



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ-ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΤΟΥ ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΩΝ : ΚΑΜΠΟΥΡΗ ΑΝΘΟΥΛΑ
ΜΗΤΣΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΜΠΟΒΙΑΤΣΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΓΕΝΙΚΑ Ο ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : Ο ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗ ΔΕΚΑΕΤΙΑ ΤΟΥ 1980.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : Ο ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΗΜΕΡΑ.....	15
3.1 Κριτήρια σχεδιασμού των συστημάτων σκίασης.....	16
3.1.1 Θέση της κατασκευής.....	16
3.1.2 Βασικά στοιχεία ηλιακής γεωμετρίας.....	17
3.1.3 Χρήση κτηρίου.....	17
3.1.4 Προσανατολισμός ανοιγμάτων και τύπος σκίασης.....	18
3.1.5 Θέση σκιάστρων στο κέλυφος.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....	21
4.1 Συστήματα εξωτερικής ηλιοπροστασίας.....	21
4.1.1 Εξωτερικά φύλλα σκίασης διαφόρων τύπων στο κούφωμα.....	21
4.1.2 Σταθερά προστεγάσματα-προεξοχές κτηρίου.....	24
4.1.3 Συστήματα σκίασης σε ανεξάρτητο σκελετό στην όψη (περσίδες).....	25
4.1.4 Φυτεμένο Δώμα-Πράσινες Στέγες.....	27
4.2 Συστήματα εσωτερικής ηλιοπροστασίας.....	30
4.2.1 Οριζόντιες περσίδες.....	31
4.2.2 Κατακόρυφες περσίδες.....	31
4.3 Σκίαση ανοιγμάτων στο διάκενο μεταξύ των υαλοπινάκων.....	32
4.4 Υαλοπίνακες.....	32
4.4.1 Επιλογή υαλοπινάκων με βάση τα ενεργειακά χαρακτηριστικά.....	33
4.4.2 Είδη υαλοπινάκων.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	39
5.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα.....	39
5.1.1 Στοιχεία κατασκευής φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	39
5.1.2 Τύποι ηλιακών κελιών.....	40
5.1.3 Τρόποι στήριξης Φ/Β πάνελ.....	40
5.1.4 Ενεργειακή απολαβή φωτοβολταϊκού πάνελ.....	40
5.1.5 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	42
5.2 Σύστημα αυτοματισμού ενεργειακής διαχείρισης (building energy management system).....	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο : ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	45
6.1 Γενικά.....	45
6.2 Το κτήριο ως αντικείμενο μελέτης	47
6.3 Κατασκευαστικά στοιχεία κτηρίου.....	52
6.4 Θερμική συμπεριφορά κτηρίου με βάση τη μελέτη κατασκευής.....	54
6.5 Υπάρχουσα κατάσταση κτηρίου.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	61
7.1 Παρατηρήσεις	62
7.2 Συμπεράσματα υπολογισμού θερμικών απωλειών	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο : ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ	63
8.1 Έλεγχος θερμικών απωλειών τη χειμερινή περίοδο	63
8.2 Έλεγχος προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.....	63
8.3 Σύστημα παράγωγης ηλεκτρικής ενέργειας	69
8.3.1 Φωτοβολταϊκό πάνελ μονοκρυσταλλικό (Περιγραφή).....	70
8.3.2 Ενδεικτικός υπολογισμός της συνολικής ισχύος του συστήματος.....	70
ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΓΡΑΦΙΑ.....	72
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	73

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα της Δυτικής Ελλάδας για λογαριασμό του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και αφορά την πρόταση της ενεργειακής αναβάθμισης του κτηρίου που έχει την βάση του το τμήμα Πολιτικών Μηχανικών με σκοπό την δημιουργία θερμικής άνεσης στο χώρο της σχολής καθώς και την εξοικονόμηση πολύτιμης ηλεκτρικής ενέργειας .

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε πρώτα και κύρια τον επιβλέπων καθηγητή κύριο Μποβιάτση Ιωάννη που με τις γνώσεις του, την υπομονή, την επιμονή και την πολύτιμη καθοδήγηση του καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας μας βοήθησε να βγάλουμε αυτό το χρηστικό αποτέλεσμα.

Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την υπεύθυνη της Τεχνικής Υπηρεσίας του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας κυρία Αθανασοπούλου για την άμεση και συνεχή ανταπόκριση της σε μελέτες και σχέδια που της ζητήθηκαν και αφορούσαν το κτήριο το οποίο μελετούσαμε

Και τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους ανθρώπους που μας στήριξαν ηθικά και οικονομικά καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μας, τις οικογένειές μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στον Βιοκλιματισμό σαν όρο και σαν φιλοσοφία από την αρχαία Ελλάδα έως και σήμερα και έχει ως στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου που στεγάζεται το τμήμα των Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. .

Με την καθοδήγηση του επιβλέποντος καθηγητή κύριο Μποβιάτση Ιωάννη και με βάση μαθήματα που διδαχθήκαμε κατά την διάρκεια της τετραετούς φοίτησης μας:

- Παρουσιάσαμε τα διάφορα συστήματα που διέπουν και εξελίσσουν τον βιοκλιματισμό
- Εντοπίσαμε και περιγράψαμε την περιοχή στην οποία βρίσκονται οι εγκαταστάσεις που κλιθήκαμε να μελετήσουμε.
- Μελετήσαμε την υπάρχουσα κατάσταση του κτηρίου στο οποίο στεγάζονται οι αίθουσες και τα εργαστήρια του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και αφού υπολογίσαμε τα ποσά των θερμικών απωλειών με βάση ελεύθερο πρόγραμμα θερμικών απωλειών και μελετώντας τον προσανατολισμό του κτηρίου με τους ηλιακούς χάρτες.
- Προτείνουμε λύσεις έτσι ώστε το κτήριο να αναβαθμιστεί ενεργειακά και να μειωθούν οι δαπάνες τόσο σε θέρμανση όσο και σε ψύξη και να επιτευχθούν οι απαιτούμενες συνθήκες άνεσης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1980 ως νέα τάση του αστικού σχεδιασμού με αναφορές στο τοπικό μικροκλίμα παρόλα αυτά ο Σωκράτης ήταν αυτός που εμπνεύστηκε τα πρώτα βιοκλιματικά κτήρια και άλλαξε τον τρόπο που χτίζονται οι πόλεις.



Εικόνα 1, Πηγή : <http://www.mixanitouxronou.gr/>

Οι περισσότεροι γνωρίζουμε τον Σωκράτη, τον αρχαίο Έλληνα φιλόσοφο (469 – 399 π.Χ.), ως μια από τις μεγαλύτερες φυσιογνωμίες του παγκόσμιου πνεύματος και του πολιτισμού. Αλλά πόσοι γνωρίζουμε ότι αυτός ήταν υπεύθυνος για τη δημιουργία της πρώτης ηλιακής πόλης στην Ελλάδα (Εικόνα 1), που διαθέτει βιοκλιματικά σπίτια με νότιο προσανατολισμό, αίθριο και μικρά ανοίγματα στο βορρά;

Ο Σωκράτης πρώτος συνειδητοποίησε, ότι αν τα σπίτια κατασκευαστούν έχοντας ως γνώμονα τη θέση του ήλιου, τότε θα ήταν πιο ζεστά το χειμώνα και πιο δροσερά το καλοκαίρι. Ο φιλόσοφος αποφάσισε να πραγματοποιήσει αυτή την ιδέα και οργάνωσε μάθημα για να διδάσκει τους μαθητές του πώς να δημιουργούν ηλιακά σπίτια.

Ο Σωκράτης άρχισε το μάθημα κάνοντας όπως το συνήθιζε με μία απλή ερώτηση : «Όταν κάποιος θέλει να χτίσει ένα σπίτι, δεν πρέπει να το κάνει όσο γίνεται πιο ευχάριστο, αφού θα ζήσει μέσα σ' αυτό και όσο πιο χρήσιμο γίνεται; Και δεν είναι ευχάριστο ένα σπίτι που το καλοκαίρι είναι δροσερό και το χειμώνα ζεστό; Τώρα, από την εμπειρία μας βλέπουμε ότι στα σπίτια που έχουν νότιο προσανατολισμό, οι ακτίνες του ήλιου περνούν μέσα από τις σκεπασμένες βεράντες, αλλά το καλοκαίρι η διαδρομή του ήλιου είναι ακριβώς πάνω από τα κεφάλια μας και πάνω από την οροφή, έτσι έχουμε σκιά...».

Παρουσιάζοντας αναλυτικά τους λόγους για τους οποίους είναι ωφέλιμη η ηλιακή αρχιτεκτονική, ο Σωκράτης καταλήγει στο συμπέρασμα ότι σε ένα σπίτι σχεδιασμένο με αυτό τον τρόπο «ο ιδιοκτήτης θα βρει σε αυτό ένα καταφύγιο για όλες τις εποχές, γεγονός που καθιστά το σπίτι χρήσιμο και ευχάριστο».

Η ακρίβεια του πολεοδομικού σχήματος της Ολύνθου (Εικόνα 2) μας βοηθάει να κατανοήσουμε πως εφαρμοζόταν το **Ιπποδάμιο πολεοδομικό σύστημα**.



Εικόνα 2, Πηγή : <http://www.mixanitouxronou.gr/>

Κάθε οικοδομικό τετράγωνο περιλάμβανε συνήθως δέκα κατοικίες, οι οποίες είχαν εσωτερική αυλή και εκτός από τα απαραίτητα, είχε βοηθητικούς χώρους με τρεχούμενο νερό και σύστημα αποχέτευσης.

Η νέα αρχιτεκτονική προσέγγιση εξαπλώθηκε σύντομα σε όλο τον ελλαδικό χώρο, καθώς οι κατασκευαστές κατοικιών άρχισαν να υιοθετούν την ηλιακή αρχιτεκτονική του Σωκράτη, ενώ στη συνέχεια ακολούθησαν και οι εργολάβοι. Η αρχή έγινε με την ανακαίνιση δύο σπιτιών στην Αθήνα, όπου οι εργάτες άλλαξαν τη διάταξη των δωματίων, έτσι ώστε να έχουν νότιο προσανατολισμό. Δηλαδή, το αίθριο, οι πόρτες και τα παράθυρα να κοιτούν προς το νότο, ενώ τα βορινά ανοίγματα ήταν λίγα και μικρά. (Εικόνα 3)



Εικόνα 3, Πηγή : <http://www.mixanitouxronou.gr/>

Οι αρχαιολογικές ανασκαφές που έγιναν σε ελληνικές πόλεις και οικισμούς από το 500 π.Χ. ως το 200 π.Χ. έδειξαν ότι οι κατασκευαστές τόσο των αγροτικών όσο και των αστικών κατοικιών ακολουθούσαν τις υποδείξεις του Σωκράτη. Η πρώτη ηλιακή πόλη της αρχαίας Ελλάδας ήταν η Όλυθος αρχαία πόλη της Χαλκιδικής, χτισμένη σε μια εύφορη πεδιάδα απέχει περίπου 11,5 χιλιομέτρων από την Ποτίδαια και 4 χιλιομέτρων από τη θάλασσα. Τα οικοδομικά τετράγωνα της Ολύνθου, μήκους περίπου 100 μέτρων και πλάτους 40 μέτρων, χωρίζονταν από δρόμους πλάτους 5 μέτρων.



Εικόνα 4 Πηγή : <http://www.mixanitouxronou.gr/>

Κάθε οικοδομικό τετράγωνο είχε μία σειρά από πέντε σπίτια στην κάθε πλευρά του δρόμου, ανάμεσα στα οποία υπήρχε ένας στενός διάδρομος. Τα σπίτια την Ολύνθου (Εικόνα 4) είναι τα αρχαιότερα που ξέρουμε και σχεδόν τα μόνα της κλασικής εποχής. Το παράδειγμα την Ολύνθου μιμήθηκαν και άλλες πόλεις ως αποτέλεσμα η ηλιακή αρχιτεκτονική να εξαπλωθεί μέχρι και τη σημερινή Βουλγαρία.

Ακόμη και αν η εδαφική έκταση παρουσίαζε δυσκολίες, οι πολεοδόμοι έβρισκαν τρόπους να τις ξεπεράσουν. Παραμένει αδιευκρίνιστο αν οι απόψεις του Σωκράτη στηρίζονταν στην πυθαγόρεια φιλοσοφία ή αν προέρχονταν από την εμπειρική παρατήρηση. Είναι πάντως γνωστό ότι ο μεγάλος δραματουργός Αισχύλος έλεγε ότι «Μόνο οι πρωτόγονοι δεν γνωρίζουν να κάνουν τα σπίτια τους να αντικρίζουν τον ήλιο το χειμώνα.»

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΓΕΝΙΚΑ Ο ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Με τον όρο «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός» αναφερόμαστε στον αρχιτεκτονικό και πολεοδομικό σχεδιασμό κτηρίων και οικισμών που στοχεύουν στην προσαρμογή τους στο τοπικό κλίμα και στο φυσικό περιβάλλον, προστατεύοντας ταυτόχρονα ευαίσθητες περιοχές με σπάνια οικοσυστήματα.

Το **μικροκλίμα**, το **μεσοκλίμα** και το **μακροκλίμα** καθορίζουν το φωτισμό, τον αερισμό, το σχεδιασμό και την ενεργειακή συμπεριφορά των κτηρίων.

Συγκεκριμένα:

- το **Μακροκλίμα** είναι μορφοποιημένο από τις μέσες καιρικές συνθήκες που επικρατούν καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.
- το **Μεσοκλίμα** χαρακτηρίζεται από την επίδραση της τοπογραφίας της περιοχής, της βλάστησης και της φύσης της περιοχής.
- το **Μικροκλίμα** είναι δημιούργημα της ανθρώπινης επέμβασης, οποία αλλάζει άμεσα το δομημένο περιβάλλον.

