λέγεται ψυχρό γαλβάνισμα και ο χρωματισμός με χρώματα που έχουν βάση τον ψευδάργυρο).

Γενικά για θερμοκήπια κατηγορίας A 15 και B 15 (διάρκεια οικονομικής ζωής 15 χρόνια), ως ελάχιστη προστασία στη διάβρωση συνήθως εφαρμόζεται θερμό γαλβάνισμα όλων των μεταλλικών στοιχείων με πάχος γαλβανίσματος τουλάχιστον 60m σε κάθε πλευρά του στοιχείου.

2.2.1.4 ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ

Η χρήση του Αλουμινίου σήμερα στα θερμοκήπια έχει γενικευθεί. Ιδιαίτερα χρησιμοποιείται στην κατασκευή των λεπτών σκελετικών στοιχείων τα οποία φέρουν τα τζάμια, καθώς και των υδρορροών.

Η χρήση του αλουμινίου και των κραμάτων του παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα έναντι των άλλων μετάλλων και του ξύλου.

- Είναι ανθεκτικό στην επιφανειακή διάβρωση και δεν έχει ανάγκη σχεδόν καθόλου συντήρησης.
- Οι διατομές των διαφόρων στοιχείων είναι δυνατόν να είναι μικροανοιγμάτων από στύλο σε στύλο.
- Τα διάφορα λεπτά σκελετικά στοιχεία στα οποία τοποθετούνται οι ναλοπίνακες, επειδή διαμορφώνονται με εξώθηση, μπορούν να κατασκευασθούν σε πολύπλοκες διατομές, ικανές να δώσουν καλή στεγανότητα στο θερμοκήπιο και αποκομιδή του νερού της συμπύκνωσης.
- Προσφέρεται πολύ για την κατασκευή των ανοιγμάτων εξαερισμού, γιατί δίνει ελαφρότερα πλαίσια που δεν δημιουργούν προβλήματα λειτουργίας

Στις συνήθεις περιπτώσεις ναλόφρακτων θερμοκηπίων για οικονομικούς λόγους το αλουμίνιο χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τον χάλυβα. Από αλουμίνιο κατασκευάζονται τα λεπτά στοιχεία του σκελετού, πάνω στα οποία τοποθετούνται οι

υαλοπίνακες, ενώ από χάλυβα κατασκευάζονται τα στοιχεία που σχηματίζουν το βασικό σκελετό του.

Το αλουμίνιο, ιδιαίτερα το ανοδιωμένο, δεν διαβρώνεται από την ατμόσφαιρα του θερμοκηπίου και δεν απαιτεί βαφή. Στα σημεία όμως που ευρίσκεται σ' επαφή με τον σίδηρο, θα πρέπει να γίνει ειδική προστασία, ώστε ν' αποφευχθεί η ηλεκτρολυτική διάβρωση. Στα σημεία ενώσεως με όλα τα χαλύβδινα στοιχεία, παρεμβάλλεται συνήθως πισσόχαρτο. Επίσης μέσα στο σκυρόδεμα διαβρώνεται, γι' αυτό πρέπει να προστατεύεται με βαφή πίσσας.

Στην κατασκευή των λεπτών στοιχείων του σκελετού του θερμοκηπίου χρησιμοποιούνται ειδικές διατομές αλουμινίου. Στις διατομές αυτές λόγω της υψηλής θερμικής αγωγιμότητας ($\lambda=233 \text{ Watt m}^{-2}\text{ }^{\circ}\text{C}$), το αλουμίνιο δημιουργεί θερμικές γέφυρες όπου συμπυκνώνεται η υγρασία, γι' αυτό πρέπει να προβλεφθεί ειδική διατομή στα διάφορα τεμάχια, ώστε να οδηγείται η υγρασία που συμπυκνώνεται, σ' αυτές και στο κάλυμμα, στην περιφέρεια του θερμοκηπίου.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν πάρα πολλά κράματα αλουμινίου. Γενικά για τις ιδιότητες των υλικών εφαρμόζεται η πρόταση 3 του:

EN 1999-1-1: 1998 (Ευρωκώδικας για τις αλουμινοκατασκευές). Χαρακτηριστικές ιδιότητες κάθε διατομής (extruded) αναφέρονται και στα ΟΙΝ 50 145 και ΟΙΝ 50 351.

2.2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΛΥΨΗΣ

Η ποσότητα και η ποιότητα του φωτός που περνάει στο χώρο των φυτών επηρεάζεται πολύ από τις ιδιότητες του διαφανούς υλικού κάλυψης του θερμοκηπίου.

Ένα καλής ποιότητας υλικό κάλυψης πρέπει να επιτρέπει να διέλθει μέσα από το υλικό όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποσότητα από τον προσπίπτοντα σ' αυτό φωτισμό

και να ευνοεί τη διάχυσή του στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, ώστε να υπάρχει ομοιογένεια φωτισμού σε όλο τον καλυπτόμενο χώρο. Επί πλέον να επιτρέπει από το φυσικό φως να διέρχονται όλα τα μήκη κύματος τα οποία είναι αναγκαία για την ανάπτυξη των φυτών.

Όπως είναι ήδη γνωστό, το φως αφού πέσει πάνω στο διαφανές υλικό κάλυψης είναι δυνατό να:

1. Ανακλαστεί πάνω στο υλικό
2. Απορροφηθεί από το υλικό
3. Διέλθει μέσα από το υλικό

2.2.2.1 ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του γυαλιού σαν υλικό κάλυψης των θερμοκηπίων, είναι η διατήρηση των ιδιοτήτων του με το πέρασμα του χρόνου. Έτσι, ένας υαλοπίνακας θερμοκηπίου έχει πρακτικά την ίδια περατότητα στο φως μετά 43 χρόνια μ' ένα καινούργιο, πράγμα που δεν συμβαίνει με κανένα άλλο υλικό κάλυψης. Η πιθανή μείωση της φωτεινότητας του γυαλιού οφείλεται στις ακαθαρσίες, που όμως είναι δυνατό να απομακρυνθούν⁸.

Το γυαλί είναι αδιαπέραστο στα αέρια και τους υδρατμούς. Τα προβλήματα στεγανότητας που μπορεί να εμφανισθούν 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 εύθραυστου που χαρακτηρίζει το γυαλί. Φαίνεται ότι μερικές ποιότητες γυαλιού γίνονται πιο εύθραυστες με την πάροδο του χρόνου.

⁸ Nelson P., 1981

Ο υαλοπίνακας μπορεί να είναι διαφανής, 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 του φωτός, ενώ στις πλευρές τοποθετούνται 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 άλλα αντικείμενα. Η μη επίπεδη πλευρά του υαλοπίνακα της οροφής τοποθετείται προς το εσωτερικό του θερμοκηπίου, για να μην συγκρατείται η σκόνη.

Το ειδικό βάρος του γυαλιού είναι 2.59 cm^3 . Το υαλόφρακτο θερμοκήπιο απαιτεί φέρουσα κατασκευή ιδιαίτερης αντοχής και χωρίς να υφίσταται σημαντικές παραμορφώσεις από το βάρος των διαφόρων φορτίων. Επίσης τα λεπτά στοιχεία του σκελετού θα πρέπει να είναι κατασκευασμένα και τοποθετημένα έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται καλή στεγανότητα στο νερό και τον αέρα

2.2.2.2 ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Τα πλαστικά υλικά είναι συνθετικά πολυμερή υλικά που αποτελούνται από γιγαντιαία μόρια, όπου στη σύνθεση των μορίων τους συμμετέχουν χιλιάδες άτομα. Οι κυριότερες ομάδες φυσικών πολυμερών είναι οι πολυσακχαρίτες, τα νουκλεϊνικά οξέα και οι πρωτεΐνες.

Τα συνθετικά πολυμερή αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια του εικοστού αιώνα, στην αρχή με απλή επεξεργασία των φυσικών πολυμερών (βαμβάκι, μετάξι) και αργότερα με την ανάπτυξη απολύτως συνθετικών πολυμερών.

Γενικά τα πρώτα πλαστικά πρωτο-δημιουργήθηκαν στις αρχές του αιώνα με τη νιτρική σελουλόζη (και τα σελουλοειδή) και πήραν σημαντική ανάπτυξη λίγο μετά, όταν αναπτύχθηκε το συνθετικό υλικό με το όνομα βακελίτης, από Βέλγο χημικό, καθώς και με την παρασκευή του πολυαμιδίου (Νάιλον) και πολυαιθυλενίου λίγο πριν το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, στις ΗΠΑ και Μ. Βρετανία αντίστοιχα.

Γενικά τα πλαστικά υλικά μπορεί να ταξινομηθούν στους ακόλουθους τύπους:

- **Θερμοπλαστικά υλικά:** τα οποία χάνουν το σχήμα τους όταν θερμανθούν και μπορεί να ανασχηματισθούν όταν αφεθούν να κρυώσουν χωρίς να χάσουν σημαντικά χαρακτηριστικά από τις ιδιότητες τους. Στην ιδιότητα αυτή βασίζεται η θερμοσυγκόλληση (πολυαιθυλένιο, PVC, PC, PMMA).
- **Θερμοσκληρά υλικά:** τα οποία υφίστανται μια χημική μεταβολή κατά τη διάρκεια του σχηματισμού τους από τη ρευστή στη στερεή κατάσταση, που τα καθιστά αμετάβλητα στο σχήμα, χωρίς να είναι δυνατό να μαλακώσουν με τη θερμοκρασία ή να ρευστοποιηθούν πάλι (Βακελίτης, ενισχυμένος πολυεστέρας).
- **Ελαστομερή υλικά:** διακρίνονται από την πολύ υψηλή ελαστικότητα που έχουν. Αυτά χαρακτηρίζονται θεωρητικά ως θερμοσκληρά υλικά, αλλά παρουσιάζουν κάποια μικρή δυνατότητα επαναφοράς τους μετά από θέρμανση.

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η κατασκευή με την οποία θα ασχοληθούμε παρακάτω, αφορά το θερμοκήπιο που προορίζεται για επιχειρηματική καλλιέργεια φυτών και αποτελείται από πλευρικά τοιχώματα και οροφή, περατά στο φως. Δεν αφορά το θερμοκήπιο που χρησιμοποιείται για εκθέσεις ή για εκπαιδευτικές ασκήσεις που θα πρέπει να παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια.

Τα θερμοκήπια τοποθετούνται 20m τουλάχιστον από εθνικές οδούς και ανθρώπινες κατοικίες.

Γενικά θα πρέπει να αναφέρουμε ότι ένα θερμοκήπιο πρέπει να κατασκευάζεται έτσι ώστε:

- το μέρος του που βρίσκεται πάνω από το έδαφος να αντέχει σε διακυμάνσεις θερμοκρασίας μεταξύ μέγιστης 60°C και ελαχίστης -10°C,
- να φέρει ασφαλώς όλα τα φορτία, συμπεριλαμβανομένου του βάρους του, χωρίς να γίνεται υπέρβαση των ορίων αντοχής των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένο και
- μια ζημιά που τυχόν θα προκληθεί σ' ένα μικρό τμήμα του, δεν θα πρέπει να έχει γενικότερη επίπτωση στη στερεότητα του συνόλου

Σχεδιασμός Κατασκευής Θερμοκηπίου

Κατά το σχεδιασμό του θερμοκηπίου θα πρέπει να λαμβάνει κανείς υπόψη του την απαίτηση για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη φωτεινότητα κατά τη διάρκεια του χειμώνα, τη μείωση των απωλειών θερμότητας την ίδια περίοδο και τη δυνατότητα καλού εξαερισμού κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου. Επίσης, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην αντοχή και τη στερεότητα της κατασκευής, χωρίς όμως αυτό να επηρεάζει αρνητικά την ευκολία της συναρμολόγησης και τη λειτουργικότητα του χώρου. Η επιθυμητή διάρκεια ωφέλιμης χρήσης του θερμοκηπίου και το κόστος των υλικών κατασκευής στις διάφορες περιοχές επηρεάζουν οπωσδήποτε το τελικό αποτέλεσμα.

Γενικά, το βασικό χαρακτηριστικό που θα πρέπει να αποτελεί τον οδηγό για τον σχεδιασμό ή την επιλογή ενός θερμοκηπίου, είναι αν ανταποκρίνεται η κατασκευή αυτή στις απαιτήσεις των καλλιεργειών τις οποίες επιδιώκουμε να αναπτύξουμε. Θα πρέπει επομένως να αναζητήσουμε τις σχέσεις οι οποίες υπάρχουν μεταξύ των συντελεστών της παραγωγής και των στοιχείων που χαρακτηρίζουν τις διάφορες κατασκευές των θερμοκηπίων. Έτσι, για την επιλογή ενός θερμοκηπίου:

- Γίνεται καταγραφή των διαφόρων παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν τις καλλιέργειες που θα αναπτυχθούν και σε ποιο βαθμό η κάθε κατασκευή τους εξασφαλίζει.
- Κατατάσσονται οι παραπάνω παράγοντες κατά τάξη μειούμενης σπουδαιότητας.
- Βαθμολογείται κάθε κατασκευή με το ποσοστό που ικανοποιεί τις απαιτήσεις της καλλιέργειας που πρόκειται να αναπτυχθεί.
- Στο τέλος λαμβάνονται υπόψη και οι άλλοι παράγοντες, όπως ο εξοπλισμός που είναι δυνατόν να εγκατασταθεί και κυρίως η οικονομικότητα της κατασκευής και

- Τελικά επιλέγεται η τεχνικά και οικονομικά καλύτερη λύση. Είναι η λύση με την οποία αναμένουμε να έχουμε το μεγαλύτερο οικονομικό όφελος, ετησίως, από τη δραστηριότητα της μελλοντικής επιχείρησης.

Όταν πρόκειται για εξελιγμένες κατασκευές, ένα θερμοκήπιο θα πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα καλλιέργειας μεγάλου αριθμού φυτών, έτσι ώστε ο παραγωγός να μην περιορίζεται από την κατασκευή στην καλλιέργεια ενός μόνο φυτού, αλλά να έχει τη δυνατότητα προσαρμογής του είδους των καλλιεργειών στις συνθήκες της αγοράς.

Παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για το σχεδιασμό ή την επιλογή ενός θερμοκηπίου:

Το πρόβλημα της παραγωγής προϊόντων θερμοκηπίου στην Ελλάδα, αλλά και διεθνώς, εντοπίζεται στην παραγωγή προϊόντων υψηλής ποιότητας με ανταγωνιστικό κόστος

Γενικά το κόστος της παραγόμενης μονάδας ενός γεωργικού προϊόντος εξαρτάται:

α) από το μέγεθος της παραγωγής (που επηρεάζεται μεταξύ άλλων και από την ποιότητα του περιβάλλοντος ανάπτυξης των φυτών όπως φωτεινότητα, θερμοκρασία κλπ) και

β) από τις δαπάνες της επιχείρησης, που περιλαμβάνουν τις πάγιες δαπάνες (εγκαταστάσεων, εξοπλισμού κλπ) και τις λειτουργικές δαπάνες (μέσα στις οποίες είναι και οι δαπάνες δημιουργίας του κατάλληλου περιβάλλοντος).

Έτσι όσο μεγαλύτερη παραγωγή επιτυγχάνεται (για συγκεκριμένες δαπάνες) τόσο το κόστος της παραγόμενης μονάδας αναμένεται να είναι μικρότερο, γιατί οι δαπάνες επιμερίζονται σε περισσότερες μονάδες, επίσης για μια συγκεκριμένη παραγωγή είναι αυτονόητο ότι όσο μικρότερες είναι οι δαπάνες, τόσο μικρότερο θα είναι το κόστος της παραγόμενης μονάδας προϊόντος

Τελικά όλες οι συνιστώσες του κόστους της παραγόμενης μονάδας προϊόντος επηρεάζονται σημαντικά από τον τύπο του θερμοκηπίου και την ποιότητα της κατασκευής, γιατί επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τις πάγιες δαπάνες και τις δαπάνες λειτουργίας της επιχείρησης.

Για το σχεδιασμό επομένως ή την επιλογή του κατάλληλου θερμοκηπίου απαιτείται μεγάλη προσοχή και γνώση, γιατί αυτή η ενέργεια μπορεί να καθορίσει την επιτυχία ή την αποτυχία της επιχείρησης.

3.2 ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ

Στο σχεδιασμό της κατασκευής πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλα τα φορτία και οι δράσεις που είναι δυνατό να συμβούν κατά τη διάρκεια της σχεδιασθείσας ελάχιστης οικονομικής ζωής του θερμοκηπίου, σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα EN 1991-1 (Basis on design and actions on structures), καθώς και το EN 13031-1 που τον εξειδικεύει για το θερμοκήπιο.

Γενικά στους υπολογισμούς θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες δράσεις από:

- **Μόνιμα Φορτία**
- **Πρόσθετα Φορτία:**
 - φορτία εγκαταστάσεων
 - φορτία φυτών
- **Πρόσκαιρα Φορτία**

- **Κλιματικά Φορτία:**
 - Φορτία χιονιού
 - Φορτία Ανέμου
- **Θερμικές Δράσεις**

- **Σεισμικές Δράσεις**

Η ελάχιστη περίοδος αναφοράς των δράσεων για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών τιμών των διαφόρων δράσεων που χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό της κατασκευής, λαμβάνονται με ετήσια πιθανότητα 0,07 (15 χρόνια μέσο διάστημα εμφάνισης) για τα θερμοκήπια A15 κατηγορίας, ετήσια πιθανότητα 0,1 (10 χρόνια μέσο διάστημα εμφάνισης) για τα A 10 και 810 κατηγορίας θερμοκήπια και 0,5 (5 χρόνια μέσο διάστημα εμφάνισης) για τα θερμοκήπια 85 κατηγορίας.

Μόνιμα φορτία

Προέρχονται από το βάρος των υλικών κατασκευής σκελετού και καλύμματος. Δεν περιλαμβάνονται οι εγκαταστάσεις έστω κι αν ασκούν μόνιμη επιβάρυνση στην κατασκευή.

Οι χαρακτηριστικές τιμές, πυκνότητες, βάρη κλπ., του σκελετού και του καλύμματος για τον υπολογισμό του βάρους της κατασκευής και των δυνάμεων που ασκούνται λαμβάνονται από τον Ευρωκώδικα EN 1991-2-1.

Πρόσθετα φορτία

Περιλαμβάνουν τα φορτία των εγκαταστάσεων που ασκούν μόνιμη φόρτιση, τα φορτία των φυτών και τα πρόσκαιρα φορτία.

Στα απλά τοξωτά θερμοκήπια και γενικά αυτά που δεν έχουν υδρορροή δεν υπολογίζονται συνήθως πρόσκαιρα φορτία.

Φορτία εγκαταστάσεων που ασκούν μόνιμη φόρτιση

Αφορούν το βάρος των εσωτερικών εγκαταστάσεων όταν πρόκειται για μόνιμες

εγκαταστάσεις που φέρονται στο σκελετό.

Υπάρχουσες ή μελλοντικές εγκαταστάσεις που ασκούν μόνιμη φόρτιση μπορούν να θεωρηθούν η εγκατάσταση θέρμανσης, οι καλωδιώσεις, τα παράθυρα, οι ανεμιστήρες, το υγρό τοίχωμα, οι κουρτίνες, οι εγκαταστάσεις φωτισμού, οι μονώσεις και όποια άλλη εγκατάσταση φέρεται στο σκελετό και ασκεί μόνιμη φόρτιση.

Οι χαρακτηριστικές τιμές βάρους των εγκαταστάσεων που ασκούν μόνιμη φόρτιση, υπολογίζεται σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα EN 1991-2-1. Για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, σκίασης, φωτισμού, εξαερισμού και θερμομόνωσης, δεν πρέπει να λαμβάνονται τιμές μικρότερες από 70 N m^{-2} σε οριζόντιο επίπεδο. Οι χαρακτηριστικές τιμές των δράσεων από τους σωλήνες θέρμανσης που στηρίζονται στο σκελετό πρέπει να λαμβάνονται όταν είναι γεμάτες νερό.

Όταν χρησιμοποιούνται οριζόντια σύρματα για την στήριξη των συστημάτων σκίασης και άρδευσης ή υδρονέφωσης, οι επιπτώσεις από αυτά τα σύρματα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη και δεν μπορεί να λαμβάνεται τιμή μικρότερη από 250 N ανά σύρμα υποστήριξης και 500 ανά σύρμα οδήγησης στην κουρτίνα σκίασης. Για τα σύρματα που υποστηρίζουν την άρδευση η ελάχιστη τιμή είναι 1250 N ανά σύρμα.

Φορτία φυτών

Αφορούν τις επιβαρύνσεις από το βάρος των φυτών. Όταν κρέμονται και υποστηρίζονται φυτά από τον σκελετό του θερμοκηπίου ασκείται μια δράση στην κατασκευή από το φορτίο των φυτών. Οι χαρακτηριστικές τιμές των φορτίων των φυτών και των υποστρωμάτων, όταν τα συνοδεύουν, υπολογίζονται σύμφωνα με Ευρωκώδικα EN 1991-2-1, αλλά δεν πρέπει να ληφθούν μικρότερες από ένα κατακόρυφο φορτίο 150 N m^2 ($150 \text{ Pa} = 15 \text{ kg F m}^2$) σε οριζόντια προβολή (EN 13031-1)

Πρόσκαιρα φορτία

Είναι τα φορτία που ασκούνται πρόσκαιρα εσωτερικά ή εξωτερικά στο θερμοκήπιο. Τέτοια φορτία π.χ. είναι αυτά που ασκούνται από τους εργαζόμενους μαζί με τα υλικά που χρησιμοποιούν κατά τη διάρκεια της κατασκευής ή της επιδιόρθωσης του θερμοκηπίου ή του καθαρισμού του καλύμματος. Σ' αυτή την κατηγορία ανήκουν επίσης και πρόσκαιρα κρεμάσματα εργαλείων κλπ.

Εγκαταστάσεις που μπορεί να φέρονται στο σκελετό αλλά με όχι συνεχή φόρτιση είναι οι γραμμές μεταφοράς προϊόντων και εφοδίων. Στο κάθε σημείο σύνδεσης της γραμμής μεταφοράς πρέπει να ληφθούν υπόψη τα βάρη μεταφοράς. Υπολογίζονται και οι δυνάμεις της επιτάχυνσης και του φρεναρίσματος. Η μέγιστη φόρτιση υπάρχει όταν γίνεται η μεταφορά και πρέπει να δίδεται από τον κατασκευαστή. Εγκαταστάσεις που δεν φορτίζουν μόνιμα θεωρούνται και τα μηχανήματα καθαρισμού του καλύμματος, κινητές σκάλες κλπ., που στηρίζονται στην κορυφή της στέγης και στην υδρορροή.

Κάθε φορτίο που προστίθεται στο θερμοκήπιο και παραμένει πάνω από 30 συνεχείς ημέρες δεν θεωρείται πρόσκαιρο, αλλά φορτίο συνεχούς επιβάρυνσης.

Συγκεντρωμένα κατακόρυφα φορτία

Εκτός του ελάχιστου πρόσκαιρου φορτίου, θα πρέπει να ληφθούν επίσης υπόψη και συγκεντρωμένα κατακόρυφα φορτία που αφορούν το φορτίο που μπορεί να παρουσιασθεί σε οποιοδήποτε σημείο του σκελετού. Τέτοια φορτία π.χ. προέρχονται από το σκαρφάλωμα στο σκελετό χωρίς τη χρησιμοποίηση σανίδας (για κατανομή του βάρους).

Οι ελάχιστες τιμές των συγκεντρωμένων κατακόρυφων φορτίων λαμβάνονται ότι δρουν σε μια επιφάνεια 100mm επί 100mm, ή για ένα μήκος 100mm σε όλο το πλάτος ενός κατασκευαστικού στοιχείου που έχει πλάτος μικρότερο των 100mm.

Όλα τα κύρια στοιχεία του σκελετού της οροφής θα πρέπει να φέρουν ασφαλώς ένα ελάχιστο συγκεντρωμένο φορτίο που λαμβάνεται για τις επιστεγίδες 350 N (35 kg F) και για τα υπόλοιπα μέρη 1000 N (100 kg F). Μόνο στα απλής γραμμής θερμοκήπια χωρίς υδρορροή δεν λαμβάνονται υπόψη τα συγκεντρωμένα κατακόρυφα φορτία και στα θερμοκήπια 85.

3.3 ANEMOS

Η αντοχή του θερμοκηπίου στον άνεμο υπολογίζεται με βάση τη χαρακτηριστική προσβολή του ανέμου, η οποία καθορίζεται από τον πιο δυσμενή συνδυασμό⁹.

Οι δυνάμεις του ανέμου υπολογίζονται για το κύριο σύστημα αντίστασης του θερμοκηπίου στον άνεμο, για τα ιδιαίτερα στοιχεία και για το υλικό κάλυψης. Το κύριο σύστημα αντίστασης στον άνεμο είναι ο άκαμπτος σκελετός, τα αντιανέμια και τα τοιχώματα που παρέχουν πλευρική υποστήριξη στην κατασκευή όταν υπάρχει ανεμοπίεση.

ANTI-ANEMIA: Κοιλοδοκοί ή διατομές τύπου L σπανιότερα, προσφέροντας σταθερότητα έναντι δυνάμεων ανέμων και σεισμού.

Τα ιδιαίτερα στοιχεία και το υλικό κάλυψης είναι τα στοιχεία στήριξης του καλύμματος, οι υαλοπίνακες ή οι επιφάνειες του πλαστικού που αντιστέκονται στην πίεση του ανέμου άμεσα και τα στοιχεία που μπορεί να δεχθούν τοπικά πίεση υψηλότερη από αυτήν που δέχεται η κατασκευή ως σύνολο.

Οι υπολογισμοί για τις ανεμοπιέσεις, γίνονται για δράση του ανέμου με κλειστά τα παράθυρα του θερμοκηπίου. Τα παράθυρα και οι μηχανισμοί τους όταν είναι ανοιχτά σχεδιάζονται έτσι ώστε να μπορούν να ανθίστανται στη δράση μιας ταχύτητας

⁹ Μαυρογιανόπουλος, 2001

ανέμου 40% της ταχύτητας αναφοράς. Τα παράθυρα και οι μηχανισμοί τους όταν είναι κατά το ήμισυ ανοιχτά, σχεδιάζονται έτσι ώστε να μπορούν να ανθίστανται στη δράση μιας ταχύτητας ανέμου 65% της ταχύτητας αναφοράς

Οι τιμές των ανεμοπιέσεων σε μια κατασκευή προσδιορίζονται ή με μοντέλο σε σήραγγα αέρος είτε αναλυτικά. Γενικά οι χαρακτηριστικές τιμές των δράσεων του ανέμου δίδονται στον Ευρωκώδικα και υπολογίζονται σύμφωνα με τα EN 1991-2-4 και τις πρόσθετες πληροφορίες του Annex 6 του EN 13031-1.

Η ανεμοπίεση σε μια επιφάνεια του θερμοκηπίου είναι το αποτέλεσμα των πιέσεων από την εξωτερική και την εσωτερική πλευρά. Στις περισσότερες δε περιπτώσεις αυτές οι πιέσεις είναι προσθετικές.

Στα θερμοκήπια συνήθους ύψους υπολογίζεται η ανεμοπίεση ως αποτέλεσμα της πίεσης από την ταχύτητα του Ανέμου (q) και του συντελεστή του σχήματος (C) της κατασκευής.

Πίεση από την ταχύτητα του Ανέμου

Η ταχύτητα του ανέμου που χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς μετατρέπεται σε δυναμική πίεση q που προσδιορίζεται από την ισότητα της κίνησης $F = 1/2 m v^2$

Δεχόμενοι μια μέση πυκνότητα αέρα $1,23 \text{ kg m}^3$, η δυναμική πίεση σ' ένα ύψος από την επιφάνεια του εδάφους H , είναι:

$$q_H = 0,613 k_H v^2$$

όπου: q_H = δυναμική πίεση του ανέμου σε N m^2 (ισχύει για όλες τις επιφάνειες που προσβάλλονται από τον αέρα)

V = η ταχύτητα του ανέμου σε m . Μετράται σε ύψος 10 m πάνω από το έδαφος σε ανοικτό χώρο.

