

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΚΑΛΥΠΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΕΝΤΟΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟΥ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟΥ



**ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΒΑΓΕΝΑΣ ΑΛΕΞΙΟΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΡΟΥΜΠΙΕΝ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

ΠΑΤΡΑ 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Διπλωματική Εργασία που εκπονήθηκε στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας, με τίτλο: «*Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*» και αναφέρεται στην βιοκλιματική μετατροπή τυπικού οικοδομικού τετραγώνου μέσω συστημάτων Α.Π.Ε.. Είναι γνωστό ότι στις μέρες είναι επιτακτική η ανάγκη κατασκευής/τροποποίησης κτιρίων κατά τρόπο τέτοιο ώστε να παρέχουν συνθήκες θερμικής άνεσης με το μικρότερο δυνατό ενεργειακό κόστος.

Στην αρχή μελετούνται οι συνθήκες ηλιοφάνειας που επικρατούν στο οικοδομικό τετράγωνο που έχει επιλεγεί ,και πως αυτές το επηρεάζουν. Στην συνέχεια αναπτύσσονται μέθοδοι θέρμανσης ή δροσισμού που μπορούν να εφαρμοστούν στο συγκεκριμένο οικοδόμημα ,παραθέτοντας παράλληλα επιμέρους τροποποιήσεις που μπορούν να τις κάνουν περισσότερο αποδοτικές.

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Διονύσιο Ρουμπιεν , Καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε για την πραγματοποίηση της Εργασίας.

Βαγενάς Αλέξιος

Οκτώβριος 2015

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος φοιτητής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο φοιτητής
(Ονοματεπώνυμο)

.....

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αναφέρεται στην επέμβαση στον ακάλυπτο χώρο που σχηματίζεται εσωτερικά ενός τυπικού οικοδομικού τετραγώνου με συστήματα Α.Π.Ε. και ηλιακά παθητικά συστήματα ,ώστε να του προσδώσουμε βιοκλιματικές ιδιότητες. Οι κυριότερες από αυτές είναι η κατασκευή σκιάστρου πάνω από τον ακάλυπτο χώρο, η κατασκευή τοίχου θερμοσιφωνικής ροής, η κατασκευή δεξαμενών νερού για εκμετάλλευση του εξατμιστικού δροσισμού, η κατασκευή θερμοσυσσωρευτικού δαπέδου, η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πανέλων ,η τοποθέτηση θερμικών πανέλων , η τοποθέτηση ανεμογεννητριών κ.λ.π.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε εννέα Κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το προς μελέτη οικοδόμημα με τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του .

Στο δεύτερο κεφάλαιο υπολογίζεται η ηλιοφάνεια που δέχεται το οικοδόμημα που εξετάζουμε καθόλη τη διάρκεια του έτους και το πώς αυτή επηρεάζει την κάθε όψη του ακάλυπτου χώρου(μελέτη σκίασης μέσω τρισδιάστατης εξομοίωσης).

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τεχνολογίες σκιάστρων που μέχρι σήμερα έχουν τοποθετηθεί ανά το κόσμο .Στη συνέχεια γίνεται επιλογή του είδους σκιάστρου που θα χρησιμοποιηθεί για το οικοδόμημα που εξετάζουμε ,προσδιορίζονται τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του και δίνονται οδηγίες για την διεύθυνση τοποθέτησής του .Παράλληλα ,προτείνεται η λειτουργία του σκιάστρου μέσω μιας εποχιακής προσέγγισης που έγινε με βάση τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στον τόπο κατασκευής του οικοδομήματος .

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναπτύσσεται η κατασκευή μηχανοκίνητων ανοιγμάτων στα πλαϊνά μέρη του σκιάστρου .Σκοπός των ανοιγμάτων αυτών είναι η αξιοποίηση των ρευμάτων αέρα για την ικανοποίηση αναγκών δροσισμού κατά τους θερινούς μήνες και για τη διατήρηση της θερμότητας κατά τους χειμερινούς. Και εδώ ,προτείνεται μια εποχιακή προσέγγιση του τρόπου λειτουργίας με βάση τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή .

Στο πέμπτο κεφάλαιο μελετάται η κατασκευή τοίχου θερμοσιφωνικής ροής ,για κάλυψη των αναγκών θέρμανσης κατά τους μήνες του χειμερινού ηλιοστάσιου .Λόγο κόστους ,η επέμβαση πραγματοποιείται σε μία μόνο όψη του ακάλυπτου χώρου. Στην επιλογή της όψης οδηγούμαστε μέσω της μελέτης σκίασης που αναφέρθηκε προηγουμένως .

Στο έκτο κεφάλαιο μελετάται η εφαρμογή φυτεμένων δωματίων στην επιφάνεια της ταράτσας, εξηγώντας το ποσοστό ενεργειακής αναβάθμισης που παρέχει .

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μελέτη μιας φωτοβολταικής συστοιχίας στο χώρο της ενοποιημένης ταράτσας του οικοδομικού συγκροτήματος ,που με τη σειρά της τροφοδοτεί συστήματα υδρονέφωσης, μοτέρ κίνησης περσίδων και θερμάστρες οροφής(όπως παρουσιάζονται στα κεφάλαια οκτώ ,εννέα και δέκα αντίστοιχα).

Τέλος στα κεφάλαια έντεκα και δώδεκα παρουσιάζονται τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας που μπορούν να τοποθετηθούν στο δάπεδο του ακάλυπτου χώρου ,όπως το θερμοσυσσωρευτικό δάπεδο και η τεχνολογία εξατμιστικού δροσισμού, αναλύοντας το τρόπο με τον οποίο αυτές λειτουργούν και προσδιορίζοντας την εφαρμογή που βρίσκουν στο συγκεκριμένο οικοδόμημα .

Τα σπουδαιότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα εργασία είναι ότι με βάση την ηλιοφάνεια της περιοχής της Πάτρας γίνεται εφικτή η κατασκευή και η τροποποίηση είδη υπάρχοντων οικοδομικών τετραγώνων κατά τρόπο τέτοιο που να περιορίζονται οι ενεργειακές ανάγκες και ταυτόχρονα αναβαθμίζεται η ποιότητα ζωής(αίσθημα ευφορίας) των ανθρώπων που τα αξιοποιούν .

Περιεχόμενα

Πρόλογος

Περίληψη

Εισαγωγή	1
1. Προσέγγιση του χώρου προς μελέτη.....	4
2. Μελέτη σκίασης ακάλυπτου χώρου	9
3.Σχεδιασμός σκίαστρου.....	14
4. Εκμετάλλευση διαμπερούς φαινομένου.....	26
5. Ηλιακός τοίχο θερμοσιφωνικής ροής (τοίχος Trombe-Michelle).....	32
6. Φυτεμένα Δώματα (Πράσινες στέγες).....	39
6.2 Το φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδας.....	45
7. Τοποθέτηση φωτοβολταικής συστοιχίας.....	47
7.1 Νομοθεσία περί φωτοβολταικής συστοιχίας	47
7.2 Επιλογή υλικού κατασκευής/τεχνολογίας φωτοβολταικού.....	50
7.3 Επιλογή/ιδιότητες φωτοβολταικού πλαισίου.....	53
7.4Διάταξη φωτοβολταικών πλαισίων.....	55
7.5 Κοστολόγηση εγκατάστασης	58
7.6 Μπαταρία και μετατροπέας φωτοβολταικής συστοιχίας.....	59

8. Υδρονέφωση: Ένας αποτελεσματικός τρόπος δροσίσμου του ακάλυπτου.....	62
9. Το μηχανοκίνητο σύστημα των εξωτερικών περσίδων.....	68
10. Χρήση υπαίθριων θερμαστρών οροφής	70
11. Τοποθέτηση θερμοσυσσωρευτικού δαπέδου	73
12. Εξατμιστικός δροσίσμος	78
13. Συμπεράσματα.....	81
14. Βιβλιογραφία.....	82

Εισαγωγή

Η ανάγκη στις μέρες μας για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών με το μικρότερο δυνατό κόστος, κάνει τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων καθώς και την τροποποίηση των υφιστάμενων οικοδομημάτων να ορίζονται ως επιτακτικός κανόνας .Οι τεχνολογίες ως προς αυτό το επίπεδο που μέχρι σήμερα βρίσκουν εφαρμογή χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες .

Από τη μία έχουμε τα ηλιακά παθητικά συστήματα, τα οποία εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια (υπό τη μορφή θερμικής ακτινοβολίας ,φωτεινής ακτινοβολίας κ.τ.λ.) για την κάλυψη αναγκών δροσισμού ή αναγκών σε θερμότητα . Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν όλα τα συστήματα που εκμεταλλεύονται τις διάφορες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας .Ποιο συγκεκριμένα, η κατηγορία αυτή αφορά τεχνολογίες που εκμεταλλεύονται το ηλιακό δυναμικό/αιολικό δυναμικό/κινητική-δυναμική ενέργεια του νερού κ.α. για την παραγωγή ενέργειας . Η ιδέα του βιοκλιματικού σχεδιασμού ωστόσο δεν είναι κάτι καινούριο . Ήδη από τα χρόνια της αρχαίας Ελλάδας, η ενεργειακή Απόδοση ήταν ανέκαθεν ζήτημα αιχμής, με πιο χαρακτηριστική ίσως αναφορά εκείνη του **Ηλιακού Σπιτιού του Σωκράτη**. Ο Σωκράτης το 470 π.χ. με τις οδηγίες του για το ιδανικό ηλιακό σπίτι, που αναφέρονται στα απομνημονεύματα του Ξενοφώντα, έβαλε τις βάσεις της σύγχρονης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Κύριος στόχος τους ήταν τα σπίτια να εξασφαλίζουν μια αρμονική σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον. Το αρχαίο σπίτι είχε για θεμέλια και βάσεις τοίχων την πέτρα, όπου πάνω τοποθετούσαν πλίνθους με ξηροδεσιές για να υψώσουν τους τοίχους. Οι στέγες είχαν κεραμίδια, αν και πολλές φορές αναφέρεται η ύπαρξη ταράτσας. Το σχέδιο που

δίνουν αρχαίοι συγγραφείς για τα σπίτια της εποχής καταγράφει μια στενόμακρη είσοδο που οδηγεί σε μια τετράπλευρη αυλή(ακάλυπτος χώρος), όπου στο κέντρο της βρισκόταν ένα πηγάδι. Ο βόρειος τοίχος γινόταν παχύτερος και με τα ελάχιστα δυνατά ανοίγματα. Η είσοδος συνήθως βρισκόταν στην ανατολική και σπανιότερα στην νότια πλευρά. Γενικός κανόνας κατασκευής ωστόσο(όπως προκύπτει από το σύνολο των σπιτιών που έχουν βρεθεί μέχρι σήμερα) είναι ότι οι οικίες είχαν ως βασικό δομικό τους στοιχείο τη χαρακτηριστική εσωτερική αυλή, το αίθριο, τον ανοικτό δηλαδή εσωτερικό πυρήνα. Στις μέρες μας ,η σύγχρονη αρχιτεκτονική ανά το κόσμο προσπαθεί να εξελίξει την παλιά αυτή ιδέα του βιοκλιματικού σχεδιασμού εντάσσοντας τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών και συστημάτων . Η βελτιστοποίηση συνθηκών βιολογικής άνεσης επεκτείνεται και έξω από τα κτιριακά σύνολα, με την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού και στους υπαίθριους χώρους, συμβάλλοντας στην ουσιαστική αναζωογόνηση της χρήσης μέσα και γύρω από αυτούς, στην κάλυψη των απαιτήσεων και αναγκών των αστών και στη μέγιστη αξιοποίηση και διεποχιακή τους χρήση. Για τη βέλτιστη αξιοποίηση των δυνατοτήτων της εφαρμογής του βιοκλιματικού σχεδιασμού στους υπαίθριους χώρους, είναι απαραίτητη η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών (κλιματικών και τοπογραφικών) δεδομένων, σε συνδυασμό με τα γεωμετρικά δεδομένα της περιβάλλουσας δόμησης, τον προσανατολισμό του χώρου και τα χαρακτηριστικά των δομικών του στοιχείων και υλικών.

Όλες οι παραπάνω παράμετροι είναι βασικές εφόσον διαμορφώνουν το μικροκλίμα της περιοχής, καθορίζουν τις συνθήκες άνεσης στο χώρο και επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση των γύρω κτιρίων.

Παράμετροι οι οποίες εξετάζονται στη μελέτη βιοκλιματικού σχεδιασμού υπαίθριων αστικών χώρων και στοχεύουν στη **Θερμική, Οπτική και Ακουστική άνεση**, είναι οι εξής:

- § ορθή χωροθέτηση των βασικών δραστηριοτήτων με βάση το μικροκλίμα και τις συνθήκες ηλιασμού και αερισμού της περιοχής (ανάλογα τις απαιτήσεις των χρηστών σε κάθε λειτουργική ενότητα)
- § κατάλληλες μεθόδους σκιασμού και ηλιοπροστασίας στον αστικό χώρο
- § κατάλληλες διατάξεις ανακατεύθυνσης ανέμου και ανεμοπροστασίας

- § ορθή επιλογή υλικών επίστρωσης εδάφους και άλλων δομικών στοιχείων (συμπεριλαμβανομένου του αστικού εξοπλισμού)
- § σωστή χρήση βλάστησης και υδάτινων στοιχείων.

Τα οφέλη από την εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού στο δομημένο περιβάλλον είναι η δημιουργία: πολεοδομικών συνόλων με ευνοϊκό μικροκλίμα και άνετους εξωτερικούς χώρους, συνθηκών ευνοϊκού μικροκλίματος σε επίπεδο κτιρίων για την καλύτερη εφαρμογή τεχνικών παθητικής ψύξης, πόλεων ανταγωνιστικών και βιώσιμων και ολοκληρωμένων σχεδίων δράσης τοπικών και περιφερειακών πρωτοβουλιών για ουσιαστικές αστικές αναπλάσεις μικρής και μεγάλης κλίμακας.

Στην συγκεκριμένη εργασία ,έχει επιλεγεί ένα οικοδομικό τετράγωνο στην περιοχή της Πάτρας και θα πραγματοποιηθούν οι αναγκαίες μελέτες προκειμένου να προταθούν οι καταλληλότερες τεχνολογίες που μπορούν να εφαρμοστούν ώστε να του προσάψουν βιοκλιματικές ιδιότητες .Το οικοδομικό τετράγωνο που έχει επιλεγεί είναι έτσι δομημένο ώστε στο εσωτερικό του σχηματίζεται ενοποιημένος ακάλυπτος χώρος .Οι επεμβάσεις που θα μελετηθούν σε αυτή την εργασία αφορούν αποκλειστικά τον ενοποιημένο ακάλυπτο χώρο .Στόχος των επεμβάσεων είναι η τροποποίηση του μικροκλίματος κατά τρόπο τέτοιο ώστε να διαμορφωθούν συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης που θα επηρεάζουν τα περιβάλλοντα διαμερίσματα . Οι τεχνολογίες που επιλέχθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία αφορούν κυρίως την δημιουργία τεχνητής σκίασης ,την εκμετάλλευση του ηλιακού δυναμικού μέσω ηλιακά παθητικών συστημάτων και φωτοβολταικών πανέλων , την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού μέσω ανεμογεννητριών κ.τ.λ. Αξίζει να σημειωθεί ότι το οικοδομικό τετράγωνο στο οποίο επιλέξαμε να επέμβουμε είναι ένα πραγματικό ,ήδη υπάρχων οικοδόμημα .Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορούμε να επέμβουμε κατασκευαστικά σε ότι αφορά το προσανατολισμό. Για το λόγο αυτό όλες οι ενέργειες έγιναν με γνώμονα τον κατασκευαστικό περιορισμό(θέση στον ορίζοντα) του ήδη υπάρχοντος οικοδομήματος .

1. Προσέγγιση του χώρου προς μελέτη

Ο χώρος που έχει επιλεγθεί για την συγκεκριμένη μελέτη είναι ένα τυπικό αστικό οικοδομικό τετράγωνο στην περιοχή της Πάτρας .Ποιο συγκεκριμένα , το οικοδομικό αυτό τετράγωνο βρίσκεται στην περιοχή " Έλληνας Στρατιώτου κ Πέντε Πηγαδίων ,Πάτρα " .Αποτελείται από συνολικά έξι (6) διαφορετικές πολυκατοικίες , εφαιπτόμενες και ισουψείς μεταξύ τους .Οι πολυκατοικίες είναι δομημένες κατά τρόπο τέτοιο ,ώστε στο εσωτερικό τους σχηματίζεται αίθριος ,ακάλυπτος χώρος .Παρακάτω δίδεται μια απεικόνιση του προς μελέτη οικοδομικού τετραγώνου ,όπως αυτό φωτογραφίζεται από δορυφόρο (σημειώνεται ότι για την συγκεκριμένη απεικόνιση χρησιμοποιήθηκε ο δορυφόρος από το site της google earth) .



Εικόνα 1.1 :Δορυφορική απεικόνιση του οικοδομικού τετραγώνου

Εξετάζοντας το προς μελέτη οικοδομικό τετράγωνο ,διαπιστώνουμε ότι ο κεντρικός άξονας δόμησης έχει κλίση προς τα ανατολικά .Συγκεκριμένα ,ο άξονας δόμησης βρίσκεται 20 μοίρες (20') ανατολικά .

Αποτύπωση του εξεταζόμενου οικοδομικού τετραγώνου .

Για την καλύτερη κατανόηση των διαστάσεων του οικοδομικού τετραγώνου που θα μελετηθεί ,έχει γίνει αποτύπωση :

1) Κάτοψης του οικοδομικού τετραγώνου

2) Τομών του οικοδομικού τετραγώνου (οριζόντια και κάθετη τομή αντίστοιχα) .

Για την αποτύπωση που προαναφέρθηκε ,σημειώνεται ότι χρησιμοποιήθηκε το σχεδιαστικό πρόγραμμα της εταιρείας Autodesk,AutoCAD .

*Οι διαστάσεις που χρησιμοποιήθηκαν κατά των σχεδιασμό της κάτοψης και των τομών ,είναι αυτές που προκύπτουν από μετρήσεις με τοπογραφικά όργανα .

Ενδεικτικά αναφέρονται :

Μήκος οικ. τετραγώνου : 65 m

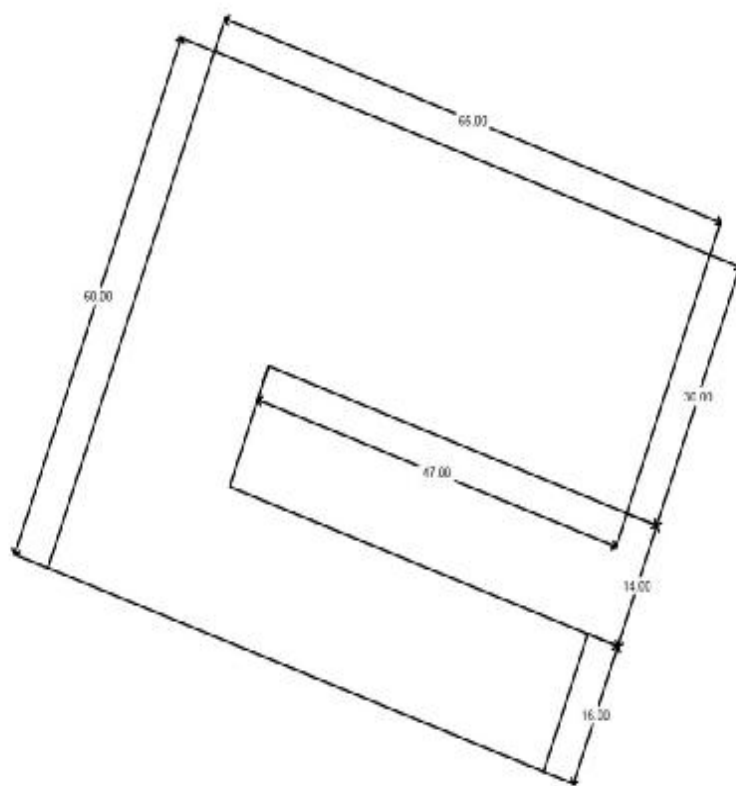
Πλάτος οικ. τετραγώνου : 60 m

Ύψος δομημένων πολυκατοικιών :24.5 m

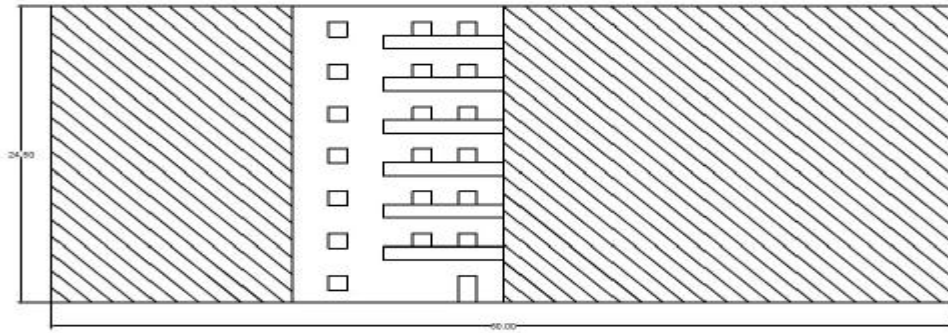
Μήκος ακάλυπτου χώρου : 47 m

Πλάτος ακάλυπτου χώρου : 14 m

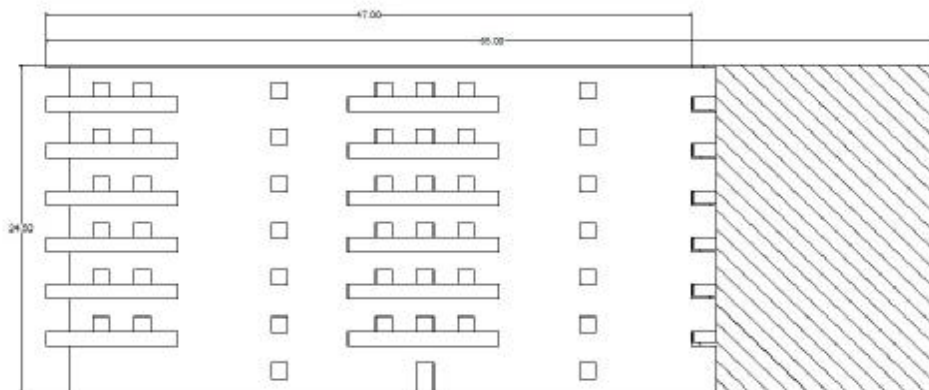
Στα σχήματα που ακολουθούν ,παρατίθενται η κάτοψη ,η οριζόντια τομή και η κάθετη τομή του οικοπέδου αντίστοιχα .



Σχήμα 1.2 :Κάτοψη οικοδομικού τετραγώνου



Σχήμα 1.3:Οριζόντια τομή οικοδομικού τετραγώνου



Σχήμα 1.4 :Κάθετη τομή οικοδομικού τετραγώνου

Έχοντας προσδιορίσει την αρχιτεκτονική δομή του οικοδομικού τετραγώνου, στα επόμενα κεφάλαια θα μελετήσουμε τις παραμετροποιήσεις που μπορούν να επιτευχθούν ώστε να προσδώσουμε σε αυτό βιοκλιματικές ιδιότητες και χαμηλό ενεργειακό κόστος.

Στην επιλογή των επεμβάσεων ,σημαντικό ρόλο παίζουν οι κατασκευές που έχουν ήδη πραγματοποιηθεί σε διάφορα οικοδομικά τετράγωνα ανά το κόσμο.