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στοχεύει στην εκμετάλλευση των θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων ώστε να μειωθούν οι ενεργειακές ανάγκες του κτηρίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και να εξοικονομηθεί η συμβατική ενέργεια. Η εφαρμογή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας έως και 60%.

Παράλληλα, συμβάλλει στην αυξανόμενη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα καθώς και άλλων αερίων, των οποίων η ύπαρξη επιδεινώνει την ορθολογική χρήση των υδάτων καθώς επίσης στην ευρεία χρήση των τοπικών υλικών υποδομής, τα οποία είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Αυτά τα υλικά καθορίζουν ως ένα μεγάλο βαθμό τη θερμική και την οπτική συμπεριφορά των κτιρίων ενώ η διάρκεια ζωής τους έχει σημαντικές συνέπειες προς το περιβάλλον. Έχει παρατηρηθεί ότι τα παραδοσιακά οικολογικά υλικά της προβιομηχανικής περιόδου είναι αξιόπιστα, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, δεν είναι επιβλαβή για την υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον και επίσης επιτρέπουν την εξοικονόμηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Συγκεκριμένα, η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική είναι αποτέλεσμα κυρίως μιας ολοκληρωμένης και περίπλοκης σύνθεσης που συνδέεται με ένα ευρύ φάσμα παραμέτρων όπως ο προσανατολισμός, η κατάλληλη επιλογή των ανοιγμάτων, η μελέτη του κελύφους αλλά και η ορθή επιλογή των υλικών.

Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η παρέμβαση σε ήδη υπάρχοντα κτήρια είναι περιορισμένη. Με χαμηλό κόστος και με φιλικές προς το χρήστη τεχνολογίες, οι απώλειες στη θέρμανση μπορούν να μειωθούν, τα κτήρια μπορούν να προστατευθούν από την υπερθέρμανση, οι συνθήκες φωτισμού μπορούν να βελτιωθούν και να μειωθεί ο θόρυβος.

Όλα τα παραπάνω συνδέονται με το Βιοκλιματικό Σχεδιασμό και συμβάλλουν στην δημιουργία κατασκευών που καλύπτουν τις ανάγκες του σύγχρονου τρόπου ζωής χωρίς να αποτελούν απειλή για τις επόμενες γενιές.

Κατά την κατασκευή ενός παθητικού ηλιακού κτηρίου, είναι σημαντικό να προηγηθεί μια μελέτη σχετικά με το κλίμα, τη μορφολογία του εδάφους, τη θέση του ήλιου, την κλίση του οικοπέδου, έτσι ώστε να συλλεχθούν τα απαραίτητα στοιχεία και να προχωρήσει ο σχεδιασμός του.

Γνωρίζοντας αυτά, θα μπορέσει να χωροθετηθεί σωστά το κτήριο στο οικόπεδο και να δοθεί το κατάλληλο σχήμα και προσανατολισμό λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή και τα στοιχεία του περιβάλλοντος, ώστε να εκμεταλλευτεί και να εξασφαλιστεί κατά το δυνατό μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : Ο ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗ ΔΕΚΑΕΤΙΑ ΤΟΥ 1980

Γενική φιλοσοφία της εποχής τότε ήταν η δημιουργία ενός κτηρίου που θα κάλυπτε σημαντικό ποσοστό των θερμικών φορτίων με την βοήθεια των παθητικών ηλιακών συστημάτων.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα στα κτήρια αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα, καθώς και για παροχή φυσικού φωτισμού. (Εικόνα 5)

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο.



Εικόνα 5 Πηγή : <https://www.google.gr/>

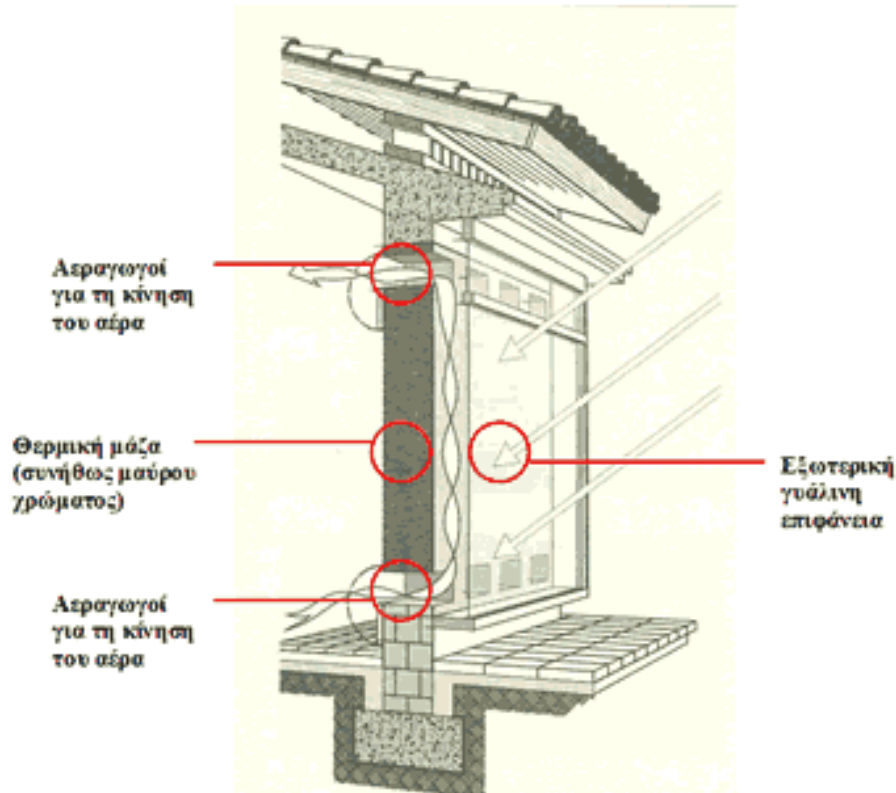
Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα.

Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού, σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα, χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά), η οποία απορροφά μέρος της θερμότητας και την «προσφέρει» στο χώρο αργότερα και έτσι διατηρείται ο χώρος θερμός για πολλές ώρες. Ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορεί να εμποδίσει τον καλοκαιρινό ήλιο που έρχεται από πιο ψηλά να μπει απ' ευθείας στο χώρο.

Τα υπόλοιπα παθητικά συστήματα είναι συστήματα έμμεσου κέρδους και ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

➤ **Ηλιακοί τοίχοι** : Έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία τζάμι (υαλοπίνακα) και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου (*τοίχος θερμικής αποθήκευσης*), είτε μέσω θυρίδων (*θερμοσιφωνικό πανέλο*) στον εσωτερικό χώρο. Συνδυασμός των δύο λειτουργιών είναι ο τοίχος μάζας με θυρίδες *τοίχος Trombe - Michel* . (Εικόνα 6)
Ο τοίχος Trombe επιτυγχάνει τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων, εκμεταλλευόμενος την άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Πρόκειται για συμπληρωματικό σύστημα άμεσης αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας, που εφαρμόζεται στις νότιες όψεις των κτιρίων, στις οποίες η επίδραση του ήλιου είναι άμεση. Η χρήση των τοίχων Trombe δεν συνιστάται για αποκλίσεις από τη νότια διεύθυνση που υπερβαίνουν τις 30°, καθώς οι απώλειες θα είναι μεγαλύτερες του 10%. Ο τοίχος κατασκευάζεται από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, όπως σκυρόδεμα και βαριές πέτρες. Στους τοίχους με βαριές πέτρες απαιτείται προσοχή

στην πλήρωση των αρμών με συνδετικό κονίαμα, ώστε να αποφεύγονται τα κενά, που λειτουργούν ως εμπόδια στην αγωγή της θερμότητας. Τα βέλτιστα πάχη των τοίχων κυμαίνονται μεταξύ 25 - 40cm. Συνήθως επιλέγεται το πάχος των 30cm του υπερμπατικού τοίχου. Η εξωτερική πλευρά του τοίχου βάφεται σε σκούρο χρώμα, ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή απορρόφηση θερμότητας, καθώς λόγω χρώματος απορροφά σχεδόν το σύνολο του ορατού φάσματος και λόγω υλικού απορροφά μεγάλο τμήμα του υπεριώδους φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας. Αντίθετα, η εσωτερική πλευρά βάφεται σε ανοιχτό χρώμα, ώστε να έχει υψηλό συντελεστή ακτινοβολίας.



Εικόνα 6, Πηγή : <http://www.michanikosapps.gr/>

Επίσης, τοποθετείται πίσω από γυάλινο πέτασμα, σε μικρή απόσταση που είναι τουλάχιστον 15cm. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, ο τοίχος συλλέγει θερμότητα στη μάζα του και την αποδίδει στο εσωτερικό, μέσω αγωγής. Όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του τοίχου, τόσο μικρότερη είναι η διακύμανση της θερμοκρασίας στον εσωτερικό χώρο και τόσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος που απαιτείται για την αγωγή της θερμότητας από τη μια πλευρά του τοίχου στην άλλη.

Στη βάση και στη στέψη του τοίχου υπάρχουν θυρίδες. Οι θυρίδες στη βάση και στη στέψη του τοίχου επιτρέπουν τη μεταφορά μέρους της θερμότητας που εγκλωβίζεται στο διάκενο μεταξύ τοίχου και εξωτερικού υαλοπετάσματος στο εσωτερικό του χώρου, βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα του συστήματος τόσο ως προς την ταχύτητα θέρμανσης του χώρου όσο και ως προς την ετήσια ενεργειακή απόδοσή του.

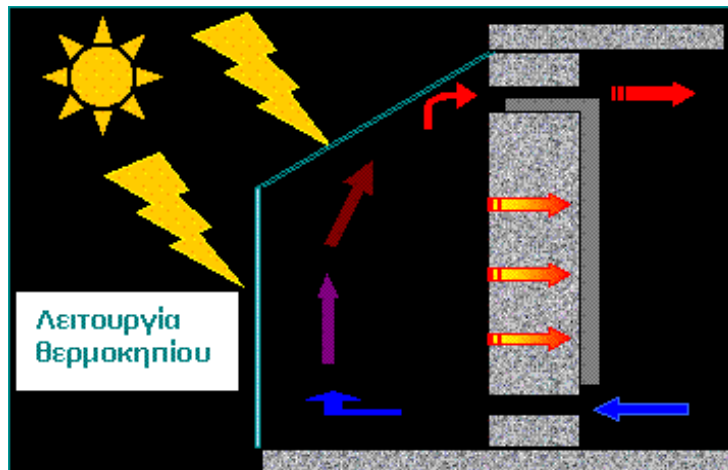
Κατά τη διάρκεια της νύχτας, η παρουσία των θυρίδων προκαλεί την αντίστροφη λειτουργία του φαινομένου, μεταφέροντας ψυχρό αέρα. Για την αποφυγή της ψύξης του χώρου επιλέγεται η φραγή των θυρίδων.

Οι διαστάσεις των ανοιγμάτων αερισμού των τοίχων Trombe υπολογίζονται σε συνάρτηση με τον προσδοκώμενο συντελεστή εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας. Εφόσον αυτός είναι μικρότερος ή ίσος με 25%, η επιφάνεια των ανοιγμάτων στην κορυφή θα πρέπει να

είναι περίπου το 3% της συνολικής επιφάνειας του τοίχου.

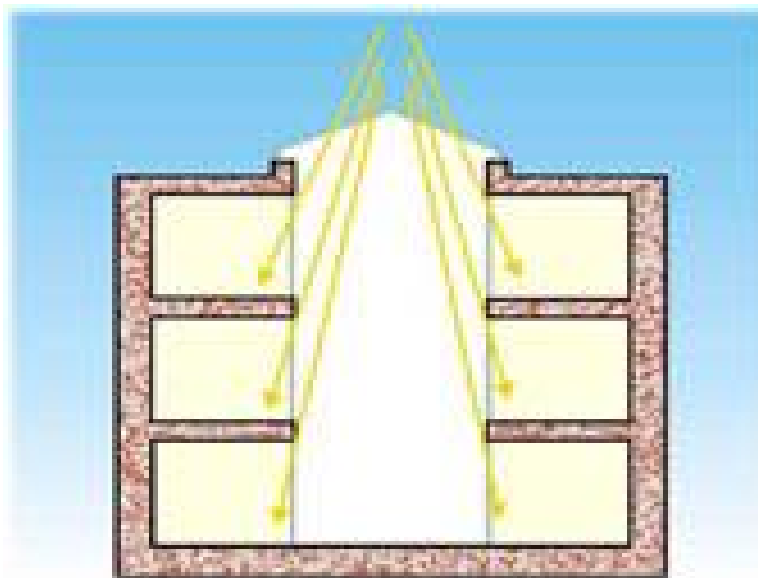
Εάν ο συντελεστής κυμαίνεται μεταξύ του 25% και 50% το αντίστοιχο ποσοστό είναι 2%, ενώ για συντελεστή μεταξύ 50% και 75% το αντίστοιχο ποσοστό είναι 1%.

- ✦ **Θερμοκήπια - Ηλιακοί χώροι** : Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο. (Εικόνα 7)



Εικόνα 7, Πηγή : <http://www.michanikosapps.gr/>

- ✦ **Ηλιακά αίθρια**: είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια. (Εικόνα 8)



Εικόνα 8 Πηγή : <http://www.michanikosapps.gr/>

Όλα τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά

συστήματα θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού. Τέλος θα πρέπει με την πάροδο του χρόνου να συντηρούνται και να αναβαθμίζονται έτσι ώστε στο εσωτερικό του κτηρίου να διατηρούνται οι συνθήκες άνεσης .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : Ο ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΗΜΕΡΑ

Σήμερα τίθεται το ζήτημα της ενεργειακής βελτίωσης του κτηρίου αλλά και η ενεργειακή του αυτονομία. Επίσης, έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνολογίες για την επίλυση αυτού του ζητήματος τα τελευταία χρόνια.