Λαμβάνεται η μεγαλύτερη ταχύτητα που εμφανίζεται με ετήσια πιθανότητα 0,07 (15 χρόνια μέσο διάστημα εμφάνισης) για τα υαλόφρακτα θερμοκήπια και γενικά τα

θερμοκήπια Α 15 κατηγορίας και ετήσια πιθανότητα 0,1 (10 χρόνια μέσο διάστημα εμφάνισης) για τα Α 10 και Β 10 κατηγορίας θερμοκήπια και 0,5 (5 χρόνια μέσο διάστημα εμφάνισης) για τα θερμοκήπια Β 5 κατηγορίας, (απλά τοξωτά κλπ.).

kH = συντελεστής ύψους. Για ύψος κατασκευής < 5 m και για ανοιχτούς αγρούς:
 $kH = (H/10)^{2/7}$

H = το μέσο ύψος του θερμοκηπίου σε m. Μέσο ύψος είναι αυτό που μετράται από το έδαφος μέχρι το μέσο της επιφάνειας της στέγης του θερμοκηπίου.

10 m είναι το ύψος στο οποίο παίρνονται οι μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου

Γενικά η πίεση από την ταχύτητα του ανέμου υπολογίζονται σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα EN 1991-2-4

Αεροδυναμικοί συντελεστές σχήματος του θερμοκηπίου

Για να υπολογισθεί η ασκούμενη πίεση " p ", σε μια κατασκευή από τον άνεμο, πολλαπλασιάζεται η δυναμική πίεση του ανέμου με έναν συντελεστή C που καθορίζεται από το σχήμα του θερμοκηπίου και την κατεύθυνση του ανέμου. Έτσι: $P = C qH$

Στον υπολογισμό των φορτίων από άνεμο είναι αυτονόητο ότι υπολογίζονται οι διαφορές πίεσης που δημιουργούνται στην κατασκευή και προέρχονται από τις εξωτερικές και τις εσωτερικές πιέσεις.

Ο καθαρός συντελεστής που προσδιορίζει τη δράση σε κάθε επιφάνεια είναι η αλγεβρική διαφορά μεταξύ του συντελεστή σχήματος για την εξωτερική και την εσωτερική επιφάνεια: $C = C_{pe} - C_{pi}$

Θετικός συντελεστής αντιστοιχεί σε εξωτερική πίεση.

Αρνητικός συντελεστής αντιστοιχεί σε εξωτερική αναρρόφηση

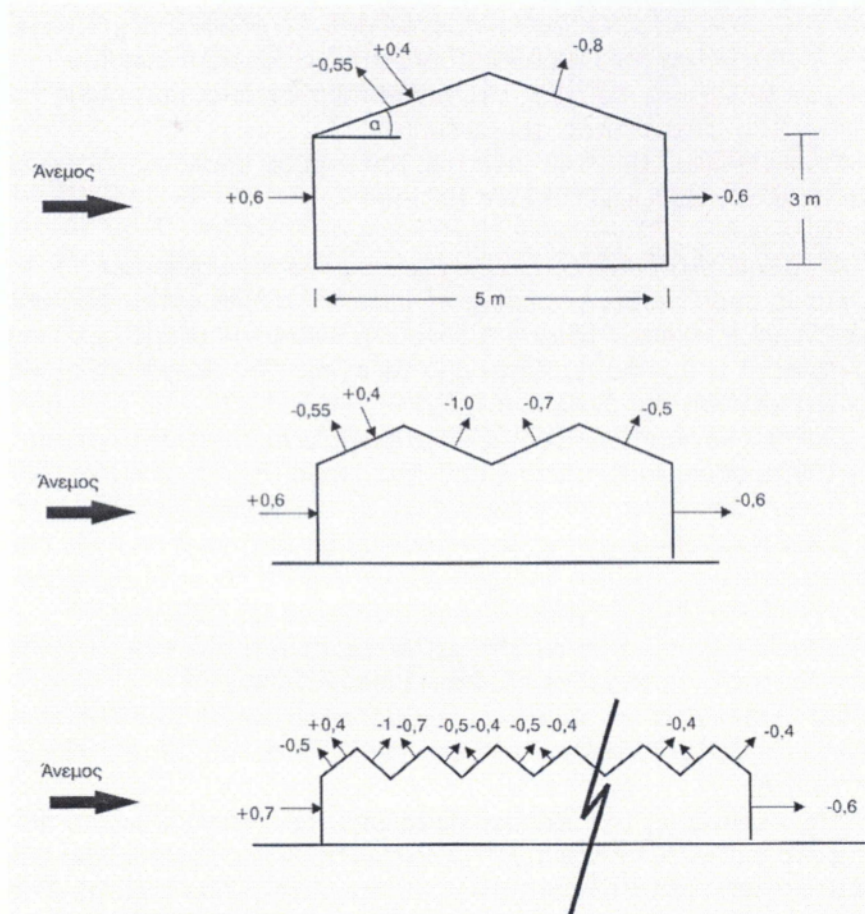
Στα θερμοκήπια με πλαστική κάλυψη, η μεταφορά των δράσεων από το πλαστικό φύλλο στο σκελετό δεν είναι άμεση, ούτε εντελώς κατανοητή.

Στην περίπτωση της εξωτερικής πίεσης, το πλαστικό φύλλο πιέζεται στο σκελετό, στην αντίθετη περίπτωση το πλαστικό φύλλο δεν μπορεί να μεταφέρει τα φορτία κατ' ευθείαν στο σκελετικό ιστό. Στις περιοχές όπου υπάρχει αρνητική πίεση, το πλαστικό φύλλο τεντώνεται προς τα έξω (φουσκώνει) και όλο το φορτίο μεταφέρεται μόνο στα μέρη του σκελετού όπου το πλαστικό φύλλο συνδέεται με αυτόν.

Για τον υπολογισμό των ανεμοπιέσεων στο θερμοκήπιο, δυο μόνον κατευθύνσεις ανέμου είναι ανάγκη να ληφθούν υπόψη, η μια παράλληλα με τη γραμμή της κορυφής της στέγης και η άλλη κάθετα στη γραμμή αυτή.

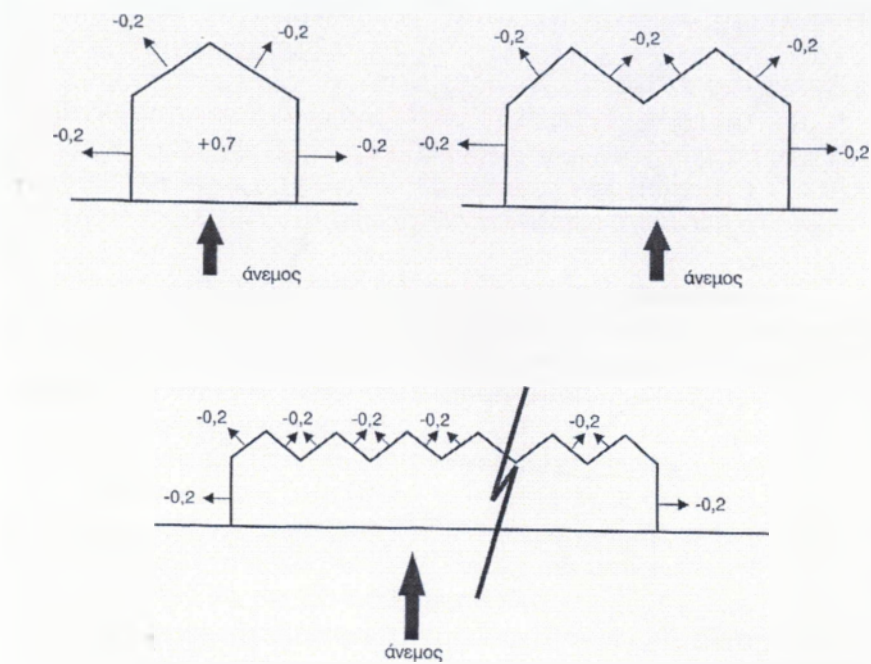
Οι συντελεστές σχήματος (C_{pe}) στις διάφορες εξωτερικές επιφάνειες για τα συνήθη σχήματα θερμοκηπίων αναφέρονται στο Annex B των Ευρωπαϊκών προδιαγραφών των θερμοκηπίων EN 13031-1.

Ένα παράδειγμα για θερμοκήπιο πλάτους κατασκευαστικής μονάδας 5m και ύψος μέχρι την υδρορορή 3m παρουσιάζεται στα παρακάτω διαγράμματα.



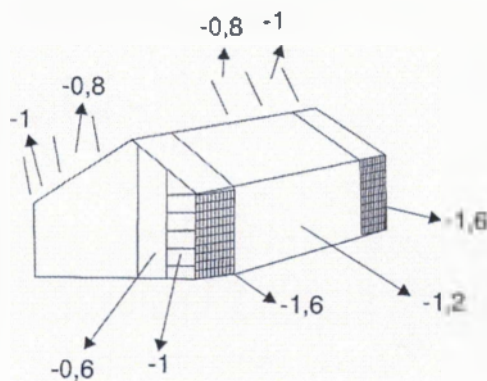
Πηγή: Μαυρογιαννόπουλος

Διάγραμμα 3.1 Συντελεστές C_{pe} για απλής και πολλαπλής γραμμής θερμοκήπια με κατεύθυνση ανέμου κάθετη στη κορυφογραμμή της στέγης



Πηγή: Μαυρογιαννόπουλος

Διάγραμμα 3.2 Συντελεστές C_{PE} για απλής και πολλαπλής γραμμής θερμοκήπια με κατεύθυνση ανέμου παράλληλη στη κορυφογραμμή της στέγης



Πηγή: Μαυρογιαννόπουλος

Διάγραμμα 3.3 Τοπικοί Συντελεστές C_{PE} μόνο για τα τοιχώματα του θερμοκηπίου

Στα αμφικλινή θερμοκήπια οι συντελεστές σχήματος ισχύουν για κλίσεις στέγης μεταξύ 200 και 260.

Στην περίπτωση διαφορετικής κλίσης στέγης, οι συντελεστές C , καθορίζονται με

έρευνα προτύπου σε σήραγγα αέρα.

Οι συντελεστές C_{pe} επηρεάζουν όλα τα συστατικά μέρη του θερμοκηπίου. Οι τοπικοί συντελεστές C_p θεωρείται ότι επηρεάζουν τα τζάμια τα λεπτά σκελετικά στοιχεία και τις συνδέσεις στις θέσεις αυτές

Συντελεστής σχήματος για τις εσωτερικές επιφάνειες

Για κάθε κατεύθυνση ανέμου, εκτός από την πίεση που δημιουργείται στην εξωτερική επιφάνεια του θερμοκηπίου, δημιουργείται και μια εσωτερική πίεση από τον αέρα που μπαίνει και βγαίνει μέσω των ανοιγμάτων του θερμοκηπίου

Ο αέρας που μπαίνει μέσα στο θερμοκήπιο είναι ίσος με αυτόν που βγαίνει. Η ροή της μάζας του αέρα είναι ανάλογη της επιφάνειας των ανοιγμάτων (ΣA) και της τετραγωνικής ρίζας της διαφοράς πίεσης κατά μήκος της επιφάνειας των ανοιγμάτων ή των σημείων διαρροής. Τα ανοίγματα σ' ένα θερμοκήπιο συνήθως υπολογίζονται στην περίμετρο των παραθύρων και των θυρών. Στα απλά τοξωτά, χωρίς ειδικές κατασκευές παραθύρων, όπου το πλαστικό μπαίνει σε ταινίες εγκάρσια και οι άκρες της κάθε ταινίας υπερκαλύπτουν την άκρη της προηγούμενης, ανοίγματα θεωρούνται και οι περιοχές αυτές, διότι γίνεται διαρροή αέρα και επομένως λαμβάνονται υπόψη στην εκτίμηση της εσωτερικής πίεσης. Στο σύνολο του θερμοκηπίου ισχύει:

$$\Sigma A (C_{pe} - C_{pi}) 1/2 = 0$$

όπου: A = η επιφάνεια στην περιοχή ροής

Πίνακας 3.1
Συντελεστής εσωτερικής πίεσης

Κατεύθυνση ανέμου	Θερμοκήπια	O,	
Κάθετα	θερμοκήπια απλής γραμμής	+ 0,2	κ -0,4
στην υδρορροή	θερμοκήπια πολλαπλής γραμμής	+0,20	και -0,3
Παράλληλα	Όλες οι περιπτώσεις	+0,20	και -0,2
στην υδρορροή			

Παράδειγμα υπολογισμού φορτίων από άνεμο για θερμοκήπιο με πλαστική κάλυψη

Η κατασκευή είναι ημικυλινδρική με ύψος 3 m. Έχει πόρτες και ανοίγματα αερισμού στο κάθε άκρο.

Ο υπολογισμός γίνεται για κάθετο στη μεγάλη πλευρά άνεμο και για περιοχή με ταχύτητα ανέμου (πιθανότητα 10%) 42,75 m 8-1

Φορτίο ανέμου:

Η δυναμική πίεση είναι: $qH = 0,613 (3/10)^{2/7} (42,75)^2 [N \cdot m^{-2}]$

Ο συντελεστής σχήματος εξωτερικής πίεσης προσδιορίζεται από το αντίστοιχο διάγραμμα 51

Ο συντελεστής σχήματος εσωτερικής πίεσης εξάγεται από τη μελέτη της πίεσης στις πόρτες και τα ανοίγματα. Εδώ είναι απλής γραμμής θερμοκήπιο και υπάρχουν πόρτες στο κάθε άκρο της κατασκευής. Από τον αντίστοιχο πίνακα βρίσκουμε ότι η εσωτερική πίεση θα είναι: $C_{pi} = -0,4$.

Η πίεση που ασκείται από τον άνεμο στο πλαστικό είναι η διαφορά $C_{pe}-C_{pi}$, πολλαπλασιαζόμενη με τη δυναμική πίεση $q \chi H$.