Ποιο συγκεκριμένα ,στα κεφάλαια που ακολουθούν θα μελετηθούν :

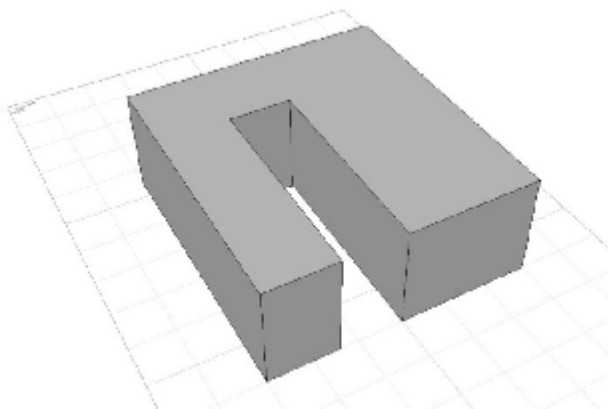
- 1)Τοποθέτηση μηχανοκίνητου σκίαστρου στον ακάλυπτο χώρο .
- 2)Κατασκευή τοίχου θερμοσιφωνικής ροής .
- 3)Εκμετάλλευση /καθοδήγηση ρευμάτων αέρα για παροχή δροσισμού .
- 4)Τοποθέτηση θερμοσυσσωρευτικού δαπέδου .
- 5)Αξιοποίηση του εξαμιστικού δροσισμού μέσω επιδαπέδιων δεξαμενών νερού .-
- 6)Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων για ενεργειακή εκμετάλλευση .
- 7)Τοποθέτηση θερμοσιφωνικών πλαισίων για κάλυψη οικιακών αναγκών .
- 8)Κατασκευή φυτεμένων δωματίων στο χώρο της ταράτσας .

2. Μελέτη σκίασης ακάλυπτου χώρου

Βασική προϋπόθεση για επιλογή της τεχνολογίας σκίασης που θα χρησιμοποιηθεί αποτελεί η μελέτη του τρόπου με τον οποίο σκιάζεται το προς μελέτη οικοδομικό τετράγωνο .Ποιο συγκεκριμένα, μας ενδιαφέρει να γνωρίζουμε πόσες ώρες ηλιοφάνειας έχει η κάθε πλευρά του ακάλυπτου χώρου(που σχηματίζεται εντός του οικοδομικού τετραγώνου) για οποιαδήποτε ημέρα και μήνα του έτους .Για το λόγο αυτό λοιπόν ,μελετήθηκε και χαράχθηκε ο ηλιακός χάρτης για τις τρεις όψεις και το δάπεδο του ακάλυπτου χώρου .

Η χάραξη των ηλιακών χαρτών έγινε με τη χρήση του λογισμικού της εταιρείας Autodesk ,Ecotect .

Αρχικά έγινε τρισδιάστατη απεικόνιση του συγκροτήματος των πολυκατοικιών σύμφωνα με τις πραγματικές τους διαστάσεις :



Σχήμα 2.1 : Τρισδιάστατη απεικόνιση του συγκροτήματος των πολυκατοικιών

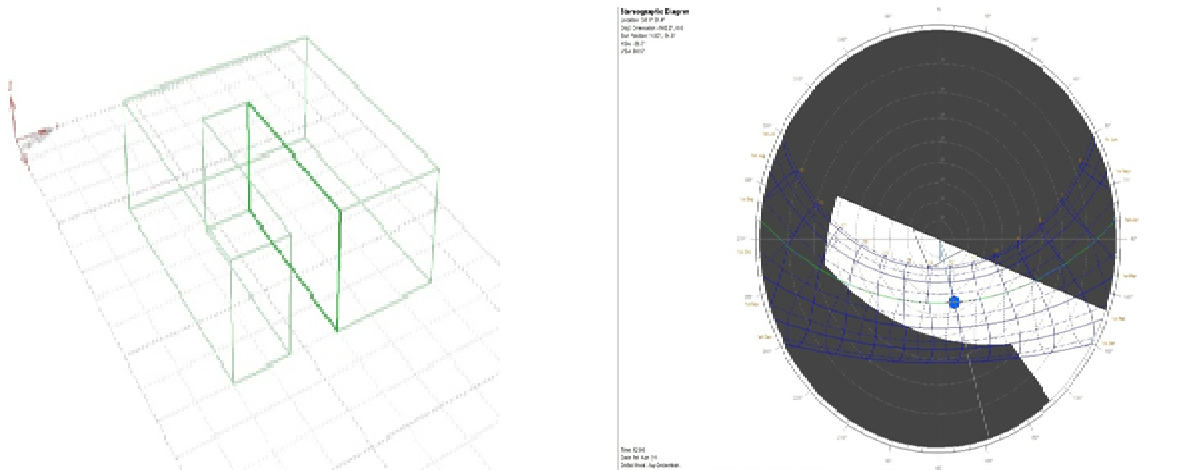
Στη συνέχεια χαράχθηκαν οι ηλιακοί χάρτες που αφορούν τις όψεις και το δάπεδο του ακάλυπτου ,λαμβάνοντας υπόψη το προσανατολισμό του οικοδομήματος ,το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.(Longitude 21.44 , Latitude 38.14) .

Σημειώνεται ότι στην μελέτη σκίασης που έγινε δεν λήφθηκε υπόψη η ενδεχόμενη παράπλευρη σκίαση από γειτονικά κτίρια καθώς η επιρροή τους ήταν ελάχιστη .

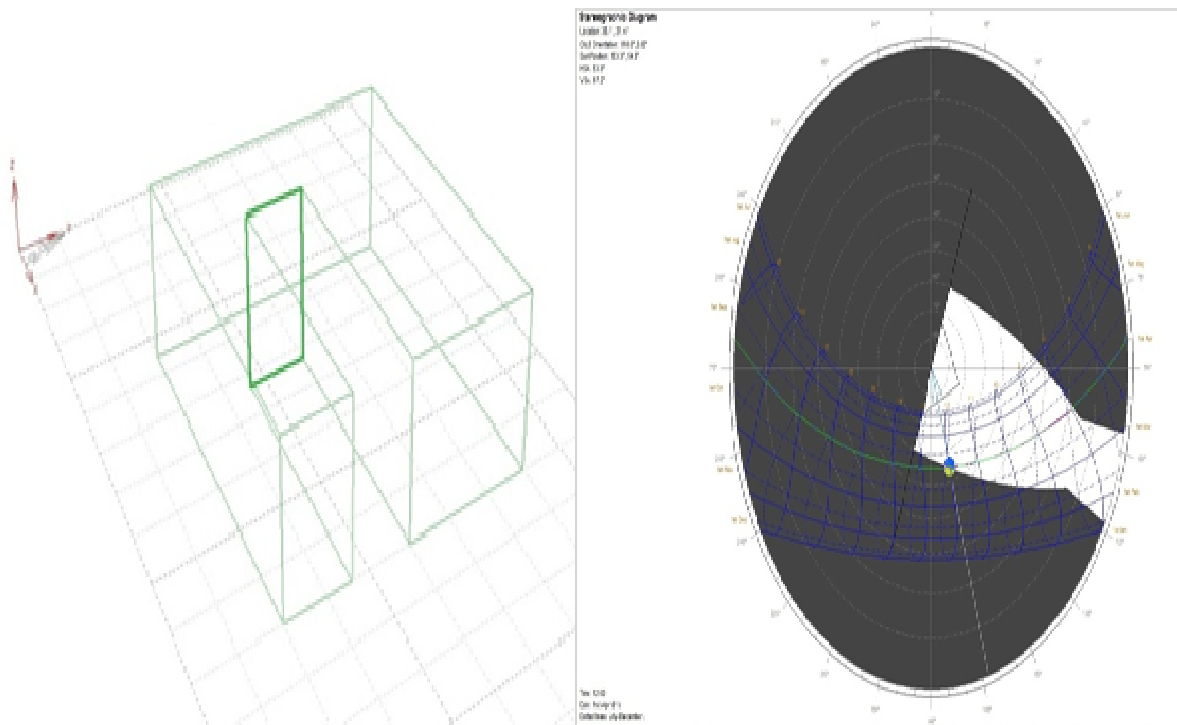
Στις σελίδες που θα ακολουθήσουν παρουσιάζονται οι ηλιακοί χάρτες των τριών όψεων και του δαπέδου του ακάλυπτου χώρου .

Για την καλύτερη κατανόηση της όψης που κάθε φορά μελετήθηκε ,μαζί με τον κάθε ηλιακό χάρτη παρατίθεται και η αντίστοιχη σχεδιαστική απεικόνισή της .

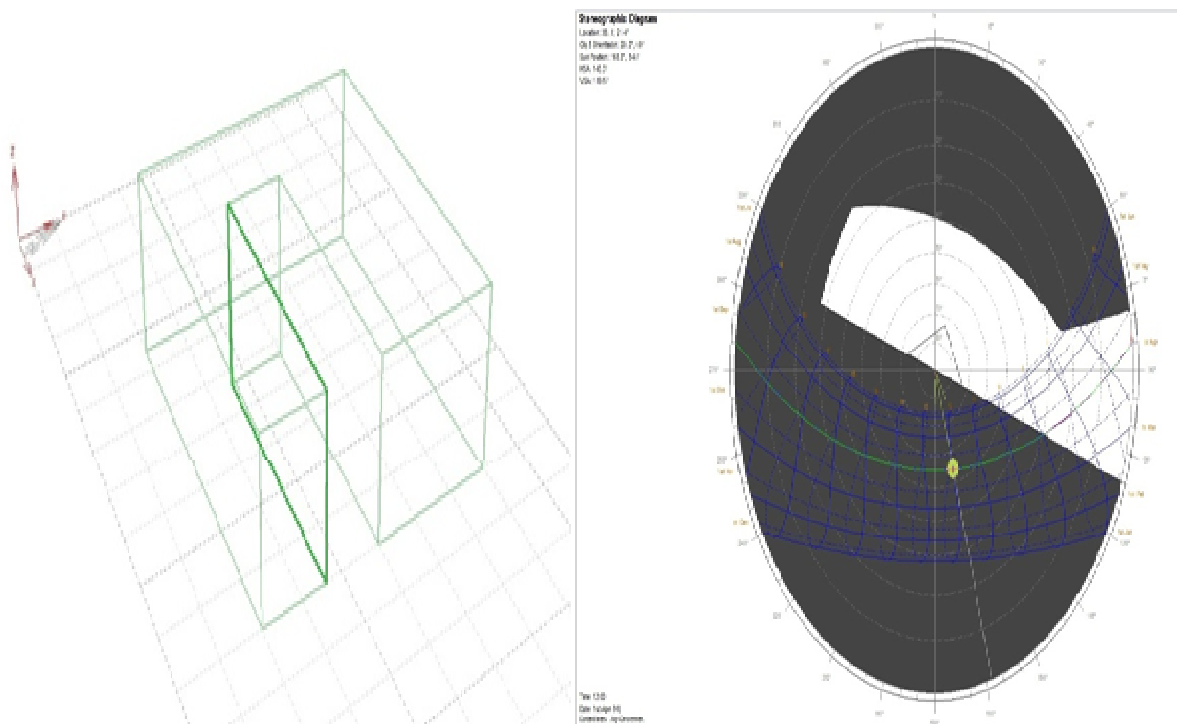
*Το είδος διαγράμματος που επιλέχθηκε για την κατασκευή των ηλιακών χαρτών είναι το *στερεογραφικό διάγραμμα* .



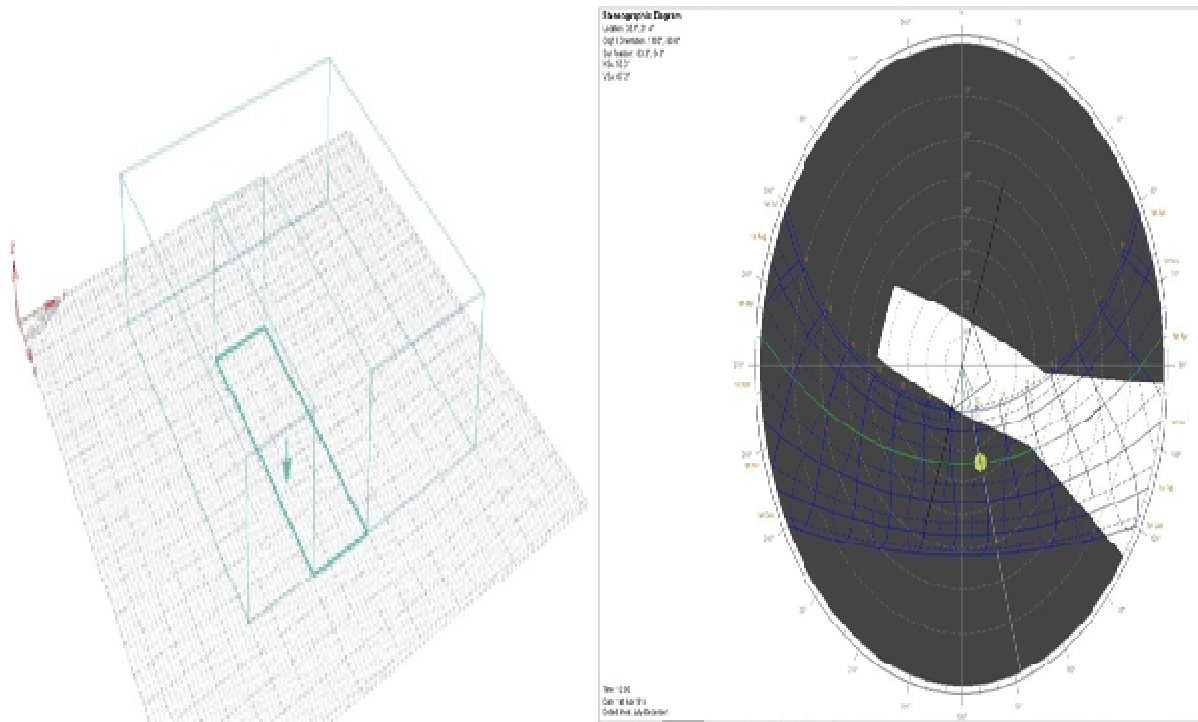
Σχήμα 2.2 : Στερεογραφικό διάγραμμα σκίασης όψης A



Σχήμα 2.3 : Στερεογραφικό διάγραμμα σκίασης όψης Β



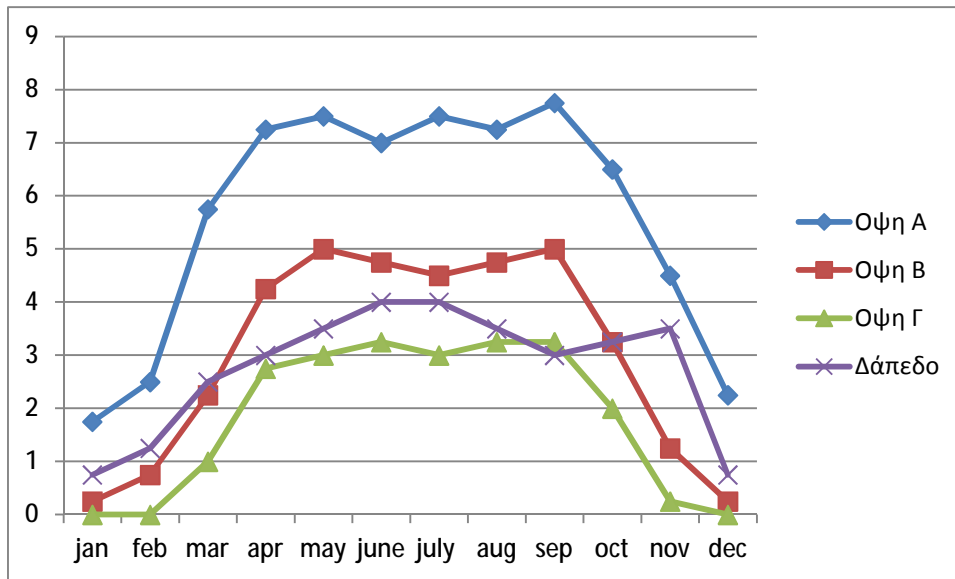
Σχήμα 2.4 : Στερεογραφικό διάγραμμα σκίασης όψης Γ



Σχήμα 2.5 : Στερεογραφικό διάγραμμα σκίασης δαπέδου

Ερμηνεύοντας τους ηλιακούς χάρτες που κατασκευάστηκαν ,δημιουργήσαμε το παρακάτω γραφικό διάγραμμα .Σε αυτό παρουσιάζεται η διακύμανση των ωρών ηλιοφάνειας για κάθε όψη ,καθόλη την διάρκεια του έτους .

Η χρησιμότητα του παρακάτω διαγράμματος είναι μεγάλη μιας και μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε τα σημεία που έχουν περισσότερο ανάγκη από παθητική θέρμανση ή ψύξη αντίστοιχα .



Σχήμα 2.6 :Ώρες ηλιοφάνειας κατά τη διάρκεια του έτους

Επίσης ,το παραπάνω διάγραμμα μας δίνει πληροφορίες σχετικά με το προσδιορισμό του μικροκλίματος της περιοχής που είναι δομημένο το οικοδομικό τετράγωνο .Αυτό είναι πολύ σημαντικό μιας και μας επιτρέπει να κάνουμε "εποχιακή προσέγγιση" κατά την εφαρμογή των διάφορων τεχνολογιών ,με αποτέλεσμα την υψηλότερη απόδοσή τους .Χαρακτηριστικό δείγμα αυτού ,είναι η μελέτη του σκιάστρου που στο επόμενο κεφάλαιο .

3.Σχεδιασμός σκίαστρου

Μια από τις πρώτες παρεμβάσεις που θα μελετήσουμε για το συγκεκριμένο συγκρότημα πολυκατοικιών είναι η κατασκευή σκίαστρου .Μελετώντας κατασκευές που έχουν πραγματοποιηθεί σε ήδη υπάρχοντα συγκροτήματα κτιρίων ,παρατηρούμε ότι η τεχνολογία που εφαρμόζεται σε αίθριους χώρους αφορά την τοποθέτηση υαλοπίνακα με μηχανοκίνητες περσίδες .Παρακάτω παρουσιάζονται δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτής της τεχνολογίας .



Εικόνα 3.1 :Σκίαση αίθριου χώρου στην Ολλανδία



Εικόνα 3.2 :Σκίαση αίθριου σε βιομηχανικό κτίριο στο Λονδίνο .

Στην περίπτωση που εξετάζουμε ,προτείνεται η κατασκευή σκιάστρου το οποίο θα καλύπτει εξολοκλήρου των ακάλυπτο χώρο ,και κατ επέκταση θα παρέχει σκίαση στις όψεις και το δάπεδο αυτού .

Ωστόσο ,η κατασκευαστική δομή του συστήματος του σκιάστρου οφείλει να είναι ευμετάβλητη ,ώστε να δημιουργεί συνθήκες σκίασης ή πλήρους ηλιοφάνειας ,ανάλογα με την εποχή .Σε αυτό το σημείο θα μας βοηθήσει το διάγραμμα των ετήσιων ωρών ηλιοφάνειας ,ώστε να ορίσουμε το επιθυμητό ποσοστό σκίασης που θέλουμε να αποδίδει η κατασκευή μας ανάλογα με την εποχή .

Μελετώντας λοιπόν το διάγραμμα ,επιλέγουμε να χωρίσουμε το έτος σε τέσσερα τρίμηνα με τα αντίστοιχα επιθυμητά ποσοστά σκίασης όπως φαίνονται παρακάτω .

Πίνακας 3.3 :Επιθυμητά ποσοστά σκίασης κατά τη διάρκεια του έτους

Μήνας του έτους	Επιθυμητό ποσοστό σκίασης
Δεκέμβριος Ιανουάριος Φεβρουάριος	0%
Μάρτιος Απρίλιος Μάιος	50%
Ιούνιος Ιούλιος Αύγουστος	100%
Σεπτέμβριος Οκτώβριος Νοέμβριος	50%

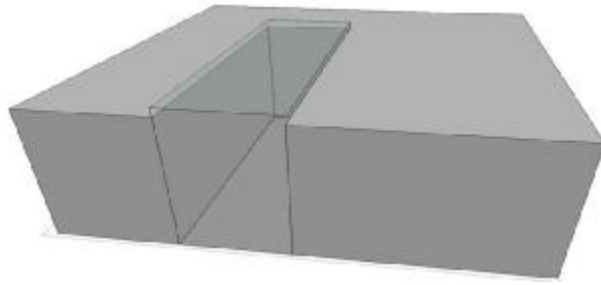
Έχοντας ορίσει την εποχιακή προσέγγιση για την κατασκευή του σκιάστρου(όπως φαίνεται στο πίνακα) ,προχωρούμε στην επιμέρους μελέτη της δομής του σκιάστρου .

Γνωρίζουμε ότι η κατασκευή του σκιάστρου θέλουμε να είναι τέτοια ώστε να λειτουργεί και κατά τους χειμερινούς μήνες(παρέχοντας μηδενικά ποσοστά σκίασης) και κατά τους καλοκαιρινούς .Αυτό σημαίνει ότι προσδιορίζουμε την τεχνολογία σκίασης στην τοποθέτηση μηχανοκίνητων περσίδων .Στον πίνακα που ακολουθεί αποτυπώνονται οι τεχνολογίες σκίασης που σήμερα εφαρμόζονται στο σύνολο των κατασκευών.

ΣΚΙΑΣΤΡΑ				
ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑ				
A	Εξωτερικές περσίδες	Ενδοίμενες περσίδες σε διπλό γυαλί	Ενδοίμενες περσίδες σε διπλό γυαλί	Εσωτερικές περσίδες
				
Κόστος	αυξημένη κατασκευή	σχετικά στην κατασκευή	σχετικά στην κατασκευή	μηδενικά
Ηλ. θέρμανση	επιπέδου στην οροφή θερμάστρα	επιπέδου στην οροφή θερμάστρα	επιπέδου στην οροφή θερμάστρα	δεν επιδέχεται την ηλεκτρική θέρμανση
Σεισμολογία	επιπέδου στην βεράνδα	επιπέδου στην βεράνδα	επιπέδου στην βεράνδα	επιπέδου στην βεράνδα
ΓΕΛΕΙΕΤΕΡΑ				
B	Οριζόντιες περσίδες	Κατακόρυφες περσίδες	Μικτές περσίδες	Επιφάνεια
				
Προσανατολισμός	Για νότιο	Για ανατολική ή δυτική	Για μικτές	Για μετωπική
Ήλιο	Δεν τη διαχειρίζεται	Δεν τη διαχειρίζεται	Δεν τη διαχειρίζεται	Παραλαμβάνει τον ήλιο
Οικονομία	Επιπέδου στην οροφή θερμάστρα	Επιπέδου στην οροφή θερμάστρα	Επιπέδου στην οροφή θερμάστρα	Επιπέδου στην οροφή θερμάστρα
περίοδος	Αφήνει το φως να χυθεί	Αφήνει το φως να χυθεί	Αφήνει το φως να χυθεί	Αφήνει το φως να χυθεί

Εικόνα 3.4 : Τεχνολογίες σκιάστρων

Λαμβάνοντας υπόψη τις τεχνολογίες που παρουσιάστηκαν αλλά και τις ήδη πραγματοποιημένες κατασκευές , θα επιλέξουμε την κατασκευή ενώ επίπεδου στρώματος από διπλούς υαλοπίνακες που θα καλύπτει την οροφή του εσωτερικού ακάλυπτου χώρου, πάνω στο οποίο θα βρίσκονται οι μηχανοκίνητες περσίδες .(στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται σχετική απεικόνιση της κατασκευής που πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού της Autodesk ,Ecotect) .



Σχήμα 3.5 :Απεικόνιση σκιάστρου

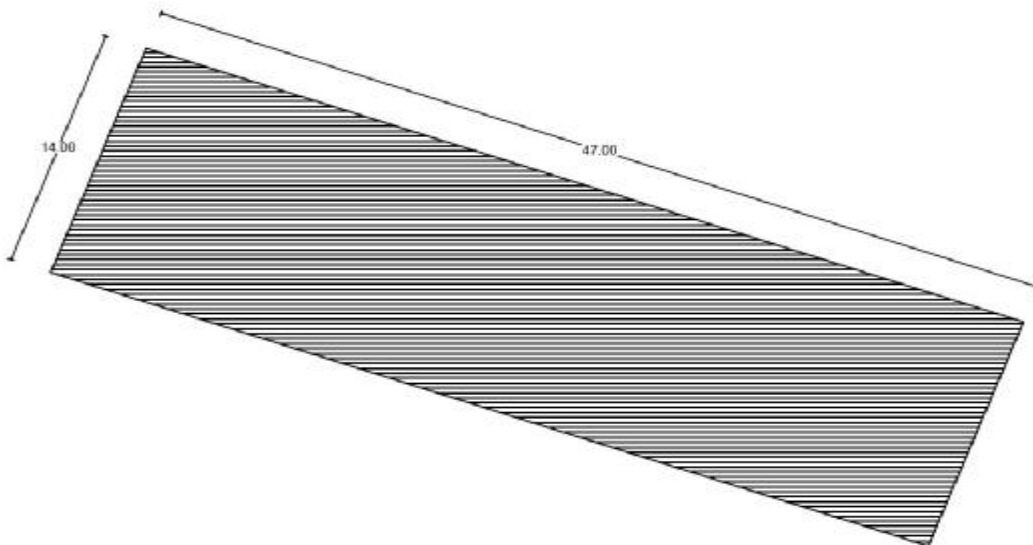
Στο **εξωτερικό** μέρος αυτού του επίπεδου στρώματος υαλοπινάκων θα τοποθετηθεί μηχανοκίνητο σύστημα εξωτερικών περσίδων που θα ικανοποιεί τα ποσοστά σκίασης 0% ,50% και 100% που ορίσαμε παραπάνω .