Η σωστή χρήση της ηλιακής ενέργειας στα κτήρια και ο ενεργειακός τους σχεδιασμός έχουν ένα και μοναδικό στόχο: **να εξασφαλίσουν συνθήκες θερμικής άνεσης στο εσωτερικό τους χειμώνα- καλοκαίρι με το ελάχιστο συνολικό ενεργειακό κόστος, αξιοποιώντας τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές ενέργειας (ήλιο, αέρα, έδαφος, κτλ).**

Για την επίτευξη αυτού του στόχου απαιτείται μία συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δράση στον τομέα των κατασκευών. Ένα προγραμματισμένο σύνολο τεχνικών και οικονομικών δράσεων, στο οποίο εμπλέκονται οι μελετητές, οι ερευνητές, οι κατασκευαστές, οι εταιρίες δομικών προϊόντων και οι χρήστες ενός κτηρίου.

Η σκίαση ως σημαντικός παράγοντας περιορισμού της ηλιακής κατανάλωσης στα κτήρια, αποτελεί σημαντικό κομμάτι του σχεδιασμού μιας κατασκευής. Η άριστη γνώση των κλιματικών συνθηκών και ο καθορισμός του επιθυμητού επίπεδου άνεσης, ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου, είναι μεταβλητές που καθορίζουν τα στοιχεία που ενσωματώνονται στο κέλυφος. Τα βασικά στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι τα εξής:

- Ελαχιστοποίηση της πρόσληψης θερμικής ενέργειας από τον ήλιο τη θερινή περίοδο.
- Αποτροπή της άμεσης πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας σε ανοίγματα.
- Εισαγωγή φωτός στο εσωτερικό των κτηρίων με, κατά τα δυνατόν, ομοιόμορφη διάχυση της φωτεινής ακτινοβολίας.
- Ελάχιστη επίδραση στη θέα από τα ανοίγματα.

Οι δύο τελευταίες προϋποθέσεις δημιουργούν την απαίτηση για χρήση ημιδιαπερατών προϊόντων σκίασης έναντι των τελείως αδιαφανών, όπως είναι τα πατζούρια, οι αδιαφανείς μεμβράνες ή οι κουρτίνες κτλ.

Η τοποθέτηση σκιάστρων στα ανοίγματα του κτηρίου αποτελούν μία μέθοδο ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο κτήριο.

Σημαντικό ρόλο παίζει ο προσανατολισμός των ανοιγμάτων και ο κατάλληλος τρόπος για ικανοποιητική σκίαση αυτών είναι αρχικά η εξέταση και ανάλυση θέσης κατασκευής και έπειτα η πρόταση αποκατάστασης όψεων με τη βοήθεια των τρόπων σκίασης όπως το μεμονωμένο (τμηματικό) (Εικόνα 9) και το περιμετρικό κέλυφος (Εικόνα 10).



Εικόνα 9, Πηγή: <http://www.ktirio.gr/>



Εικόνα 10, Πηγή: <http://www.ka-properties.gr/>

3.1 Κριτήρια σχεδιασμού των συστημάτων σκίασης

Για τον προσδιορισμό του κατάλληλου συστήματος σκίασης θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η ηλιακή ακτινοβολία δεν μεταφέρει μόνο φως αλλά και θερμότητα και θα πρέπει κατά περίπτωση να καθορίζεται σε ποιο βαθμό κάποιο ή και τα δύο αυτά στοιχεία πρέπει να περιοριστούν.

Η σκίαση των παραθύρων με διάφορα μέσα είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος για τη μείωση μετάδοσης της ηλιακής θερμικής ενέργειας στο εσωτερικό του κτηρίου. Ο έλεγχος του ηλιασμού των ανοιγμάτων μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με ελάττωση της ακτινοβολίας (ανακλαστικά κρύσταλλα, σκίαστρα) είτε με κατάργησή της (πατζούρια, αδιαφανείς κουρτίνες, κτλ) είτε με απορρόφηση ακτινοβολίας (απορροφητικά κρύσταλλα, κτλ).

Σημαντικά στοιχεία για την επιλογή του κατάλληλου τρόπου σκίασης είναι η σχεδιαστική και λειτουργική απλότητα, το κόστος του, η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου και η κατά το δυνατόν αξιοποίηση των φυσικών πηγών ενέργειας για τις λειτουργίες του κτηρίου.

Κατόπιν επιλέγονται τα στοιχεία ηλιοπροστασίας από διάφορα υλικά, τα οποία μπορεί να είναι εποχιακά, μόνιμα, κινητά, εσωτερικά ή εξωτερικά, με λειτουργία που εξαρτάται από το χρήστη ή ενταγμένα σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης κτηρίου (*“έξυπνα κτήρια”*¹). Σε κάθε περίπτωση, οι απλοί κανόνες φυσικής, γεωμετρίας, στοιχεία τοπογραφίας και κλιματικά χαρακτηριστικά μπορούν να καθορίσουν το βέλτιστο σύστημα ανά περίπτωση.

Η επιλογή του τύπου ηλιοπροστασίας εκτός από τη βελτίωση των ενεργειακών χαρακτηριστικών του κτηρίου, μπορεί να συμβάλλει επίσης σημαντικά και τη διαμόρφωση του αρχιτεκτονικού ιδιότυπου του κτηρίου.

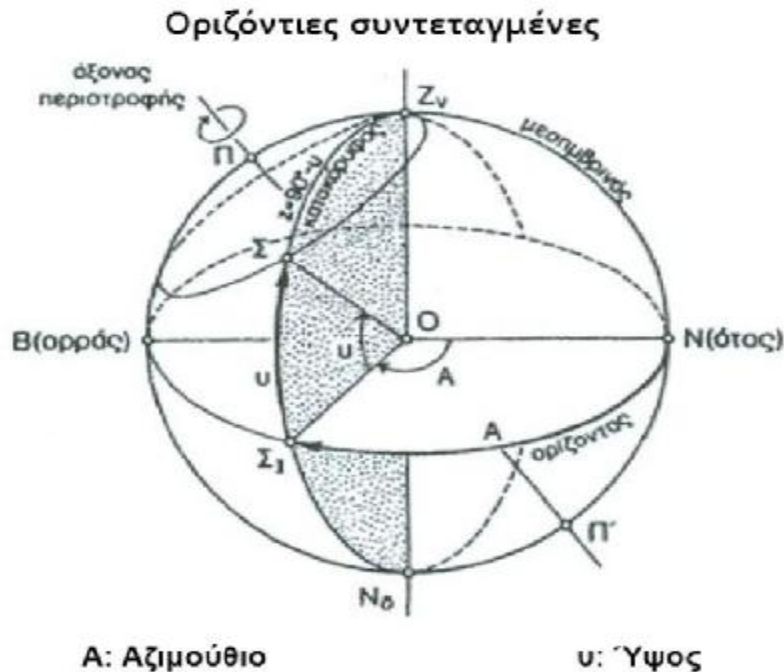
3.1.1 Θέση της κατασκευής

Το γεωγραφικό πλάτος αναφέρεται για το λόγο ότι η τοποθεσία της κατασκευής παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή του κατάλληλου συστήματος, καθώς, όπως είναι προφανές, το επιθυμητό επίπεδο σε θερμές περιοχές είναι διαφορετικό από αυτό σε ψυχρές περιοχές. Για το σκοπό αυτό απαραίτητη είναι η γνώση ορισμένων στοιχείων της ηλιακής γεωμετρίας. Ένα επίσης σημαντικό στοιχείο που πρέπει να διερευνηθεί κατά την επιλογή του κατάλληλου συστήματος είναι η σκίαση που προσφέρουν οι γειτονικές κατασκευές ή η υπάρχουσα βλάστηση. Το βόρειο γεωγραφικό πλάτος (Β.Γ.Π) για την περιοχή της Πάτρας είναι 38°.

¹ Είναι ένας φυσικός χώρος που διαθέτει διασυνδεδεμένα μεταξύ τους διάφορα υποσυστήματα, όπου με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού και ειδικών χειριστηρίων για τον έλεγχο τους παραγοντοποιούνται και συνεργάζονται μεταξύ τους σαν ένα. Είναι ένας χώρος φυσικός ο οποίος διαθέτει τεχνητή νοημοσύνη, ο οποίος ελέγχει, συγκρίνει, εκτελεί, απορρίπτει, ενημερώνει, ενημερώνεται, λειτουργεί εντελώς αυτόματα ή κατά βούληση του ιδιοκτήτη ημιαυτόματα και χειροκίνητα. Δεν χρειάζεται να αντιμετωπίσει κάποιο πρόβλημα αν χαλάσει ένα εξάρτημά του και πάνω απ' όλα δεν εξαρτάται από έναν τεχνικό ή μια εταιρεία αλλά από πλήθος τεχνικών ή καλύτερα από πρότυπα τεχνολογίας και υποδομών που δεν αλλοιώνονται στο χρόνο ούτε από επιχειρηματικούς παράγοντες αλλά ούτε από τεχνολογικές εξελίξεις, αλλά αντιθέτως ακολουθούν την εξέλιξη σε παγκόσμιο επίπεδο ανεξάρτητα από εταιρίες και ελεύθερους επαγγελματίες της μιας νύχτας. Η βασική ιδέα πίσω από το έξυπνο κτήριο και τον κτιριακό αυτοματισμό γενικότερα είναι να τροφοδοτηθεί μία κατασκευή με διάφορους αυτοματισμούς όπως αισθητήρες και συστήματα ελέγχου και σύμφωνα με αυτά να έχει παροχή θερμότητας, κλιματισμού, φωτισμού και πολλών άλλων υπηρεσιών. Προσαρμόζοντας περαιτέρω τους μηχανισμούς του κτηρίου στις ανάγκες του κατόχου του, το έξυπνο κτήριο μπορεί να παρέχει ένα πιο ασφαλές, πιο άνετο και πιο οικονομικό κατάλυμα.

3.1.2 Βασικά στοιχεία ηλιακής γεωμετρίας

Τα όρια της επιφάνειας σκίασης σε μία όψη είτε από ένα ειδικά σχεδιασμένο σύστημα σκίασης είτε από ένα γειτονικό αντικείμενο μπορούν να βρεθούν με προβολή της περιμέτρου του αντικειμένου που δημιουργεί σκιά στην αντίστοιχη όψη. Οι ευθείες της προβολής είναι παράλληλες με τις ακτίνες του ηλίου. Η κατεύθυνση των ηλιακών ακτίνων σε σχέση με την επιφάνεια μιας όψης καθορίζεται από δύο γωνίες, το αζιμούθιο και το ύψος.



Εικόνα 11, Πηγή : <https://www.google.com/>

Η οριζόντια γωνία σκίασης είναι η γωνία μεταξύ της διεύθυνσης του αζιμούθιου της όψης και του ηλιακού αζιμούθιου (Εικόνα 11). Η κατακόρυφη γωνία σκίασης προσδιορίζεται από την οριζόντια γωνία σκίασης και το ηλιακό ύψος. Οι δύο αυτές γωνίες εξαρτώνται από τη δεδομένη χρονική στιγμή, την ημερομηνία, το γεωγραφικό πλάτος του τόπου και τον προσανατολισμό της όψης, αλλά είναι εντελώς ανεξάρτητες από το σχήμα ή τη θέση της επιφάνειας που δημιουργεί τη σκίαση.

Ο υπολογισμός των ηλιακών γωνιών γίνεται μέσω νομογραφημάτων, ηλιακών διαγραμμάτων και τα τελευταία χρόνια μέσω ειδικών προγραμμάτων ηλεκτρονικού υπολογιστή. Ο καθορισμός της σκίασης στις όψεις της κατασκευής μπορεί να πραγματοποιηθεί πολύ πιο εύκολα με την κατασκευή μιας μακέτας του έργου, η οποία τοποθετείται σε ένα ηλίοδο, το οποίο είναι ένας μηχανισμός με φωτιστικά σώματα που προσομοιώνουν την πηγή φωτός, δηλαδή τον ήλιο.

Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να υπάρχει μία ακριβής εκτίμηση της κατάστασης σκιασμού του κτηρίου κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου, καθώς υπάρχει δυνατότητα κίνησης των φωτιστικών σωμάτων, ούτως ώστε να προσομοιώνουν την κίνηση του ήλιου.

3.1.3 Χρήση κτηρίου

Η χρήση του κτηρίου καθορίζει το είδος της επιλεγόμενης ηλιοπροστασίας, καθώς σύμφωνα με αυτήν αποφασίζεται πού θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερο βάρος κατά τον σχεδιασμό,

δηλαδή σε μέτρα ηλιοπροστασίας για την καλοκαιρινή ή τη χειμερινή περίοδο. Δηλαδή, στην περίπτωση του συγκροτήματος του Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας της Πάτρας, για την ηλιοπροστασία των κτηρίων, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή διότι χρησιμοποιείται και τις δύο περιόδους του χρόνου.

3.1.4 Προσανατολισμός ανοιγμάτων και τύπος σκίασης

Η ορθολογική χρήση της ενέργειας στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική επιτυγχάνεται είτε με σχεδιαστικούς χειρισμούς είτε με διάφορες τεχνικές στην κατασκευή του κτηρίου.

Η κατάλληλη σκίαση μπορεί να επιτευχθεί πολύ πιο εύκολα για τα ανοίγματα της νότιας όψης, παρά για τα ανοίγματα της ανατολικής ή δυτικής όψης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι είναι μεγαλύτερη στη νότια όψη και οι κατάλληλου μεγέθους προεξοχές ή οριζόντια σκίαστρα μπροστά από τα ανοίγματα προσφέρουν ικανοποιητική σκίαση.