Φορτίο στο σκελετό:

Αν η διαφορά $C_{pe}-C_{pi}$ είναι αρνητική (εξωτερική αναρρόφηση), το φορτίο στο πλαστικό δεν μεταφέρεται άμεσα στο σκελετό. Η εξωτερική αναρρόφηση δημιουργεί μια τάση στο πλαστικό και μεταφέρει το φορτίο στα σημεία στήριξης, σε άλλα μέρη του σκελετού και στα θεμέλια. Σ' αυτή την περιοχή το πλαστικό δεν είναι συνήθως σ' επαφή με το σκελετό

Η τάση του πλαστικού φύλλου δίνεται από τον τύπο:

$$T = \frac{Rq \sin^2 \theta_1 \cos^2 \theta_2 (C_{pe}(e) - C_{pi}) \eta \mu(\theta)}{\sin(\theta_2) - \sin(\theta)}$$

όπου: θ_1 και θ_2 είναι οι πολικές γωνίες όπου το πλαστικό φύλλο ξεχωρίζει και επανασυνδέεται με το σκελετό αντίστοιχα και R είναι η ακτίνα του θερμοκηπίου

Μεταφορά του φορτίου στο σκελετό:

Η κανονική δύναμη ($f(e)$) που δρα στο σκελετό ανά μέτρο μήκους της κατασκευής είναι:

$$f(e) = (C_{pe}(e) - C_{pi}) qH + T/R$$

όπου: $(C_{pe}(e) - C_{pi}) qH$ είναι η πίεση από τον άνεμο και T/R η τάση του πλαστικού

Αυτή η ισότητα ισχύει για $f(e) > 0$. Αν $f(e)$ υπολογίζεται μικρότερο από 0 σε οποιοδήποτε σημείο, σημαίνει ότι το πλαστικό φύλλο δεν βρίσκεται σ' επαφή με το σκελετό και επομένως το φορτίο θα είναι 0.

Συνδυάζοντας τις δυο προηγούμενες ιδιότητες, έχουμε:

Πίνακας 3.2
Τάσεις πλαστικού και φορτίο σκελετού

	00-3	350-550	550-750	750-950	950-1150	1150-1800
Cpe(e)	+0,4	-0,1	-0,8	-1,3	-0,8	-0,4
Cpi	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Cpe(e)-Cpi	+0,8	+0,3	-0,4	-0,9	-0,4	0,0
Τάση πλαστικού T/Rq			0,4			
Φορτίο σκελετού ανά m f(e)/qH	+1,2	+0,7	-	-	-	+0,4

Συνδυασμοί Δράσεων:

Όλες οι τιμές δράσεων που είναι δυνατό να συμβούν ταυτόχρονα, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στους συνδυασμούς των δράσεων.

Γενικά τα θερμοκήπια και τα συστατικά μέρη τους, καθώς και οι βάσεις τους, πρέπει να υπολογισθούν με βάση τους εξής συνδυασμούς δράσεων που είναι οι πιο δυσμενείς για το συγκεκριμένο θερμοκήπιο ή τα συστατικά μέρη του:

1. δράσεις από μόνιμα φορτία, συν δράσεις από φορτία εγκαταστάσεων, συν δράσεις από φορτία φυτών, συν δράσεις από φορτία χιονιού, συν δράσεις από άνεμο.
2. δράσεις από μόνιμα φορτία, συν δράσεις από άνεμο.
3. δράσεις από μόνιμα φορτία, συν δράσεις από φορτία εγκαταστάσεων, συν δράσεις από φορτία φυτών, συν δράσεις από συγκεντρωμένο κατακόρυφο φορτίο, συν δράσεις από πρόσκαιρα φορτία.
4. δράσεις από μόνιμα φορτία, συν δράσεις από φορτία εγκαταστάσεων, συν

δράσεις από φορτία φυτών, συν δράσεις από φορτία χιονιού συν δράσεις από σεισμό.

5. δράσεις από μόνιμα φορτία, συν δράσεις από φορτία εγκαταστάσεων, συν θερμικές δράσεις.

6. δράσεις από μόνιμα φορτία, συν δράσεις από φορτία εγκαταστάσεων, συν δράσεις από φορτία φυτών, συν δράσεις από θυελλώδη δράση χιονιού.

Κατά τους υπολογισμούς των συνδυασμών των δράσεων χρησιμοποιούνται οι μερικοί συντελεστές που σχετίζονται με το επιθυμητό επίπεδο ασφάλειας της κατασκευής και οι συντελεστές συνδυασμού (πιθανότητα σύμπτωσης πολλών δράσεων) που μπορεί να διαφέρουν από χώρα σε χώρα.

- Οι υπολογισμοί στο σχεδιασμό θα πρέπει να γίνονται σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες:

EN 1993 -1-1 πρόταση 4 για χαλύβδινες κατασκευές

EN 1993 -1-3 πρόταση 4 για ψυχρά διαμορφωμένα χαλύβδινα στοιχεία.

EN 1995 – 1-1 πρόταση 4 για ξύλινες κατασκευές

EN 1997 -1 πρόταση 2 για γεωτεχνικό σχεδιασμό

EN1999 -1-1 πρόταση 4 για αλουμινοκατασκευές

Χρηστική και οριακή φόρτιση

Τα συστατικά μέρη της κατασκευής υπολογίζονται στη λεγόμενη κατάσταση χρήσης και στην κατάσταση οριακής φόρτισης. Οι τάσεις, ως συνέπεια των χαρακτηριστικών φορτίσεων, δεν επιτρέπεται να ξεπερνούν τις επιτρεπτές όπως αναφέρονται στους Ευρωκώδικες:

EN 1993 -1-1 πρόταση 4 για χαλύβδινες κατασκευές

En 1993 -1-3 πρόταση 4 για ψυχρά διαμορφωμένα χαλύβδινα στοιχεία.

EN 1995 – 1-1 πρόταση 4 για ξύλινες κατασκευές

EN 1997 -1 πρόταση 2 για γεωτεχνικό σχεδιασμό

EN1999 -1-1 πρόταση 4 για αλουμινοκατασκευές

Επιτρεπόμενες αποκλίσεις

Οι επιτρεπόμενες αποκλίσεις της θέσης των κατασκευαστικών στοιχείων κατά την κατασκευή αναφέρονται στο EN 13031-1.

Η διαφορά στατικής πίεσης που δημιουργείται στις διάφορες πλευρές του θερμοκηπίου από την ταχύτητα του ανέμου

Σ' ένα θερμοκήπιο που το φυσάει ο άνεμος, στην πλευρά που δέχεται τον άνεμο δημιουργείται στατική πίεση που είναι υψηλότερη από τη βαρομετρική πίεση, αντίθετα στην υπήνεμη πλευρά η πίεση που δημιουργείται είναι χαμηλότερη από τη βαρομετρική. Έτσι στις διάφορες πλευρές του θερμοκηπίου δημιουργείται θετική και αρνητική πίεση (σχετικά με τη βαρομετρική), της οποίας το μέγεθος εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου:

$$P = C (1/2) \rho V_w^2$$

Όπου: P: η ασκούμενη πίεση σε Pa

C: αδιάστατος συντελεστής που εξαρτάται από το σχήμα και το ύψος του θερμοκηπίου, καθώς και τη διεύθυνση του ανέμου

ρ : η πυκνότητα του αέρα [kg m^{-3}]

V: η μέση ταχύτητα του αέρα [m s^{-1}]

Ο εξωτερικός αέρας μπαίνει στο χώρο του θερμοκηπίου από τα ανοίγματα που βρίσκονται στις πλευρές που έχουν θετική στατική πίεση και ο εσωτερικός αέρας βγαίνει από το θερμοκήπιο από τα ανοίγματα που βρίσκονται στις πλευρές όπου υπάρχει αρνητική στατική πίεση.

Αυτή είναι η επικρατούσα αιτία εξαερισμού στα περισσότερα θερμοκήπια μικρής έκτασης, όταν φυσάει άνεμος.

Διαφορά πίεσης λόγω της μεταβολής της στιγμιαίας ταχύτητας του ανέμου

Είναι φανερό ότι ο εξαερισμός δεν είναι δυνατό να οφείλεται στη διαφορά στατικών πιέσεων όταν όλα τα ανοίγματα βρίσκονται στη μια πλευρά μόνο του θερμοκηπίου ή όταν πρόκειται για πολύ μεγάλης έκτασης θερμοκήπια που έχουν μόνο παράθυρα οροφής, διότι συνήθως δεν υπάρχει διαφορά στατικής πίεσης στα διάφορα ανοίγματα.

Σε δυο ανοίγματα που βρίσκονται σε κάποια απόσταση μεταξύ τους, έστω κι αν η μέση πίεση είναι η ίδια, η στιγμιαία πίεση μπορεί να διαφέρει διότι η στιγμιαία ταχύτητα του ανέμου μεταβάλλεται συνεχώς σε μια θέση (ριπές ανέμου). Η συνεχής μεταβολή της στιγμιαίας ταχύτητας του ανέμου έχει αποτέλεσμα τη συνεχή μεταβολή της πίεσης στις διάφορες θέσεις. Εξ αιτίας αυτής της χρονικής μεταβολής της πίεσης, δυο ανοίγματα που βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ τους, στην κατεύθυνση του ανέμου, αποκτούν διαφορά πίεσης, η οποία δημιουργεί εξαερισμό.

Αυτή είναι η επικρατούσα αιτία εξαερισμού σε θερμοκήπια μεγάλης έκτασης, με μόνο παράθυρα οροφής.

3.4 ΣΚΕΛΕΤΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Κατασκευαστικά Στοιχεία του Σκελετού¹⁰

Ο ιστός του σκελετού στα κλασικά θερμοκήπια δημιουργεί το σχήμα και προσφέρει, στο μέγιστο βαθμό, την αντοχή της κατασκευής στις διάφορες καταπονήσεις. Ο σκελετός ενός αμφικλινούς θερμοκηπίου αποτελείται από:

Τους **στύλους ή κολώνες**, που είναι τα κατακόρυφα στοιχεία του σκελετού, τα οποία μεταφέρουν άμεσα τα φορτία στα θεμέλια (έδαφος).

Τα **δοκάρια ή μηκίδες**, που είναι τα οριζόντια στοιχεία του σκελετού που συνδέουν τους στύλους στο άνω μέρος.

Τα **ζευκτά ή δικτυώματα** ή δικτυωτούς δοκούς, που αποτελούν τα στοιχεία του σκελετού της οροφής.

Τις **τεγίδες ή ψαλίδια**, που είναι στοιχεία του σκελετού της οροφής, που συνδέουν τα ζευκτά κατά μήκος του θερμοκηπίου.

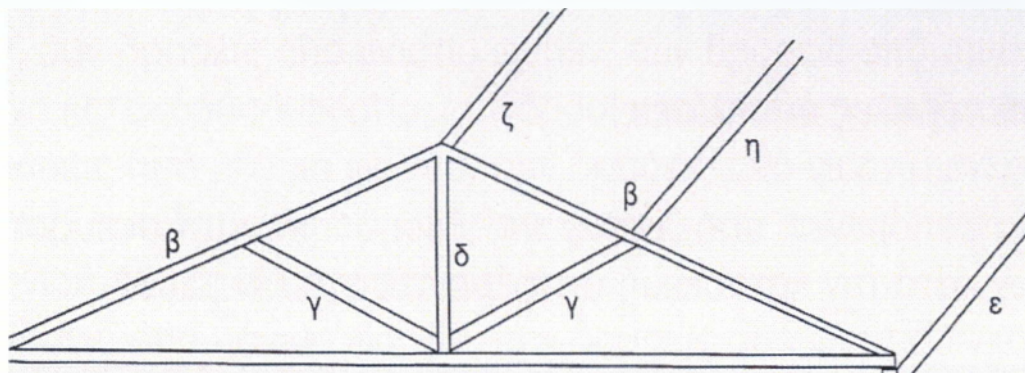
Οι **επιτεγίδες** ή λεπτά σκελετικά στοιχεία, είναι ειδικής διατομής κατασκευαστικά στοιχεία όπου τοποθετούνται οι υαλοπίνακες στα υαλόφρακτα θερμοκήπια, ή χρησιμοποιούνται στα πλαστικής κάλυψης θερμοκήπια για τη στερέωση του πλαστικού.

Την **υδρορροή** που συνδέει δυο κεκλιμένες επιφάνειες της οροφής στη χαμηλότερη πλευρά τους και χρησιμεύει για την παροχέτευση των ομβριών που συγκεντρώνονται στην οροφή. Η υδρορροή αποτελεί ταυτόχρονα και στοιχείο στερέωσης, όπως το δοκάρι.

¹⁰ Χαρώνης, 1988

Τα **αντιανέμια** που είναι διαγώνια υποστηρίγματα που συγκρατούν τους στύλους ή τα δοκάρια και την υδρορροή για ενίσχυση της αντίστασης στα φορτία που προκαλεί ο άνεμος.

Σύνδεσμοι, ράβδοι στερέωσης, βίδες κλπ., που συνδέουν και στερεώνουν τα



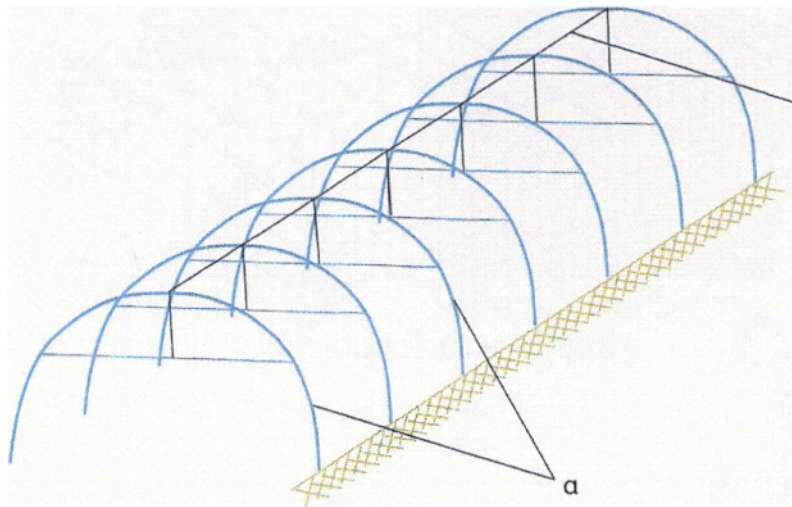
διάφορα στοιχεία του σκελετού.