Εξωτερικά σκιάστρα.

Η τοποθέτηση περσίδων στο εξωτερικό περιβάλλον είναι περισσότερο αποτελεσματική, σε σύγκριση με τις εσωτερικές, διότι ολόκληρη η ανακλώμενη θερμότητα παραμένει στον εξωτερικό χώρο και η απορροφώμενη θερμότητα διασκορπίζεται επίσης στον εξωτερικό χώρο.

Τα εξωτερικά σκιάστρα έχουν τα πρακτικά πλεονεκτήματα ελέγχου της ηλιοφάνειας και διατήρησης της θερμότητας. Είναι η πιο πρακτική μέθοδος για τον έλεγχο του ηλιακού φωτός. Το πρόβλημα της ηλιακής θερμότητας, που συνεχώς συσσωρεύεται, αντιμετωπίζεται πριν καν αποτελέσει πρόβλημα. Όταν χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με κλιματισμό, οι μονάδες κλιματισμού μπορούν να είναι μικρότερες, μειώνοντας έτσι την δαπάνη εγκατάστασης και λειτουργίας τους. Η τοποθέτηση σκιάστρων, δημιουργεί ένα επίπεδο έξω από την τελική επιφάνεια του κτιρίου. Με αυτόν τον τρόπο πραγματοποιείται ουσιαστικά ένα νέο κέλυφος σε απόσταση από την εξωτερική επιφάνεια. Δημιουργείται έτσι μια ζώνη ελέγχου του ηλιασμού μεταξύ κτιρίου και πετάσματος, που επιτρέπει την ενδιάμεση κυκλοφορία του αέρα και την απαγωγή της δημιουργουμένης θερμότητας, συμβάλλοντας στο δροσισμό. Η προστασία από τον ήλιο και ο έλεγχος του φυσικού φωτισμού εξαρτώνται από το υλικό, το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα των σκιάστρων, αλλά και από την κλίση τους. Τα εξωτερικά σκιάστρα πρέπει να είναι ειδικά σχεδιασμένα να αντέχουν στα καιρικά φαινόμενα και τις επιδράσεις τους.

Τέλος η κατεύθυνση στην οποία θα έχουν τη δυνατότητα να κινούνται οι μηχανοκίνητες περσίδες πρέπει να είναι τέτοια ώστε να παρέχει την αποδοτικότερη σκίαση ή παροχή φυσικού φωτισμού αντίστοιχα .Για το λόγο αυτό οι περσίδες επιλέγουμε να τοποθετηθούν ώστε να κινούνται στον άξονα ΒΟΡΡΑ-ΝΟΤΟ .Μία χαρακτηριστική απεικόνιση της κάτοψης του σκιάστρου με τις εξωτερικές περσίδες παρουσιάζεται στο σχήμα 14 (σημειώνεται ότι για τον σχεδιασμό της κάτοψης του σκιάστρου χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό της Autodesk, Autocad).



Σχήμα 3.6 :Απεικόνιση οικοδομικού συγκροτήματος με σκίαστρο .









Το είδος του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί για το σκίαστρο παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην αποδοτικότητα της εγκατάστασης .Όπως αναφέρθηκε, το σκίαστρό μας θέλουμε να λειτουργεί και κατά τους χειμερινούς μήνες .Αυτό σημαίνει ότι :

1) πρέπει να είναι διαπερατό από το φως του ήλιου ώστε να μην εμποδίζει τον φυσικό φωτισμό των οικιών και

2)να προσομοιώνει όσο καλύτερα τις συνθήκες του θερμοκηπιακού φαινομένου με αποτέλεσμα την θέρμανση της αέριας μάζας που περικλείεται στον εσωτερικό ακάλυπτο χώρο .

Στον σχήμα που ακολουθεί ,παρουσιάζονται τα διάφορα είδη υαλοπινάκων που υπάρχουν στην αγορά με μια σύντομη περιγραφή των βασικών τους ιδιοτήτων (συντελεστής

θερμομόνωσης U ,ποσοστό περατότητας ηλιακής ακτινοβολίας Θ ,ποσοστό περατότητας ηλιακού φωτός Φ) .

ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ								
	ΑΠΛΟ ΓΥΑΛΙ	ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΑ	ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ	ΔΙΠΛΑ ΓΥΑΛΙΑ	LOW-E ΑΠΛΟ	LOW-E ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟ	ΗΛΕΚΤΡΟΧΡΩΜΙΚΟ (ΓΛΑΖΑΙ-01)	ΗΛΕΚΤΡΟΧΡΩΜΙΚΟ (ΑΙΟΜΗΡΟΥΗΤΙΚΟ)
								
U	1,25	0,6	0,54	0,6	0,46	0,48	0,28	0,28
Φ	71%	38%	10%	65%	57%	36%	62%	4%
Θ	72%	42%	17%	65%	33%	36%	48%	9%

Σχήμα 3.7 :Ιδιότητες διάφορων ειδών υαλοπινάκων .(όπου U συντελεστής θερμομόνωσης , Θ ποσοστό περατότητας ηλιακής ακτινοβολίας , Φ ποσοστό περατότητας ηλιακού φωτός) .

Έχοντας λοιπόν υπόψη το πως διαμορφώνονται οι ιδιότητες των υαλοπινάκων ,θα επιλέξουμε να χρησιμοποιήσουμε υαλοπίνακα της κατηγορίας low e .

Γυαλιά low-e (emissivity) / χαμηλής εκπομπής.

Τα γυαλιά αυτά είναι διπλά γυαλιά με ειδική επικάλυψη από εξαιρετικά λεπτά μεταλλικά φύλλα, συνήθως από άργυρο που προστατεύεται από μεταλλικά οξειδία ή βαφή με ειδικά μίγματα που εκτοξεύονται σε αέρια φάση πάνω σε θερμό γυαλί ή

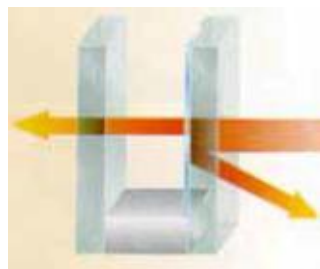
μπορεί να εφαρμοστούν με βαφή υπό κενό σε λεπτό στρώμα στην επιφάνεια του γυαλιού. Τα υλικά αυτά είναι συνήθως υλικά χαμηλής ικανότητας εκπομπής θερμότητας. Αυτό το λεπτό επίστρωμα μεταλλικού οξειδίου επιτρέπει στη θερμότητα και το φως του ήλιου να περάσει μέσω του γυαλιού στο κτήριο. Συγχρόνως εμποδίζει τις θερμικές απώλειες σε μεγάλο βαθμό. Ανάλογα με τη θέση του επιστρώματος -στο μέσα ή στο έξω γυαλί-, προς αυτό είναι μικρή η εκπομπή θερμότητας και ακτινοβολίας .

Ιδανικά θα έπρεπε να αλλάζουν θέση κατά τη διάρκεια του χρόνου: το χειμώνα να τοποθετείται το επίστρωμα προς τα μέσα και το καλοκαίρι προς τα έξω. Όσον αφορά τη μόνωση παρουσιάζει καλύτερες ιδιότητες σε σχέση με τα προηγούμενα ήδη γυαλιών ($u=0,46 \text{ Watt/m}^2\text{K}$) .

Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζεται γραφικά η διαφορά μεταξύ του υαλοπίνακα χαμηλής εκπομπής (low e) και του απλού διπλού υαλοπίνακα .



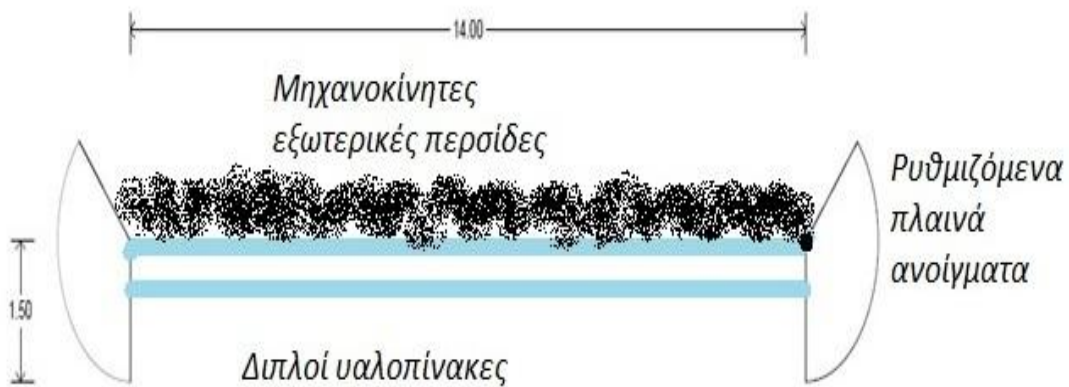
Σχήμα 3.8 :Κοινός διπλός υαλοπίνακας



Σχήμα 3.9 : Διπλός υαλοπίνακας Low-e

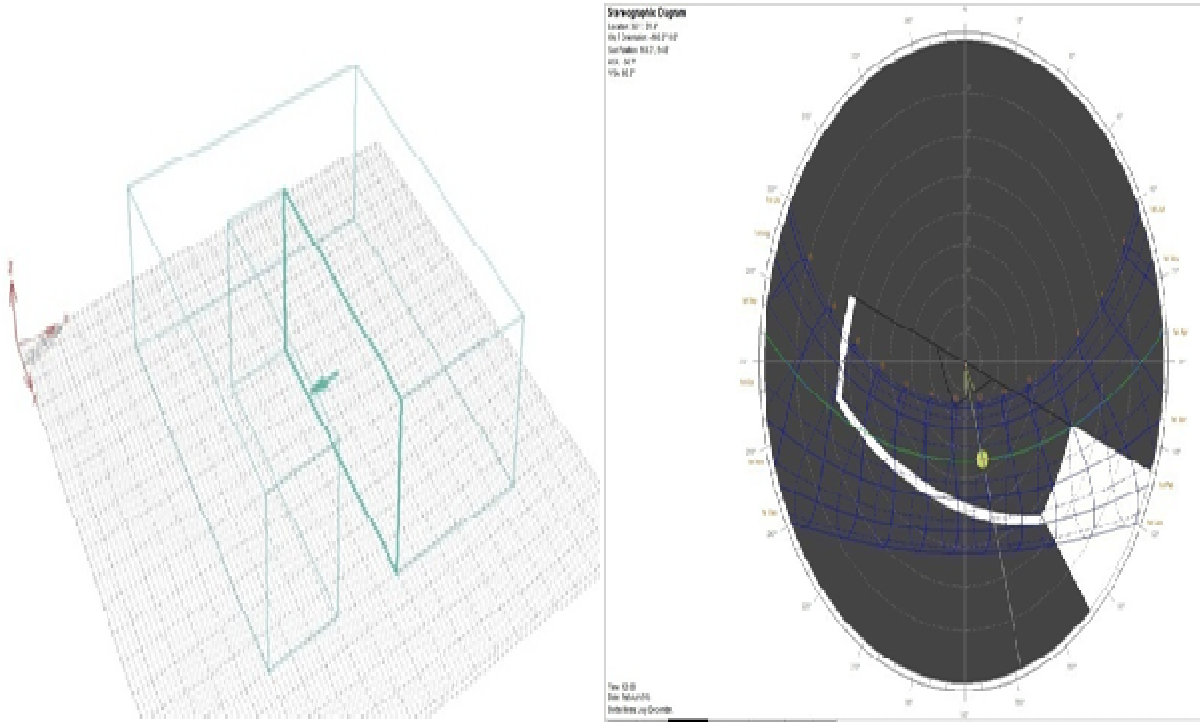
Ένα πολύ σημαντικό κομμάτι στο σχεδιασμό του σκιάστρου αποτελούν και τα πλαϊνά ανοίγματα αυτού .Ποιο συγκεκριμένα ,τα πλαϊνά μέρη του σκιάστρου είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε επιλεκτικά να ανοίγουν ή να κλείνουν προκειμένου να επιτρέπουν συγκεκριμένης κατευθύνσεως ροή αέρα (εκμετάλλευση αυτής της λειτουργίας του σκιάστρου θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο) .

Συνοψίζοντας λοιπόν ,η δομή του σκιάστρου σχεδιασμένη με βάση την καλύτερη διαχείριση των παραμέτρων που αναφέρθηκαν προηγουμένως θα έχει την παρακάτω μορφή(για την σχεδιαστική απεικόνιση που ακολουθεί χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό της Autodesk ,AutoCAD .

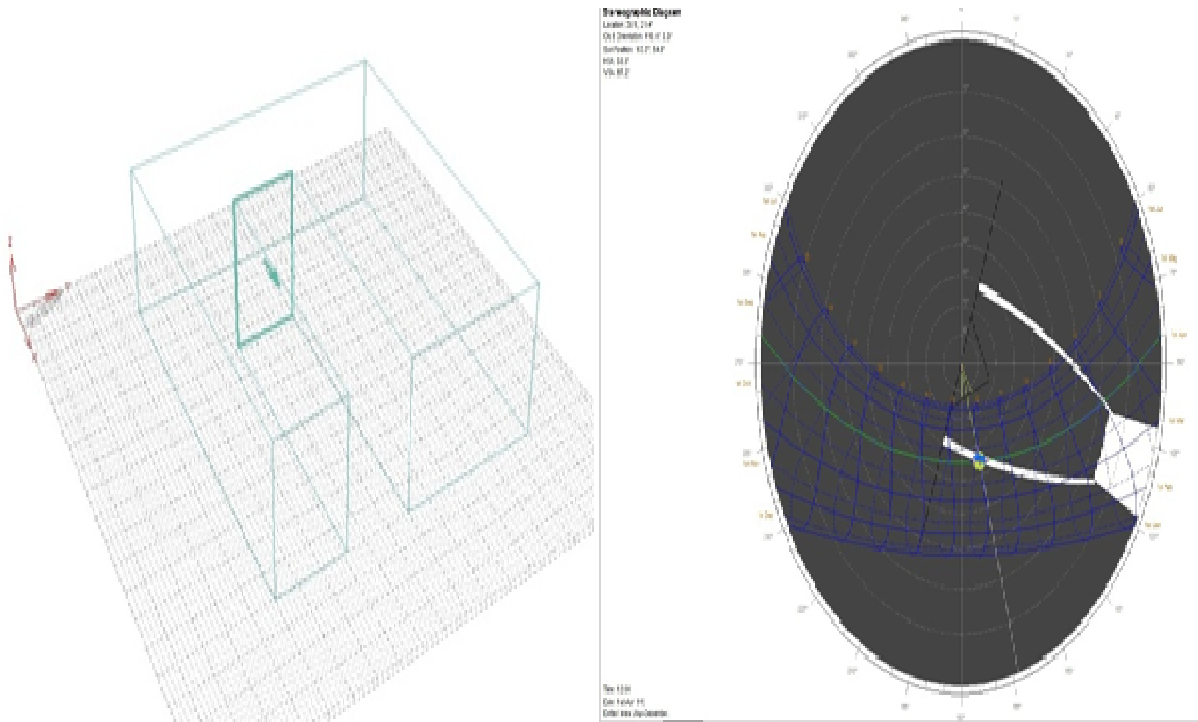


Σχήμα 3.10 : Κατασκευαστική δομή σκιάστρου

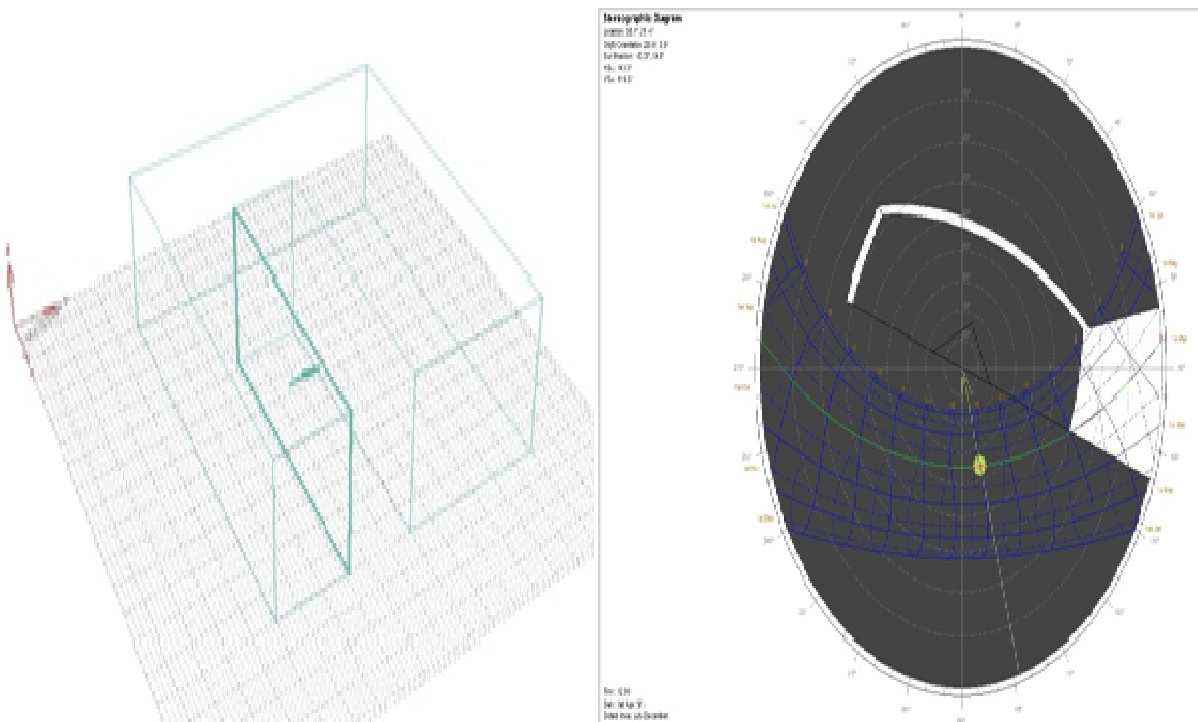
Έχοντας λοιπόν εξηγήσει τον τρόπο με τον οποίο θα δομηθεί και θα λειτουργήσει το σκιάστρο του ακάλυπτου χώρου ,έχει ενδιαφέρον να δούμε πως θα διαμορφωθεί εκ νέου η κατανομή των ωρών ηλιοφάνειας κατά την διάρκεια του έτους .Για το λόγο αυτό έγινε ξανά τρισδιάστατη απεικόνιση του οικοδομήματος με τη χρήση του λογισμικού της Autodesk ,ecotect .Οι ηλιακοί χάρτες που προέκυψαν κατά την μελέτη πλήρους σκίασης(για το δάπεδο και τις 3 όψεις του ακάλυπτου) παρουσιάζονται παρακάτω .



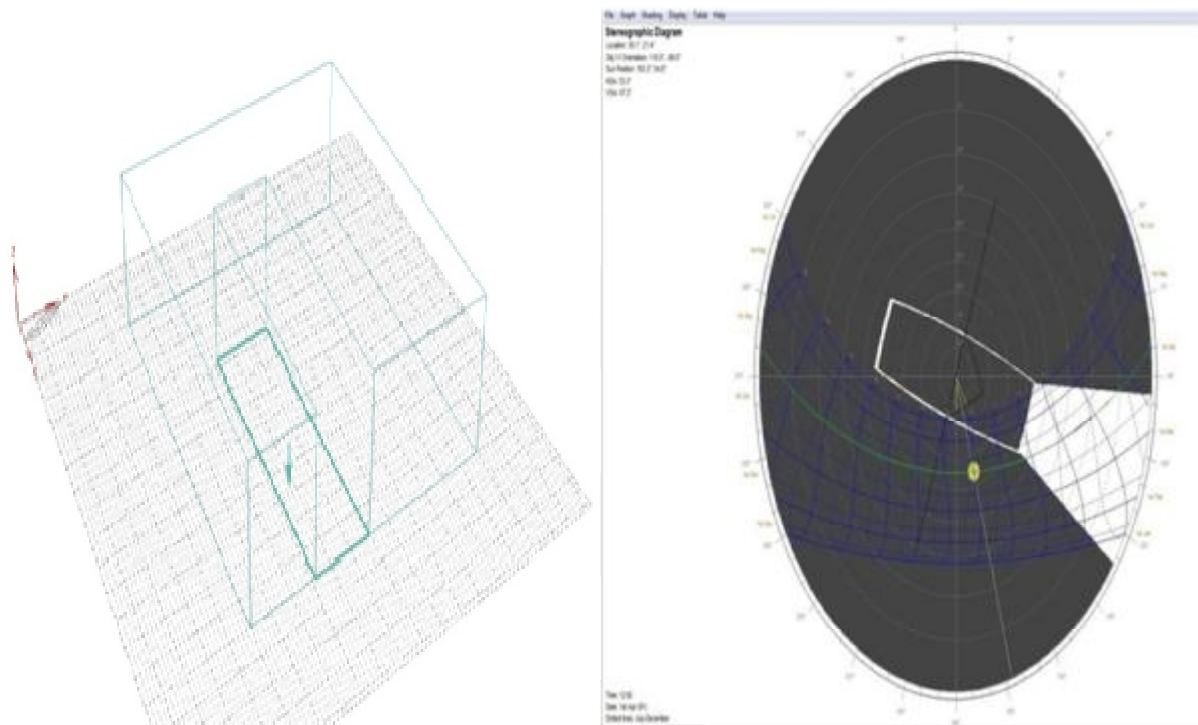
Σχήμα 3.11 :Μελέτη σκίασης όψης 1(υπό πλήρη σκίαση)



Σχήμα 3.12 :Μελέτη σκίασης όψης 2(υπό πλήρη σκίαση)

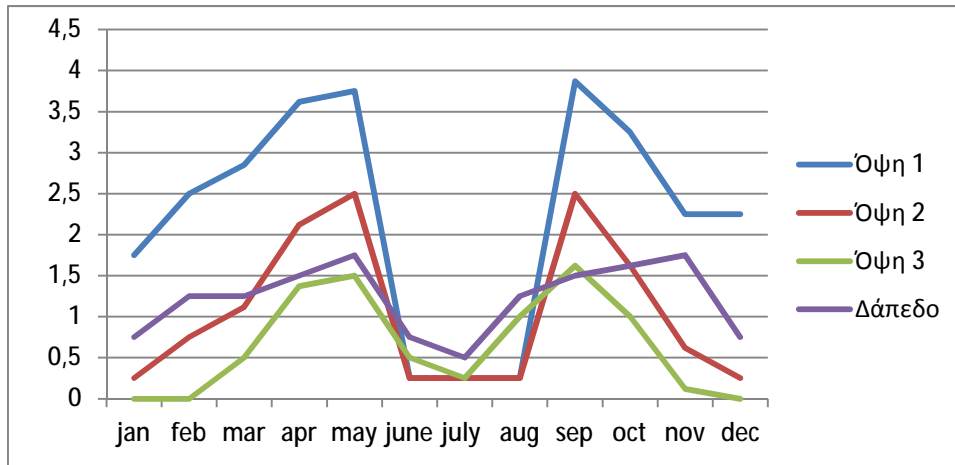


Σχήμα 3.13 :Μελέτη σκίασης όψης 3(υπό πλήρη σκίαση)



Σχήμα 3.14 :Μελέτη σκίασης δαπέδου(υπό πλήρη σκίαση)

Ερμηνεύοντας λοιπόν όλους τους ηλιακού χάρτες που παράχθηκαν ,και με γνώμονα τα επιθυμητά ποσοστά σκίασης όπως ορίστηκαν στον πίνακα του σχήματος 11(0% ,50% και 100% σκίαση για τους αντίστοιχους μήνες) ,χαράσσουμε το νέο ετήσιο διάγραμμα κατανομής των ωρών ηλιοφάνειας .