Επιπροσθέτως, τα ανοίγματα των υαλοπινάκων της νότιας όψης με κλίση προς τα έξω αυξάνει το ποσοστό της ανακλώμενης ακτινοβολίας ακόμη περισσότερο σε σχέση με τους υαλοπίνακες στην κατακόρυφη θέση. Τα ανατολικά και τα δυτικά ανοίγματα έχουν τη δυσμενέστερη συμπεριφορά όλο το χρόνο, γι 'αυτό συνιστώνται μόνο όπου είναι απαραίτητα για λόγους φωτισμού, αισθητικής ή θέας. Ιδιαίτερα η ύπαρξη δυτικών ανοιγμάτων είναι πολύ δυσμενής το καλοκαίρι, καθώς τα ανοίγματα δέχονται την άμεση ηλιακή ακτινοβολία μετά το μεσημέρι.

Γενικά, θα πρέπει να επισημανθεί ότι στα ανατολικά και στα δυτικά ανοίγματα, τους θερινούς μήνες που ο ήλιος έρχεται από χαμηλά και για αρκετή ώρα, πρέπει να προβλέπεται σκίαση, κατά προτίμηση εξωτερική και κατακόρυφου τύπου (περιμετρικό κέλυφος, πατζούρια, ρολά, κτλ). Επιθυμητή είναι επίσης και η σκίαση του κτηρίου με τη βλάστηση (αιθαλή ή και φυλλοβόλα δέντρα, αναρριχώμενα φυτά σε πέργκολες ή μπροστά από παράθυρο κτλ), η οποία προσφέρει και δροσισμό λόγω της εξάτμισης από τα φύλλα.

Οι όψεις ενός κτηρίου δέχονται τη μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία, όταν ο ήλιος είναι ακριβώς μπροστά από αυτές και μάλιστα σε γωνία 30° έως 35° σε σχέση με τον ορίζοντα. Η ακριβής χρονική στιγμή που συμβαίνει εξαρτάται από τον προσανατολισμό τους. Η ανατολική και η δυτική όψη δέχονται τη μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία, τον Ιούνιο, ενώ τα ανοίγματα της νότιας όψης έχουν την ίδια "εμπειρία" από το Νοέμβριο έως το Φεβρουάριο.

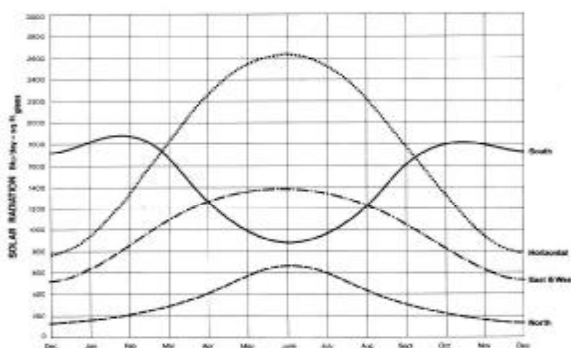


Fig. IV-98: Comparison of window orientations.
Note: This graph represents clear-day solar radiation values, on the surfaces indicated, for 40°N .

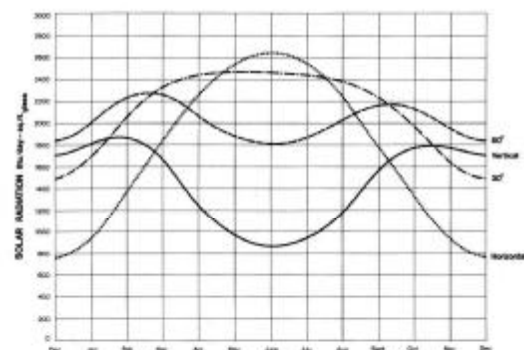


Fig. IV-100: Comparison of south-facing tilted surfaces.
Note: This graph represents clear-day solar radiation values, on the surfaces indicated, for 40°N .

Εικόνα 12, Πηγή: The passive solar energy book, Edwart Mazria

Σε όλες τις περιπτώσεις που δεν μπορεί να διασφαλιστεί ο νότιος προσανατολισμός σε μία κατασκευή, με μέγιστη αποδεκτή απόκλιση συν-πλην 25°, μπορεί να προταθούν σχεδιαστικές λύσεις, ώστε το κτήριο να ηλιαζέται και να φωτίζεται ικανοποιητικά με φυσικό τρόπο, χωρίς παράλληλα να δημιουργούνται δευτερογενή προβλήματα, όπως η επιβάρυνση με πρόσθετο θερμικό φορτίο αλλά και μείωση της οπτικής άνεσης.

Σημειώνεται ότι τα βορινά ανοίγματα συμβάλλουν στην ποιότητα φωτισμού των χώρων, διότι δέχονται διάχυτο φως και όχι άμεσο και συνιστώνται για χώρους που χρησιμοποιούνται κυρίως κατά τη θερινή περίοδο, όπως ξενοδοχεία και παραθεριστικές κατοικίες. Η συνολική τους επιφάνεια πρέπει όμως να είναι περιορισμένη, διότι παρουσιάζουν μεγάλες θερμικές απώλειες και επιβάρυνση του ενεργειακού ισοζυγίου κατά τη χειμερινή περίοδο. Στις νότιες όψεις μία κάλυψη της επιφάνειας με ανοίγματα σε ποσοστό 60% αποτελεί μία ενεργειακά αποτελεσματική πρόταση για τη θέρμανση των χώρων με φυσικό τρόπο από την ηλιακή ακτινοβολία κατά τη χειμερινή περίοδο εφόσον βέβαια προβλεφθεί η ικανή και αναγκαία σκίασή τους κατά τη θερινή περίοδο και προστασία έναντι των απωλειών θερμότητας και τις νυχτερινές ώρες της χειμερινής περιόδου.

Table IV-9a Sizing Solar Windows for Different Climatic Conditions ¹

Average Winter Outdoor Temperature (°F) (degree-days/mo.) ²	Square Feet of Window ³ Needed for Each One Square Foot of Floor Area
Cold Climates	
15° (1,500)	0.27–0.42 (w/night insulation over glass)
20° (1,350)	0.24–0.38 (w/night insulation over glass)
25° (1,200)	0.21–0.33
30° (1,050)	0.19–0.29
Temperate Climates	
35° (900)	0.16–0.25
40° (750)	0.13–0.21
45° (600)	0.11–0.17

NOTES: 1. These ratios apply to a residence with a space heat loss of 8 to 10 Btu/day-sq ft_{int}-°F. If space heat loss is less, lower values can be used. These ratios can also be used for other building types having similar heating requirements. Adjustments should be made for additional heat gains from lights, people and appliances.

2. Temperatures and degree-days are listed for December and January, usually the coldest months. Consult Appendix G for the average daily temperature for your location.

3. Within each range, choose a ratio according to your latitude. For southern latitudes, i.e., 35°N, use the lower window-to-floor-area ratios; for northern latitudes, i.e., 48°N, use the higher ratios.

Εικόνα 13 Πηγή: The passive solar energy book, Edwart Mazria

Τα νότια ανοίγματα δέχονται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία τον χειμώνα με το κατάλληλο οριζόντιο σκίαστρο και ελάχιστη το καλοκαίρι.

3.1.5 Θέση σκιάστρων στο κέλυφος

Η τοποθέτηση σκιάστρων στα ανοίγματα αποτελεί μία μέθοδο ελέγχου της πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας.

Σκίαστρα ανοιχτόχρωμου χρώματος ανακλούν μέρος της ηλιακής ενέργειας και απορροφούν την υπόλοιπη. Το γεγονός αυτό προκαλεί την θέρμανση των σκιάστρων μέχρι να φτάσουν σε μία κατάσταση, στην οποία όση ακτινοβολία δέχονται από τον ήλιο, τόση να μεταδίδουν προς τα έξω. Έχει μετρηθεί ότι οι ανοιχτόχρωμες περσίδες με κλίση περίπου 20° απορροφούν περίπου τη μισή άμεση ηλιακή ακτινοβολία και ανακλούν περίπου το 35% στο εξωτερικό περιβάλλον. Εάν οι περσίδες βρίσκονται στο εσωτερικό του κτηρίου, το μεγαλύτερο ποσοστό της απορροφηθείσας ενέργειας μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο και συνεισφέρει στη αύξηση του θερμικού φορτίου του. Στην περίπτωση που οι περσίδες

βρίσκονται στο εξωτερικό του κτηρίου, το μεγαλύτερο ποσοστό της ηλιακής ενέργειας μεταφέρεται στο εξωτερικό περιβάλλον και το θερμικό φορτίο είναι μικρότερο. Στην περίπτωση που οι περσίδες τοποθετούνται στο διάκενο μεταξύ υαλοπινάκων η απορροφηθείσα ενέργεια αποδίδεται τόσο στο εσωτερικό του χώρου όσο και στο εξωτερικό περιβάλλον. Οι ιδιότητες αυτού του συστήματος είναι γενικά μέτριες όσον αφορά την ελάττωση του θερμικού φορτίου στο εσωτερικό ενός ηλιασμένου χώρου. Η τοποθέτησή τους εξωτερικά είναι η βέλτιστη από ενεργειακή άποψη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

4.1 Συστήματα εξωτερικής ηλιοπροστασίας

Τα συστήματα εξωτερικής ηλιοπροστασίας θεωρούνται σήμερα ως η καλύτερη λύση για εξοικονόμηση ενέργειας και εκμετάλλευση του φυσικού φωτός λόγω της ικανότητάς τους να συγκρατούν την ηλιακή θερμική ενέργεια στο εξωτερικό του κτηρίου, δηλαδή πριν αυτή εισέλθει στο εσωτερικό του.

Η επιλογή του τύπου, των διαστάσεων και της διεύθυνσης τοποθέτησης των συστημάτων αυτών διαφοροποιείται ανάλογα με τον προσανατολισμό της κάθε όψης αλλά και ανάλογα με το μέγεθος των ανοιγμάτων. Μπορεί να είναι είτε κινητά είτε σταθερά (περιστρεφόμενα ή αναδιπλούμενα). Τα σταθερά συστήματα έχουν γενικά χαμηλότερο κόστος από τα κινητά και απαιτούν ελάχιστες ενέργειες συντήρησης και καθαρισμού.

Σημαντική είναι η συμβολή των συστημάτων εξωτερικής ηλιοπροστασίας και στον περιορισμό της θάμβωσης.

Προτιμάται η εσωτερική επιφάνεια των συστημάτων σκίασης να είναι σκουρόχρωμη, σε αντίθεση με την εξωτερική, η οποία πρέπει να είναι ανοιχτόχρωμη για τη μείωση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας. Το σκούρο χρώμα στο εσωτερικό δεν επηρεάζει το φως που ανακλάται στην οροφή, καθώς αυτό εισέρχεται κυρίως από την άνω επιφάνεια των περσίδων. Στην περίπτωση που οι περσίδες του συστήματος σκίασης τοποθετηθούν σε κατακόρυφη θέση, η μετάδοση της ακτινοβολίας εξαρτάται από την οριζόντια ηλιακή ακτίνα και όχι την κατακόρυφη. Η πιο σημαντική διαφορά είναι ότι η πιθανότητα θάμβωσης είναι μεγαλύτερη. Επίσης το φως που μεταφέρεται δεν διαχέεται τόσο ομοιόμορφα, όσο με τις περσίδες σε οριζόντια θέση.

Τα συστήματα εξωτερικής ηλιοπροστασίας συχνά αποτελούν τμήματα του κτηρίου, με τα οποία με δημιουργική φαντασία και σχεδιαστική ευελιξία ενσωματώνονται με αρμονία στην όψη. Μπορούν επίσης να αποτελούν ανεξάρτητα τμήματα της υπάρχουσας κατασκευής και να τοποθετηθούν οποιαδήποτε χρονική στιγμή με ελάχιστες εργασίες και κόστος. Καθοριστικό στοιχείο για την επιλογή του υλικού των συστημάτων εξωτερικής ηλιοπροστασίας, εκτός από τους λόγους αισθητικής, οι οποίοι μπορεί να οδηγήσουν σε ανορθολογικές επιλογές, είναι η ανθεκτικότητα των υλικών στις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διάφορα συστήματα:

4.1.1 Εξωτερικά φύλλα σκίασης διαφόρων τύπων στο κούφωμα

Τα πιο συνήθη, στην Ελλάδα, συστήματα εξωτερικής ηλιοπροστασίας αποτελούνται από ένα πλαίσιο με μεταλλικές (συνήθως αλουμινίου), πλαστικές ή ξύλινες γρίλιες (ενετικού τύπου), το οποίο στηρίζεται ή αποτελεί μέρος του πλαισίου του κουφώματος (πατζούρια, ρολά).

Αντί για γρίλιες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταμπλάδες, οι οποίοι όμως παρεμποδίζουν πλήρως της είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτηρίου, επομένως είναι επιβεβλημένη η χρήση τεχνητού φωτισμού στο εσωτερικό του κτηρίου και κατά τις φωτεινές ώρες. Εάν τα εξωτερικά φύλλα σκίασης αποτελούν μέρος μιας ολοκληρωμένης λύσης κουφώματος, τέτοιου είδους συστήματα μπορούν να τοποθετηθούν σε ήδη υπάρχοντα συστήματα με ελάχιστες εργασίες και κόστος τοποθέτησης.