Σχήμα3.4

Τα βασικά στοιχεία του σκελετού του αμφικλινούς θερμοκηπίου. α. ελκυστήρας ή πέλμα, β. ψαλίδια ή αμείβοντες, γ. αντηρίδες ή διαγώνιες, δ. ορθοστάτης ή μπαμπάς, ε. δοκάρι ή μηκίδα, στ. στύλος, ζ. κορφιάς, η. τειγίδα. Το σύνολο α, β, γ, δ αποτελεί το ζευκτό

Ο σκελετός ενός αμφικλινούς θερμοκηπίου αποτελείται από:

- Τα τόξα που αποτελούν το βασικό σκελετό στην κατασκευή των τοξωτών θερμοκηπίων.
- Τις **συνδετικές ράβδους**. Είναι τα οριζόντια στοιχεία που συνδέουν τα τόξα στα τοξωτά θερμοκήπια.
- **Σύνδεσμοι, ράβδοι στερέωσης, βίδες κλπ.**, που συνδέουν και στερεώνουν τα διάφορα στοιχεία του σκελετού.



**Σχήμα 3.5 Βασικά στοιχεία του σκελετού
τοξωτού θερμοκηπίου. α. τόξα, β. συνδετική ράβδος**

Παρατηρήσεις για τη κατασκευή

Γενικά, οι κατασκευές που προορίζονται να καλυφθούν με πλαστικό φύλλο, θα πρέπει να γίνονται όσο το δυνατόν ελαφρές, για να είναι φθηνές, χωρίς όμως αυτό να αποβαίνει εις βάρος της στατικής και δυναμικής τους επάρκειας.

Η κάμψη των επιφανειών στις προσόψεις κατά μήκος και στην οροφή των θερμοκηπίων πρέπει να αποφεύγεται, με αποτελεσματικά στηρίγματα σταθεροποίησης (αντιανέμια).

Οι δυνάμεις πρέπει να μεταφέρονται όσο πιο άμεσα είναι δυνατόν προς τα θεμέλια. Γενικά σε όλα τα απλά ή πολλαπλά θερμοκήπια, οι ακραίες κατασκευαστικές μονάδες ενισχύονται με διαγώνια υποστηρίγματα (αντιανέμια), οριζόντια και κατακόρυφα, για ενίσχυση της αντίστασης στα φορτία που προκαλεί ο άνεμος, με κατεύθυνση εγκάρσια και κατά μήκος. Σε μεγάλου μήκους ή πλάτους θερμοκήπια φέρονται και στις μεσαίες κατασκευαστικές μονάδες.



Ενίσχυση των ακραίων κατασκευαστικών μονάδων στην πίεση του ανέμου με αντιανέμια.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΕΜΟ

4.1 ΜΕΛΕΤΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΑΝΕΜΟΥ ΣΤΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

4.1.1 ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΥ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

Τα **θερμοκήπια** είναι ελαφριές κατασκευές που σκοπεύουν στο να επιτρέπουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη διαφάνεια ως προς την ηλιακή ακτινοβολία και να δημιουργούν το κατάλληλο μικροκλίμα για τη βέλτιστη ανάπτυξη των φυτών ενώ παράλληλα να αντέχουν σε δράσεις λόγω συνδυασμού φορτίων (π.χ. άνεμος, χιόνι, βροχή και χαλάζι). Συχνά προκύπτουν ζημιές σε θερμοκήπια από καταιγίδες και πολύ βαριές χιονοπτώσεις λόγω ανεπαρκούς σχεδιασμού ή λανθασμένου ορισμού των φορτίων, των συνδυασμών τους ή και των δύο. Για να έχουν οι θερμοκηπιακές κατασκευές ικανά περιθώρια ασφάλειας και να αποφεύγονται εκτεταμένες ζημιές, πρέπει να σχεδιάζονται σύμφωνα με τους σχετικούς κανονισμούς που προσφέρουν οδηγίες για τον υπολογισμό των φορτίων σχεδιασμού.

Εθνικοί κανονισμοί για γυάλινα και πλαστικής κάλυψης θερμοκήπια υπάρχουν σε αρκετές χώρες. Ήδη, προετοιμάζεται μέσω της αρμόδιας επιτροπής (CEN/TC-284), ένας κανονισμός για όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας (CEN), η βάση του οποίου είναι οι Ευρωκώδικες για δράσεις και σχεδιασμό κατασκευών (CEN). Γενικά εθνικοί κανονισμοί για δράσεις χρησιμοποιούνται σε αρκετές χώρες, και αυτό συμβαίνει όταν δεν υπάρχουν ειδικοί κανονισμοί για θερμοκήπια.

Οι δυνάμεις του ανέμου εμφανίζονται ως πίεση και αναρρόφηση στην επιφάνεια του καλύμματος του θερμοκηπίου. Η δυναμική ανεμοπίεση εξαρτάται από το ενεργό ύψος του θερμοκηπίου, μέγεθος όμως που δεν ορίζεται με τον ίδιο τρόπο από τους διάφορους κώδικες (CEN, ANSI/ASCE). Ο συντελεστής ανεμοπίεσης που ορίζει την πίεση και αναρρόφηση ως συνάρτηση της δυναμικής ανεμοπίεσης, εξαρτάται από το σχήμα και την θέση του τμήματος της κάλυψης για το οποίο γίνονται οι υπολογισμοί. Γενικά ο συντελεστής αυτός διαφέρει μεταξύ των διαφόρων κανονισμών.

Σε διάφορους κανονισμούς για κατασκευές περιλαμβάνονται τόσο τυπικές ταχύτητες ανέμου που δίνονται μέσω μετεωρολογικών δεδομένων της υπό μελέτη περιοχή όσο και η μορφολογία του μετώπου του ανέμου, που περιγράφει την επιρροή του ανάγλυφου στην μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος. Τα φορτία σχεδιασμού υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη την διατομή του κτιρίου σε σχέση με τον άνεμο, το σχήμα και το ύψος, το υψόμετρο και την τοπογραφία της περιοχής όπου είναι εγκατεστημένο καθώς και την αναμενόμενη διάρκεια ζωής της κατασκευής (περίοδος αναφοράς). Τόσο η εσωτερική όσο και η εξωτερική πίεση πρέπει να ληφθούν υπόψη όταν γίνονται υπολογισμοί φορτίων ανέμου στην κατασκευή.

Η παρούσα εργασία βασίζεται σε μια υπό εξέλιξη έρευνα που αφορά την συστηματική ανάλυση των στοιχείων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό των φορτίων ανέμου στις κατασκευές στους διάφορους εθνικούς κανονισμούς, τον Ευροκώδικα για δράσεις και το προσχέδιο του Ευροκώδικα για σχεδιασμό θερμοκηπίων υπογραμμίζοντας τις διαφορές τους. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε και η μέθοδος Computational Fluid Dynamics (CFD) ως ένα πιο ευέλικτο και φτηνό μέσον για τον ορισμό της κατανομής της ανεμοπίεσης σε διάφορες τυπικές θερμοκηπιακές κατασκευές (επειδή τα πειράματα ανεμοσήραγγας είναι εξαιρετικά δαπανηρά και χρονοβόρα). Οι συνοριακές συνθήκες των αριθμητικών πειραμάτων επιλέχτηκαν έτσι ώστε να προσομοιώνεται το τυπικό ατμοσφαιρικό επιφανειακό στρώμα σε αγροτικές περιοχές όπου συνήθως είναι εγκατεστημένα τα θερμοκήπια. Μοντέλα για αυτές τις οριακές συνθήκες μπορούν ακόμα να βρεθούν σε κώδικες για φορτία και δράσεις σε κατασκευές. Με τη βοήθεια

αυτών των αριθμητικών προσομοιώσεων είναι δυνατόν να αναλυθούν θεωρητικά και αριθμητικά και να συγκριθούν με αντίστοιχες περιπτώσεις δημοσιευμένων πειραμάτων πλήρους κλίμακας και ανεμοσήραγγας οι επιδράσεις των διαφορετικών παραδοχών των διαφόρων κωδικών. Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής αναμένεται να συνεισφέρουν σε ένα πιο ρεαλιστικό καθορισμό των ανεμοπιέσεων για το σχεδιασμό θερμοκηπίων και να βοηθήσουν την αντίστοιχη έρευνα για το προσχέδιο του Ευρωπαϊκού κανονισμού.

Το φορτίο του ανέμου είναι μία από τις πιο σημαντικές δράσεις για τα θερμοκήπια. Η κατανομή της πίεσης λόγω του ανέμου εξαρτάται βασικά από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτηρίου. Η επίδραση του σχήματος στην κατανομή αυτή περιγράφεται από τον αδιάστατο συντελεστή πίεσης c_p , ο οποίος ορίζεται ως εξής:

$$P_e = \frac{1}{2} c_p \rho v^2$$

όπου P_e είναι η εξωτερική πίεση στο κάλυμμα του θερμοκηπίου, v είναι η ταχύτητα του ανέμου υπολογισμένη σε ένα ύψος αναφοράς και ρ είναι η πυκνότητα του αέρα.

4.1.2 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

Κανονισμοί για τον υπολογισμό των δράσεων ανέμου¹¹

Υπάρχουν μερικές διαφορές στον τρόπο με τον οποίο διαφορετικοί κανονισμοί προσεγγίζουν το αντικείμενο του υπολογισμού των δράσεων ανέμου στις κατασκευές γενικά και φυσικά και στις θερμοκηπιακές κατασκευές, όταν εφαρμόζονται με την κατάλληλη χρησιμοποίηση των σχετικών παραμέτρων. Στη συνέχεια περιγράφονται εν συντομία ο Ευρωκώδικας για δράσεις, ο αντίστοιχος Αμερικάνικος κώδικας για κτήρια και άλλες κατασκευές καθώς και το προσχέδιο του προτεινόμενου κανονισμού για τον σχεδιασμό θερμοκηπίων.

¹¹ Τεχνικές Προδιαγραφές Θερμοκηπίων. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, ΓΕΝ. Δ/ΝΣΗ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-Δ/ΝΣΗ ΠΑΠ ΔΕΝΔΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΗΣ-ΤΜΗΜΑ ΑΝΘΕΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΛΩΠΙΣΤΙΚΩΝ

ENV 1991-2-4: 1995

Αυτός ο κανονισμός αποτελεί μέρος των Κατασκευαστικών Ευρωκωδίκων που συνιστούν ένα σύνολο κανονισμών για κατασκευαστικό και γεωτεχνικό σχεδιασμό κτηρίων και έργων πολιτικού μηχανικού. Παρέχει κανόνες και μεθόδους για τον υπολογισμό των φορτίων ανέμου σε κατασκευές. Παρέχει δύο διαδικασίες για τον υπολογισμό των φορτίων ανέμου:

- την απλοποιημένη μέθοδο που εφαρμόζεται στα κτήρια εκείνα που οι κατασκευαστικές τους ιδιότητες δεν τα κάνουν επιδεκτικά σε δυναμική διέγερση (για χρήση σε κτήρια χαμηλότερα των 200 μέτρων ή σε εκείνα των οποίων ο δυναμικός συντελεστής είναι μικρότερος του 1,2)
- την λεπτομερειακή μέθοδο που εφαρμόζεται στα κτήρια εκείνα που οι κατασκευαστικές τους ιδιότητες τα κάνουν επιδεκτικά σε δυναμική διέγερση (όλες οι άλλες περιπτώσεις)

ANSI/ASCE 7-93

Ο κανονισμός αυτός περιλαμβάνει στοιχεία για διάφορους τύπους δράσεων συμπεριλαμβανομένης και αυτής του ανέμου. Το χαρακτηριστικό της τελευταίας έκδοσης είναι ότι περιέχει μία εκτενή αναθεώρηση του τμήματος που αφορά τα φορτία ανέμου ώστε να συμπεριλάβει όλες τις τελευταίες εξελίξεις στον τομέα αυτό.

prEN 13031-1

Αυτό το προσχέδιο (ήδη υπό τροποποίηση) αφορά ειδικά στα θερμοκήπια. Για τον υπολογισμό των δράσεων ανέμου, το προσχέδιο υποτίθεται ότι στηρίζεται στις μεθόδους που παρέχονται από το EN 1991-2-4.

Στην πραγματικότητα το pr EN 13031- 1 δεν είναι ένας κανονισμός για τον υπολογισμό των φορτίων ανέμου αλλά περιέχει πληροφορία που χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το ENV 1991 (π.χ. συντελεστές πίεσης για συγκεκριμένα θερμοκήπια).

4.1.3 Η ΜΕΘΟΔΟΣ CFD

Η μέθοδος της Υπολογιστικής Ρευστοδυναμικής (Computational Fluid Dynamics (CFD)) επιτρέπει τον λεπτομερή υπολογισμό του διανυσματικού πεδίου της μέσης ταχύτητας μιας ροής, λύνοντας αριθμητικά τις αντίστοιχες εξισώσεις μεταφοράς. Οι εξισώσεις ισορροπίας που εκφράζουν αυτά τα φαινόμενα μεταφοράς έχουν την γενική μορφή (Awbi):

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \varphi \vec{r} = \vec{\nabla} \cdot \left(\Gamma_{\varphi} \vec{\nabla} \varphi \right) + S_{\varphi}$$

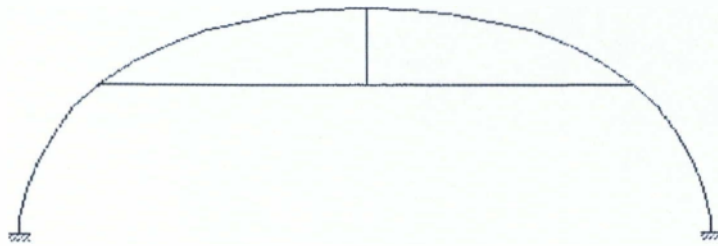
Όπου είναι το διάνυσμα της ταχύτητας, είναι ο συντελεστής διάχυσης και είναι ο όρος πηγής. Η εξίσωση εκφράζει τη συγκέντρωση του μεταφερόμενου μεγέθους (μάζας, ορμής, ενέργειας, κ.λπ.)

4.1.4 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Επιλογή του τόπου, των τύπων θερμοκηπίων και της ταχύτητας ανέμου

Στο πλαίσιο των συγκριτικών μελετών, υπολογίστηκαν οι ανεμοπιέσεις στα θερμοκήπια που υποθέτουμε ότι βρίσκονται στη περιοχή της Κρήτης για παράδειγμα. Αυτό συμβαίνει επειδή ένα μεγάλο ποσοστό της συνολικής έκτασης Θερμοκηπίων στην χώρα μας βρίσκεται εκεί (48% το 2004) (Τσιρογιάννης).