Σχήμα 3.15 :Ετήσια κατανομή ηλιοφάνειας όταν υπάρχει σκίαστρο

4. Εκμετάλλευση διαμπερούς φαινομένου

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως ,το σκίαστρο διαθέτει πλαϊνά υαλοπετάσματα τα οποία μηχανοκίνητα ανοίγουν η κλείνουν .Ο λόγος που αυτό γίνεται είναι 1) η εκμετάλλευση των καθοδηγημένων ρευμάτων αέρα για δροσισμό (ανοιχτά υαλοπετάσματα)

2) ο απλός φυσικός αερισμός του ακάλυπτου χώρου (ανοιχτά υαλοπετάσματα)

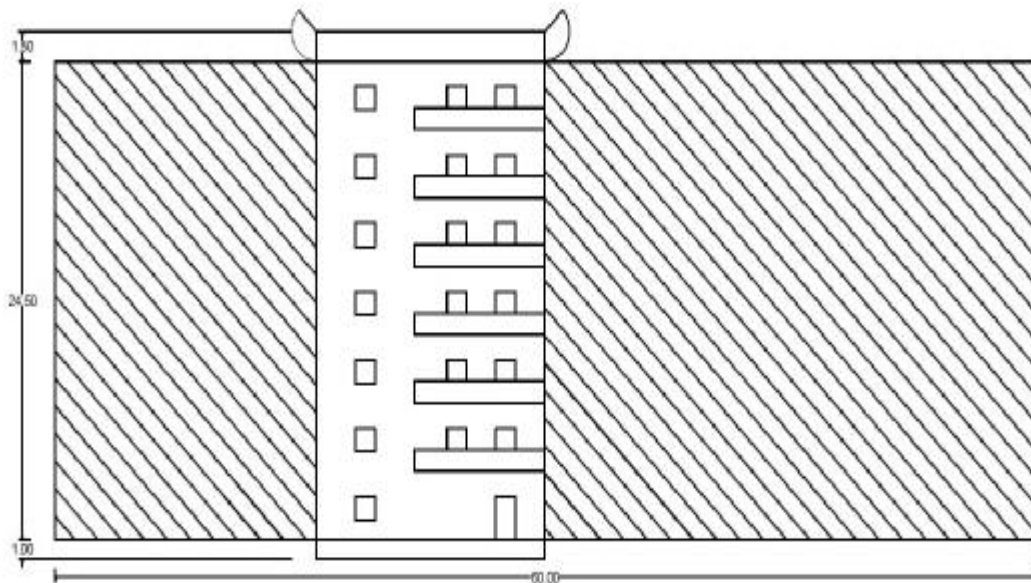
3) η διατήρηση της θερμοκρασίας της αέριας μάζας που δεσμεύεται στον ακάλυπτο χώρο(κλειστά υαλοπετάσματα) .



Εικόνα 4.1 :Εκμετάλλευση διαμπερούς φαινομένου σε κτίριο στο Μόντρεαλ .

Ο αίθριος χώρος έχει σταθερά ανοίγματα(στο έδαφος) και κινητά στο σκίαστρο του ,ώστε να εκμεταλλεύεται τα ρεύματα αέρα για παροχή δροσισμού .

Στην δικιά μας περίπτωση ,για την καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο προτείνεται να τοποθετηθούν τα ανοίγματα στα πλαϊνά μέρη του σκιάστρου ,έχει γίνει σχεδιαστική απεικόνιση με τη χρήση του λογισμικού της Autodesk ,AutoCAD .(Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για να εξυπηρετηθεί η ανάγκη ύπαρξης πλαϊνών ανοιγμάτων ,το σκιάστρο είναι τοποθετημένο σε ύψος 1.5 μ από το μέγιστο ύψος των πολυκατοικιών .



Σχήμα 4.2 : Ανοίγματα στα πλαϊνά μέρη του σκιάστρου

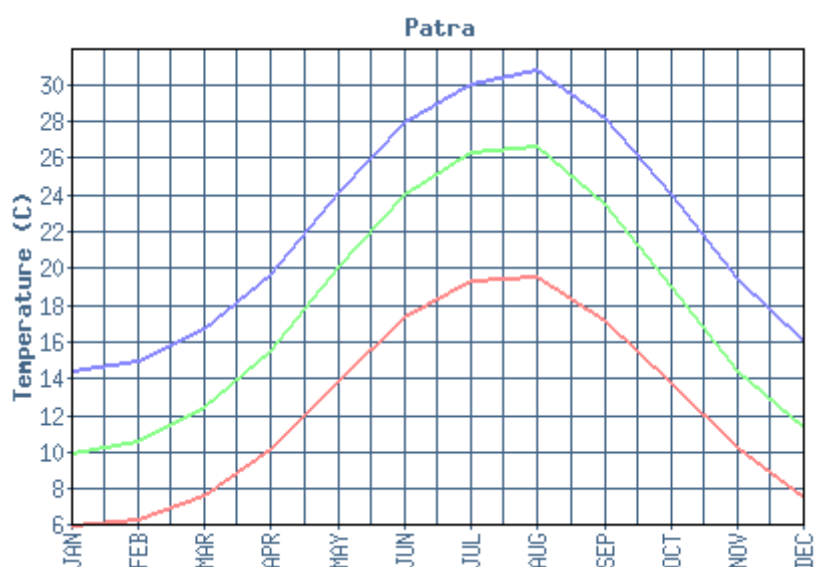
Σε προηγούμενο κεφάλαιο είδαμε ότι η εποχική προσέγγιση είναι αυτή που κάνει τέτοιου είδους κατασκευές να λειτουργούν αποδοτικότερα .Έτσι κι εδώ ,μπαίνουμε στη διαδικασία να ορίσουμε τις περιόδους που τα πλαϊνά υαλοπετάσματα θα είναι ανοιχτά ή κλειστά αντίστοιχα προκειμένου να εξυπηρετούν καλύτερα τον βιοκλιματικό σχεδιασμό .

Σε αυτή την επιλογή της εποχικής προσέγγισης ,εκτός από το διάγραμμα του σχήματος 3.15 ,θα μας βοηθήσουν οι μέσες θερμοκρασίες της περιοχής που είναι δομημένο το οικοδομικό τετράγωνο .

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μέσες τιμές τις θερμοκρασίας για κάθε μήνα του έτους .(όπως αυτές δίνονται από την διαδικτυακή υπηρεσία της Hellenic national meteorological service)

Πίνακας 4.3 : Μέσες τιμές τις θερμοκρασίας για κάθε μήνα του έτους

1st Semester	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN
Monthly Min Temperature	6.1	6.4	7.7	10.2	13.9	17.4
Monthly Average Temperature	10.0	10.6	12.5	15.6	20.1	24.1
Monthly Max Temperature	14.5	15.0	16.8	19.7	24.2	28.0
2nd Semester	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Monthly Min Temperature	19.4	19.6	17.2	13.8	10.3	7.6
Monthly Average Temperature	26.4	26.7	23.5	19.0	14.5	11.4
Monthly Max Temperature	30.1	30.9	28.2	24.1	19.5	16.1



Σχήμα 4.4 :Θερμοκρασιακή κατανομή για την περιοχή της Πάτρας

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη την ετήσια κατανομή της ηλιοφάνειας και της θερμοκρασίας για την περιοχή που βρίσκεται το οικοδόμημα, προσδιορίζουμε την

λειτουργία των πλάγιων υαλοπετασμάτων .Στο πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η βέλτιστη κατανομή(ανοιχτών ή κλειστών υαλοπετασμάτων) ανάλογα με την εποχή .

Πίνακας 4.5 : Κατανομή(ανοιχτών ή κλειστών υαλοπετασμάτων) ανάλογα με την εποχή .

Μήνας του έτους	Διάρκεια ημέρας	Διάρκεια νύχτας
Δεκέμβριος Ιανουάριος Φεβρουάριος	Ανοιχτά υαλ/τα	Κλειστά υαλ/τα
Μάρτιος Απρίλιος Μάιος	Ανοιχτά υαλ/τα	Ανοιχτά υαλ/τα(Β κ Ν)
Ιούνιος Ιούλιος Αύγουστος	Ανοιχτά υαλ/τα(Β κ Ν)	Ανοιχτά υαλ/τα(Β κ Ν)
Σεπτέμβριος Οκτώβριος Νοέμβριος	Ανοιχτά υαλ/τα	Κλειστά υαλ/τα

Παρατηρώντας το πίνακα βλέπουμε ότι κατά το χειμερινό και φθινοπωρινό τρίμηνο τα ανοίγματα παραμένουν ανοιχτά κατά τη διάρκεια της ημέρας και κλειστά κατά τη διάρκεια της νύχτας, ώστε να συμβάλουν στη διατήρηση της θερμοκρασίας της αέριας μάζας .

Αντίστοιχα ,κατά το ανοιξιότικο και θερινό τρίμηνο γίνεται χρήση των ανοιγμάτων που βρίσκονται στο βόρειο και νότιο προσανατολισμό αντίστοιχα ,ώστε να εκμεταλλευτούμε το διαμπερές φαινόμενο για παροχή δροσισμού .

Η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων

Η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων του κτηρίου, σε σχέση με την κατεύθυνση του δροσερού ανέμου, αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για τη διασφάλιση επαρκούς φυσικού αερισμού στον εσωτερικό χώρο.

α) Ως γενική κατεύθυνση ισχύει η τοποθέτηση ανοιγμάτων σε περισσότερα από ένα σημεία και μάλιστα αντιμέτωπα, έτσι ώστε να δημιουργείται αερισμός σε όλο τον χώρο. Ο τύπος αυτός αερισμού χαρακτηρίζεται ως διαμπερής. Καλύτερες συνθήκες αερισμού επιτυγχάνονται όταν η ροή του αέρα ακολουθεί κίνηση μεταβαλλόμενη μέσα στο χώρο, γιατί έτσι έχουμε πιο ομοιόμορφη διανομή της ταχύτητας του αέρα και φυσικό δροσισμό σε όλους τους χώρους διαβίωσης

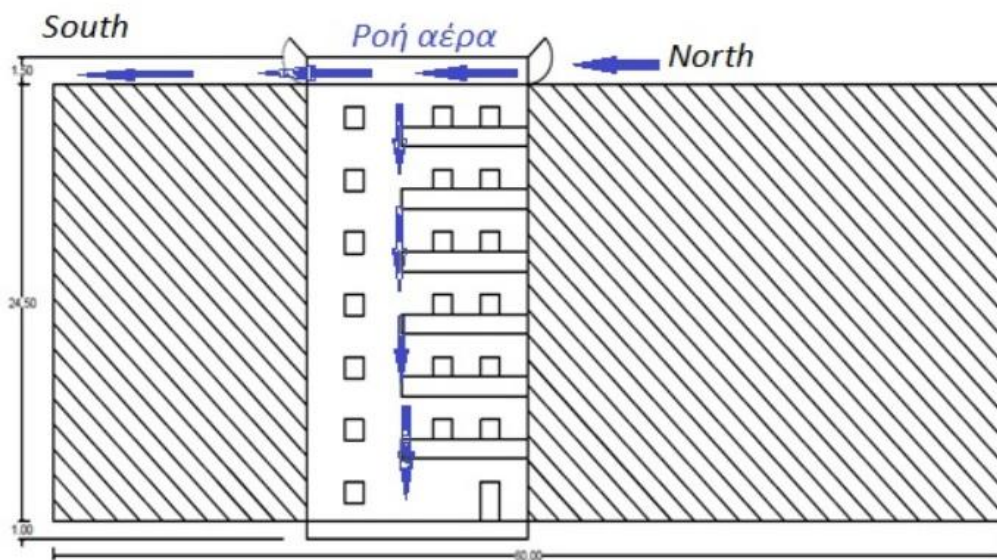


Σχήμα 4.6 :Απεικόνιση τρόποι εκμετάλλευσης ρευμάτων αέρα

β) Το μέγεθος των ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου πρέπει να είναι περίπου το ίδιο, αρκεί η θέση τους στην τομή του κτηρίου να μη βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο. Δηλαδή, όταν το άνοιγμα εισόδου είναι χαμηλά, το άνοιγμα εξόδου πρέπει να είναι σχετικά ψηλά ή το αντίστροφο, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται δροσιά στο επίπεδο ζωής του .

Στην περίπτωση του οικοδομήματος που εξετάζουμε ικανοποιείται και η αλλαγή κατεύθυνσης κατά τον αερισμό λόγω του ανατολικού ανοίγματος του ακάλυπτου χώρου .

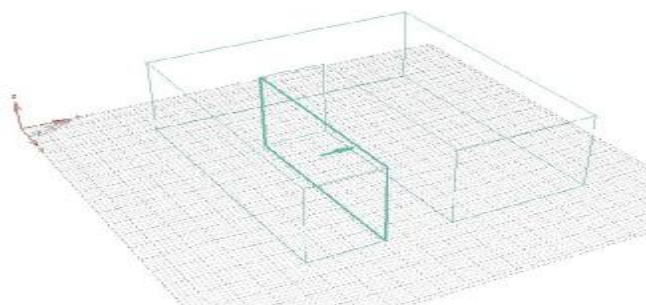
Για την καλύτερη κατανόηση του τρόπου κίνησης του αέρα μέσω των ανοιγμάτων ,παρουσιάζεται το παρακάτω σχήμα.(σχεδιαστική απεικόνιση με τη χρήση του λογισμικού της Autodesk ,AutoCAD)



Σχήμα 4.7 : Σχηματική απεικόνιση ροής αέρα μέσω των ανοιγμάτων .

5. Ηλιακός τοίχος θερμοσιφωνικής ροής (τοίχος Trombe-Michelle)

Από το διάγραμμα που παρουσιάστηκε στο σχήμα 3.15 ,βλέπουμε ότι η όψη 3 του οικοδομήματος είναι αυτή η οποία δέχεται τις λιγότερες ώρες ηλιοφάνειας κατά την διάρκεια του έτους. Αυτό σημαίνει πως οι ενεργειακές τις ανάγκες(ειδικότερα κατά τους χειμερινούς μήνες) είναι αυξημένες σε σχέση με των υπόλοιπων όψεων . Με δεδομένα ότι επεμβαίνουμε σε ένα ήδη υπάρχων οικοδόμημα (άρα το κόστος των τροποποιήσεων είναι αρκετά υψηλό) θα πρέπει να επιλεγεί μία και μόνο όψη για τροποποίηση .Για τον λόγο που αναφέρθηκε ,η όψη που θα επιλέξουμε να επεμβούμε είναι η όψη 3 του οικοδομήματος .



Σχήμα 5.1 :Όψη με λιγότερες ώρες ηλιοφάνειας ετησίως

Η παρέμβαση που επιλέγουμε να κάνουμε σε αυτό το επίπεδο είναι η κατασκευή τοίχου θερμικής αποθήκευσης (συνδυασμένη κατασκευή τοίχου και υαλοπίνακα ή άλλου διαφανούς στοιχείου με υψηλό συντελεστή διαπερατότητας της ηλιακής ακτινοβολίας) .Ποιο συγκεκριμένα πρόκειται να εφαρμόσουμε την τεχνολογία του ηλιακού τοίχου θερμοσιφωνικής ροής (τοίχος Trombe-Michelle) .

Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής αυτής της τεχνολογίας αποτελεί το νοσοκομειακό συγκρότημα στη περιοχή Γουίλαμετ στις Η.Π.Α.



Εικόνα 5.2 : Νοσοκομειακό συγκρότημα στη περιοχή Γουίλαμετ στις Η.Π.Α.









Είναι ένας τοίχος θερμικής αποθήκευσης κατασκευασμένος από υλικά τοιχοποιίας, με θυρίδες στο επάνω και κάτω τμήμα του συμπαγούς τμήματος, οπότε η μετάδοση της θερμότητας προς την πλευρά του εσωτερικού χώρου γίνεται -εκτός από την αγωγιμότητα- και με φυσικό θερμοσιφωνισμό. Ο αέρας, που βρίσκεται μεταξύ του υαλοστασίου και του τοίχου, θερμαίνεται καθώς εφάπτεται στο θερμό τοίχο κι από τις θυρίδες που βρίσκονται στο επάνω μέρος του τοίχου εισέρχεται στον κατοικήσιμο χώρο, ενώ συγχρόνως εισέρχεται από την κάτω θυρίδα στο διάκενο ψυχρός αέρας από το εσωτερικό του κτηρίου, ο οποίος και θερμαίνεται. Με αυτόν τον τρόπο αποδίδεται πρόσθετη θερμότητα στο χώρο στις περιόδους της ηλιοφάνειας και η θέρμανση του χώρου αρχίζει αμέσως με τη θέρμανση του τοίχου και συνεχίζεται έως 2 με 3 ώρες μετά το σκιασμό του.

Κατά τις νυχτερινές ώρες της χειμερινής περιόδου οι θυρίδες πρέπει να κλείνουν (αρκεί μόνον το κλείσιμο των επάνω θυρίδων), ώστε να μην προκαλείται αντίστροφη κυκλοφορία του αέρα. Οι θυρίδες μπορεί να κλείνουν χειροκίνητα ή με αυτοματισμό, με χρονομετρητή ή με θερμική ή οπτική διέγερση (όταν μειωθεί η εξωτερική θερμοκρασία ή το επίπεδο φωτισμού).

Οι θυρίδες τοποθετούνται κατά μήκος όλου του τοίχου και όσο το δυνατόν πιο κοντά στην οροφή και στο δάπεδο. Η απόσταση μεταξύ των επάνω και κάτω θυρίδων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 2.0m και η συνολική επιφάνεια των θυρίδων να μην υπολείπεται του 2% της συνολικής επιφάνειας του τοίχου.

Και σε αυτή την περίπτωση η επιλογή του υαλοστασίου παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Παραθέτουμε ξανά τον πίνακα του σχήματος όπου παρουσιάζονται τα είδη υαλοπινάκων που έχουν κατασκευαστεί με τις αντίστοιχες ιδιότητές τους.

Πίνακας 5.3 : Είδη υαλοπινάκων και οι ιδιότητές τους

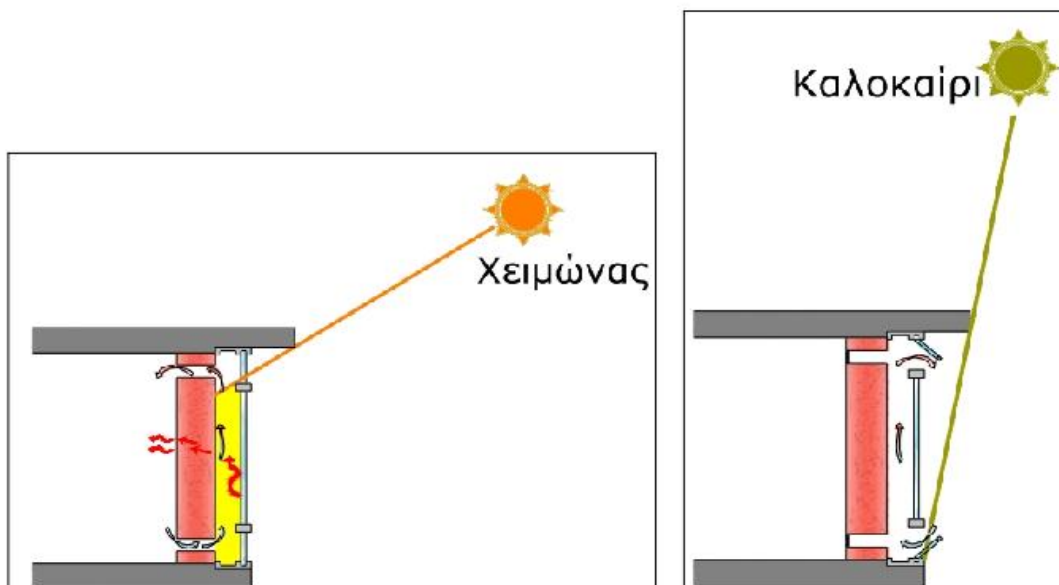
ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ								
	ΔΙΠΛΟ ΓΥΑΛΙ	ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΑ	ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ	ΔΙΠΛΑ ΓΥΑΛΙΑ	LOW-E ΔΙΠΛΟ	LOW-E ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟ	ΗΛΕΚΤΡΟΧΡΩΜΙΚΟ (ΜΑΘΑΙΝΟ)	ΗΛΕΚΤΡΟΧΡΩΜΙΚΟ (ΔΙΕΥΡΕΙΝΗΤΙΚΟ)
								
U	1,25	0,6	0,54	0,6	0,46	0,48	0,29	0,29
Φ	71%	38%	10%	65%	57%	36%	62%	4%
Θ	72%	42%	17%	63%	38%	36%	48%	9%

Για την συγκεκριμένη παρέμβαση(κατασκευή τοίχου Trombe) θα επιλέξουμε να εφαρμόσουμε υαλοστάσιο που θα αποτελείται από διπλό γυαλί με $U=0.6$, $\Phi=63\%$ και $\Theta=63\%$.

Το πάχος του τοίχου, ιδίως αυτού που λειτουργεί χωρίς θυρίδες, είναι καθοριστικό. Το βέλτιστο πάχος ενός τοίχου με υλικά τοιχοποιίας αυξάνεται καθώς αυξάνεται και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας των υλικών. Η χρησιμοποίηση των θυρίδων γίνεται απαραίτητη όσο αυξάνει το πάχος του τοίχου, γιατί τότε η κυκλοφορία του θερμού αέρα παίζει μεγαλύτερο ρόλο στη γρήγορη θέρμανση του εσωτερικού χώρου, παρά η μετάδοση θερμότητας με αγωγιμότητα από την εξωτερική στην εσωτερική επιφάνεια του τοίχου.

Το πάχος του τοίχου επηρεάζει και τη διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα στο θερμαινόμενο χώρο. Γενικά, όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του τοίχου τόσο μεγαλύτερη είναι η χρονική υστέρηση στη μετάδοση της θερμότητας και μικρότερες οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις της επιφανειακής θερμοκρασίας της εσωτερικής παρειάς του τοίχου και κατά συνέπεια και του αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου.

Σε σχέση με τις θερμικές απώλειες που εμφανίζονται, η χρησιμοποίηση διπλού υαλοπίνακα κρίνεται ικανοποιητική. Η νυχτερινή κινητή μόνωση είναι απαραίτητη στις ψυχρότερες περιοχές. Επίσης για να βελτιωθεί η απόδοση του συστήματος, ο τοίχος πρέπει να μονωθεί από όλα τα δομικά στοιχεία με τα οποία εφάπτεται, για να περιοριστούν οι θερμογέφυρες.



Σχήμα 5.4 :Λειτουργία τοίχου θερμοσιφωνικής ροής

Για το καλοκαίρι, θα πρέπει να προβλεφθεί να ανοίγουν τμήματα του υαλοστασίου (φεγγίτες ή θυρίδες στο επάνω και κάτω τμήμα του υαλοστασίου) για να επιτρέπεται η διαφυγή του θερμού αέρα, που υπάρχει στο χώρο μεταξύ υαλοστασίου και τοίχου προς το εξωτερικό περιβάλλον και να εξασφαλίζεται αποφόρτιση της θερμότητας και δροσισμός του τοίχου.

Όταν πρόκειται για τοίχο Trombe, πέραν της εξωτερικής σκίασης, πρέπει να κλείνουν οι εσωτερικές θυρίδες προς το χώρο, ώστε να μη λειτουργεί το σύστημα και μεταφέρει θερμό αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου.