Τα εξωτερικά φύλλα σκίασης μπορεί να είναι είτε ανοιγώμενα είτε συρόμενα (Εικόνα 14) είτε περιελισσόμενα σε ρολό. Μειονεκτήματα των συστημάτων με κουτί ρολού επάνω από το κούφωμα είναι η δυσχέρεια αποφυγής θερμογεφυρών σε αυτό. Συχνά τέτοια συστήματα αποτελούν σημεία αυξημένων απωλειών θερμικής ενέργειας, ακόμη και αν το υπόλοιπο κούφωμα έχει άριστες θερμομονωτικές ιδιότητες.



Εικόνα 14, Πηγή: ATRA Group

Συνήθως η γωνία υπό την οποία τοποθετούνται οι γρίλιες στο πλαίσιο είναι σταθερή, υπάρχουν όμως συστήματα, στα οποία η γωνία καθορίζεται χειροκίνητα ή αυτόματα με τη χρήση κομβίου.

Οι οριζόντιες γρίλιες με πλάτος μεγαλύτερο των κενών ανάμεσά τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο και την κατάργηση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας που διέρχεται από ένα παράθυρο καθώς και κατά όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Με τα συστήματα αυτά ο φωτισμός του χώρου είναι εφικτός μέσω του ηλιακού φωτός και επιτυγχάνεται μέσω διάχυσης σύμφωνα με τον ακόλουθο μηχανισμό.

Το φως που εισέρχεται στο δωμάτιο ανακλάται τουλάχιστον μία φορά στις γρίλιες του εξωφύλλου. Η ποσότητα του φωτός που περνά τις γρίλιες ενετικού τύπου εξαρτάται από το χρώμα τους, την γωνία την οποία τοποθετούνται και την θέση του ηλίου στον ουρανό. Ένα σημαντικό ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας (περίπου η μισή) περνάει στο εσωτερικό, ανακλάται στην οροφή και στη συνέχεια διαχέεται στο χώρο, συμβάλλοντας στο φωτισμό του μέσω διάχυσης. Το υπόλοιπο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας εισέρχεται στο χώρο ως διάχυτο φως από τις γρίλιες.

Σπανιότερα χρησιμοποιούνται αντί για γρίλιες μεμβράνες, σε διάφορους χρωματισμούς ή διαφανείς.

Οι μεμβράνες τζαμιών είναι σύνθεση επάλληλων στρώσεων πολυεστερικών φύλλων με ατμούς μετάλλων ή και κόλλας. Στην απλούστερη μορφή τους, αποτελούνται από ένα στρώμα πολυεστέρα στη μια επιφάνεια του οποίου εφαρμόζεται μια αντιχαρακτική επικάλυψη.

Όταν το προστατευτικό κάλυμμα αφαιρείται, αυτή η πλευρά της μεμβράνης με την κόλλα εφαρμόζεται στην επιφάνεια του τζαμιού.

Η απόδοση και η ανθεκτικότητα της μεμβράνης προσδιορίζεται από το είδος και την ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται κατά την κατασκευή του.

Ενδεικτικά τα κύρια μέρη της μεμβράνης είναι:

- Προστατευτικό Κάλυμμα (Liner):

Ένα λεπτό φιλμ συνήθως από πολυεστέρα χρησιμοποιείται για να καλύψει την κόλλα από τυχόν φθορά πριν την τοποθέτηση της μεμβράνης στο τζάμι.

- Ακρυλική κόλλα με φίλτρο UV :

Πρόκειται για ειδικού τύπου ακρυλική κόλλα η οποία τοποθετείται για να προσδώσει στο φιλμ προστασία από την υπεριώδη UV ακτινοβολία.

- Φύλλο πολυεστέρα :

Πρόκειται για ένα ισχυρό, υψηλής καθαρότητας και ποιότητας πολυεστερικό φύλλο. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με μια κόλλα πλαστικοποίησης μιας και υπάρχει δυνατότητα πολυστρωματικής δομής με την χρησιμοποίηση περισσότερων από ενός φύλλων.

- Ακρυλική κόλλα:

Υψηλής ποιότητας ακρυλική κόλλα παρόμοια με αυτές που χρησιμοποιούνται στις αυτοκινητοβιομηχανίες, που εφαρμόζει απόλυτα στην πολυεστέρα. Διατηρεί υψηλή πρόσφυση ακόμα και σε περιπτώσεις κυρτών υαλοπινάκων .

- Ατμοί μετάλλων σε πολυεστέρα:

Με την προσθήκη ατμών μετάλλων επιτυγχάνεται περισσότερη σταθερότητα απέναντι στην UV ακτινοβολία και περισσότερη ελαστικότητα στην μεμβράνη, ώστε το τελικό αποτέλεσμα να έχει τις ιδιότητες που απαιτούνται ανάλογα το είδος και την χρήση της μεμβράνης.

- Αντιχαρακτική επικάλυψη:

Πρόκειται για μια σκληρή ακρυλική επικάλυψη η οποία παρέχει προστασία στην πολυεστέρα από τυχόν γρατζουνιές και γδαρσίματα σε περιπτώσεις που εφαρμόζεται στην εξωτερική πλευρά. Όταν τοποθετηθεί η μεμβράνη στον υαλοπίνακα , είναι πολύ πιθανόν να παρατηρηθούν μικροί θύλακες νερού ή μια μικρή υγρασία στο τζάμι. Αυτό είναι επακόλουθο της διαδικασίας τοποθέτησης. Ανάλογα με τον τύπο των μεμβρανών και τις καιρικές συνθήκες, μπορεί να χρειαστούν έως και 30 ημέρες ώστε να αποβληθεί το νερό που έχει απομείνει .

Ένα κύριο χαρακτηριστικό των μεμβρανών είναι πως δε σκουριάζουν , ούτε και διαβρώνονται. Με την εφαρμογή της μεμβράνης στο τζάμι σχεδόν το 80% της υπεριώδους ηλιακής ενέργειας μπορεί να εμποδιστεί . Οι ειδικές χρωστικές ουσίες , τα μέταλλα ή η νανοτεχνολογία που περιέχει η μεμβράνη δρουν ως εμπόδια , είτε απορροφώντας είτε ανακλώντας την ενέργεια αυτή. Οι ιδιότητες των μεμβρανών που θα χρησιμοποιηθούν επιλέγονται βάσει των αναγκών του χώρου που θα τοποθετηθούν.

Οι μεμβράνες ανάλογα με τις ιδιότητες τους διακρίνονται σε:

- Αντιηλιακές– ανακλαστικές μεμβράνες:

Ένας τρόπος για την ελάττωση της εισροής θερμικής ενέργειας είναι η αντανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας που πραγματοποιείται με την μεταλλική επίστρωση του γυαλιού.

Αναλυτικότερα, υπάρχει δυνατότητα για βελτίωση της ανάκλασης του υαλοπίνακα, με την επικάλυψη αυτού με ειδικά ανακλαστικά επιστρώματα όπως μεμβράνες ή φιλμς. Οι ανακλαστικοί υαλοπίνακες επηρεάζουν ταυτόχρονα και τη διέλευση του φυσικού φωτός μέσω αυτών, οπότε είναι αναγκαίο πριν την τοποθέτησή τους να προσδιοριστούν οι απαιτήσεις σε φωτισμό του χώρου.

- Μεμβράνες χαμηλής εκπομπής :

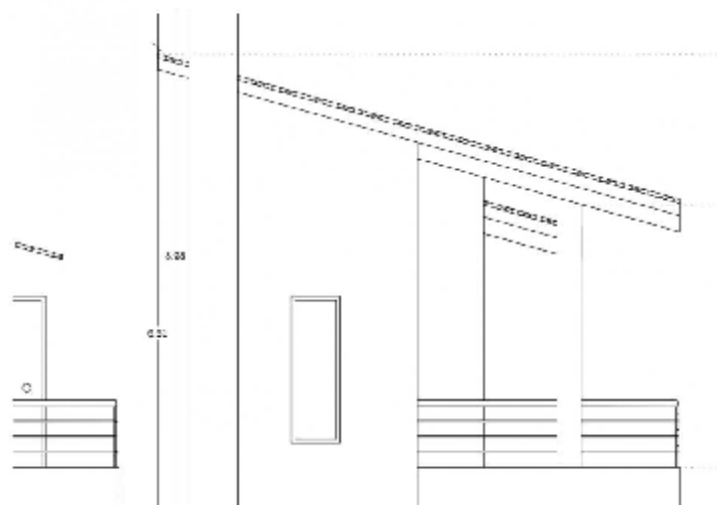
Οι μεμβράνες χαμηλής εκπομπής (Low - E) εφαρμόζονται σε διπλούς υαλοπίνακες .Οι μεμβράνες αυτές έχουν μικρό συντελεστή εκπομπής 13 έως το 0.07, δηλαδή μόλις το 7% της ενέργειας που απορροφάται από το τζάμι να επανεκπέμπεται προς το περιβάλλον. Αυτό οδηγεί σε μείωση της απώλειας θερμότητας τον χειμώνα έως 43% (σύμφωνα με έρευνα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής – Energy Efficiency in Buildings), με αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση.

- Μεμβράνες αντι- αντανάκλαστικές:

Η μεμβράνη αυτή εγκαθίσταται στην εσωτερική επιφάνεια τζαμιών όταν επιδιώκεται η μείωση των αντανάκλασεων σε αυτό. Έχει εφαρμογή σε χώρους έντονου εσωτερικού φωτισμού, όπως στούντιο φωτογράφισης, κέντρα διασκέδασης κ.α.

4.1.2 Σταθερά προστεγάσματα-προεξοχές κτηρίου

Η εξωτερική ηλιοπροστασία μπορεί να παρέχεται από στοιχεία του κελύφους οριζόντια ή κατακόρυφα, που εκτός από τη σκίαση καθορίζουν σημαντικά την αρχιτεκτονική της όψης. Κατασκευάζονται από σκυρόδεμα ή μεταλλικά πλαίσια, στα οποία στερεώνονται σκίαστρα διαφόρων τύπων, διάτρητα ελάσματα ή πλέγματα από αλουμίνιο, χαλκό, χάλυβα, κτλ. Επίσης διατίθενται και στην αγορά συστήματα με περσίδες από γυαλί, ξύλο ή από διάφορα συνθετικά υλικά. Τα οριζόντια προστεγάσματα είναι ιδανικά για την προστασία των ανοιγμάτων της νότιας όψης, ενώ σπανίως ικανοποιούν και της ανάγκες της δυτικής και ανατολικής όψης. Δεν ενδείκνυται για τις βόρειες όψεις. Δεν εμποδίζουν τη θέα από τα ανοίγματα με τη δημιουργία σκιών, ενώ η αποτελεσματικότητά τους είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο πιο μεγάλη είναι η εσοχή στην οποία βρίσκεται το παράθυρο και όσο ψηλότερα στον ορίζοντα είναι ο ήλιος (δηλ. τις μεσημεριανές ώρες). (Εικόνα 15)



Εικόνα 15, Πηγή: <http://www.michanikos.gr/>

Το μήκος των οριζόντιων προστεγασμάτων για τα ανοίγματα της νότιας όψης είναι λίγο μικρότερα από το μήκος του παραθύρου για την περίοδο 21^η Μαρτίου έως 21^η Σεπτεμβρίου (περίοδος με μεγαλύτερο ηλιακό φορτίο). Στην περίπτωση ανοιγμάτων με απόκλιση έστω κατά 30° ανατολικά ή δυτικά, το μήκος των προστεγασμάτων αυξάνεται σημαντικά και ξεπερνά σε ορισμένες περιπτώσεις το διπλάσιο του ύψους του παραθύρου. Είναι προφανές, ότι τόσο για λόγους κατασκευαστικούς, όσο και για λόγους αισθητικής, το μήκος των προστεγασμάτων δεν μπορεί να υπερβεί τα 1,6μ-1,8μ επομένως η σκίαση για τις ανατολικές και δυτικές όψεις καθίσταται δυσχερής. Η ιδανική σκίαση της ανατολικής και δυτικής όψης είναι τα κατακόρυφα σκιάστρα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για τις βορινές όψεις για την προστασία τους από τον ήλιο νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα το καλοκαίρι.

Η κατασκευή προστεγασμάτων στα ανοίγματα αποδεικνύεται ανεπαρκής για τη σκίαση, όταν η τροχιά του ήλιου είναι χαμηλή επομένως στη περίπτωση αυτή χρειάζεται η χρήση εξωφύλλων με ταμπλάδες ή με γρίλιες. Στην περίπτωση που ο οικονομικός προϋπολογισμός μιας κατασκευής είναι περιορισμένος ως προς τις δαπάνες σκίασης, προέχει να προστατευθούν η νότια και η δυτική όψη του κτηρίου, καθώς ο πρωινός ήλιος που επιβαρύνει την ανατολική όψη δεν είναι τόσο δυνατός.

Το χρώμα των σκιάστρων επηρεάζει σημαντικά τις συνθήκες διαβίωσης στο εσωτερικό. Ανοιχτού χρώματος σκιάστρα επιτυγχάνουν τη βέλτιστη εκμετάλλευση του φυσικού φωτός μέσω της διάχυσης, ενώ τα πιο σκούρα χρώματα πρέπει να χρησιμοποιούνται στην περίπτωση που είναι επιθυμητό το μέγιστο επίπεδο προστασίας από τη φωτεινή και τη θερμική ηλιακή ακτινοβολία.