Για τους σκοπούς της παρούσας ανάλυσης εστίασαμε το ενδιαφέρον μας σε ένα τυπικό τοξωτό θερμοκήπιο με ύψος 3.3m και άνοιγμα 9m (ΣΧΗΜΑ 4.1).

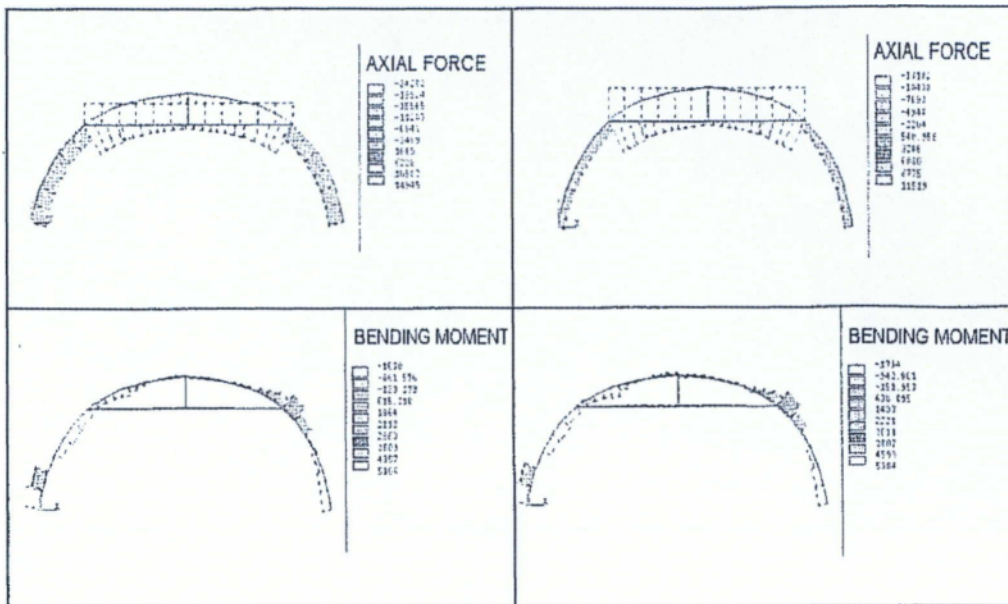


ΣΧΗΜΑ 4.1

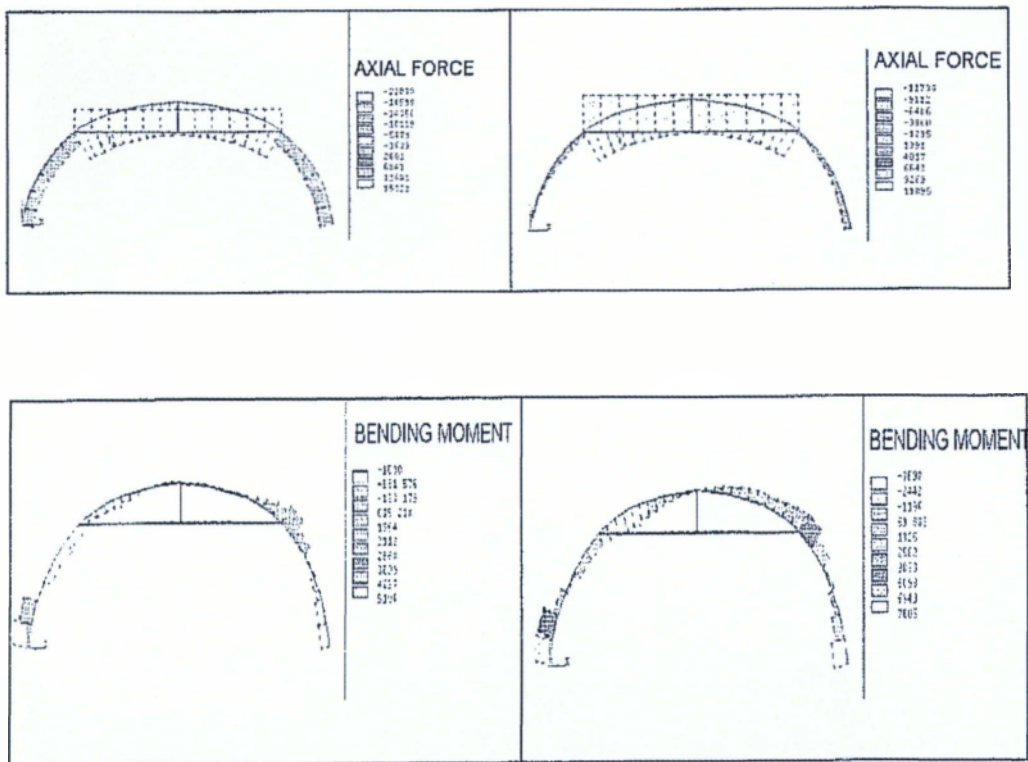
Αυτό που προκύπτει σαν μια πρώτη παρατήρηση της μελέτης είναι ότι η κατασκευή του παραπάνω θερμοκηπίου υπόκειται σε πολύ μικρότερες εσωτερικές δυνάμεις (ροπές και αξονικές δυνάμεις) κάτω από πιέσεις ανέμου που υπολογίσθηκαν βάση του κώδικα ANSI, σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές που προκύπτουν από τους EC1 και prEN 13031-1.

Η διαδικασία του EC1 οδηγεί σε χαρακτηριστικά υψηλότερες ροπές κάμψης από αυτές που δίνει το υπό τροποποίηση προσχέδιο prEN 13031-1 το οποίο δίδει λίγο μεγαλύτερες αξονικές δυνάμεις (μεγάλες παραμορφώσεις και μη γραμμικές επιδράσεις του υλικού είναι αντικείμενο της συνεχιζόμενης έρευνας όπως προβλήματα λυγισμού).

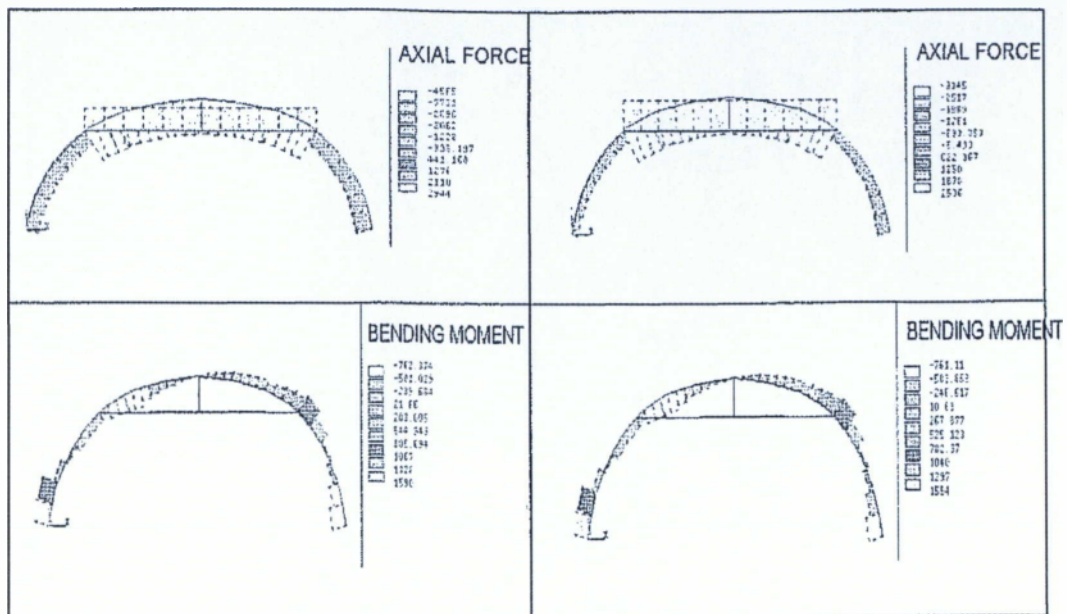
Όσο αφορά την καταπόνηση που αναπτύσσεται κάτω από τις υπολογιζόμενες πιέσεις χρησιμοποιώντας τους παραπάνω βασικούς κώδικες παρατηρείται ότι η μέγιστη ορθή τάση σε διατομή κάθετη στον άξονα του τόξου ξεπερνά την αντίστοιχη τάση διαρροής του υλικού. Ειδικότερα στην περίπτωση του EC1 και του prEN 13031-1 υπάρχουν μεγάλες περιοχές του τόξου όπου η μέγιστη ορθή τάση (υπολογισμένη βάση γραμμικής ελαστικής ανάλυσης) ξεπερνάει την αντίστοιχη τάση διαρροής. Στην περίπτωση του ANSI, οι περιοχές αυτές του τόξου είναι πιο περιορισμένες.



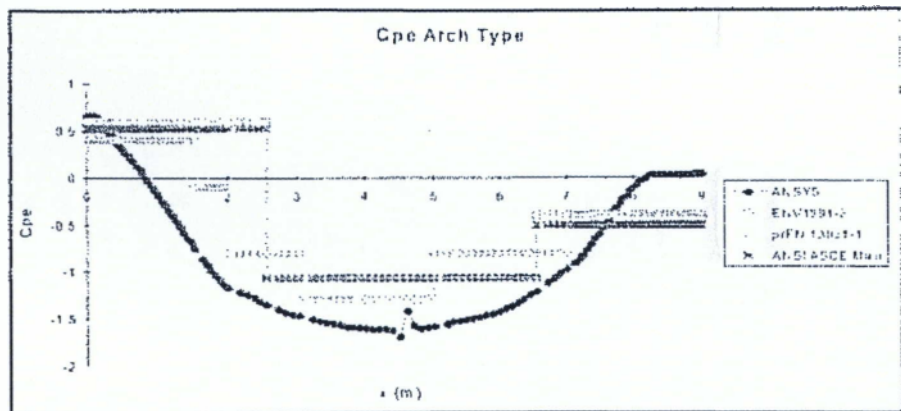
ΣΧΗΜΑ 4.2: Αποτελέσματα δομοστατικής ανάλυσης για το θερμοκήπιο κάτω από φορτίο ανέμου με το pr EN 13031-1



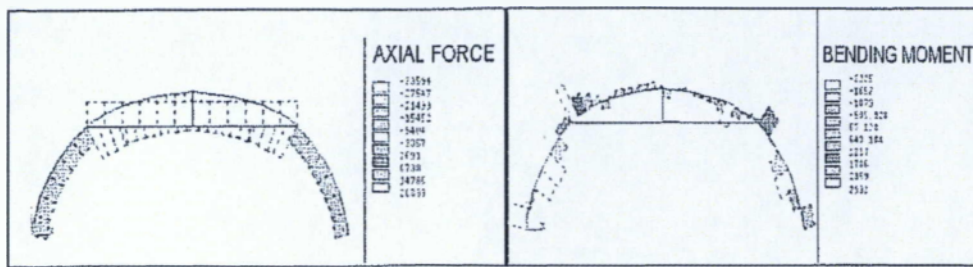
ΣΧΗΜΑ 4.3: Αποτελέσματα δομοστατικής ανάλυσης για το θερμοκήπιο κάτω από φορτίο ανέμου με το πρότυπο EC1



ΣΧΗΜΑ 4.4: Αποτελέσματα δομοστατικής ανάλυσης για το θερμοκήπιο κάτω από φορτίο ανέμου με το ANSI/ASCE



ΣΧΗΜΑ 4.5: Σύγκριση κατανομών εξωτερικής πίεσης υπολογισμένες βάση διαφόρων κανονισμών και αυτής που υπολογίστηκε με τη μέθοδο CFD



ΣΧΗΜΑ 4.6: Αποτελέσματα δομοστατικής ανάλυσης για το θερμοκήπιο κάτω από φορτίο ανέμου υπολογισμένα βάση του CFD

4.1.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Φαίνεται ότι ο υπολογισμός των κατανομών της ανεμοπίεσης σε θερμοκηπιακές κατασκευές εξαρτάται πάρα πολύ όχι μόνο από τις υποθέσεις που γίνονται για την συγκεκριμένη περίπτωση που εξετάζεται αλλά και στους διάφορους κανονισμούς που χρησιμοποιούνται. Αυτή η τελευταία εξάρτηση φαίνεται να είναι πολύ σημαντική και μπορεί να οδηγήσει ή σε υπέρ-σχεδιασμένες ή σε υπό-σχεδιασμένες κατασκευές.

Οι αντίστοιχες αριθμητικές αναλύσεις επιβεβαιώνουν ότι η όλη διαδικασία δεν είναι αρκετά επιβεβαιωμένη ακόμη και χρειάζεται πιο έντονη και συστηματική έρευνα στον τομέα αυτό.

4.2 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΑΝΕΜΟΥ

Ανεμοθράυστης

Ο άνεμος γενικά εκτός από την επίδραση που έχει στις απώλειες ενέργειας και τον εξαερισμό του θερμοκηπίου, συχνά γίνεται επικίνδυνος και για την ίδια την

κατασκευή. Τα σύγχρονα θερμοκήπια είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να έχουν αντοχή στην πίεση του συνηθισμένου ανέμου.

Σε μερικές περιοχές όμως με επικίνδυνους ανέμους δεν αποκλείονται οι ζημιές. Ακόμα και στο πιο καλοσχεδιασμένο και καλοκατασκευασμένο θερμοκήπιο, το σπάσιμο ενός τζαμιού, το ξεκάρφωμα του πλαστικού σε ένα σημείο ή το ατελές κλείσιμο ενός παραθύρου, μπορεί να γίνει αιτία να ξεκινήσει μια αλυσιδωτή αντίδραση καταστροφής του θερμοκηπίου.

Γι' αυτό η φροντίδα της συντήρησης και καλής λειτουργίας πρέπει να είναι καθημερινή. Ο κίνδυνος από τον άνεμο αυξάνει όσο το θερμοκήπιο φθείρεται με την αύξηση της ηλικίας του. Σε περιοχές με συχνούς και ισχυρούς βόρειους ανέμους χρησιμοποιείται ο φυσικός ή τεχνητός **ανεμοθραύστης**.