Στον τοίχο Trombe υπάρχει επίσης η δυνατότητα, με την ύπαρξη αντιδιαμετρικών ανοιγμάτων στο χώρο, σε συνδυασμό με τις θυρίδες του τοίχου και ανοιγμάτων (φεγγιτών) στα υαλοστάσια να δημιουργείται διαμπερής αερισμός που θα συμβάλλει στο δροσισμό του χώρου. Συγκεκριμένα, μπορεί να ανοίγει ένας φεγγίτης στο επάνω μέρος του υαλοστασίου και σε συνδυασμό με άνοιγμα της βόρειας όψης του κτηρίου, διατηρώντας κλειστή την επάνω θυρίδα αερισμού του τοίχου και ανοιχτή την κάτω, να δημιουργείται κίνηση αέρα στο χώρο (με το φαινόμενο της καμινάδας). Ο δροσισμός του χώρου επιτυγχάνεται με το δροσερό αέρα που μπαίνει από το βορινό άνοιγμα και την κίνηση του αέρα στο χώρο.

Σε κάθε περίπτωση, για τον καθαρισμό του συστήματος θα πρέπει να προβλέπεται κινητό υαλοστάσιο ή υαλοστάσιο που μπορεί εύκολα να αποσυναρμολογηθεί, ιδιαίτερα στην περίπτωση του τοίχου με θυρίδες.

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται μια σχεδιαστική απεικόνιση του τμήματος της όψης που θα καλύψει η εφαρμογή του ηλιακού τοίχου θερμοσιφωνικής ροής. Για την σχεδίαση χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό της εταιρείας Autodesk, AutoCAD.

*Σημειώνεται ότι η τεχνολογία του ηλιακού τοίχου θερμοσιφωνικής ροής μπορεί να εφαρμοστεί μόνο στα τυφλά σημεία της όψης ενός κτηρίου.



Σχήμα 5.5 :Απεικόνιση επιφάνειας τοποθέτησης τοίχου θερμοσιφωνικής ροής

Συνοψίζοντας ,για αφορά την τεχνολογία επιλέξαμε να εφαρμοστεί στην όψη 3 του ακάλυπτου χώρου ,υπάρχουν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που μελετήθηκαν προκειμένου να καταλήξουμε στον ηλιακό τοίχο θερμοσιφωνικής ροής .

Ενδεικτικά, στις σελίδες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα του ηλιακού τοίχου θερμοσιφωνικής ροής που επιλέχθηκε στη συγκεκριμένη κατασκευή .

Πλεονεκτήματα

- . Θάμβωση και κίνδυνος αλλοίωσης υφασμάτων από υπεριώδη ακτινοβολία δεν υπάρχει.
- . Οι διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας είναι σχετικά μικρές (μικρότερες από ότι στο σύστημα άμεσου κέρδους).
- . Η μεγάλη χρονική καθυστέρηση για τη μετάδοση της θερμότητας, που έχει σαν αποτέλεσμα η θερμότητα να αποδίδεται κατά τις νυχτερινές ώρες, όταν είναι περισσότερο απαραίτητη.

Μειονεκτήματα

- . Η μείωση των νότιων ανοιγμάτων και η δημιουργία κλειστής νότιας όψης.
- . Το κόστος της νυχτερινής μόνωσης, εάν απαιτείται.
- . Η καθημερινή λειτουργία των θυρίδων, όταν πρόκειται για τοίχο Trombe.
- . Η απαίτηση καθαρισμού του υαλοστασίου.

6. Φυτεμένα Δώματα (Πράσινες στέγες)

Τα φυτεμένα δώματα είναι μια τεχνική που ξεκίνησε από τις χώρες της βόρειας Ευρώπης και συμβάλλει στην καλύτερη θερμομόνωση του κτιρίου. Οι στέγες αποτελούν τις πιο εκτεθειμένες επιφάνειες του κτιρίου στην ηλιακή ακτινοβολία και στις περιβαλλοντικές θερμοκρασίες και ως εκ τούτου η κάλυψη των δωματίων με βλάστηση, εκτός από μόδα και αποτελεσματικό τρόπο αύξησης της θερμομόνωσης, συμβάλλει παράλληλα στην αύξηση της θερμοχωρητικότητας, στη βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής και των συνθηκών άνεσης του εσωτερικού περιβάλλοντος.



Εικόνα 6.1 : Παράδειγμα φυτεμένου δώματος μεγάλου κτιριακού συγκροτήματος

Τα φυτεμένα δώματα επιφέρουν σημαντική μείωση στα απαιτούμενα φορτία θέρμανσης και ψύξης πρωταρχικά του ορόφου με τον οποίο έρχεται σε επαφή και δευτερεύοντος με ολόκληρο το κτίριο, οι αυξομειώσεις της θερμοκρασίας του οποίου είναι αρκετά μικρότερες σε όλες τις κλιματικές συνθήκες. Παράλληλα, συντελεί και στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, στη μείωση της έντασης του φαινομένου της θερμικής αστικής νησίδας (το οποίο περιγράφεται παρακάτω), στη μείωση της έντασης της απορροής των όμβριων υδάτων, στην καλύτερη ηχομόνωση καθώς και στη δυνατότητα αξιοποίησης της στέγης ως χώρου αναψυχής, σημαντικό προνόμιο στο αστικό περιβάλλον.



Εικόνα 6.2 : Φυτεμένο δώμα με χρήση του χώρου για αναψυχή



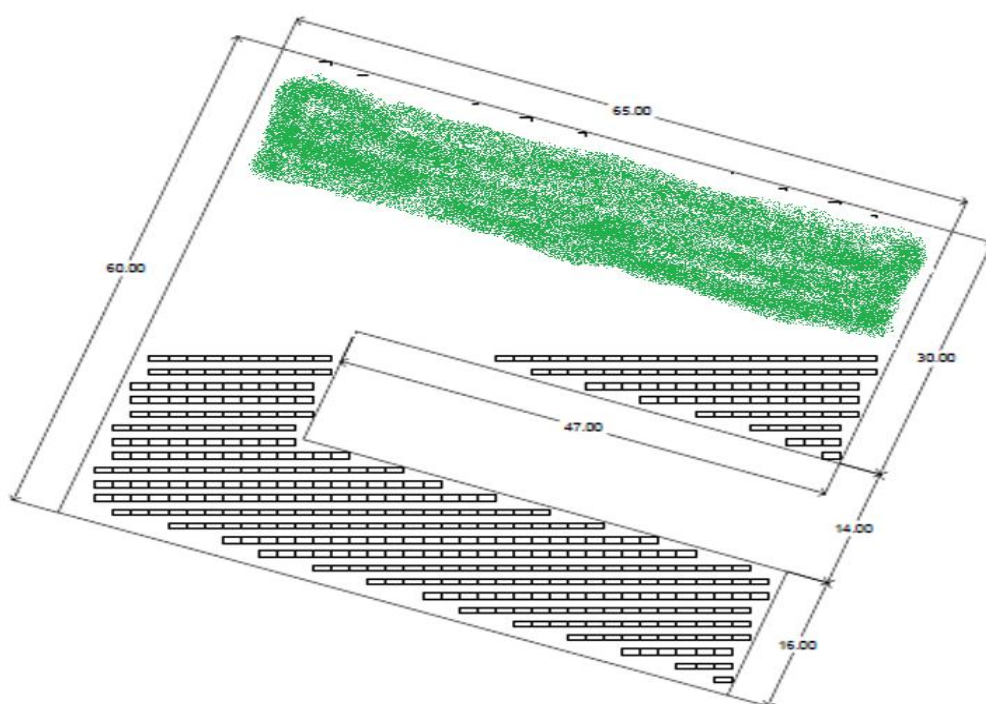
Εικόνα 6.3 : Φυτεμένο δώμα με χρήση του χώρου για αναψυχή

Στις παραπάνω εικόνες φαίνεται η αξιοποίηση του χώρου της ταράτσας ως χώρος αναψυχής. Δεν είναι απαραίτητο να καλύπτεται το 100% της επιφάνειας του χώρου με πράσινο. Ένα μέρος της επιφάνειας μπορεί να καλύπτεται και με χώμα καθώς επιτυγχάνεται δροσισμός και με το χώμα σε επίπεδα πολύ κοντά με αυτά του γρασιδιού όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα



Εικόνα 6.4 : Ακτινοβολούμενη θερμότητα από υλικά επίστρωσης δαπέδου

Στην εν λόγω εφαρμογή, σε ένα μέρος της συνολικής επιφάνειας που καλύπτουν οι ταράτσες του οικοδομικού τετραγώνου θα τοποθετηθούν ηλιακοί συλλέκτες κάτω από τους οποίους δεν ενδείκνυται η ύπαρξη πρασίνου. Παραμένει όμως αρκετά μεγάλη έκταση ανεκμετάλλετου χώρου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή φυτεμένου δώματος(εξαιτίας των περιορισμών από την νομοθεσία στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πανέλων) . Στο σχήμα που ακολουθεί ,έχει γίνει απεικόνιση του χώρου που μπορεί να διατεθεί για κατασκευή φυτεμένων δωματίων (έχοντας εξασφαλίσει το χώρο που απαιτείται για τη τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων και ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη αναγκών σε ζεστό νερό).



Εικόνα 6.5 :Οριοθέτηση χώρου για εγκατάσταση εφαρμογών στο χώρο της ταράτσας

Για τη σωστή λειτουργία ενός φυτεμένου δώματος απαιτείται αποτελεσματικό σύστημα αποστράγγισης, ενώ η βλάστηση επιλέγεται να είναι πυκνή και ανοιχτόχρωμη ώστε να καθυστερεί την εισροή θερμότητας και να αντανακλά την ηλιακή ακτινοβολία. Όσο πυκνότερη είναι η βλάστηση, τόσο χαμηλότερες

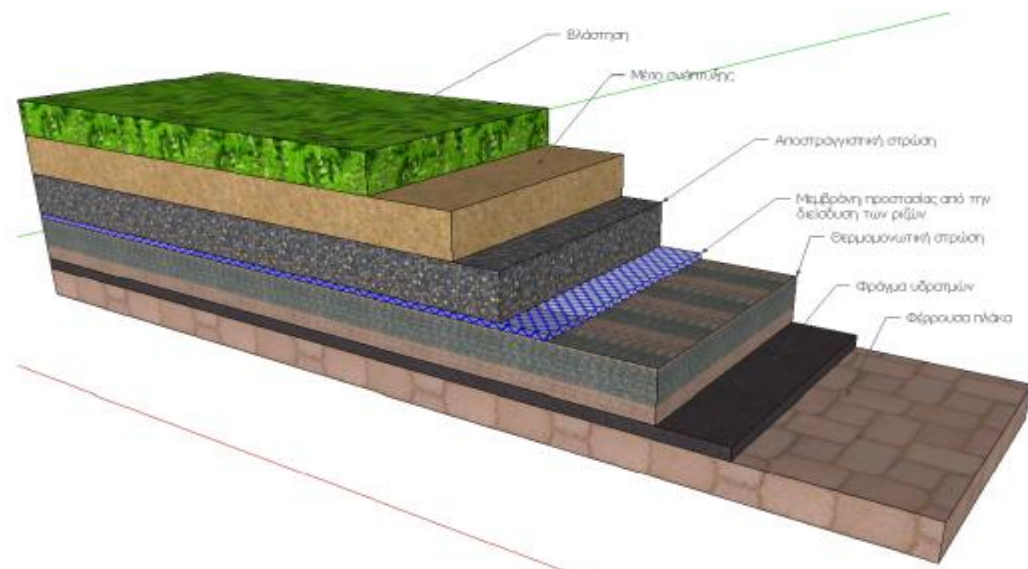
θερμοκρασίες παρατηρούνται στο υπέδαφος της πράσινης στέγης, ενώ μειώνεται και σταθεροποιείται η θερμότητα που διεισδύει στο εσωτερικό του κτιρίου. Την καλοκαιρινή περίοδο επιταχύνει την εξάτμιση του νερού μειώνοντας τη θερμοκρασία του αέρα που την περιβάλλει. Η θερμομονωτική συμπεριφορά των φυτεμένων δωματίων εξαρτάται από την αναλογία υγρασίας και αέρα στη δομή τους καθώς και από τις τοπικές κλιματικές συνθήκες. Συστήματα αποστράγγισης που χρησιμοποιούν υλικά, όπως η υδροφοβική διογκωμένη πολυστερίνη και υποστρώματα ανάπτυξης της βλάστησης με υψηλό ολικό πορώδες, έχουν τη δυνατότητα να εγκλωβίζουν αέρα ακόμα και σε συνθήκες πλήρους κορεσμού, επιτυγχάνοντας καλύτερα αποτελέσματα θερμομόνωσης. Από την άλλη πλευρά, η αποθήκευση νερού στη δομή της στέγης, μειώνει την ικανότητα θερμομόνωσης, αλλά έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύσει μεγάλα ποσά θερμότητας, αυξάνοντας τη θερμοχωρητικότητά της.

Επομένως, ανεξάρτητα της αναλογίας νερού αέρα που υπάρχει κάθε στιγμή στο εσωτερικό της δομής της στέγης, συντελείται η ενεργειακή αναβάθμιση της κατασκευής. Η αύξηση της θερμοχωρητικότητας επιτυγχάνει την απαραίτητη χρονική καθυστέρηση που θα οδηγήσει κατά την θερινή περίοδο την αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας τις βραδινές ώρες, όπου μπορεί να επέλθει ευκολότερα ο φυσικός δροσισμός της κατασκευής. Το πάχος του υποστρώματος της πράσινης στέγης, δηλαδή του χώματος όπου θα φυτευτεί η βλάστηση, βελτιώνει την ικανότητα θερμομόνωσης, αλλά και τη θερμοχωρητικότητα της στέγης. Έτσι, οι στέγες με λεπτότερα στρώματα είναι πιο αποτελεσματικές τις λιγότερο θερμές ημέρες, ενώ τις θερμότερες ημέρες, όταν η ανάγκη για δροσισμό είναι επιτακτικότερη, η θερμοκρασία τους αυξάνεται γρηγορότερα, καθιστώντας τις στέγες με τα παχύτερα στρώματα πιο αποδοτικές.

Τέλος, το παχύτερο υπόστρωμα συνεπάγεται και μεγαλύτερα φυτά με πυκνότερο φύλλωμα και δυνατότητα συγκράτησης περισσότερης υγρασίας. Από άποψη αισθητικής, τα φυτεμένα δώματα είναι ένας τρόπος αξιοποίησης ανεκμετάλλευτων επιφανειών, οι οποίες μπορούν να μεταμορφωθούν σε χώρους χαλάρωσης και ψυχαγωγίας. Επιπλέον, δεν εξαρτάται από την παλαιότητα της κατασκευής, καθώς μπορεί να τοποθετηθεί και εκ των υστέρων, προσαρμοσμένη στη στατική της επάρκεια. Στις περιπτώσεις δωματίων μικρής αντοχής σε στατικό φορτίο, το συνολικό πάχος δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 7-20 εκατοστά με βάρος μικρότερο από 100 κιλά/τ.μ. Σε δώματα με πάχος συστήματος μεγαλύτερο από 20 εκατοστά μπορούν

φυτευτούν ακόμη και δένδρα. Αξίζει, ωστόσο, να σημειωθεί ότι για την Ελλάδα, οποιοσδήποτε τύπος φυτεμένου δώματος προϋποθέτει την ύπαρξη δικτύου άρδευσης εξαιτίας του ζεστού και ξηρού κλίματος κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Η τυπική τομή υποδομής φυτεμένου δώματος/στέγης φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.6 : Τυπική δομή φυτεμένου δώματος

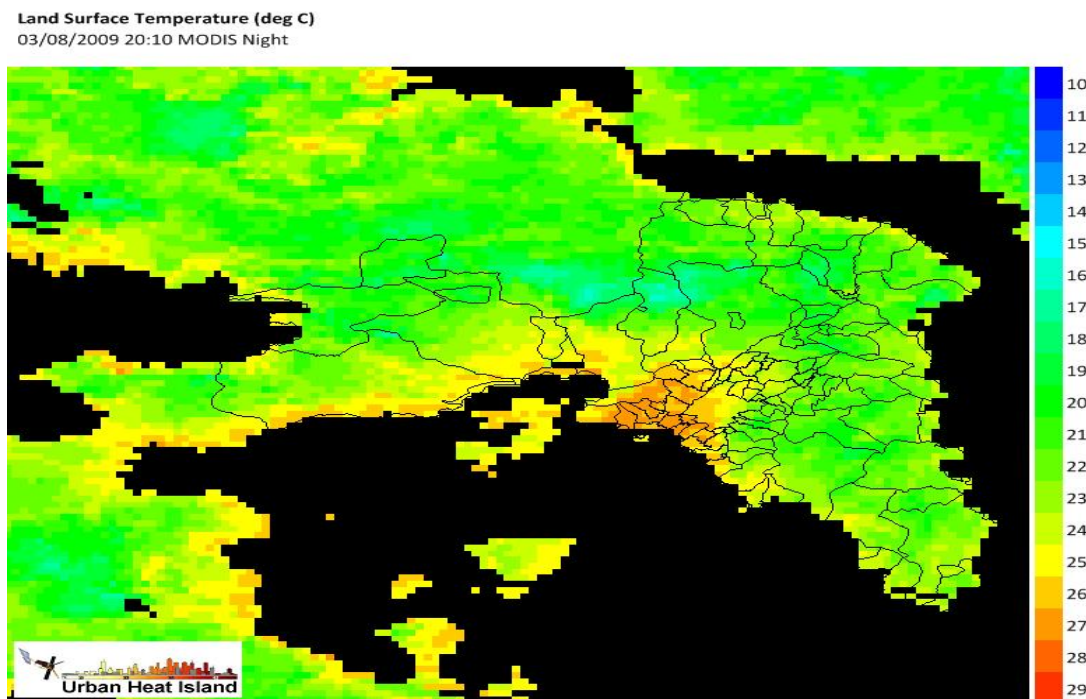
Οι στρώσεις είναι:

- Διαχωριστική μεμβράνη
- Μεμβράνη αντιριζικής προστασίας
- Υπόστρωμα προστασίας και συγκράτησης υγρασίας
- Αποστραγγιστική αποθηκευτική στρώση
- Διηθητικό φύλλο συγκράτησης υποστρώματος ανάπτυξης
- Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών
- Βλάστηση

Ένας ακόμη λόγος που στο οικοδομικό τετράγωνο που εξετάζουμε προτείνουμε την κατασκευή φυτεμένου δώματος είναι ο περιορισμός του φαινομένου αστικής νησίδας(που στην περίπτωση που εξετάζουμε υφίσταται μιας και η μελέτη μας αφορά τυπικό αστικό οικοδομικό τετράγωνο).Μια συνοπτική περιγραφή του φαινομένου παρουσιάζεται παρακάτω .

6.2 Το φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδας

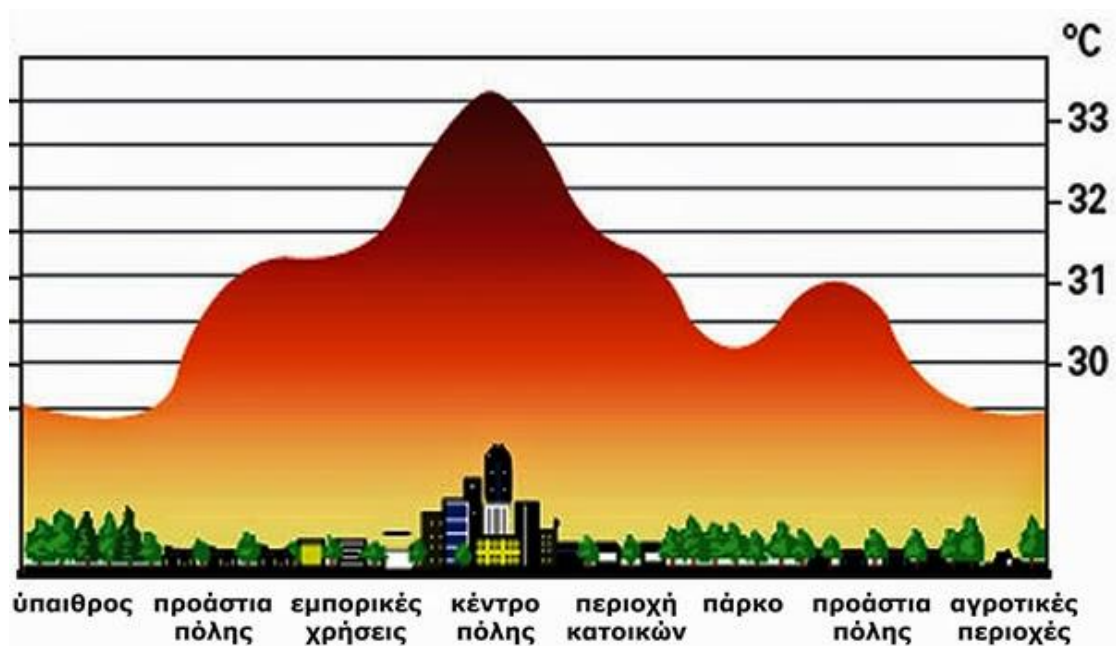
Με τον όρο θερμική αστική νησίδα ορίζεται η τάση των κέντρων των πόλεων να παρουσιάζουν υψηλότερες θερμοκρασίες αέρα σε σχέση με την ύπαιθρο που τις περιβάλλει την ίδια χρονική στιγμή, φθάνοντας ακόμα και τους 15°C .



Εικόνα 6.2.1 : Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας στην Αθήνα

Οι συνθήκες περιορισμένου ανέμου ή άπνοιας ευνοούν τη δημιουργία και την ένταση του συγκεκριμένου φαινομένου, το οποίο είναι εντονότερο κατά τις νυχτερινές ώρες σε σχέση με την υπόλοιπη ημέρα. Τα κυριότερα αίτια του φαινομένου είναι τροποποίηση της επιφάνειας του εδάφους, λόγω αστικής ανάπτυξης, καθώς και η παραγωγή θερμότητας από τα στοιχεία του αστικού περιβάλλοντος.

Όσο πιο πυκνοδομημένη είναι μια περιοχή, τόσο περισσότερο τα κτίρια παγιδεύουν τη θερμότητα στην περιοχή και δεν επιτρέπουν την γρήγορη ανανέωση του αέρα. Σημαντικό ρόλο στην επιδείνωση του φαινομένου έχουν τα δομικά υλικά τα οποία έχουν διαφορετικές θερμικές ιδιότητες από τα φυσικά στοιχεία της υπαίθρου, εκπέμποντας με διαφορετικό τρόπο την προσπίπτουσα ακτινοβολία. Η μεγάλη θερμική αγωγιμότητα και θερμοχωρητικότητα υλικών όπως το τσιμέντο και η άσφαλτος δεν επιτρέπουν την γρήγορη ψύξη του αστικού περιβάλλοντος. Επιπλέον, η έλλειψη πρασίνου στα κέντρα των μεγάλων πόλεων, η έντονη κυκλοφορία οχημάτων και οι εκπομπές ρύπων αποτελούν επίσης βασικά αίτια του φαινομένου.



Εικόνα 6.2.2 : Διακυμάνσεις θερμοκρασιών μεταξύ των διαφορετικών χρήσεων γης

7. Τοποθέτηση φωτοβολταϊκής συστοιχίας

7.1 Νομοθεσία περί φωτοβολταϊκής συστοιχίας

Παρακάτω παρατίθεται η ισχύουσα νομοθεσία σχετικά με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε στέγες:

«Από την 1η Ιουλίου 2009 ισχύει η Κοινή Υπουργική Απόφαση ΚΥΑ 12323 για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε στέγες, σύμφωνα με την οποία δύνανται οικιακοί καταναλωτές και πολύ μικρές επιχειρήσεις να εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκά συστήματα ισχύος έως 10 κιλοβάτ (kWp) σε δώμα ή στέγη κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων των στεγάστρων βεραντών. Η διάρκεια του προγράμματος ορίστηκε μέχρι την 31/12/2019 και αφορά σε ολόκληρη την ελληνική επικράτεια με ανώτερο όριο εγκατεστημένης ισχύος τα 10 kW για το ηπειρωτικό δίκτυο, τα διασυνδεδεμένα σε αυτό νησιά και την Κρήτη, και αντίστοιχα 5 kW για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά.

Το Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων χαρακτηρίζεται από την υψηλή τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας, καθιστώντας μια επένδυση στον τομέα αυτό πρόσφορη και ασφαλή, καθώς η τιμή αυτή είναι εγγυημένη για 25 χρόνια και αποκομίζει έτσι σημαντικά κέρδη για τον επενδυτή.