4.1.3 Συστήματα σκίασης σε ανεξάρτητο σκελετό στην όψη (περσίδες)

Σκιάστρα από αλουμίνιο, μέταλλο, ξύλο γυαλί κτλ. που στηρίζονται σε ανεξάρτητο σκελετό στη όψη των κτηρίων χρησιμοποιούνται πλέον αρκετά συχνά για τη σκίαση μεγάλων επιφανειών από γυαλί στα σύγχρονα κτήρια και συχνά αποτελούν ιδιαίτερο αρχιτεκτονικό στοιχείο της όψης. Οι περσίδες μπορεί να είναι σταθερές, υπάρχει όμως η δυνατότητα ελέγχου των ιδιοτήτων τους όσον αφορά την παρεχόμενη σκίαση και στο φυσικό φωτισμό του χώρου με περιστροφή τους που ελέγχεται ηλεκτρονικά.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ένα σταθερό σύστημα σκίασης σε μία όψη με νότιο προσανατολισμό είναι αποτελεσματικό, απλό στη σύλληψη και οικονομικό. Δεν συμβαίνει όμως κάτι τέτοιο για τις ανατολικές και δυτικές όψεις, η σκίαση των οποίων είναι ένα πιο σύνθετο πρόβλημα. Στην περίπτωση αυτή συστήνονται συστήματα περσίδων συνήθως κινητών με ελεγχόμενη περιστροφή, είτε περί τον οριζόντιο είτε περί τον κατακόρυφο άξονα.

Το σύστημα στήριξης μπορεί να είναι εντελώς ανεξάρτητο από την κυρίως κατασκευή ή να αναρτάται σε φέροντα στοιχεία της όψης της υφιστάμενης κατασκευής. Η απόσταση μεταξύ των σημείων στήριξης εξαρτάται από το φορτίο ανέμου στην όψη, από τις διαστάσεις των περσίδων, τον προσανατολισμό και τη γωνία τους, καθώς και από το αν ο σύστημα είναι σταθερό ή ελεγχόμενο.

Οι ρυθμιζόμενες (κινητές) περσίδες σε αντίθεση με τις σταθερές μπορούν να τοποθετηθούν σε κατακόρυφη διεύθυνση μπροστά από τα παράθυρα συνδυάζοντας ταυτόχρονα τη σκίαση αλλά και την εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού. Οι περιστρεφόμενες-ελεγχόμενες περσίδες ενδείκνυνται επίσης για την τοποθέτησή τους σε γυάλινες οροφές.

Τύποι και υλικά κατασκευής περσίδων

Στην αγορά διατίθενται διάφοροι τύποι περσίδων από διαφορετικά υλικά σε διάφορες διαστάσεις. Προφανώς τα υλικά αυτά επηρεάζουν και το κόστος της κατασκευής. Σημαντικό κριτήριο ανάμεσά τους είναι η ανθεκτικότητά τους σε διάβρωση, η αισθητική τους, η ευκολία συντήρησης και καθαρισμού και ιδιαίτερα στην περίπτωση των περιστρεφόμενων περσίδων, το μικρό τους βάρος.

Επίσης στην περίπτωση των κινητών περσίδων σημαντικός παράγοντας επιλογής υλικού είναι το μικρό βάρος για λόγους μείωσης της απαιτούμενης ενέργειας για την λειτουργία του συστήματος. Για το λόγο αυτό το αλουμίνιο, είτε ανοδιωμένο είτε βαμμένο σε διάφορες αποχρώσεις, αποτελεί τη βέλτιστη επιλογή για τέτοιου είδους συστήματα.

Μειονέκτημά του αποτελεί το μεγαλύτερο κόστος αγοράς σε σχέση με αντίστοιχα προϊόντα χάλυβα.

· **Περιστρεφόμενες περσίδες ατρακτοειδούς μορφής**

Κινητές ή σταθερές περσίδες ατρακτοειδούς διατομής που συντίθενται από προφίλ διέλασης αλουμινίου σε διάφορα πλάτη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ηλιοπροστασία τόσο υφιστάμενων όσο και νέων κτηρίων. Το μήκος τους μπορεί να υπερβαίνει τα 5 μέτρα και μπορούν να τοποθετηθούν είτε σε κατακόρυφη είτε σε οριζόντια διάταξη. Στα δύο άκρα των περσίδων τοποθετούνται καπάκια από αλουμίνιο ή συνθετικό υλικό, στα οποία στερεώνονται ο άξονας μετάδοσης της κίνησης. Τα στοιχεία αλουμινίου του συστήματος μπορούν να ανοδιωθούν ή να βαφτούν σε οποιαδήποτε απόχρωση RAL, προσφέροντας έτσι ακόμη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε διάβρωση σε σχέση με το μη προστατευόμενο υλικό, το οποίο ούτως ή άλλως έχει “φυσική ανθεκτικότητα” στις ατμοσφαιρικές συνθήκες. Τα συστήματα στερέωσης των περσίδων συνήθως είναι από χάλυβα ή από στοιχεία αλουμινίου, ενώ ο ηλεκτροκινητήρας για τη μετάδοση της κίνησης θα πρέπει να είναι ειδικά κατασκευασμένος για εξωτερική χρήση (Εικόνα 16).



Εικόνα 16, Πηγή: <http://www.ktirio.gr/>

· **Περιστρεφόμενες περσίδες από μεταλλικά ελάσματα**

Αποτελούνται από ένα μόνο καμπύλο έλασμα, με ή χωρίς διάτρηση σε όλη του την επιφάνεια. Το είδος και η πυκνότητα της διάτρησης προσαρμόζεται στις εκάστοτε απαιτήσεις σκίασης, εξασφαλίζοντας συγχρόνως την οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον ακόμη και όταν οι περσίδες βρίσκονται σε κλειστή θέση, ενώ η σκίαση είναι ομοιόμορφη συγκρινόμενη με τις περσίδες ελλειψοειδούς διατομής. Διατίθενται σε μεγάλο εύρος

διαστάσεων (μήκους και πλάτους) και κατασκευάζονται από μεταλλικά υλικά (χαλκό, αλουμίνιο, χάλυβα). Η διατηρήτη λαμαρίνα στηρίζεται σε έναν άξονα κυλινδρικής διατομής μέσω ειδικά σχεδιασμένων εξαρτημάτων στερέωσης, τα οποία προσφέρουν την απαραίτητη στήριξη στην περσίδα και την αναγκαία ακαμψία το σύστημα (Εικόνα 17).



Εικόνα 17, Πηγή: <http://www.ktirio.gr/>

4.1.4 Φυτεμένο Δώμα-Πράσινες Στέγες

Η εγκατάσταση κήπου σε ένα υφιστάμενο ή νέο δώμα ελάχιστα επιβαρύνει το συνολικό υπολογισμό του κτηρίου. Αντίθετα η συμβολή του είναι πολύπλευρη. Δεν δημιουργεί μόνο την ευχάριστη αίσθηση της παρουσίας ενός φυσικού περιβάλλοντος, αλλά βελτιώνει το κλίμα της πόλης, ενώ προσφέρει θερμική προστασία στο κτήριο με τη μείωση θερμικών απωλειών το χειμώνα και το περιορισμό της υπερθέρμανσης από την ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι.

Επιπλέον εμποδίζει την ηλιακή ακτινοβολία να φθάσει στο κτιριακό κέλυφος, μέσω της σκιάς που δημιουργούν τα φυτά στη επιφάνειά του. (Εικόνα 18) Πρακτικά μπορούμε να πούμε ότι μηδενίζει την επίδραση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην οροφή του κτηρίου η οποία αποτελεί σημαντική πηγή επιβάρυνσής του.



Εικόνα 18, Πηγή: <http://www.palagkas.gr/>

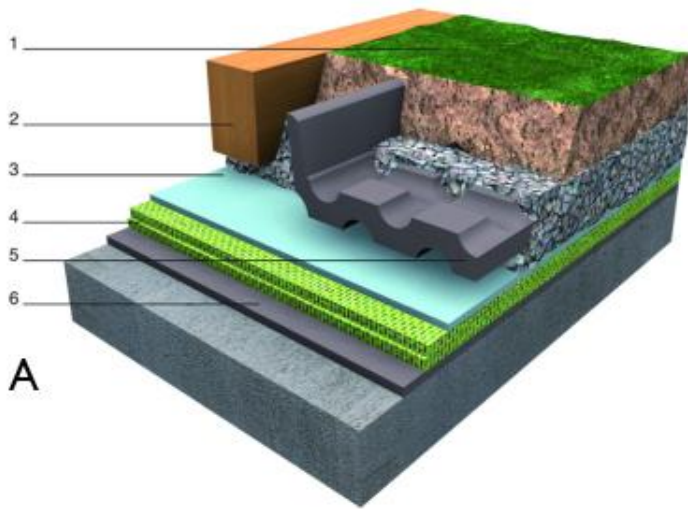
Τέλος, τα φυτά συνεισφέρουν με την εξάτμιση από τα φύλλα τους στην εξατμιστική ψύξη της οροφής. Εν γένει το φυτεμένο δώμα συνεισφέρει στη δημιουργία ήπιων συνθηκών στους χώρους πάνω από τους οποίους τοποθετείται. Πριν τη φύτευση, είναι απαραίτητο να ελέγχεται η καλή κατάσταση του δώματος και η σωστή λειτουργία των διαφόρων στρώσεων. Στα παρακάτω στοιχεία θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή :

- Κατασκευή των στρώσεων
- Διαμόρφωση ρύσεων
- Ανωμαλίες στην πλάκα και αντοχή της
- Στεγανότητα (ρωγμές, φουσαλίδες)
- Αρμοί διαστολής
- Περιμετρικές συνδέσεις με άλλα δομικά στοιχεία
- Σημεία διακοπής (φωταγωγοί, υδρορροές)
- Σημεία απορροής

Βασικές περίμετροι για την κατασκευή ενός δώματος που να επιτρέπει την εγκατάσταση κήπου σε αυτό είναι :

- Η φέρουσα κατασκευή να είναι ικανή να δεχτεί το επιπλέον φορτίο του κήπου
- Το δομικό τμήμα να προστατεύεται από την διείσδυση των ριζών των φυτών
- Τα φυτά που επιλέγονται να είναι ικανά να αναπτυχθούν στις ειδικές συνθήκες που επικρατούν στα δώματα
- Να έχει εξασφαλιστεί ο τρόπος άρδευσης του πλεονάζοντος νερού αλλά και των νερών της βροχής
- Να προστατεύεται από τους ανέμους

Παρακάτω παρουσιάζεται η σχηματική μορφή της εξέλιξης της φύτευσης του δώματος:
([Εικόνα 19](#))

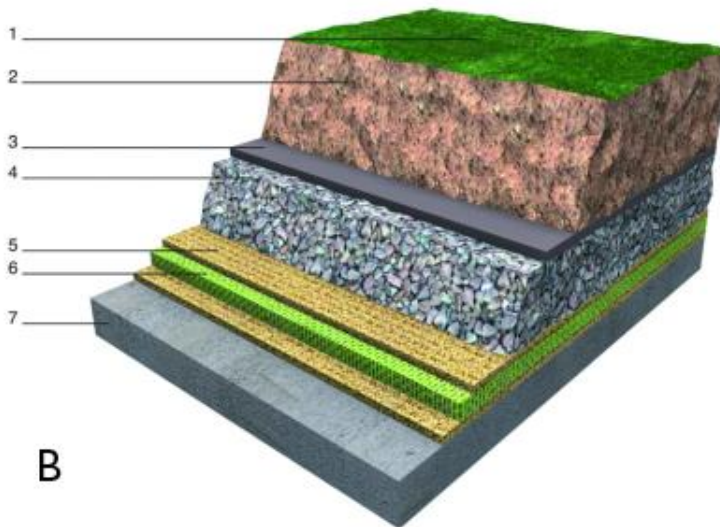


A

A

Σχηματική τομή φυτεμένου δώματος.

1. Φυτεμένη επιφάνεια.
2. Περιμετρική προστατευτική δοκός.
3. Διαχωριστική προστατευτική στρώση.
4. Δύο στρώσεις προστασίας ριζών.
5. Αποστραγγιστική στρώση.
6. Στεγανοποίηση δώματος.

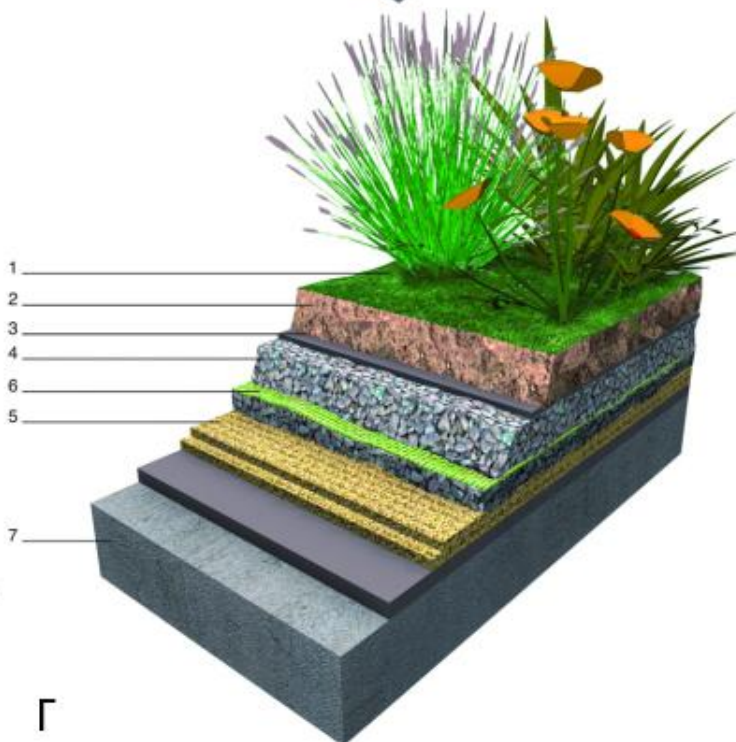


B

B

Στρώσεις δώματος για φυτά μεσαίου ύψους.

1. Ύψος βλάστησης: 5 - 25cm (Απαιτούμενο νερό: 60 l/m²).
2. Χώμα: 30cm.
3. Φίλτρο συγκράτησης χώματος.
4. Ζώνη αποστράγγισης: 10cm.
5. Μembrάνη προστασίας ριζών.
6. Στεγανοποίηση δώματος.
7. Φέρουσα κατασκευή.