Με τον **ανεμοθραύστη** επιδιώκουμε να ελαχιστοποιήσουμε την ταχύτητα του ανέμου και όχι να σταματήσουμε τον άνεμο. Ο καλά τοποθετημένος ανεμοθραύστης μειώνει την πιθανότητα να πάθει ζημιά η κατασκευή από πολύ ισχυρό άνεμο και ταυτόχρονα μειώνει τις απώλειες ενέργειας του θερμοκηπίου.

Για την εγκατάσταση ενός αποτελεσματικού ανεμοθραύστη θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη τα ακόλουθα:

- Ο πολύ πυκνός ανεμοθραύστης δημιουργεί στροβιλισμούς που μπορεί να αυξήσουν τον κίνδυνο ζημιάς του θερμοκηπίου από τον άνεμο. Ο πολύ αραιός ανεμοθραύστης μειώνει λίγο την ταχύτητα του ανέμου. Τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν περίπου το **50%** της μετωπικής επιφάνειας αποτελείται από μικρά ανοίγματα ή οπές, ομοιόμορφα κατανεμημένα.
- Ο ανεμοθραύστης πρέπει να έχει ύψος ίσο ή μεγαλύτερο από αυτό του θερμοκηπίου. Όσο **υψηλότερος** είναι, τόσο **μεγαλύτερη** έκταση θερμοκηπίου προστατεύει.

- Ο ανεμοθραύστης πρέπει να εκτείνεται σε αρκετά μεγαλύτερο πλάτος από αυτό του θερμοκηπίου που προστατεύει. Όσο πιο απομακρυσμένος είναι ο ανεμοθραύστης από το θερμοκήπιο, τόσο μεγαλύτερο πλάτος πρέπει να έχει. Επίσης, πρέπει να είναι πάντα κάθετος στην επικρατούσα κατεύθυνση του ανέμου.
- Πρέπει να αποφεύγονται τα κενά ανοίγματα κατά μήκος του ανεμοθραύστη. Αν είναι αναγκαίο κάποιο άνοιγμα, τότε αυτό γίνεται μεταξύ δυο γραμμών ανεμοθραύστη, οι οποίες στο σημείο του ανοίγματος αλληλοκαλύπτονται.
- Όταν ο ανεμοθραύστης τοποθετείται στο βορρά του θερμοκηπίου, δεν δημιουργείται κανένα πρόβλημα φωτισμού στο θερμοκήπιο. Αντίθετα, μπορεί να προκληθεί σημαντικός περιορισμός του φυσικού φωτισμού όταν τοποθετηθούν σε άλλη θέση, εκτός από αυτή του Βορρά.

Πέραν των ανωτέρω βασικό στοιχείο για την αντίσταση της κατασκευής του θερμοκηπίου μας στον άνεμο είναι το **περιμετρικό σενάκι** το οποίο αποτελεί απαραίτητο τμήμα του θερμοκηπίου, διότι αφενός εξασφαλίζει την καλύτερη θερμομόνωση, σταθερότητα, αντοχή στους ανέμους και αφετέρου προστατεύει από τα νερά της βροχής.

Για την προστασία του θερμοκηπίου από τους ισχυρούς ανέμους συνίσταται να τοποθετείται στον ηλεκτρικό πίνακα ένα πολύ βασικό όργανο εξοπλισμού, το **ανεμόμετρο**, το οποίο μετράει την ένταση του πνέοντος ανέμου. Σε ένταση ανέμου μεγαλύτερη από την απαιτούμενη (ρυθμιζόμενη), το ανεμόμετρο απενεργοποιεί το αυτόματο σύστημα παραθύρων και τα παράθυρα κλείνουν για την αποφυγή ζημιών.

Στην περίπτωση που επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με δυνατούς ανέμους, υπάρχει η δυνατότητα ανοίγματος των παραθύρων με ηλεκτρικό χειρισμό από τον παραγωγό ώστε να επιτυγχάνεται ο μερικός αερισμός των θερμοκηπίων.



ANEMOMETPO

Θεμελίωση Θερμοκηπίου

Η σωστή θεμελίωση είναι ζωτικής σημασίας για την αντοχή και τη διάρκεια ζωής της οποιασδήποτε κατασκευής. Ιδιαίτερα στα θερμοκήπια η τεχνική της θεμελίωσης αποκτά μεγάλη σπουδαιότητα, διότι:

- Το έδαφος, επειδή ποτίζεται συχνά με μεγάλες ποσότητες νερού, αναμοχλεύεται με το όργωμα και υφίσταται την επίδραση των ριζών των καλλιεργούμενων φυτών χάνει ένα μέρος της αντοχής του.
- Τα υαλόφρακτα θερμοκήπια δεν επιδέχονται διαφορετική καθίζηση έστω και σε πολύ μικρό βαθμό

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

α. Να μεταφέρει στο έδαφος την πιο δυσμενή φόρτιση που προκύπτει από το συνδυασμό των δράσεων των μόνιμων φορτίων, των εγκαταστάσεων, του χιονιού και οποιωνδήποτε άλλων φορτίων. Πρέπει δηλαδή τόσο τα κατακόρυφα όσο και τα οριζόντια φορτία να μεταφερθούν στο έδαφος, χωρίς να παρουσιαστούν διαφορικές καθιζήσεις ή άλλες μετακινήσεις οι οποίες πιθανόν να προκαλέσουν προβλήματα στην ευστάθεια της κατασκευής ή βλάβες στα διάφορα μέρη του θερμοκηπίου. Στα υαλόφρακτα θερμοκήπια ακόμα και πολύ μικρές καθιζήσεις προκαλούν σπάσιμο των υαλοπινάκων.

β. Να εξασφαλίζει τις απαραίτητες δυνάμεις αγκύρωσης, οι οποίες εξασφαλίζουν την αρπαγή του θερμοκηπίου από τον άνεμο. Να μπορεί να φέρει ασφαλώς το συνδυασμό

των δράσεων που προκύπτουν από τα μόνιμα φορτία συν τα φορτία από τον άνεμο. Όταν φυσά άνεμος μεγάλης ταχύτητας, ένα θερμοκήπιο, λόγω των δυνάμεων που ασκεί ο άνεμος πάνω σε αυτό, κινδυνεύει περισσότερο να τραβηχτεί προς τα πάνω. Στην περίπτωση αυτή, στη θεμελίωση ασκείται μια δύναμη κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω, που τείνει να την σηκώσει. Το βάρος του θεμελίου θα πρέπει να είναι ανάλογο, ώστε να μπορεί να αντέχει στη φόρτιση αυτή. Πρέπει να τονίσουμε ότι ο σοβαρότερος κίνδυνος στην κατασκευή, από τον άνεμο προκύπτει όταν το θερμοκήπιο έχει μικρό ίδιον βάρος, π.χ. θερμοκήπιο καλυμμένο με πλαστικό φύλλο. Ο άνεμος στην περίπτωση αυτή τείνει να ανατρέψει το θερμοκήπιο.

γ. Να μην επηρεάζεται δυσμενώς από τις κινήσεις του εδάφους που γίνονται με τις μεταβολές της υγρασίας του.

Τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους παρουσιάζουν μικρότερη τάση (αντίσταση) συγκριτικά με αυτήν στα μεγαλύτερα βάθη, για θεμελίωση. Η θεμελίωση επομένως δεν γίνεται ποτέ στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους, αλλά σε βάθος.

Γενικά στη θεμελίωση των θερμοκηπίων, οι κατακόρυφες και οριζόντιες φορτίσεις πρέπει να μεταφέρονται στο έδαφος και να κατανέμονται έτσι ώστε η όποια κίνηση της κατασκευής να είναι μικρή και ομοιόμορφη.

Το στεγνό συμπαγές αμμοαργιλλώδες έδαφος είναι από τα καλύτερα εδάφη για θεμελίωση.

Τα πηλώδη εδάφη γίνονται μαλακά όταν είναι βρεγμένα και γι' αυτό χρειάζεται μεγαλύτερη προσοχή όταν γίνεται θεμελίωση σ' αυτά και να υπάρχει πάντα διέξοδος στα νερά.

Η άμμος συστέλλεται και κατακάθεται όταν στεγνώνει, και φουσκώνει όταν πλημμυρίσει με νερά, γι' αυτό θα πρέπει να υπάρχει πάντα διέξοδος στα νερά με κατάλληλη στράγγιση. Τα τυρφώδη εδάφη απαιτούν ειδική θεμελίωση από ειδικευμένο μηχανικό. Το μέρος των θεμελίων που μεταβιβάζει τα φορτία προς το έδαφος πρέπει να βρίσκεται πάντα στο φυσικό έδαφος και ποτέ σε καλλιεργούμενο.

Οι θεμελιώσεις σε φερτό ή αναμοχλευθέν έδαφος αποφεύγονται, διότι δημιουργούνται διαφορικές καθιζήσεις. Σ' αυτές τις περιπτώσεις η βάση της θεμελίωσης θα πρέπει να φθάσει και να στηριχθεί στο φυσικό έδαφος, εκτός εάν έχει προηγηθεί πολύ καλή συμπίεση και έχει περάσει τουλάχιστον ένας χρόνος από την τελευταία αναμόχλευση, ώστε να έχει υποστεί τις βροχές του χειμώνα.

Η δημιουργία ευρείας βάσης στη θεμελίωση αυξάνει την επιφάνεια μετάδοσης των φορτίων στο έδαφος και αυξάνει την αντοχή.

Όταν το έδαφος είναι ομοιόμορφο σ' όλη την έκταση των θεμελιώσεων, η επιφάνεια όλων των θεμελιώσεων πρέπει να μεταφέρει ίσες πιέσεις στο έδαφος για να αποφευχθεί η διαφορική καθίζηση.

Η εκτίμηση των φορτίων της θεμελίωσης γίνεται από όλα τα φορτία της κατασκευαστικής μονάδας που μεταφέρονται στη θεμελίωση. Η απαιτούμενη επιφάνεια της βάσης είναι:

$$A = P/S$$

όπου: A = Η επιφάνεια της βάσης σε m^2

P = Φορτίο σε N

S = Τάση του εδάφους σε Nm^{-2}

Στους υπολογισμούς, η τάση (αντίσταση στην πίεση) ενός φυσικού εδάφους για τη θεμελίωση θεωρείται ότι δεν υπερβαίνει τα 225 kN m^2 . Ενδεικτικά αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα τιμές τάσεων για μμερικά υποστρώματα έδρασης.

Σύσταση Εδάφους	Τάση σε kN m^{-2}
Χαλίκι, χοντρή άμμος καλά συμπίεσμένη	500
Συνήθης πηλός, άμμος	150-200
Μαλακός πηλός, αμμοπηλώδες έδαφος	50-100

Πίνακας : Ενδεικτικές τιμές τάσης του εδάφους (MPC, 1980)

Όταν δεν είναι γνωστή η τάση του εδάφους, η μέγιστη επιτρεπόμενη τάση έδρασης του εδάφους δεν πρέπει να λαμβάνεται μεγαλύτερη από 100 kN m^2

Για τις δυνάμεις αγκύρωσης στη θεμελίωση, υπολογίζεται το βάρος σκυροδέματος, και του εδάφους που είναι πάνω από αυτό.

Το βάθος της θεμελίωσης θεωρείται ότι πρέπει να είναι τουλάχιστον 80 cm.

Στην πράξη η θεμελίωση των θερμοκηπίων γίνεται συνήθως με:

- Προκατασκευασμένους στυλίσκους από οπλισμένο σκυρόδεμα, οι οποίοι πακτώνονται στο σκυρόδεμα. Η θεμελίωση σ' αυτή την περίπτωση γίνεται ως εξής: Ανοίγεται συνήθως με μηχανοκίνητο τρυπάνι μια τρύπα διαμέτρου 40 cm περίπου και βάθους 80 cm τουλάχιστον. Ακολούθως πέφτει το σκυρόδεμα και κατασκευάζεται ο πυθμένας της θεμελίωσης μετά τα 10 cm πάχους σκυροδέματος τοποθετείται ο προκατασκευασμένος στυλίσκος και ενσωματώνεται με την προσθήκη άλλου σκυροδέματος σχηματίζοντας έτσι πέδιλο ελάχιστου πάχους 20 cm. Ο τρόπος αυτός θεμελίωσης συναντάται κυρίως στα υαλόφρακτα θερμοκήπια, καθώς και στα εξελιγμένα πλαστικής κάλυψης θερμοκήπια.
- Με εγκλωβισμό της βάσης του στύλου του θερμοκηπίου στο σκυρόδεμα. Σ' αυτή την περίπτωση ανοίγεται συνήθως με μηχανοκίνητο τρυπάνι μια τρύπα διαμέτρου 30 cm περίπου και βάθους 80 cm τουλάχιστον. Ακολούθως πέφτει το σκυρόδεμα και κατασκευάζεται ο πυθμένας της θεμελίωσης, μετά τα 5-10 cm πάχους σκυροδέματος τοποθετείται ο στύλος που πρόκειται να θεμελιωθεί (αφού προηγουμένως έχει τοποθετηθεί άγκιστρο στη βάση του για καλύτερη ακύρωση) και ενσωματώνεται, γεμίζοντας την τρύπα με σκυρόδεμα, μέχρι ύψος 20 cm πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Ο τρόπος αυτός θεμελίωσης συναντάται συνήθως στα πλαστικής κάλυψης θερμοκήπια με μεταλλικούς στύλους τύπου σωλήνα, καθώς και στα ξύλινα θερμοκήπια.

Στη πρώτη περίπτωση, στο επάνω μέρος του στυλίσκου θεμελίωσης προεξέχει μεταλλικός σύνδεσμος, πάνω στον οποίο συνδέεται με βίδες ο στύλος του θερμοκηπίου. Ο σύνδεσμος προεκτείνεται σε βάθος μέσα στον στυλίσκο εμπλεκόμενος με τον οπλισμό του. Ο σύνδεσμος αυτός μεταξύ της κατασκευής και της θεμελίωσης θα πρέπει να είναι ικανός να φέρει την απαιτούμενη προς τα επάνω δύναμη (1 kN τουλάχιστον). Η σύνδεση του στύλου του σκελετού με τη θεμελίωση μπορεί να είναι αρθρωτή ή να είναι άκαμπτος.