Η παραπάνω τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο ορίζεται σήμερα στα 0,125 €/kWh. Η τιμή στην οποία συνομολογείται η Σύμβαση Συμψηφισμού και εφόσον αυτή κατοχυρωθεί, αναπροσαρμόζεται κάθε έτος κατά ποσοστό 25% του δείκτη τιμών καταναλωτή του προηγούμενου έτους, όπως αυτός καθορίζεται από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος ή τον εκάστοτε αρμόδιο φορέα.

Τα κέρδη από την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το φωτοβολταϊκό σύστημα συμψηφίζονται με το κόστος κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τον συγκεκριμένο αριθμό παροχής και εφόσον ο συμψηφισμός είναι θετικός, πιστώνονται σε τραπεζικό λογαριασμό, που ο ίδιος ο επενδυτής έχει δηλώσει κατά την υπογραφή της σύμβασης συμψηφισμού.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία και πιο συγκεκριμένα την ΚΥΑ 36720 του 2010, δεν απαιτείται πλέον αδειοδότηση από την αρμόδια πολεοδομική αρχή για τέτοιου είδους εγκαταστάσεις, παρά μόνο στην περίπτωση που αυτές πραγματοποιούνται εντός ορίων χαρακτηρισμένων παραδοσιακών οικισμών, ιστορικών τμημάτων πόλεων, επί διατηρητέων κτιρίων ή σε περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους.»

Μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση μπορεί να αποτελεί ένα αυτόνομο σύστημα που να καλύπτει το σύνολο των ενεργειακών αναγκών ενός κτηρίου ή μιας επαγγελματικής χρήσης. Για τη συνεχή εξυπηρέτηση του καταναλωτή, η εγκατάσταση θα πρέπει να περιλαμβάνει και μια μονάδα αποθήκευσης (μπαταρίες) και διαχείρισης της ενέργειας.

Εναλλακτικά, ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το δίκτυο της ΔΕΗ (διασυνδεδεμένο σύστημα). Στην περίπτωση αυτή, καταναλώνει κανείς ρεύμα από το δίκτυο όταν το φωτοβολταϊκό σύστημα δεν επαρκεί (π.χ. όταν έχει συννεφιά ή κατά τη διάρκεια της νύχτας) και δίνει ενέργεια στο δίκτυο όταν η παραγωγή υπερκαλύπτει τις ανάγκες του, π.χ. τις ηλιόλουστες ημέρες ή όταν λείπει κανείς.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα

Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής

Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη

Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης

Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας

Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών

Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου,

Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου,

Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 6000 ευρώ ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο. Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το Φ/Β σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια. Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, και το ευρύ κοινό έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά ειδικότερα, για την κάλυψη ή την συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών.

Επειδή το προς μελέτη κτιριακό συγκρότημα αποτελείται από 6 πολυκατοικίες, επιλέγουμε να εγκαταστήσουμε φωτοβολταϊκό σύστημα συνολικής ισχύος $10 \times 6 = 60 \text{ kW}$.

Ο λόγος που επιτρέπεται να εγκαταστήσουμε οικιακά φωτοβολταϊκά συνολικής ισχύος 60 kW είναι ότι ο συνολικός χώρος της επιφάνειας της ταράτσας ανήκει σε 6 διαφορετικές πολυκατοικίες .

7.2 Επιλογή υλικού κατασκευής/τεχνολογίας φωτοβολταϊκού

Το υλικό που χρησιμοποιείται περισσότερο για την κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων στην βιομηχανία είναι το πυρίτιο. Είναι ίσως και το μοναδικό υλικό που παράγεται με τόσο μαζικό τρόπο. Οι μεγάλες (συγκριτικά) αποδόσεις των φωτοβολταϊκών πλαισίων πυριτίου στο εμπόριο δίνουν και ένα σημαντικό πλεονέκτημα στο συγκεκριμένο υλικό. Το πυρίτιο σήμερα αποτελεί την πρώτη ύλη για το **90% της** αγοράς των φωτοβολταϊκών.

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του πυριτίου είναι:

Μπορεί να βρεθεί πάρα πολύ εύκολα στην φύση. Είναι το δεύτερο σε αφθονία υλικό που υπάρχει στον πλανήτη μετά το οξυγόνο. Το *διοξείδιο του πυριτίου (SiO₂)* (ή κοινώς η άμμος) και ο χαλαζίτης αποτελούν το 28% του φλοιού της γης. Είναι ιδιαίτερα φιλικό προς το περιβάλλον. Μπορεί εύκολα να λιώσει και να μορφοποιηθεί. Επίσης είναι σχετικά εύκολο να μετατραπεί στην μονοκρυσταλλική του μορφή.

Οι ηλεκτρικές του ιδιότητες μπορούν να διατηρηθούν μέχρι και στους **125oC** κάτι που επιτρέπει την χρήση του πυριτίου σε ιδιαίτερα δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτός είναι και ο λόγος που τα φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου ανταπεξέρχονται σε ένα ιδιαίτερα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών. Πολύ σημαντικό στοιχείο, που συνέβαλε στην γρήγορη ανάπτυξη τα φωτοβολταϊκά στοιχεία τα τελευταία χρόνια, ήταν η ήδη αναπτυγμένη τεχνολογία, στην βιομηχανία της επεξεργασίας του πυριτίου, στον τομέα της ηλεκτρονικής (υπολογιστές, τηλεοράσεις κλπ). Το 2007 μάλιστα ήταν η πρώτη χρονιά που υπήρχε μεγαλύτερη ζήτηση (σε τόνους κρυσταλλικού πυριτίου) στην αγορά των φωτοβολταϊκών στοιχείων σε σχέση με αυτήν των ημιαγωγών της ηλεκτρονικής.

Μια κατηγοριοποίηση για τα φωτοβολταϊκά στοιχεία θα μπορούσε να γίνει με βάση

το πάχος του υλικού που χρησιμοποιείται.

Τύποι φωτοβολταϊκών συστημάτων πυριτίου «μεγάλου πάχους»

1) Φωτοβολταϊκά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου (SingleCrystalline Silicon, sc-Si)



Εικόνα 7.2.1 : Φωτοβολταϊκά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου

Το πάχος τους είναι γύρω στα 0,3 χιλιοστά. Η απόδοση τους στην βιομηχανία κυμαίνεται από 15 - 18% για το πλαίσιο. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί ακόμα μεγαλύτερες αποδόσεις έως και 24,7%.

Το μονοκρυσταλλικό φωτοβολταϊκό στοιχεία χαρακτηρίζονται από το πλεονέκτημα της καλύτερης σχέση απόδοσης/επιφάνειας ή "ενεργειακής πυκνότητας". Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι το υψηλό κόστος κατασκευής σε σχέση με τα πολυκρυσταλλικά. Βασικές τεχνολογίες παραγωγής μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών είναι η μέθοδος CZ (**Czochralski**) και η μέθοδος FZ (**float zone**). Αμφότερες βασίζονται στην ανάπτυξη ράβδου πυριτίου.

Το μονοκρυσταλλικό φωτοβολταϊκό με την υψηλότερη απόδοση στο εμπόριο σήμερα, είναι της **SunPower** με απόδοση πλαισίου 18,5%. Είναι μάλιστα το

μοναδικό που έχει τις μεταλλικές επαφές στο πίσω μέρος του πάνελ αποκομίζοντας έτσι μεγαλύτερη επιφάνεια αλληλεπίδρασης με την ηλιακή ακτινοβολία.

2) Φωτοβολταικα κελιά πολυκρυσταλλικού πυριτίου (MultiCrystalline Silicon, mc-Si)



Εικόνα 7.2.2. : Φωτοβολταικα κελιά πολυκρυσταλλικού πυριτίου

Το πάχος τους είναι επίσης περίπου 0,3 χιλιοστά. Η μέθοδος παραγωγής τους είναι φθηνότερη από αυτήν των μονοκρυσταλλικών γι' αυτό και η τιμή τους είναι συνήθως λίγο χαμηλότερη. Βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής είναι: η μέθοδος απ' ευθείας στερεοποίησης DS (directional solidification). , η ανάπτυξη λιωμένου πυριτίου ("χύτευση"), και η ηλεκτρομαγνητική χύτευση EMC

Οπτικά μπορεί κανείς να παρατηρήσει τις επιμέρους μονοκρυσταλλικές περιοχές. Όσο μεγαλύτερες είναι σε έκταση οι μονοκρυσταλλικές περιοχές τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόδοση για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταικά κελιά. Σε εργαστηριακές εφαρμογές έχουν επιτευχθεί αποδόσεις έως και 20% ενώ στο εμπόριο τα πολυκρυσταλλικά στοιχεία διατίθενται με αποδόσεις από 13 έως και 15% για τα φωτοβολταϊκά πλαίσια (πάνελ).

Στην περίπτωση που εξετάζουμε λοιπόν ,θα προτιμήσουμε(λόγω μικρότερου κόστους και υψηλότερης απόδοσης) να επιλέξουμε πλαίσια που θα είναι κατασκευασμένα από πολυκρυσταλλικό πυρίτιο .

7.3 Επιλογή/ιδιότητες φωτοβολταϊκού πλαισίου

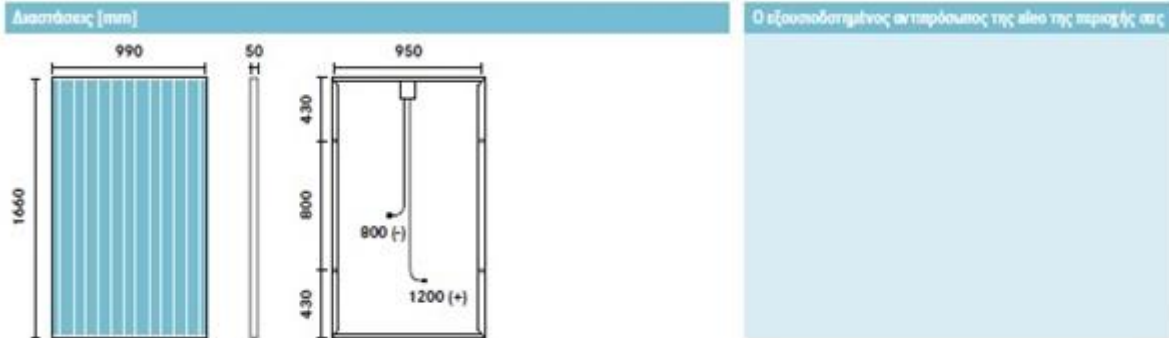
Στην κατηγορία των πλαισίων από πολυκρυσταλλικό πυρίτιο υπάρχουν πολλές αξιόλογες εταιρίες που προσφέρουν υψηλής ποιότητας κατασκευές .Στη συγκεκριμένη περίπτωση θα επιλέξουμε να μελετήσουμε τη συμπεριφορά τη συμπεριφορά της εγκατάστασης έχοντας επιλέξει ως πλαίσιο κατασκευής το πλαίσιο s18 της εταιρίας alleo .Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνονται οι ιδιότητες του συγκεκριμένου πλαισίου.

aleo s_18

Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά (STC)			S18.210	S18.215	Διεύθυνση
Όνομαστική ισχύς	P_{MPP}	[W]	210	215	aleo solar AG Gewerbegebiet Nord Krummer Weg 1 17291 Prenzlau Γερμανία
Όνομαστική τάση	U_{MPP}	[V]	28,4	28,6	
Όνομαστικό ρεύμα	I_{MPP}	[A]	7,41	7,53	
Τάση άνευ φορτίου	U_{oc}	[V]	35,9	36,1	
Ρεύμα βραχυκύκλωσης	I_{sc}	[A]	8,03	8,13	
Απόδοση	η	[%]	12,8	13,1	Διεύθυνση επικοινωνίας aleo solar Ελλάς Εφεδρών Αξιοματικών 3 15351 Παλλήνη Αττική Ελλάδα T +30 210 66 57 293 info@aleo-solar.gr www.aleo-solar.gr
Επιφάνεια ανά μονάδα ισχύος	A_p	[m ² /kW _p]	7,83	7,64	
Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά σε τυπικές συνθήκες δοκιμών (STC): 1000 W/m ² ; 25°C; AM 1,5					
Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά (NOCT)			S18.210	S18.215	Βαθμός αποδοτικότητας με βάση τη συνολική επιφάνεια των πλαισίων
Ισχύς	P_{MPP}	[W]	151	155	
Τάση	U_{MPP}	[V]	26,3	26,6	
Ρεύμα	I_{MPP}	[A]	5,74	5,80	
Τάση άνευ φορτίου	U_{oc}	[V]	33,0	33,2	
Ρεύμα βραχυκύκλωσης	I_{sc}	[A]	6,42	6,47	
Απόδοση	η	[%]	11,5	11,8	
Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά σε ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας κυψελών: 800 W/m ² ; 20°C; AM 1,5; άνεμος 1 m/s NOCT: 48°C (ονομαστική θερμοκρασία λειτουργίας κυψελών)					
Άλλα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά			Βασικά στοιχεία		
Μείωση της απόδοσης STC Από 1000 W/m ² σε 200 W/m ²	[%]	< 6	Μήκος x πλάτος x ύψος	[mm ³]	1660 x 990 x 50
Εύρος κατηγορίας βιολογική ταξινόμηση	[W]	-0/+4,99	Βάρος	[kg]	21
Ακρίβεια μέτρησης P_{MPP} σε STC	[%]	-3/+3	Αριθμός κυψελών		60
Ανοχή λοιπών ηλεκτρικών τριών	[%]	-10/+10	Μέγεθος κυψελών	[mm ²]	156 x 156
Φορτία			Υλικό κυψελών		Πολυκρυσταλλικό Si
Μηχανική καταπόνηση πλαισίων	[Pa]	5400	Μπροστινό κάλυμμα		Ήλιοσκο γυαλί (TSG)
Μέγιστη τάση συστήματος	[V _{DC}]	1000	Πίσω κάλυμμα		Πολυμερής μεμβράνη
Ρεύμα επιστροφής	I_{L}	[A]	Υλικό πλαισίου		Κράμα αλουμινίου
Μηχανική καταπόνηση κατά IEC/EN 61215			Μήκος καλωδίου	[mm]	1200 (+), 800 (-)
Συντελεστές θερμοκρασίας			Φως		Κατηγορία MC3
1. Συντελεστής θερμοκρασίας	$\alpha (P_{\text{MPP}})$	[%/K]	Κατηγορία IP		IP65
2. Συντελεστής θερμοκρασίας	$\beta (U_{\text{oc}})$	[%/K]	Δίοδοι by-pass		3
3. Συντελεστής θερμοκρασίας	$\gamma (I_{\text{sc}})$	[%/K]			

Για επιπλέον πληροφορίες σχετικά με τις εγγυήσεις στα προϊόντα και τις υπηρεσίες μας, μπορείτε να επικοινωνήσετε μαζί μας οποιαδήποτε στιγμή ή να ανατρέξετε στην ιστοσελίδα μας, στη διεύθυνση www.aleo-solar.gr

© aleo solar AG | 08/2010 | Με κάθε επιφύλαξη για τυχόν λάθη και ενημερώσεις



Εικόνα 7.3.1 :Ιδιότητες πλαισίου s18

7.4 Διάταξη φωτοβολταικών πλαισίων

Έχοντας επιλέξει συγκεκριμένο φωτοβολταικό πλαίσιο με τις ιδιότητες που παρουσιάστηκαν στην εικόνα 7.3.1 προηγουμένως ,θα πραγματοποιήσουμε ψηφιακή εξομοίωση της εγκατάστασης .Για την πραγματοποίηση της εξομοίωσης αυτής θα χρησιμοποιήσουμε το λογισμικό της εταιρίας retscreen 4 .Μέσω αυτού του λογισμικού ,εκτός των άλλων ,μπορούμε να προσδιορίσουμε με σαφήνεια το κόστος και τον αριθμό των συνολικών πλαισίων που απαιτούνται για την εγκατάσταση .Τα στοιχεία που προέκυψαν από την εξομοίωση της εγκατάστασης φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί .

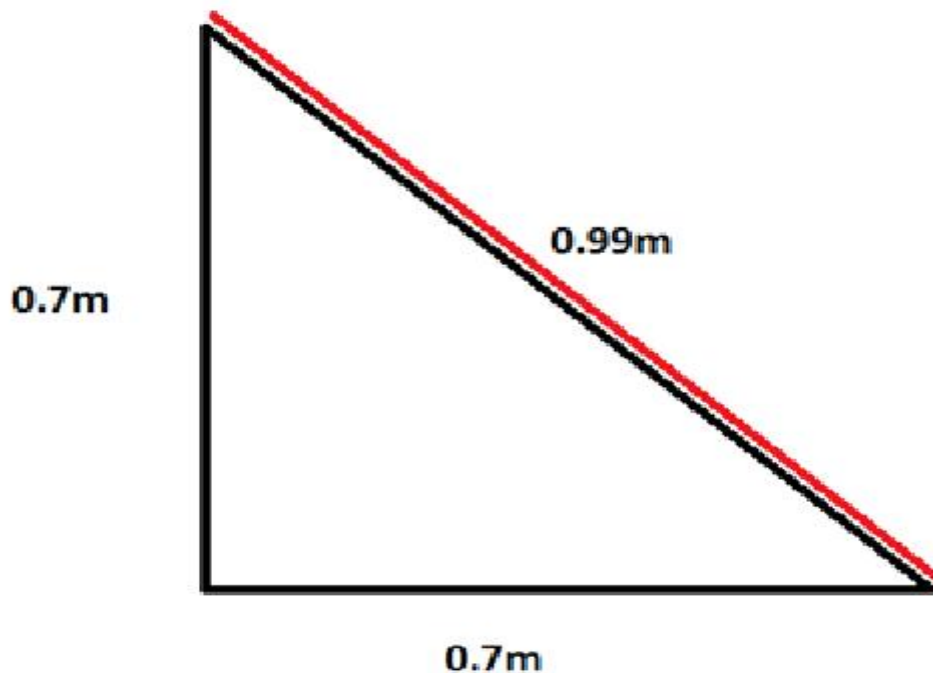
Πίνακας 7.4.1 :Εξομοίωση ηλεκτρικής εγκατάστασης

Ηλεκτρική ισχύς kW	60.06
Κατασκευαστής	Aleo Solar
Μοντέλο	Πολυ-Si - aleo S_18 210 286 μονάδες
Συντελεστής ισχύος	15.0%
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	78.9 MWh
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	125.00 €/MWh

Λαμβάνοντας υπόψιν τον αριθμό των πλαισίων που θα απαιτηθούν για την κατασκευή(όπως προέκυψε από την εξομοίωση) ,προχωράμε στην πρόταση για την αρχιτεκτονική διάταξή τους .

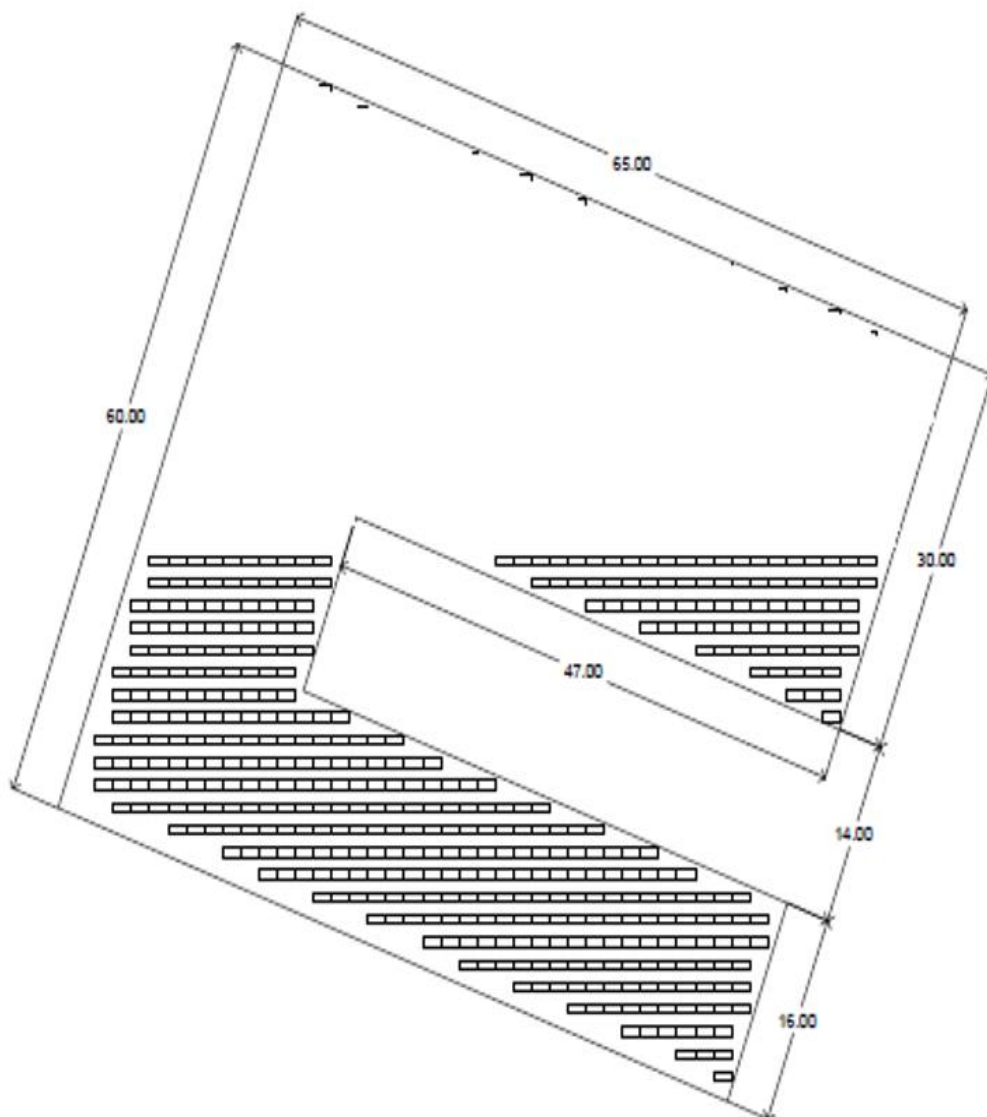
Γνωρίζουμε ότι για την κατασκευή θα χρειαστούν συνολικά 286 φωτοβολταικά πλαίσια s18 alleo .Γνωρίζοντας τις διαστάσεις του κάθε πλαισίου(δίνονται από τον κατασκευαστή στην εικόνα 7.3.1) θα προσομοιώσουμε την διάταξή τους στην επιφάνεια της ταράτσας .

Σημαντικό ρόλο πρώτου σχεδιάσουμε την διάταξη των πλαισίων ,θα παίξει ο τρόπος με τον οποίο αυτά θα επιλέξουμε να τα εγκαταστήσουμε.Ποιο συγκεκριμένα ,για οικονομικούς λόγους θα επιλέξουμε την τοποθέτηση ενός σταθερού και όχι ενός περιστρεφόμενου συστήματος .Αυτό σημαίνει ότι τα πλαίσια θα τοποθετηθουν με νότιο προσανατολισμό και υπό την τυπική γωνία των 45 μοιρών .Η τοποθέτηση των πλαισίων υπό γωνία αλλάζει την επιφάνεια που καλύπτουν κατοπτικά .Ακολουθεί σχεδιαστική απεικόνιση του υπό γωνία τοποθετημένου πλαισίου .



Εικόνα 7.4.2 : Υπό γωνία τοποθετημένο πλαίσιο

Γνωρίζοντας λοιπόν την συνολική επιφάνεια που θα καταλαμβάνει το κάθε πλαίσιο ,κατασκευάζουμε μια κατοπτική απεικόνιση του τρόπου με τον οποίο θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταικά πλαίσια.Για την απεικόνιση αυτή χρησιμοποιήθηκε το σχεδιαστικό πρόγραμμα της εταιρείας autodesk ,autocad .



Εικόνα 7.4.3 :Κατοπτρική απεικόνιση φωτοβολταϊκών πλαισίων

Αξίζει να σημειωθεί ότι για την αποφυγή της παράπλευρης σκίασης κάθε σειρά πλαισίων τοποθετείται σε απόσταση 1,5 μέτρου από την προηγούμενη και την επόμενη ,ικανοποιώντας παράλληλα την ανάγκη ύπαρξης διαδρόμων για περιπτώσεις συντήρησης .

7.5 Κοστολόγηση εγκατάστασης

Για το συνολικό κόστος της εγκατάστασης που περιγράφηκε παραπάνω ,θα χρησιμοποιηθεί και πάλι το λογισμικό της retscreen 4.Μέσω αυτού μπορούμε να έχουμε μια σαφή οικονομοτεχνική μελέτη ,με αρκετές πληροφορίες και ως προς το χρόνο απόσβεσης του έργου .Σημειώνεται ότι το κόστος του έργου(60000 ευρώ) θα είναι εξ ολοκλήρου αυτοχρηματοδοτούμενο .Το δάνειο που θα χρησιμοποιηθεί θα έχει ορίζοντα αποπλήρωσης τα 5 έτη και θα αποπληρωθεί από το σύνολο των διαμερισμάτων που έχουν όψη στον ακάλυπτο χώρο .Ο λόγος αυτού ,είναι ότι η παραγόμενη από τα φωτοβολταικά πλαίσια ενέργεια θα χρησιμοποιηθεί για την τροποποίηση του μικροκλίματος του ακάλυπτου χώρου ,όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω .

Πίνακας 7.5.1 :Οικονομοτεχνική ανάλυση φωτοβολταικής εγκατάστασης

Τιμή πληθωρισμού	2.0%
Διάρκεια ζωής έργου	25 έτη
Τοκοχρεολύσιο	70%
Επιτόκιο δανεισμού	7.00%
Περίοδος χρέους	5 έτη
Συνολικά αρχικά κόστη/ Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	60000 €
Πληρωμές χρέους - 5 έτη	10243 €/έτος
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	9865 €/έτος
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων - μετοχές	23.5%
Απλή αποπληρωμή	6.1 έτη
Αποπληρωμή Μετοχών	6.5 έτη

7.6 Μπαταρία και μετατροπέας φωτοβολταϊκής συστοιχίας

Είναι απαραίτητη η τοποθέτηση συστοιχίας μπαταριών προκειμένου να αποθηκεύεται η παραγόμενη ενέργεια για να χρησιμοποιηθεί.. Θα χρησιμοποιηθούν μπαταρίες 24V, διότι και τα πάνελ είναι της ίδιας τάσης. Αρά η απαίτηση της ημερήσιας αποθήκευσης είναι

$$72000\text{KWh} / (12 \text{ μήνες} \times 30 \text{ μέρες}) = 200\text{kWh/ημέρα}$$

Για μπαταρία 24V: $200000 / 24 \approx 8333\text{Ah}$.Άρα χρειαζόμαστε μπαταρίες συνολικής χωρητικότητας 8333Ah τουλάχιστον. Επιλέγουμε τη συστοιχία που φαίνεται παρακάτω η οποία αποδίδει 1100AH.



Εικόνα 7.6.1 : Η χρησιμοποιούμενη συστοιχία μπαταριών

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τεχνικές προδιαγραφές των μπαταριών που θα χρησιμοποιηθούν .

ΣΕΤ 12 ΤΕΜΑΧΊΩΝ (24V)
ΜΠΑΤΑΡΊΕΣ ΒΑΕ 10 PVSM 1100
ΑΗ 2V

Product Code: BAE-10-PVSM-1100-AH-2V-24V

Category: Μπαταρίες

ΣΕΤ 12 τεμαχίων (24V) Μπαταρίες ΒΑΕ 10 PVSM
1100 ΑΗ 2V

Εικόνα 7.3.2 : Τεχνικές προδιαγραφές των χρησιμοποιούμενων μπαταριών

Οπότε θα χρειαστούμε $\frac{8333}{1100} = 7.57 = 8$ συστοιχίες των παραπάνω μπαταριών

Μετατροπέας συνεχούς ρεύματος εξόδου της συστοιχίας σε εναλλασσόμενο ρεύμα

Επειδή η φωτοβολταϊκή συστοιχία αποδίδει 60kW. επιλέχθηκε ο παρακάτω μετατροπέας SUNNY TRIPOWER 60 της εταιρείας SMA ο οποίος καλύπτει τις ανάγκες μας όπως φαίνεται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του που παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα .

Technical Data, as of February 2015	Sunny Tripower 69
Input (DC)	
Max. input voltage	1000 V
MPP voltage range	570 V - 800 V @400 Vac, 685 V - 800 V @480 Vac
Min. input voltage	56.8 V @400 Vac, 68.0 V @480 Vac
Max. input current / short-circuit current	110 A / 150 A
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input	1/1 (split up by external PV array junction box)
DC rated power input	630 kW @ 400 Vac, 710 kW @ 480 Vac
Output (AC)	
Rated power at nominal voltage	60000 W
Max. AC apparent power	60000 VA
Max. reactive power	60000 Var

Εικόνα 7.4.1 :Τεχνικά χαρακτηριστικά μετατροπέα

8. Υδρονέφωση: Ένας αποτελεσματικός τρόπος δροσίσμου του ακάλυπτου

Ο δροσίσμος μέσω υδρονέφωσης είναι ο πλέον οικολογικός και οικονομικός τρόπος δροσίσμου εξωτερικών χώρων και όχι μόνο. Εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στην Ολυμπιάδα της Ατλάντας. Το σύστημα της υδρονέφωσης λειτουργεί απλά και μόνο με νερό. Είναι ένα τεχνητό σύννεφο, «νέφος» νερού, το οποίο δροσίζει αλλά δεν βρέχει.



Εικόνα 8.1 : Παράδειγμα υδρονέφωσης σε στέγαστρο



Εικόνα 8.2 : Υλοποίηση υδρονέφωσης με ανεμιστήρα

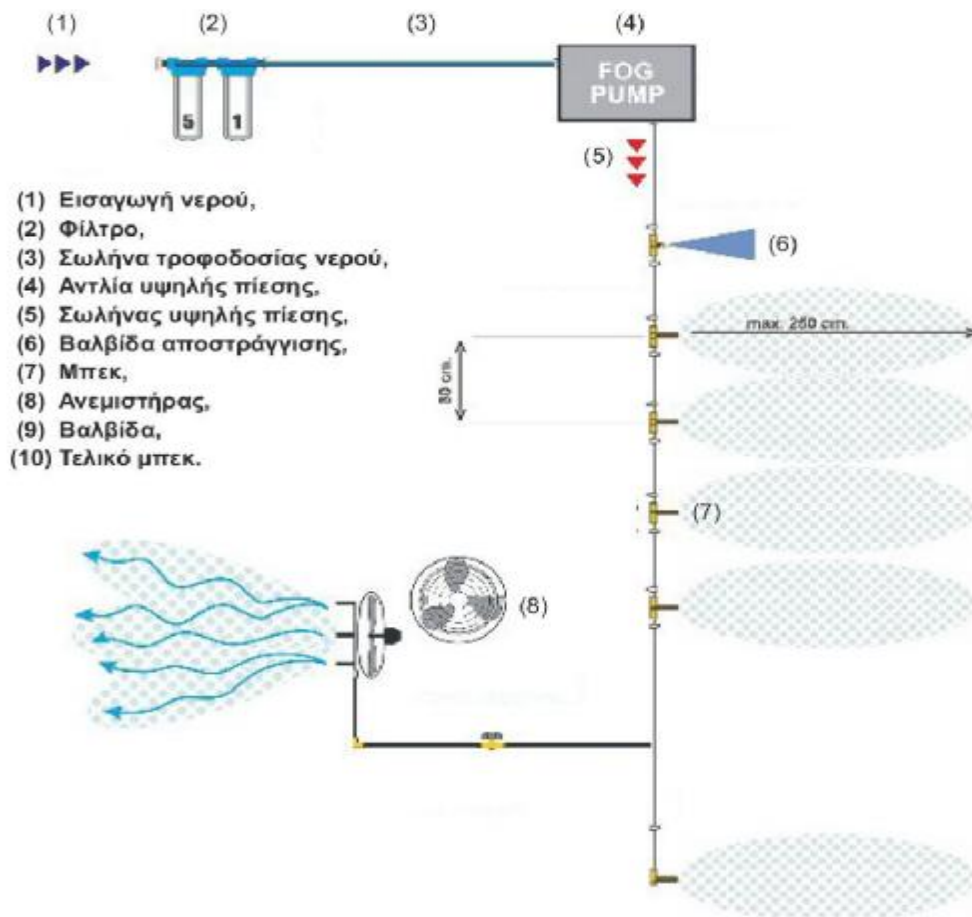
Στην πράξη, το νερό περνά μέσω μιας αντλίας υψηλής πίεσης, (70-100 bar) και μέσω μπέκ ψεκασμού, δημιουργούμε ένα νέφος που αποτελείται από πολύ λεπτά σταγονίδια νερό, με μέσο μέγεθος, μικρότερο των 5-10 μικρών. Αυτά τα μικροσκοπικά σταγονίδια νερού, εξατμίζονται, με αποτέλεσμα να απορροφούν την θερμότητα που υπάρχει στο περιβάλλον μέσω του νέφους. Αυτή η εναλλαγή του νερού που εξατμίζεται προκαλεί μια πτώση της θερμοκρασίας στο περιβάλλον, που είναι από 8 έως και 15°C ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Η σχετική υγρασία είναι η ποσότητα της υπάρχουσας υγρασίας στην ατμόσφαιρα σε σύγκριση με την ποσότητα της υγρασίας που μπορεί να απορροφήσει και αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για το δυναμικό της ψύξης. Όσο χαμηλότερη είναι η σχετική υγρασία, τόσο περισσότερο νέφος μπορεί να εξατμιστεί.

Το σώμα μας, ακόμη και όταν αναπαυόμαστε, παράγει θερμότητα, περίπου 50W (40 kcal/h). Την θερμότητα αυτή αποβάλλει στο περιβάλλον με τους γνωστούς τρόπους μετάδοσης της θερμότητας. Αγωγιμότητα, αν ακουμπάμε κάτι πιο κρύο, μεταφορά με ένα ρεύμα αέρα που μας κτυπά ή ακτινοβολία. Σε κρύο περιβάλλον η θερμότητα που διώχνουμε με τους τρόπους αυτούς είναι πολύ μεγάλη και γι'αυτό χρησιμοποιούμε ρούχα. Σε θερμό, όμως, περιβάλλον τα πράγματα είναι αντίστροφα. Αρκεί να

αναλογιστούμε ότι πολλοί άνθρωποι ζουν ακόμη και σε περιοχές με 5°C, 13,5°C πάνω από την θερμοκρασία του σώματός τους.

Πολύ πριν αναπτυχθεί ο κλιματισμός, κάποιοι αντί να χρησιμοποιούν έναν ανεμιστήρα για να δροσίζονται, τοποθέτησαν εμπρός από τον ανεμιστήρα μια απορροφητική πετσέτα που το κάτω άκρο της ήταν βυθισμένο σε νερό. Ο αέρας κτυπώντας πάνω στην πετσέτα εξάτμιζε νερό που αμέσως αντικαθιστούσε άλλο νερό που απορροφούσε η πετσέτα από τον κάδο στο κάτω μέρος. Με την εξάτμιση αυτή ο χώρος δροσιζόταν. Εξέλιξη αυτών των κλιματιστικών της ερήμου είναι η υδρονέφωση. Το δημιουργούμενο νέφος γρήγορα εξατμίζεται και η τοπική θερμοκρασία μειώνεται κατά 2-3°C Η τεχνική αυτή όμως δεν είναι δυνατόν να εφαρμοστεί παντού. Αν υπάρχει άνεμος με μεγάλη ταχύτητα δεν προλαβαίνει να λειτουργήσει ένα τέτοιο σύστημα. Επίσης δεν αποδίδει απόλυτα σε περίπτωση πλήρους άπνοιας. Δημιουργεί τοπικά ένα υγρό κλίμα. Αν όμως πνέει ένα ελαφρύ αεράκι νοιώθεις πράγματι πολύ ευχάριστα.

Η παρακάτω εικόνα δείχνει τη διάταξη μιας εγκατάστασης υδρονέφωσης σε μεγάλη κλίμακα. Είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα μπεκ ή και ανεμιστήρες με μπεκ. Στην περίπτωση μας θα χρησιμοποιηθούν ανεμιστήρες με μπεκ διότι ο χώρος έχει μεγάλο ύψος και απαιτείται αποδοτικότερη διάχυση του νέφους



Εικόνα 8.3 : Η διάταξη μιας εγκατάστασης υδρονέφωσης

Ο ανεμιστήρας που επιλέξαμε να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία του νέφους φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

Ανεμιστήρας Οροφής Eurojet: 360°

- Τάση: 230V - 50/60 Hz
- Παροχή: 530 m³/h
- Ταχύτητα: 1410 RPM
- Ισχύς: 55W
- Διαστάσεις: 560 x 180 mm (EC600061)
- Διαστάσεις: 700 x 2.450 mm (EC600062)
- Αριθμός μπεκ: 8
- Περιοχή κάλυψης: 35m²
- Υλικό: Αλουμίνιο, ανασείδιωτος χάλυβας

Εικόνα 8.4 : Προδιαγραφές του χρησιμοποιούμενου ανεμιστήρα

Αποτελείται από 8 μπεκ και καλύπτει μέχρι 35m². Η ισχύς της είναι 55W

Ο κάλυπτος του συγκροτήματος των πολυκατοικιών είναι 47m×14m=658 m²

Συνεπώς απαιτούνται $\frac{658}{35} = 18.8 \cong 19$ ανεμιστήρες και άρα η αντλία που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να τροφοδοτεί $19 \times 8 = 152$ μπεκ

Η αντλία που θα χρησιμοποιηθεί φαίνεται παρακάτω. Είναι η τελευταία του καταλόγου, η EC307155. Πρόκειται για αντλία επαγγελματικής χρήσης και τα μπεκ που εξυπηρετεί είναι μέχρι 150 οπότε οριακά είναι επαρκής. Η ισχύς της είναι 2200W. Προκειμένου όμως να εξασφαλιστεί η απρόσκοπτη λειτουργία της (να μην λειτουργεί δηλαδή σε οριακό επίπεδο) επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε 18 ανεμιστήρες, οπότε τα μπεκ μειώνονται στα 144.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΔΡΟΝΕΦΩΣΗΣ



NEO προϊόν

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΤΥΠΟΣ	ΠΙΕΣΗ Bar	ΕΞΟΔΟΣ l/min	ΙΣΧΥΣ W	ΤΑΣΗ (V)	No ΜΠΕΚ	EURO
EC307041	PREMIUM TIME	70	1	550	230-50Hz	8-12	
EC307042		70	2	680		15-25	
EC307043		70	3	815		25-40	
EC307044		70	4	900		40-50	
EC307045		70	6	1250		50-75	
EC307056	EVOLUTION TIME	70	1	550	230-50Hz	8-12	
EC307050		70	2.5	720		20-30	
EC307058		70	3	815		30-40	
EC307051		70	4	900		40-50	
EC307052		70	6	1250		50-75	
EC307153	PROFESSIONAL TIME	70	8	1800	230-50Hz	75-100	
EC307154		70	10	2050	230-50Hz	100-125	
EC307155		70	12	2200	400-50Hz	125-150	

Premium: Διαθέτει βαλβίδα εκτόνωσης.

Evolution: Διαθέτει σύστημα BPS.

Εικόνα 8.5 : Προδιαγραφές της χρησιμοποιούμενης αντλίας

Συνολικά για το σύστημα υδρονέφωσης που διαμορφώσαμε υπολογίζουμε την συνολική ισχύ που απαιτείται για να λειτουργήσει η εγκατάσταση όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα .

Πίνακας 8.6 :Απαιτούμενη ισχύς συστήματος υδρονέφωσης

Ισχύς αντλίας	2200W
Ισχύς ανεμιστήρων	$18 \times 55 = 990 \text{ W}$
Συνολική ισχύς εγκατάστασης	3190W

Σημείωση ισχύς αυτή θα απαιτείται μόνο κατά το τρίμηνο Ιουνίου ,Ιουλίου και Αύγουστου ,μιας και τότε υπάρχει η ανάγκη ταχυάμεσου δροσισμού .

9. Το μηχανοκίνητο σύστημα των εξωτερικών περσίδων

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3 ,το σκίαστρο που επιλέξαμε να κατασκευάσουμε είναι δομημένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε στο εξωτερικό του φέρει μηχανοκίνητες περσίδες .Την μηχανοκίνητη αυτή κίνηση των περσίδων επιλέγουμε να την προσαρμόσουμε σε ένα πλαίσιο αυτόνομης λειτουργίας .Ποιά συγκεκριμένα ,θα επιλέξουμε να τροφοδοτήσουμε τα μοτέρ που χρειάζονται για την κίνηση των περσίδων με ενέργεια που παράγεται από τη συστοιχία φωτοβολταικών που έχουμε εγκαταστήσει .

Για την κίνηση των περσίδων θα χρησιμοποιηθούν κεντρικά μοτέρ ρολών, ένα για κάθε περσίδα.



Εικόνα 9.1 :Απεικόνιση μοτέρ ρολών

Στην εικόνα που ακολουθεί ,παρουσιάζονται οι ιδιότητες και οι απαιτήσεις σε ισχύ του μοτέρ που επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε .Με το τρόπο αυτό θα υπολογίσουμε τις συνολικές απαιτήσεις της κατασκευής .

Τεχνικά χαρακτηριστικά μοτέρ κεντρικό για ρολά με άξονα Φ60mm ACM UniTitan E

Τύπος Ηλεκτρόφρενο	Μη αντιστρέψιμος μηχανισμός κεντρικού μοτέρ. NAI
Αποσύμπλεξη για χειροκίνηση	NAI Περιλαμβάνεται ντίζα και συσκευή αποσύμπλεξης.
Τάση λειτουργίας	230 V AC (50 HZ)
Ένταση	2.7 A
Απορροφώμενη ισχύς	630 W
Πυκνωτής	20 μF
Ροπή	145 Nm
Στάνταρ διάμετρος άξονα	60 mm (Φ60)
Στάνταρ διάμετρος τυμπάνου	
Περιλαμβάνεται προσαρμογέας για διάμετρο 220 mm.	200 mm (Φ200)
Θερμική προστασία περιέλιξης μοτέρ	160°C
Θερμοκρασία λειτουργίας	-20°C έως +55°C
Ονομαστική περιστροφική ταχύτητα	10 RPM
Μέγιστος συνεχής χρόνος λειτουργίας	4 min
Μέγιστο ύψος ρολλού	6 m
Μέγιστο βάρος κουρτίνας ρολλού με τύμπανο διαμέτρου 200mm	160 Kg
Βάρος μοτέρ	8 Kg
Διαστάσεις	200×380 mm

Εικόνα 9.2 : Οι τεχνικές προδιαγραφές του μοτέρ των περσίδων

Γνωρίζουμε ότι :

Κάθε περσίδα έχει εμβαδόν $14 \times 1.5 = 21 \text{m}^2$

Άρα θα τοποθετηθούν $\frac{658}{21} = 31.3 \cong 31$ περσίδες, οπότε και ισάριθμα μοτέρ.

Η συνολική λοιπόν ισχύς των μοτέρ που θα χρειαστούν είναι $630 \times 31 = 19530 \text{ kW}$

10. Χρήση υπαίθριων θερμαστρών οροφής

Ένας από τους πιο κοινούς τρόπους υπαίθριας θέρμανσης που βρίσκει εκτεταμένη εφαρμογή στους αίθριους/ημιηπαίθριους χώρους είναι η χρήση θερμαστρών οροφής. Στην περίπτωση που εμείς εξετάζουμε, προτείνεται η τοποθέτηση θερμαστρών εντός του ακάλυπτου χώρου, οι οποίες θα τροφοδοτούνται από την παραγόμενη από τις φωτοβολταϊκές συστοιχίες ενέργεια. Είναι αναμενόμενο, η κατανάλωση ισχύος ενός τέτοιου συστήματος να είναι αρκετά μεγάλη, οπότε θα γίνει μελέτη προκειμένου να προσδιοριστεί με σαφήνεια η ενεργειακή ζήτηση του συστήματος που περιγράφηκε. Θα επιλέξουμε να χρησιμοποιήσουμε τις θερμάστρες οροφής της επόμενης εικόνας.



Εικόνα 10.1 : Οι χρησιμοποιούμενες θερμάστρες οροφής

Από τις προδιαγραφές της θερμάστρας βλέπουμε ότι καλύπτει χώρο 30 m²

Άρα θα τοποθετηθούν $\frac{658}{30} = 21.93 \cong 22$ θερμάστρες.

Η ισχύς των θερμαστρών είναι $2500 \times 22 = 55000kW$

Στην εικόνα που παρουσιάζεται παρακάτω παρατίθενται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της θερμάστρας οροφής που επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε στη συγκεκριμένη περίπτωση .

- Μοντέλο : Blade S 2500W Ασημί - Μαύρο
- Λάμπα υπέρυθρων με σύρμα από ανθρακονήματα.
- Σώμα αλουμινίου
- Κάθετη και οριζόντια τοποθέτηση
- Τηλεχειριστήριο
- Ψηφιακός χρονοδιακόπτης
- 4 ρυθμίσεις ενέργειας
- Προστασία ανατροπής
- Προστασία υπερθέρμανσης
- Αδιάβροχο (IP55)
- Μέγιστη ισχύς:2500w
- Βάρος:2.2Kg
- Διαστάσεις:90 x 900 x 130(mm)
- Ισχύς θέρμανσης:12000(BTU/h)
- Κατάλληλο για χώρο:έως 30 τετραγωνικά μέτρα(m²)

Εικόνα 10.2 : Τεχνικές προδιαγραφές θερμάστρας οροφής

Με βάση τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν παραπάνω υπολογίζουμε την συνολική ισχύ που απαιτούν οι 22 θερμάστρες που χρειάζονται για να καλύψουν θερμοκρασιακά τον ακάλυπτο χώρο .

Προσδιορίζουμε λοιπόν ότι η ισχύς των θερμαστρών είναι $2500 \times 22 = 55000kW$.

Σημειώνεται ότι και αυτή η τεχνολογία ,θα έχει εφαρμογή κατά τους μήνες του χειμερινού ηλιοστάσιου που παρουσιάζονται οι χαμηλότερες θερμοκρασίες και όχι καθ όλη τη διάρκεια του έτους .

Συμπεράσματα - Παρατηρήσεις

Συγκεντρωτικά η προσφερόμενη και η καταναλισκόμενη ισχύς απεικονίζεται στον παρακάτω πίνακα:

Προσφερόμενη ισχύς	Φωτοβολταϊκή συστοιχία	60000W
Καταναλισκόμενη ισχύς	Σύστημα υδρονέφωσης	3190 W
	Μηχανοκίνητες περσίδες οροφής	19530 W
	Θερμάστρες οροφής	55000 W

Από την καταναλισκόμενη ισχύ

Οι μηχανοκίνητες περσίδες οροφής λειτουργούν όλο το χρόνο και άρα η ισχύς των 19530 W πρέπει να καλύπτεται πάντα

Το σύστημα υδρονέφωσης λειτουργεί κατά τους ζεστούς μήνες του έτους και κατά τη διάρκεια της ημέρας. Σε συνδυασμό με το σύστημα για τις περσίδες από ενεργειακής απόψεως δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα, καλύπτονται πλήρως από τη συστοιχία των ηλιακών συλλεκτών

Το σύστημα με τις θερμάστρες λειτουργεί κατά τους χειμερινούς μήνες του έτους και επιλεκτικά μέσα στη μέρα (για παράδειγμα πολύ πρωί και τις απογευματινές ώρες ή και τις ημέρες με πολύ κρύο). Μαζί με τις μηχανοκίνητες περσίδες παρατηρούμε ότι οι ηλιακοί συλλέκτες δεν γίνεται να δώσουν την απαιτούμενη ισχύ. Για το λόγο αυτό χρειάζεται προσοχή στο χειρισμό των συστημάτων αυτών. Πρέπει να αποφεύγεται η λειτουργία των περσίδων όταν λειτουργούν οι θερμάστρες (πράγμα που ούτως ή άλλως συμβαίνει γιατί κατά τους χειμερινούς μήνες οι περσίδες είναι κλειστές) ή να ρυθμίζονται σταδιακά και όχι όλες μαζί ή να απενεργοποιούνται και κάποιες θερμάστρες. Εξάλλου δεν επιδιώκεται η τέλεια θέρμανση του χώρου, ένα αίσθημα άνεσης και θερμοκρασιακής διαφοροποίησης από τον έξω χώρο επιθυμείται να επιτευχθεί.