Η πάνω από τη θεμελίωση κατασκευή καλά είναι να επασφαλτώνεται ή να τυχαίνει ίσης προστασίας, για να μην διαβρώνεται από τα όξινα λιπάσματα. Οι θεμελιώσεις μπορεί να έχουν κυκλική ή τετραγωνική διατομή, με επιφάνεια όχι μικρότερη από $0,07 \text{ m}^2$

Στα πολλαπλής γραμμής θερμοκήπια με πλάτος κατασκευαστικής μονάδας μεγαλύτερο από 5 m, θεμελίωση γίνεται σε όλα τα σημεία στήριξης στο έδαφος και στους παραστάτες θυρών. Η σύνδεση των στυλίσκων θεμελίωσης οριζόντια με οπλισμένο σκυρόδεμα ενισχύει την κατασκευή στις σεισμικές δράσεις.

Για την τιμή υπολογισμού πίεσης του μπετόν, εφαρμόζεται ο Ευρωκώδικας EN 1992-1-1 (άρθρο 3).

Το πλαστικό φύλλο θα πρέπει να αγκιστρώνεται στο έδαφος, είτε με συνεχή συνδετήρα που στηρίζεται στους κύριους κρίκους θεμελίωσης, είτε με συνεχές ενταφιασμό του πλαστικού σε χαντάκι βάθους τουλάχιστον 30cm και πλάτους τουλάχιστον 30cm. Ο ενταφιασμός σε αυλάκι δεν θεωρείται ότι επαρκεί όταν το κατώτερο οριζόντιο στήριγμα για το πλαστικό είναι υψηλότερο από 1m από το έδαφος ή νότιου οι ταχύτητες ανέμου είναι πάνω από 40 cm.

4.3 ΒΑΣΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ

Οι ισχυροί άνεμοι (μεγαλύτεροι των 8 βαθμών της κλίμακας μποφόρ) είναι πολύ πιο συχνοί στις μέρες μας και από εκεί που έκαναν την εμφάνισή τους μια φορά κάθε 10 έτη, τώρα εμφανίζονται περισσότερο από μία φορά ένα έτος θέτοντας σε τεράστιο κίνδυνο όλες τις κατασκευές και ειδικότερα τα θερμοκήπια.

Κάποια επιπλέον βασικά βήματα που θα μπορούσε να ακολουθήσει ένας αγρότης για να προστατέψει περαιτέρω την θερμοκηπιακή του εγκατάσταση από τους ισχυρούς ανέμους είναι και τα ακόλουθα:

- Να τοποθετήσει το θερμοκήπιό του σε μια θέση (τοπογραφική) που να είναι δυνατή η προφύλαξή του από τον αέρα. Θεωρήστε τους φράκτες ή τις φραγές ως προστασία από τους ανέμους στο μέλλον.
- Να οδηγείται στο να κατασκευάσει (ή ο ίδιος ή η εταιρεία που θα το αναλάβει) το ισχυρότερο θερμοκήπιο που μπορεί να αντέξει οικονομικά: κατά γενικό κανόνα, περισσότερα χρήματα να ξοδευτούν στο βασικό πλαίσιο, στο κορμό της εγκατάστασης. Όσο πιο ισχυρός και στιβαρός είναι τόσο μεγαλύτερη αντοχή εμφανίζει. Θεωρήστε την κάλυψη ράβδων για να αντικαταστήσετε τους συνδετήρες εάν είναι διαθέσιμη.
- Εάν το γυαλί κρατιέται μέσα με τους συνδετήρες, το θερμοκήπιο είναι το πιο τρωτό στα πλακάκια του γυαλιού που εκρήγνυται στους ισχυρούς ανέμους. Για να βοηθήσουμε να αποτρέψουμε αυτό, συστήνουμε τη χρήση κατά τη τοποθέτηση της στεγνωτικής ουσίας της σιλικόνης ώστε να εξασφαλίσουμε τους συνδετήρες.
- Εναλλακτικά εάν υπάρχει η δυνατότητα να αντικαταστήσετε τους συνδετήρες με την κάλυψη ράβδων, ένα πλήρες σύστημα κάλυψης PVC μήκους που

εξασφαλίζει το γυαλί όλος ο τρόπος επάνω και το κρατά πολύ πιο σταθερά στα υπερβολικά μεγάλα φορτία από τους θυελλώδεις ανέμους.

- Να προφυλάξει το θερμοκήπιό του με τη θέση των φραγών ή την προστασία με τον τρόπο των ανέμων επικράτησης. Επίσης θα πρέπει να γνωρίζει ότι οι περιοχές που φαίνονται «προφυλαγμένες» μπορούν στην πραγματικότητα να είναι «σήραγγες αέρα» (π.χ. κάτω από την πλευρά ενός σπιτιού).
- Μετά από ισχυρούς ή πολύ ισχυρούς ανέμους, επιβάλλεται να ελέγξει την αρτιότητα του θερμοκήπιό του. Μπορεί να διαπιστωθεί ότι μερικοί συνδετήρες έχουν κινηθεί και παρμένος πίσω από το γυαλί και δεν το εξασφαλίζουν γεγονός που έχει ως συνέπεια την αποδυνάμωση του πλακακίου, και κατόπιν αργότερα αυτό μπορεί να εκραγεί σε έναν συγκριτικά πιο ήπιο αέρα. Αυτοί οι συνδετήρες χρειάζονται να επανατοποθετηθούν το συντομότερο δυνατόν για να βοηθήσουν να τους κρατήσουν σε ισχύ. Δεν θα πρέπει ποτέ να δοκιμάσει να επισκευάσει το θερμοκήπιό του κατά τη διάρκεια της επίδρασης των θυελλωδών ανέμων.
- Το θερμοκήπιό του θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στους βασικούς προς ασφάλιση εξοπλισμούς του. Θα πρέπει άμεσα μετά την κατασκευή του να απευθυνθεί σε αρμόδια Ασφαλιστική Εταιρεία για να ασφαλίσει την εγκατάσταση έναντι επικίνδυνων συνθηκών. Κανένας κατασκευαστής θερμοκηπίων για τον οποίο ξέρουμε δεν δίνει οποιοδήποτε είδος εγγύησης για τη ζημία που μπορεί να προκληθεί στο θερμοκήπιό του από τον αέρα.
- Να πραγματοποιείται υπό την εύθηνη του προγραμματισμένη ετήσια συντήρηση και προληπτικός έλεγχος στην εγκατάσταση του θερμοκηπίου του, για την αποκατάσταση των όποιων προβλημάτων και ατελειών έχουν ανακύψει όλο το προηγούμενο χρονικό διάστημα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο άνεμος, ως φυσικό φαινόμενο λοιπόν, επιδρά αρνητικά με τις δυνάμεις που εξασκεί σε μια κατασκευή, όπως ένα θερμοκήπιο, το οποίο είναι εκτεθειμένο στη φύση και πολύ ευάλωτο σε όλες τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες (όπως: βροχή, χιονόπτωση, χαλαζόπτωση, κ.λ.π).

Συνοψίζοντας και ανακεφαλαιώνοντας επομένως αυτά που ανεπτύχθησαν στην παρούσα εργασία, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως θα πρέπει ο ίδιος ο Αγρότης ως Ιδιώτης ή η Εταιρεία που θα αναλάβει να κατασκευάσει και να τοποθετήσει το εν λόγω θερμοκήπιο, να λάβει υπόψη της μια σειρά από βασικά στοιχεία για να δημιουργήσει ένα κατασκεύασμα το οποίο θα είναι όσο το δυνατό στιβαρότερο και ανθεκτικότερο στα μένη του ανέμου.

Τα πιο **σημαντικά σημεία** τα οποία πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη είναι:

- Να τοποθετηθεί το θερμοκήπιο σε μια θέση (τοπογραφική) που να είναι δυνατή η προφύλαξή του από τον αέρα. Θεωρήστε τους φράκτες ή τις φραγές ως μέσω προστασίας από τους ανέμους.
- Να υπάρχει ως γνώμονας το να κατασκευαστεί το ισχυρότερο θερμοκήπιο που μπορεί να αντέξει οικονομικά: κατά γενικό κανόνα, περισσότερα χρήματα να ξοδευτούν στο βασικό πλαίσιο και στο κορμό της εγκατάστασης παρά στον υπόλοιπο εξοπλισμό. Όσο πιο ισχυρός και στιβαρός είναι τόσο μεγαλύτερη αντοχή εμφανίζει.
- Η σωστή θεμελίωση είναι ζωτικής σημασίας για την αντοχή και τη διάρκεια ζωής της οποιασδήποτε κατασκευής. Ιδιαίτερα στα θερμοκήπια η τεχνική της θεμελίωσης αποκτά μεγάλη σπουδαιότητα.

- Βασικό στοιχείο για την αντίσταση της κατασκευής του θερμοκηπίου μας στον άνεμο είναι το **περιμετρικό σενάξι** το οποίο αποτελεί απαραίτητο τμήμα του θερμοκηπίου, διότι αφενός εξασφαλίζει την καλύτερη θερμομόνωση, σταθερότητα, αντοχή στους ανέμους και αφετέρου προστατεύει από τα νερά της βροχής.
- Για την προστασία του θερμοκηπίου από τους ισχυρούς ανέμους συνίσταται να τοποθετείται στον ηλεκτρικό πίνακα ένα πολύ βασικό όργανο εξοπλισμού, το **ανεμόμετρο**, το οποίο μετράει την ένταση του πνέοντος ανέμου. Σε ένταση ανέμου μεγαλύτερη από την απαιτούμενη (ρυθμιζόμενη), το ανεμόμετρο απενεργοποιεί το αυτόματο σύστημα παραθύρων και τα παράθυρα κλείνουν για την αποφυγή ζημιών.
- Η φροντίδα της συντήρησης και καλής λειτουργίας πρέπει να είναι καθημερινή. Ο κίνδυνος από τον άνεμο αυξάνει όσο το θερμοκήπιο φθείρεται με την αύξηση της ηλικίας του. Σε περιοχές με συχνούς και ισχυρούς βόρειους ανέμους χρησιμοποιείται ο φυσικός ή τεχνητός **ανεμοθραύστης**.
- Γενικά, οι κατασκευές θερμοκηπίων που προορίζονται να καλυφθούν με πλαστικό φύλλο, θα πρέπει να γίνονται όσο το δυνατόν ελαφρές, για να είναι φθηνές, χωρίς όμως αυτό να αποβαίνει εις βάρος της στατικής και δυναμικής τους επάρκειας.
- Η κάμψη των επιφανειών στις προσόψεις κατά μήκος και στην οροφή των θερμοκηπίων πρέπει να αποφεύγεται, με χρήση αποτελεσματικών στηριγμάτων σταθεροποίησης (αντιανέμια).
- Ο ιστός του σκελετού στα κλασικά θερμοκήπια δημιουργεί το σχήμα και προσφέρει, στο μέγιστο βαθμό, την αντοχή της κατασκευής στις διάφορες καταπονήσεις.
- Το θερμοκήπιο θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στους βασικούς προς ασφάλιση εξοπλισμούς. Θα πρέπει άμεσα μετά την κατασκευή να

αναλαμβάνει αρμόδια Ασφαλιστική Εταιρεία να Ασφαλίζει την εγκατάσταση έναντι επικίνδυνων συνθηκών. Κανένας κατασκευαστής θερμοκηπίων για τον οποίο ξέρουμε δεν δίνει οποιοδήποτε είδος εγγύησης για τη ζημία που μπορεί να προκληθεί στο θερμοκήπιό του από τον αέρα ή από διάφορα άλλα φυσικά φαινόμενα.

- Να πραγματοποιείται υπό την εϋθνη του αγρότη προγραμματισμένη ετήσια συντήρηση και προληπτικός έλεγχος στην εγκατάσταση του θερμοκηπίου του, για την αποκατάσταση των όποιων προβλημάτων και ατελειών έχουν ανακύψει όλο το προηγούμενο χρονικό διάστημα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΠΗΓΕΣ

Ανώνυμος, (2008), «Φτιάχνω Μόνος μου Θερμοκήπιο Λαχανικών στο Σπίτι», αναρτήθηκε στο http://www.ftiaxno.gr/2008/03/blog-post_27.html

Αραμπατζής Π., (2008), «Φυσικοί Πόροι Περιβάλλον & Ανάπτυξη», Εκδόσεις Τζιόλα, Αθήνα.

James W.B., (1999), «Θερμοκηπιακές Εγκαταστάσεις», Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.

Καλύβας (2004), «Παθολογία Στοιχείων Κελύφους Κτηρίου», Εκδόσεις Τεκδοτική, Αθήνα.

Κολέμπας, Γ., (2007), «Θερμοκήπιο στο Σπίτι», Κλιματική Αλλαγή, Απρίλιος.

Μαυρογιαννόπουλος, Ν.Γ., (2001), «Θερμοκήπια», Έκδοση ΄Γ, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.

Μαυρογιαννόπουλος Ν.Γ., (2007), «Υδροπονικές Εγκαταστάσεις», Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.

Χαρώνης Γ.Π., (1988), «Ηλιακά Παθητικά Θερμοκήπια», Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.

Χονδρογιάννης Σ.Α., (2000), «Κλιματισμός-Πισίνες-Θερμοκήπια», Επιστημονικές Εκδόσεις Αλεξ. Χονδρογιάννη, Αθήνα.

Τραντάς, Α.Ε., (1997), «Τα Θερμοκήπια στον Νομό Λασιθίου», Τμήμα Γεωπονίας, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Κρήτης.

ΠΗΓΕΣ

Αχαϊκά Πλαστικά Α.Ε.Β.Ε.

Θερμοκήπια Κρήτης Α.Β.Ε.

Τμήμα Μηχανικών Επιστήμης Υλικών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

http://www.materials.uoi.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=110&Itemid=179

<http://www.feror-sa.gr/dat/CF8EE6D7/file.pdf?634040252247080000>

<http://www.rayvan.com.io/tunnel-greenhouse-cy.htm>

<http://greenhouseshobby.com/%CE%B8%CE%B5BC%CE%BF%CE%BA% B1>

<http://www.achaika.gr/agrotika.htm>

<http://www.sari.gr/thermgr/grh-main.html>

http://www.ftiaxno.gr/2008/03/blog-post_27.html

http://klimalarissa.blogspot.com/2007/04/blog-post_402.html

<http://www.keesgreeve.nl/gr/6/home/glasshouse-construction.html>