11. Τοποθέτηση θερμοσυσσωρευτικού δαπέδου .

Μια ακόμη παρέμβαση που επιλέγουμε να κάνουμε είναι η κατασκευή θερμοσυσσωρευτικού δαπέδου .Σκοπός της εφαρμογής αυτής της τεχνολογίας είναι η εκμετάλλευση της θερμότητας(κατά τους μήνες του χειμερινού ηλιοστάσιου) .Ποιο συγκεκριμένα ,πρόκειται για κατασκευή δαπέδου που αποτελείται από υλικά αυξημένης θερμοχωρητικότητας που αποθηκεύουν την περιβάλλουσα θερμότητα και την επανεκπέμπουν .

Υλικά αποθήκευσης της θερμότητας

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας είναι υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Συνήθως είναι οικοδομικά υλικά του φέροντα οργανισμού και του κελύφους γενικότερα ή των εσωτερικών διαχωριστικών τοιχοποιιών, καθώς και υλικά επενδύσεων τοιχοποιιών και δαπέδων.

Τα πιο ικανά υλικά που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση της θερμότητας στα ηλιακά παθητικά συστήματα είναι:

. το σκυρόδεμα: εμφανίζει το πλεονέκτημα ότι είναι συγχρόνως υλικό με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και στοιχείο του φέροντα οργανισμού.

• η πέτρα, οι ωμόπλινθοι, οι οπτόπλινθοι (συμπαγείς και διάτρητοι) και τα κεραμικά πλακίδια είναι τα υλικά που κυρίως χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας. Είναι υλικά φερόντων δομικών στοιχείων ή στοιχείων πληρώσεως ή υλικά επενδύσεως τοίχων και δαπέδων.

. το νερό είναι το υλικό με τη μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα, αλλά υπάρχουν κατασκευαστικές δυσκολίες για τη χρησιμοποίησή του σε δομικά στοιχεία.

Μπορεί να τοποθετηθεί σε δεξαμενές νερού που ενσωματώνονται στα δομικά στοιχεία (π.χ. σε τμήμα της εξωτερικής τοιχοποιίας), ή σε μεμονωμένα στοιχεία-δοχεία.

τα υλικά αλλαγής φάσης (π.χ. τα εύτηκτα άλατα, όπως το άλας του Glauber), είναι σχετικά νέα υλικά που χρησιμοποιούνται σε επιλεγμένες θέσεις μέσα σε ειδικές δεξαμενές για την αποθήκευση της θερμότητας. Τα υλικά αυτά αλλάζουν φάση (Phase Change Materials - PCM), δηλαδή αλλάζοντας φυσική κατάσταση (για παράδειγμα, από τη στερεά στην υγρή κατάσταση), αποθηκεύουν θερμότητα, την οποία αποδίδουν για να επιστρέψουν στην αρχική φυσική τους κατάσταση.

Σημειώνεται ότι τα θερμομονωτικά υλικά διαθέτουν ελάχιστη θερμοχωρητικότητα και η τοποθέτησή τους στην εσωτερική παρειά των δομικών στοιχείων σχεδόν μηδενίζει τη συνεισφορά της θερμικής μάζας του δομικού στοιχείου. Γι' αυτό η εφαρμογή εσωτερικής θερμομόνωσης στα κτήρια που αξιοποιούν παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να γίνεται με περίσκεψη και στην περίπτωση που πραγματοποιείται να μην αφορά το σύνολο του κελύφους που περικλείει τον θερμαινόμενο χώρο, εκτός αν διατίθεται για την αποθήκευση της θερμότητας συγκεντρωμένη θερμική μάζα στον κατοικήσιμο χώρο, π.χ. ένας εσωτερικός τοίχος ή δάπεδο μεγάλου πάχους από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα.

Η θερμοχωρητικότητα όλων των οικοδομικών υλικών αναφέρεται στην ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων». Η θερμοχωρητικότητα προκύπτει ως το γινόμενο του φαινόμενου ειδικού βάρους (ρ : kg/m³) με την ειδική θερμοχωρητικότητα (C_p : J/(kg K)). Υλικά με μεγάλη ικανότητα θερμικής αποθήκευσης είναι αυτά που διαθέτουν ικανή θερμική μάζα, της τάξης των 1.2MJ/m³K και άνω.

Στον πίνακα που δίνεται παρακάτω ,συνοψίζονται οι ιδιότητες των βασικών υλικών κατασκευής δαπέδων και τοιχοποιίας .

Πίνακας 11.1 : Υλικά κατασκευής δαπέδων και τοιχοποιίας

ΥΛΙΚΟ		Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
		ρ	λ	c_p	μ	
		kg/m^3	$\text{W/(m}\cdot\text{K)}$	$\text{J/(kg}\cdot\text{K)}$	ξηρά	υγρό
Συμπαγής πηλός	(G. MINKE)	1.800 - 2.000	0,95 - 1,2			
	(Κ.Εν.Α.Κ.)	1.950	0,8	1.000	10	
Πηλός μέσης πυκνότητας	(G. MINKE)	1.400 - 1.600	0,6 - 0,8			
	(Κ.Εν.Α.Κ.)	1.400	0,7			
Ελαφρύς πηλός	(G. MINKE)	800 - 1.200	0,3 - 0,5			
	(Κ.Εν.Α.Κ.)	660	0,19	1.500	5	
Μπομπίνα αχυροπηλού	(G. MINKE)		0,5			
Πεπεσμένο άχυρο	(Κ.Εν.Α.Κ.)	200	0,040 - 0,070		2	
Ευλόμαλλο		360 - 480	0,09 - 0,10	1.470	2 - 5	
Λινάρι		20 - 80	0,038 - 0,045	1.300 - 1.600		
Γρανίτης	2.500		2,8	1.000	10.000	10.000
	2.700					
Οπλισμένο Σκυρόδεμα		2.400	2,5	1.000	130	80
Οπτόπλινθοι διάτρητοι	1.200	0,45	1.000	5-10		
	1.700	0,58	1.000	5 - 10		
Αφρός Πολυστυρεθίνης		70	0,05	1.500		60
Εξηλασμένη πολυστερίνη		30 - 40	0,031 - 0,038	1.450	80 - 250	

Λαμβάνοντας υπόψη τις εξειδικευμένες ιδιότητες του κάθε υλικού ,εύκολα προσδιορίζουμε ότι το σκυρόδεμα αποτελεί το ιδανικότερο υλικό για την κατασκευή δαπέδου .

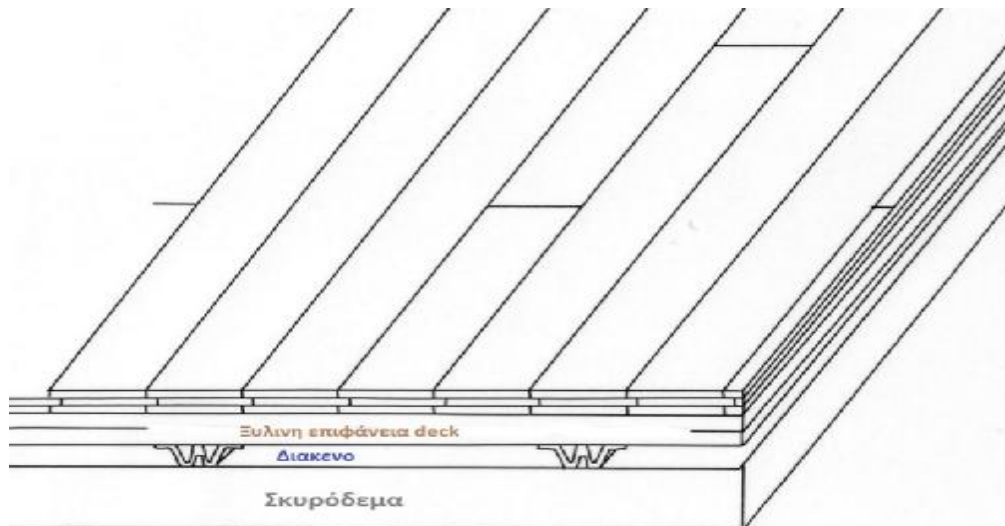
Σε μια πρότυπη εφαρμογή ωστόσο ,προτείνεται η κάλυψη του δαπέδου με σκυρόδεμα και η τοποθέτηση ξύλου πάνω από αυτό ,σε απόσταση 10 cm .Ο λόγος είναι η εκμετάλλευση του στρώματος αέρα ανάμεσα στο σκυρόδεμα και το ξύλινο δάπεδο ως καλύτερο μέσο μετάδοσης

.Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτού αποτελεί οικιακό κτίριο στην Κίνα ,και παρουσιάζεται παρακάτω .



Εικόνα 11.2 :Κατασκευή θερμοσυσσωρευτικού δαπέδου στην Κίνα

Προτείνεται λοιπόν η αντικατάσταση του πλακόστρωτου δαπέδου του ακάλυπτου χώρου με ένα στρώμα σκυροδέματος πάχους 0,5 μέτρων .(σημειώνεται ότι το συγκεκριμένο πάχος σκυροδέματος αρκεί για να ικανοποιήσει της ανάγκες θερμικής δέσμευσης που χρειαζόμαστε).Για αισθητικούς λόγους ,είναι δυνατή η τοποθέτηση ξύλινης επιφάνειας deck πάνω από την επιφάνεια σκυροδέματος ,και σε απόσταση 10cm ώστε μεταξύ τους να δημιουργείται διάκενο .Χαρακτηριστική απεικόνιση της κατασκευής δίνεται παρακάτω .



Εικόνα 11.3 : Δομή κατασκευής θερμοσυσσωρευτικού δαπέδου

Ο λόγος που πάνω από την επιφάνεια του σκυροδέματος τοποθετούμε ξύλινο δάπεδο deck είναι ότι η δομή του είναι τέτοια ώστε υπάρχει κενό ανάμεσα στις σανίδες που το απαρτίζουν .

Αυτό ,σε συνδυασμό με το διάκενο που υπάρχει ανάμεσα στο σκυρόδεμα και την ξύλινη επιφάνεια επιτρέπει την ροή αέρα(επομένως και την μετάδοση θερμότητας ,εκμεταλλευόμενοι πλήρως τις θερμοχωρητικές ιδιότητες του σκυροδέματος) προς τον περιβάλλοντα χώρο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση θα λειτουργεί σαν ένα είδος επιδαπέδιας θέρμανσης .

12. Εξατμιστικός δροσισμός

Η αναγκαιότητα ύπαρξης υγρών στοιχείων

Το νερό είναι ένα φυσικό στοιχείο, του οποίου οι ιδιότητες βοηθούν στο βιοκλιματικό σχεδιασμό, καθώς μέσω της εξάτμισης του επιτυγχάνεται ο δροσισμός της ατμόσφαιρας. Η μάζα του νερού έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα, μεγάλη θερμική αδράνεια, και χαμηλή ανακλαστικότητα. Η μεγάλη θερμοχωρητικότητα του νερού βοηθά στο να διατηρείται χαμηλή η θερμοκρασία του. Η μεγάλη θερμική αδράνεια δημιουργεί χρονική καθυστέρηση της μέγιστης θερμοκρασίας του νερού σε σχέση με την μέγιστη θερμοκρασία του αέρα. Η μικρή ανακλαστικότητα βοηθά ώστε το καλοκαίρι, που η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη, να μη συσσωρεύεται η ηλιακή ακτινοβολία στο χώρο γύρω από το νερό.

Προκειμένου να επιτευχθεί επαρκής ανταλλαγή θερμικών φορτίων πρέπει η θερμοκρασία του νερού να είναι χαμηλότερη από αυτήν του περιβάλλοντος. Για αυτό το νερό πρέπει να είναι σχετικά κρύο, και όσο το δυνατό λιγότερο στάσιμο. Η κίνηση του νερού βοηθά ώστε η ανταλλαγή θερμότητας να είναι μεγαλύτερη. Για παράδειγμα, η περίπτωση ενός σιντριβανιού ή ενός πίδακα νερού, ψύχει τον αέρα σε μεγάλο ύψος και ταυτόχρονα φιλτράρει τα σωματίδια σκόνης που βρίσκονται σε αυτόν. Επίσης, η χρήση ψεκαστήρων νερού σε μεγάλο ύψος, βοηθά στη διάχυση σταγονιδίων στην ατμόσφαιρα, τα οποία εξατμίζονται άμεσα. Έτσι μεγαλύτερος όγκος αέρα ψύχεται, ενώ παράλληλα δημιουργείται ένα καθοδικό ρεύμα, αφού ο δροσερός αέρας που βρίσκεται ψηλά είναι βαρύτερος.



Εικόνα 12.1: Εσωτερικός καταρράκτης στο αεροδρόμιο του Dubai

Για την ικανοποίηση των αναγκών δροσισμού κατά τους θερινούς μήνες μπορεί να χρησιμοποιηθεί η κατασκευή επιδαπέδιων υδατοπινάκων .Η τεχνολογία αυτή εφαρμόζεται σε περιοχές με κλίμα ζεστό και ξηρό, όπου η σχετική υγρασία είναι χαμηλή. Η εξάτμιση του νερού προκαλεί πτώση της θερμοκρασίας του αέρα και αύξηση της σχετικής υγρασίας. Σε κτήρια παραδοσιακά ο τρόπος φυσικού δροσισμού συνδύαζε την ροή του ζεστού αέρα επάνω από νησίδες νερού, πριν την είσοδό του στο κτήριο .

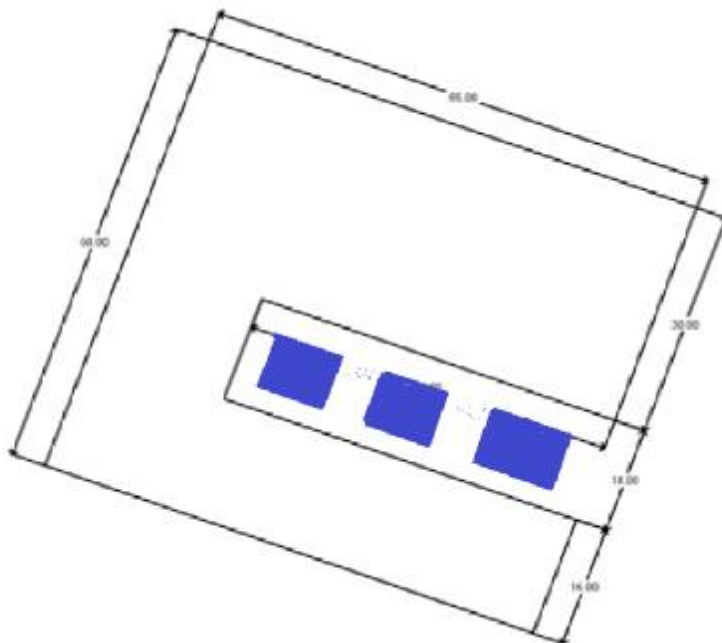
Σήμερα, επανέρχεται στην αρχιτεκτονική η χρήση μικρών δεξαμενών νερού σε κατάλληλες θέσεις, έτσι ώστε ο ζεστός εξωτερικός αέρας που διέρχεται επάνω από το νερό να προκαλεί εξάτμιση, λόγω της απορροφούμενης θερμότητας από την επιφάνεια του νερού και, συνεπώς, να εισέρχεται πιο δροσερός μέσα στο κτήριο, δημιουργώντας συνθήκες ευχάριστης δροσιάς. Εάν μάλιστα συνδυαστεί με την κατασκευή ηλιακής καμινάδας, τότε η ροή του ζεστού αέρα επιταχύνεται και απομακρύνεται πιο γρήγορα .

Στην περίπτωση του χώρου που εξετάζουμε εμείς ,προτείνεται η κατασκευή δεξαμενών νερού στο δάπεδο του εσωτερικού ακάλυπτου χώρου .Αυτό ,σε

συνδυασμό με την ροή αέρα που επιτυγχάνεται από την αξιοποίηση του διαμπερούς φαινομένου(αναλύθηκε στο κεφάλαιο που παρουσιάζεται η κατασκευή ρυθμιζόμενων πλαϊνών ανοιγμάτων) έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία αίσθησης θερμικής ευφορίας .

Τα ρεύματα αέρα ,λόγω του νοτιοανατολικού ανοίγματος του ακάλυπτου χώρου οδηγούνται στην επιφάνεια των δεξαμενών νερού .Χαρακτηριστική απεικόνιση της πορείας των ρευμάτων αέρα έχει γίνει στο σχήμα 4.7 .

Εκεί λοιπόν ,λόγω της εξάτμισης του νερού ,τα θερμά ρεύματα αέρα ψύχονται ,και μπορεί να παρατηρηθεί διαφορά στη θερμοκρασία αέρα μέχρι 2 βαθμούς κελσίου . Παρακάτω ,παρουσιάζεται σχηματική απεικόνιση των δεξαμενών νερού που προτείνεται για το συγκεκριμένο οικοδομικό συγκρότημα .



Σχήμα 12.2 : Σχηματική απεικόνιση των δεξαμενών νερού που προτείνεται

Οι τεχνολογία ψύξης με δεξαμενές νερού στηρίζεται στη διαδικασία της εξάτμισης .Αυτό σημαίνει ότι κατασκευαστικά ,οι δεξαμενές δεν χρειάζεται να έχουν μεγάλο βάθος ,αλλά να καλύπτουν μεγάλη επιφάνεια .Για το λόγω αυτό λοιπόν προτείνεται η κατασκευή τριών δεξαμενών νερού ,βάθους 10 cm ,πλάτους 8 m και μήκους 10 m . στο δάπεδο του ακάλυπτου χώρου , ικανοποιώντας τις προδιαγραφές για επαρκή εξάτμιση και κατ επέκταση εφαρμογή της τεχνολογίας εξατμιστικού δροσισμού .

13. Συμπεράσματα

Η βελτίωση του μικροκλίματος και η εξοικονόμηση ενέργειας γύρω από μία οικοδομή επιτυγχάνεται με τις παρακάτω πρακτικές :

Δημιουργούμε ενδιάμεσους χώρους έστω και αν αυτοί δεν προβλέπονται από το σχέδιο πόλης (π.χ. οπισθοχώρηση από την οικοδομική γραμμή)

Συνενώνουμε ακάλυπτους εντός του οικοδομικού τετραγώνου.

Στους ακάλυπτους χώρους της οικοδομής προτιμούμε τις μαλακές παρά τις σκληρές επιφάνειες και επιλέγουμε ανοιχτά χρώματα στις επιστρώσεις.

Αξιοποιούμε κάθε δυνατότητα φύτευσης (ζαρντινιέρες και γλάστρες αλλά και φύτευση στην οροφή).

Χρησιμοποιούμε φιλικά προς το περιβάλλον υλικά.

Κατασκευάζουμε συστήματα ανάρτησης φυτών (πέργκολες).

Κατασκευάζουμε, όταν είναι δυνατό στοιχεία, νερού.

Προνοούμε τα αυτοκίνητα να σταθμεύουν σε κλειστούς χώρους ή σε σκιασμένους, χωρίς να αφαιρούν ζωτικό αδόμητο χώρο.

Αξιοποιούμε τις εσωτερικές αυλές και τα αίθρια και τα χρησιμοποιούμε ως ενδιάμεσους χώρους με φύτευση και κατασκευές στοιχείων νερού.

Είναι εφικτό λοιπόν ,με την εφαρμογή κατάλληλης τεχνολογίας να καταφέρει κανείς να αναβαθμίσει το βιοτικό επίπεδο μειώνοντας ταυτόχρονα το ενεργειακό κόστος .Το σημαντικότερο είναι ότι οι επεμβάσεις που περιγράφονται δεν αφορούν μόνο την κατασκευή καινούριων οικοδομημάτων ,αλλά και την τροποποίηση υπάρχοντων κατασκευών, όπως έγινε για το κτίριο που μελετήθηκε στην παρούσα εργασία.

14. Βιβλιογραφία

1. Ανδρεαδάκη Χρονάκη Ελένη, ' Φως – οπτική άνεση – διαφανή/ημιδιαφανή κελύφη' , 2005-2006, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
2. Διάλεξη , Μαρίνης Α. , 'Βιοκλιματικός σχεδιασμός γραφειακών χώρων', Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
3. Διάλεξη, Πίσσαρη Σ., 'Τρόποι και συστήματα ηλιοπροστασίας σε επαγγελματικά κτίρια της Αθήνας', 2000, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
4. Ημερίδα : 'Αρχιτεκτονική των Γυάλινων Κτηρίων' 9/3/1999- ΣΑΔΑΣ-ΠΕΑ- από τη βιβλιοθήκη του ΤΕΕ
5. Καλύβας, Γ., 'Παθολογία υαλοπινάκων κελύφους κτιρίου', 2003, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.
6. Κοντορούπης Γ. Μ., 'Ενεργειακός – βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών', 1998, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
7. Μακρής Σπ., 'Οικοδύναμη. Το αρχαίο ελληνικό Φενγκ Σούι', Αρχέτυπο, 2003
8. Παπαϊωάννου Κων.Σπ., 'Το ελληνικό παραδοσιακό σπίτι', Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, 2003
9. Περιοδικό 'Αρχιτέκτονες' , ΣΑΔΑΣ - ΠΕΑ, Τεύχη 15,16
10. Περιοδικό 'Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική. Εφαρμογές στην Ελλάδα' – τεύχη 3,4,15 – Επιμέλεια Σύνταξης Ε.Ανδρεαδάκη- Χρονάκη – Κ.Α.Π.Ε.
11. Πρακτικά Ημερίδας, 'Αρχιτεκτονική των Γυάλινων κτιρίων', 1999, ΣΑΔΑΣ-ΠΕΑ.
12. Τσιπήρας Κώστας, ' Βιοκλιματικός σχεδιασμός Κτιρίων', 2000, πSystems International.

13. Baker Nick & Koen Steemers ,‘Energy & environment in architecture. A technical design guide.’ E& Fn Spon
14. Behling Sophia, Stefan Behling, Sir Norman Foster, ‘Sol Power: The evolution of solar architecture, 1996, Prestel.
15. Edwards, Brian, ‘Green Buildings Pay’, E & FN Spon, London, 1998.
16. Herzog, Thomas, ‘Solar Energy in Architecture and Urban Planning’ , Prestel-Verlag, Munich and New York, 1996.
17. Randall Thomas, ‘Environmental design’ , St Edmundsbury Press, Bury St Edmunds, 1999, Suffolk.
18. Yeang Ken, ‘Bioclimatic skyscrapers’,1994, Artemis

Site στο διαδίκτυο:

- http://www.zeroenergybuildings.org/2011/07/normal-0-false-false-false-en-us-x-none_985.html
- http://issuu.com/cisdissuu/docs/03-06-09_open_spaces-sustainable-karavasili_compa?e=6801913/3574042
- http://www.cres.gr/kape/Prodiagrafes_fytemenon_domaton.pdf
- http://taratsokipos.blogspot.gr/2012/09/blog-post_28.html
- http://www.ydravlikos.gr/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=2432:2011-08-26-12-10-56&catid=147:2011-08-26-12-05-26&Itemid=165
- <http://energypress.gr/news/paradeisos-gia-ta-fotovoltaika-i-iliofaneia-tis-elladas>
- http://pontokomicom.blogspot.gr/2012/01/blog-post_5804.html
- <http://www.sofosdoors.gr/proionta/moter-rolon/>
- <http://www.e-dimakis.gr/>
- <http://www.justshop.gr/product/7/54,57/19088/veito-blade-s-2000-ip55---2000w---26-kw-inox-thermastra-orofis-me-anthrakonimata-ORIZONTIA--KATHETI-topothesisi-gia-25-m2-.html>
- <http://www.eshops.gr/>
- <http://www.cisd.gr/archives/1387>

- <http://www.sma.de/>
- <http://www.cres.gr/>