Γ

Γ

Σχηματική τομή φυτεμένου δώματος.

1. Βλάστηση.
2. Φυτόχωμα.
3. Φίλτρο συγκράτησης χώματος.
4. Στρώση αποστράγγισης.
5. Στρώση προστασίας από τη διείσδυση των ριζών.
6. Στεγανοποιητική στρώση.
7. Φέρουσα κατασκευή.

4.2 Συστήματα εσωτερικής ηλιοπροστασίας

Οι λύσεις που προτείνονται για την εσωτερική ηλιοπροστασία αποτελούν μία οικονομική λύση για τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας, η αποτελεσματικότητά τους όμως είναι αμφίβολη.

Χρησιμοποιούνται κυρίως σε βορινές όψεις κτηρίων, στις οποίες η επιβάρυνση γενικά από την ηλιακή ακτινοβολία δεν είναι μεγάλη. Σημαντική είναι η χρήση τους σε κτήρια που δεν έχει γίνει πρόβλεψη σκίασής τους κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή τους και δεν είναι δυνατή η τοποθέτηση εξωτερικών συστημάτων σκίασης εκ των υστέρων. Ένα από αυτά τα κτήρια είναι και το ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος.

Γενικά, όλα τα συστήματα εσωτερικής ηλιοπροστασίας (**κατακόρυφες υφασμάτινες περσίδες, ενετικά στόρια, μεμβράνες περιελισσόμενες σε ρολό επάνω από το κούφωμα**) έχουν περιορισμένη δυνατότητα αποκλεισμού της ηλιακής ακτινοβολίας, λόγω του γεγονότος ότι επιτρέπουν στη θερμική ενέργεια του ηλίου να εισέλθει στο κτήριο.

Ωστόσο, είναι σημαντική η προσφορά τους στην άνεση που απολαμβάνουν οι άνθρωποι μέσα σε ένα χώρο, ο οποίος δεν "λούζεται" από τον ήλιο. Τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρόσθετη σκίαση σε συνδυασμό με άλλα συστήματα στο εξωτερικό κέλυφος του κτηρίου, καθώς προστατεύουν ικανοποιητικά από τον κίνδυνο της θάμβωσης. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι οι διαφανείς μεμβράνες ή υφάσματα ανοιχτού χρώματος τις πολύ φωτεινές ημέρες εξακολουθούν να έχουν τον κίνδυνο της θάμβωσης. Καθώς η αποτελεσματικότητά τους χρήση εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τον ανθρώπινο παράγοντα υπάρχει ενδεχόμενο να μην γίνεται η σωστή αξιοποίηση της παρεχόμενης δυνατότητας σκίασης.

Η ικανότητά τους να μειώνουν το απαιτούμενο φορτίο ψύξης ενός χώρου εξαρτάται αποκλειστικά από τη δυνατότητα ανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας στο εξωτερικό περιβάλλον, καθώς όλη η ενέργεια που απορροφάται από αυτά τα συστήματα αποδίδεται στο εσωτερικό του κτηρίου. Για το λόγο αυτό συνιστάται η χρήση ανοιχτόχρωμων χρωμάτων στα συστήματα εσωτερικής ηλιοπροστασίας, προκειμένου μεγάλο ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας να μείνει έξω από το κτήριο. Οι μικρές επιφάνειες επιφέρουν πολύ μικρή εξοικονόμηση ενέργειας.

Εντούτοις, για λόγους οπτικής άνεσης η εξωτερική επιφάνεια μεμβρανών σκίασης μπορεί να είναι σκούρα, η εσωτερική τους όμως σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να είναι ανοιχτού χρώματος.

Πλεονέκτημά τους αποτελεί το γεγονός ότι τις κρύες νύχτες του χειμώνα τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για νυχτερινή μόνωση παγιδεύοντας στο εσωτερικό του κτηρίου τη θερμότητα που διαφορετικά θα διέφευγε στο εξωτερικό περιβάλλον. Στη αγορά σήμερα διατίθενται συστήματα με περσίδες με δυνατότητα περιστροφής περί τον οριζόντιο άξονα από διάφορα υλικά, αλουμίνιο, ξύλο, κατακόρυφες περσίδες από ειδικό ύφασμα ή μεμβράνες περιελισσόμενες σε ρολά, οι οποίες στερεώνονται επάνω από το πλαίσιο του κουφώματος.

Πλήθος προϊόντων σε διάφορα μεγέθη, χρώματα και υλικά δίνουν τη δυνατότητα στον ενδιαφερόμενο να επιλέξει το κατάλληλο προϊόν, λαμβάνοντας υπόψη τις συγκεκριμένες ανάγκες κάθε χώρου ανάλογα με τη χρήση του. Το μέγεθος και η διαρρύθμιση του δωματίου επηρεάζουν και το μέγεθος των περσίδων. Η λειτουργία του μπορεί να ελέγχεται χειροκίνητα μέσω αυτοματισμών ή τηλεχειριστηρίων για έλεγχο από απόσταση. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιοι τύποι εξωτερικής σκίασης σε σχέση με τα συστήματα εσωτερικής σκίασης.

4.2.1 Οριζόντιες περσίδες

Οι οριζόντιες περσίδες παρέχουν εξαιρετικές λύσεις σε σχέση με τον έλεγχο του ηλιακού φωτός. Το φως ελέγχεται πλήρως και σχεδόν το 100% των βλαπτικών υπεριωδών ακτινών αναχαιτίζεται, χωρίς όμως να εμποδίζεται η θέα από το παράθυρο.

Κατασκευάζονται από αλουμίνιο, βαμμένο σε διάφορα χρώματα, ανάλογα με την επιθυμία του χρήστη, ή από ξύλο. (Εικόνα 20)

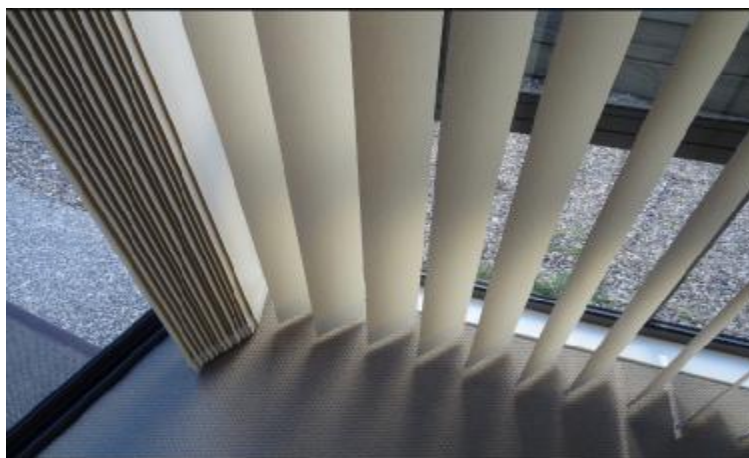


Εικόνα 20, Πηγή : <http://pegasus-alu.gr/el/>

4.2.2 Κατακόρυφες περσίδες

Οι κατακόρυφες περσίδες είναι ένα σύστημα σκίασης με πολλές δυνατότητες. Προσφέρουν ομοιομορφία σε μία επιφάνεια, ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως διαχωριστικό εσωτερικών χώρων. Το φως διαθλάται χωρίς το δωμάτιο να σκοτεινιάζει και παρέχεται ικανοποιητικό επίπεδο φυσικού φωτισμού.

Κατασκευάζονται από διάφορα υλικά (ύφασμα, PVC, κτλ) σε διάφορες διαστάσεις και πλήθος χρωμάτων ή σχεδίων. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε χώρους εργασίας (Εικόνα 21).



Εικόνα 21, Πηγή : <https://www.kamxis.gr/index.php>

4.3 Σκίαση ανοιγμάτων στο διάκενο μεταξύ των υαλοπινάκων

Ένας ειδικός τρόπος σκίασης ανοιγμάτων είναι η τοποθέτηση μεμβρανών, περσίδων, μεταλλικών πλεγμάτων κτλ, στο διάκενο μεταξύ των υαλοπινάκων (Εικόνα 22). Οι περσίδες αυτές μπορούν να έχουν τη δυνατότητα κίνησης με έλεγχο είτε χειροκίνητο είτε ηλεκτροκίνητο.



Εικόνα 22, Πηγή :<https://www.alunet.gr/>

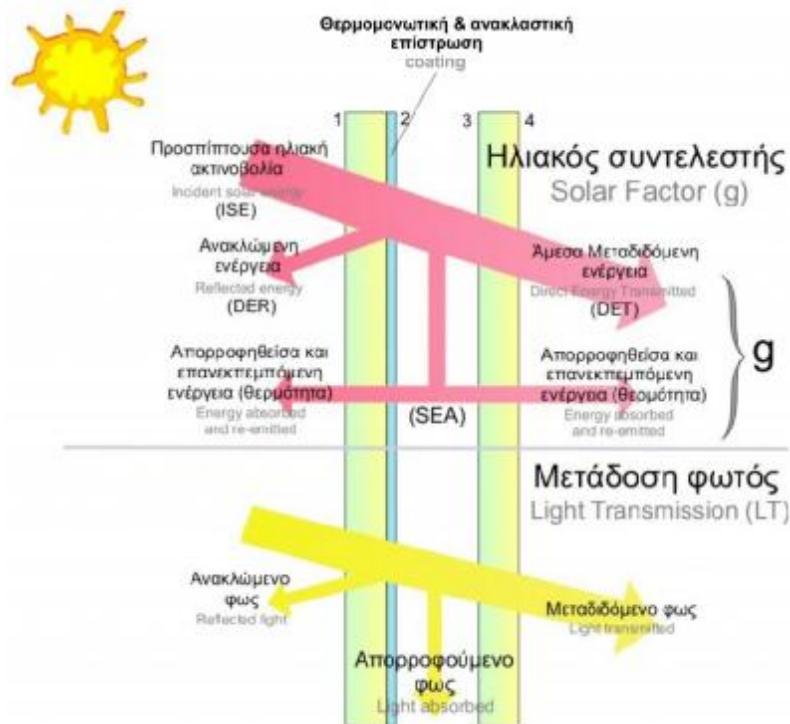
Στα συστήματα αυτά εκτός από την ακτινοβολία που ανακλάται, μέρος ενέργειας που απορροφούν τα υλικά σκίασης, μεταφέρεται στο εξωτερικό περιβάλλον, οπότε το απαιτούμενο φορτίο ψύξης του κτηρίου μειώνεται δραστικά σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα εσωτερικής ηλιοπροστασίας.

Σημαντικό πλεονέκτημα αυτών των συστημάτων είναι ότι απαιτούν ελάχιστες εργασίες συντήρησης και καθαρισμού.

4.4 Υαλοπίνακες

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που αποτελείται από κύματα με διάφορες συχνότητες. Το ορατό φως αποτελεί το 46% της συνολικής ακτινοβολίας. Η μικρού μήκους κύματος υπεριώδης ακτινοβολία (UV) δεν είναι ορατή με γυμνό μάτι, όμως είναι υπεύθυνη για τον αποχρωματισμό υφασμάτων και την καταστροφή του δέρματος.

Όταν η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει πάνω στους υαλοπίνακες ή σε οποιοδήποτε άλλο διαφανές υλικό, ένα μέρος της απορροφάται από το υλικό, ένα μέρος ανακλάται και ένα περνά στο εσωτερικό του κτηρίου. Στους συνήθεις υαλοπίνακες η απορρόφηση είναι μικρή, ενώ το μεγαλύτερο τμήμα της ακτινοβολίας μεταφέρεται μέσα στο κτήριο. Το ποσοστό της ανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας μεταβάλλεται σε σημαντικό βαθμό από τη γωνία πρόσπτωσης. (Εικόνα 23)



Εικόνα 23, Πηγή: <http://www.prismaglass.gr/>

4.4.1 Επιλογή υαλοπινάκων με βάση τα ενεργειακά χαρακτηριστικά

Τα βασικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή ενός υαλοπίνακα είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας, όσο και ο συντελεστής της ηλιακής θερμικής προσόδου.

Γενικά, υαλοπίνακες με μικρές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας προτιμώνται για εφαρμογή σε ιδιωτικές κατοικίες.

Επίσης, υαλοπίνακες με χαμηλούς συντελεστές ηλιακής προσόδου, προτιμώνται σε κατασκευές που έχουν μεγάλες απαιτήσεις για κλιματισμό, ενώ κουφώματα με υψηλό συντελεστή θερμοπερατότητας προτιμώνται στην περίπτωση κατασκευών, στις οποίες εφαρμόζονται οι αρχές της παθητικής ηλιακής θέρμανσης (κυρίως νότιες όψεις) η χρήση κουφωμάτων με χαμηλό συντελεστή ηλιακής θερμικής προσόδου είναι ιδανική επιλογή για ανατολικές και δυτικές όψεις κτηρίων, καθώς έτσι επιτυγχάνεται ικανοποιητικός έλεγχος της ηλιακής θερμικής ενέργειας και ικανοποιητικές συνθήκες οπτικής άνεσης.

Σε χαμηλές εγκαταστάσεις (κτήρια εμπορικής ή βιομηχανικής χρήσης) μπορεί να θεωρηθεί καλή η επιλογή τέτοιων υαλοπινάκων και για τις νότιες όψεις, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις δεν χρειάζεται η εφαρμογή τους στις βόρειες όψεις κατασκευών, οι οποίες δεν επιβαρύνονται από την ηλιακή ακτινοβολία.

4.4.2 Είδη υαλοπινάκων

Η χρήση βελτιωμένων ειδικών υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, την ψύξη και το φωτισμό των κτηρίων αλλά και στην βελτίωση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους.

Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι σταθερές, μεταβαλλόμενες (ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες) ή ρυθμιζόμενες από το χρήστη. Για την επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα θα πρέπει να εξετάζεται η χρήση του κτηρίου και το κόστος του, λαμβάνοντας υπόψη τη συνεισφορά του στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την επιλογή, ώστε τα θερμικά και οπτικά χαρακτηριστικά του υαλοπίνακα, τα οποία θα επιλεγούν με κριτήριο τη συμπεριφορά του στη θέρμανση και το δροσισμό του κτηρίου, να εξασφαλίζουν μαζί με το συνολικό σχεδιασμό και προσανατολισμό των ανοιγμάτων και τις απαιτήσεις σε φυσικό φωτισμό των χώρων.

Η κατανομή του ηλιακού φωτός πρέπει να είναι τέτοια, ώστε η φωτεινότητα κοντά στα παράθυρα να είναι κατά το δυνατόν μειωμένη και να υπάρχει περισσότερο φως στο πίσω μέρος του χώρου (αποφυγή θάμβωσης).

Υπάρχουν πολλές κατηγορίες ειδικών υαλοπινάκων, οι οποίοι διαφοροποιούνται από τους κοινούς ως προς τα θερμικά και τα φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά και είναι οι εξής:

1. Ανακλαστικοί υαλοπίνακες



Εικόνα 24, Πηγή: <http://www.prismaglass.gr/>

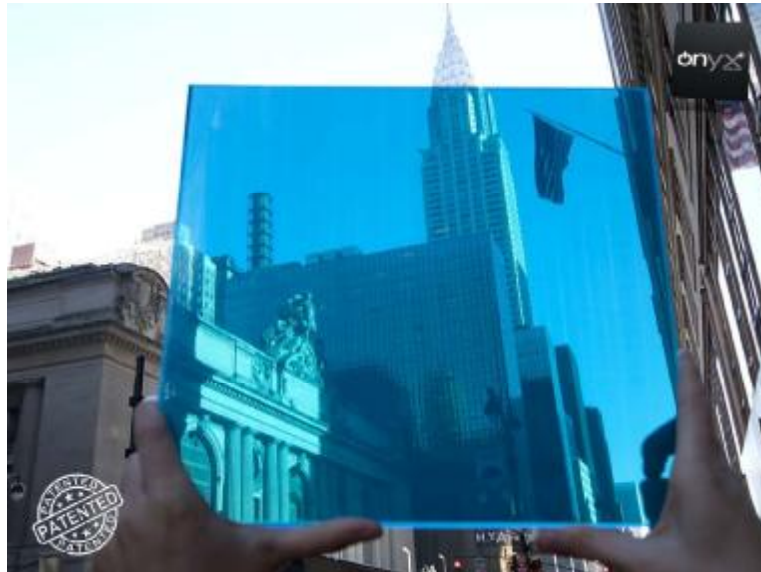
Η ανακλαστικότητα των κοινών υαλοπινάκων μπορεί να αυξηθεί με επιστρώσεις από πολύ λεπτές μεταλλικές μεμβράνες ή λεπτά στρώματα από κάποιο διηλεκτρικό υλικό που έχει μεγάλο συντελεστή διάθλασης.

Η ανακλαστικότητά τους εξαρτάται από τη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας, όπως στους κοινούς υαλοπίνακες, αλλά τόσο της ανακλώμενης ακτινοβολίας για όλες τις γωνίες πρόσπτωσης είναι πάντα μεγαλύτερο.

Ανακλούν αλλά δεν απορροφούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτήρια.

Επίσης η φωτοδιαπερατότητά τους μειώνεται, επομένως σε μερικές περιπτώσεις είναι απαραίτητη η χρήση τεχνικού φωτισμού. Για τη βέλτιστη επίδοσή τους, η ανακλαστική επίστρωση πρέπει να τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια των μονών υαλοπινάκων ή στον εξωτερικό υαλοπίνακα στην περίπτωση των διπλών υαλοπινάκων.

2. Έγχρωμοι υαλοπίνακες



Εικόνα 25, Πηγή: <http://www.prismaglass.gr/>

Οι υαλοπίνακες αυτοί, μέσω χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα, αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα. Χρησιμοποιούνται κυρίως για λόγους αισθητικής, μερικοί όμως μπορούν να χρησιμοποιηθούν και συνιστώνται για τη μείωση της ηλιακής θερμικής ενέργειας που εισέρχεται σε έναν χώρο.

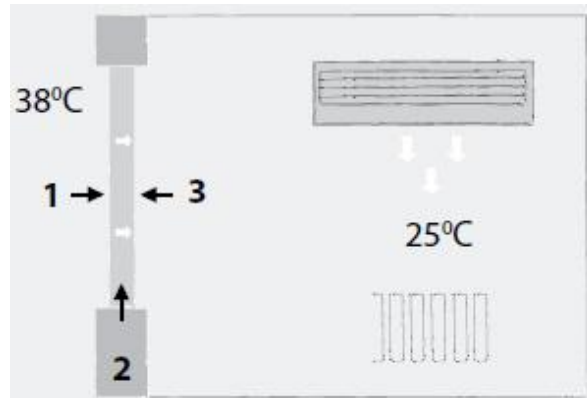
Το χρώμα τους μπορεί να οφείλεται είτε σε ειδικές προσμίξεις που προστίθενται κατά τη φάση της κατασκευής του υαλοπίνακα, είτε σε έγχρωμες μεμβράνες που επικολλώνται στις επιφάνειες του υαλοπίνακα μετά την κατασκευή του.

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι μεμβράνες που μπορεί να τοποθετηθούν στους υαλοπίνακες παρέχουν ηλιοπροστασία που μπορεί να είναι ανεπιθύμητη σε μερικές περιπτώσεις, καθώς η λειτουργία τους έχει σταθερά χαρακτηριστικά, καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Έτσι, ενώ το καλοκαίρι αποδεικνύονται πολύ χρήσιμοι, το χειμώνα στερούν το εσωτερικό του χώρου από την ηλιακή ενέργεια με δυσμενή αποτελέσματα για το φωτισμό του, οπότε απαιτείται τεχνητός φωτισμός. Από την άλλη πλευρά εξασφαλίζεται θερμική ενέργεια διότι η μεμβράνη περιορίζει την διάχυσή της στο εξωτερικό περιβάλλον.

Εκτός από τις έγχρωμες μεμβράνες, στην αγορά διατίθενται και μεμβράνες αντι-υπεριώδων ακτινών. Τα προϊόντα αυτά έχουν σκοπό να προστατέψουν τα αντικείμενα στον εσωτερικό χώρο από τον αποχρωματισμό εξαιτίας του ηλιακού φωτός, εμποδίζοντας την είσοδο της υπεριώδους ακτινοβολίας.

3. Απορροφητικοί υαλοπίνακες



Εικόνα 26, Πηγή: <http://www.prismaglass.gr/>

Απορροφούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας (περιορίζουν τη θερμοπερατότητα χωρίς να μειώνουν σημαντικά τη φωτοδιαπερατότητα) και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου. Έχουν το πλεονέκτημα, σε σχέση με τους ανακλαστικούς, ότι δεν δημιουργούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου.

Το απορροφητικό γυαλί απορροφά τόσο το ορατό φως όσο και την υπέρυθη ακτινοβολία με συντελεστή απορρόφησης αυτής συνήθως μεγαλύτερο από αυτόν της ορατής ακτινοβολίας. Στην αγορά διατίθενται υαλοπίνακες που απορροφούν το 70% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

Έτσι, η μετάδοση της θερμότητας στο εσωτερικό είναι ίση περίπου με το 20% της συνολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας, όταν η γωνία πρόσπτωσης είναι μικρή και ακόμη μικρότερη όταν η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη.

Μειονεκτήματα των απορροφητικών υαλοπινάκων είναι ότι το μέρος της ενέργειας που απορροφάται από το τζάμι μεταδίδεται και στον εσωτερικό χώρο. Το ποσοστό της απορροφηθείσας ενέργειας που μεταφέρεται στο εσωτερικό του κτηρίου εξαρτάται από τα σχετικά μεγέθη των συντελεστών μετάδοσης θερμότητας εσωτερικής και εξωτερικής του επιφάνειας.

Ειδικότερα, αν εισέρχεται κρύος αέρας στο δωμάτιο από τους αρμούς του κουφώματος, περισσότερη από 50% της απορροφηθείσας ενέργειας μεταφέρεται στο εσωτερικό του κτηρίου. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος, η χρήση υαλοπινάκων με απορρόφηση θερμότητας μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του απαιτούμενου φορτίου ψύξης, καθώς το μέρος της θερμότητας που απορροφάται από τον υαλοπίνακα μεταδίδεται σύντομα στο εσωτερικό της κατασκευής.

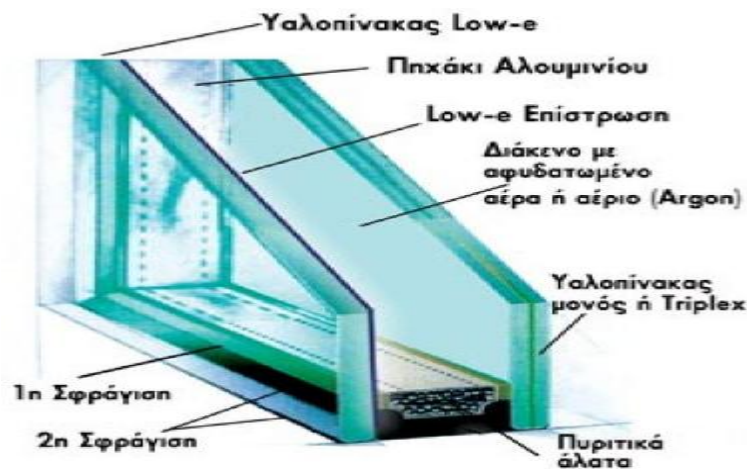
Η αποτελεσματικότητα του απορροφητικού υαλοπίνακα μπορεί να αυξηθεί αν αυτός χρησιμοποιηθεί ως εξωτερική επιφάνεια διπλού υαλοπίνακα, οπότε η απορροφηθείσα ενέργεια θα μπορεί εύκολα να απελευθερωθεί στο εξωτερικό περιβάλλον και όχι στο εσωτερικό του κτηρίου. Ευεργετικά λειτουργεί η δυνατότητα ελεύθερης κυκλοφορίας του αέρα που έρχεται από έξω στο διάκενο μεταξύ των δύο υαλοπινάκων. Στην περίπτωση αυτή ο εξωτερικός απορροφητικός υαλοπίνακας λειτουργεί σαν ένα ημιδιαφανές εξωτερικό σύστημα σκίασης.

Απορροφητικοί υαλοπίνακες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ορισμένες περιπτώσεις στα ανοίγματα της νότιας όψης ενός κτηρίου, όταν οι άλλοι πιο αποτελεσματικοί τρόποι σκίασης δεν επιλέγονται για αρχιτεκτονικούς λόγους.

Για τα ανοίγματα της δυτικής και ανατολικής όψης, οι διπλοί υαλοπίνακες με εξωτερικό απορροφητικό υαλοπίνακα αποτελούν ιδανική επιλογή. Οι απαιτήσεις της ηλιοπροστασίας στα ανοίγματα αυτά είναι μικρότερες, οπότε η εφαρμογή ακριβών συστημάτων σκίασης είναι περιττή, ενώ συγχρόνως η χρήση κουφωμάτων που ανοίγουν προς τα έξω για αύξηση της ανακλαστικότητάς τους δεν έχει ευεργετική επίδραση στα κουφώματα αυτών των όψεων. Επίσης, η χρήση τους ενδείκνυται σε περιπτώσεις κατά τις οποίες η μη προσβολή της θέας από τα ανοίγματα είναι σημαντικός παράγοντας σχεδιασμού.

A. Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (low-e)

Κατά τη φάση κατασκευής των υαλοπινάκων μπορούν να προστεθούν επικαλύψεις με μεταλλικά οξείδια, με σκοπό τη μείωση διέλευσης της υπέρυθρης ακτινοβολίας είτε προς το κτήριο είτε από το κτήριο (ανάλογα με την επιφάνεια στην οποία τοποθετούνται).



Εικόνα 27, Πηγή: <http://www.prismaglass.gr/>

B. Διπλοί-τριπλοί υαλοπίνακες με πλήρωση διακένου με αδρανή αέρια

Αδρανή αέρια, όπως το αργό και το κρυπτό, συχνά τοποθετούνται σε διάκενα μεταξύ υαλοπινάκων με σκοπό τη μείωση της μετάδοσης θερμότητας, χωρίς όμως να επηρεάζουν τους συντελεστές σκίασης ή τη φωτοδιαπερατότητα των υαλοπινάκων. Μειονέκτημά τους αποτελεί η αδυναμία διασφάλισης της παραμονής του αδρανούς αερίου εκεί για πάντα.

Γ. Υαλοπίνακες μεταβλητών ιδιοτήτων

Οι υαλοπίνακες αυτοί μεταβάλλουν τις ιδιότητές τους, όπως συντελεστή σκίασης ή τη φωτοδιαπερατότητα, με την επίδραση ενός ερεθίσματος. Ανάλογα με αυτό το ερέθισμα, οι υαλοπίνακες διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- **Ηλεκτροχρωμικοί.** Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι ιδιότητες (οπτικές και θερμικές) μεταβάλλονται με τη διόχτευση ηλεκτρικού ρεύματος μικρής τάσης και χρησιμοποιούνται για την επίτευξη ικανοποιητικού επιπέδου σκίασης.
- **Φωτοχρωμικοί.** Είναι υαλοπίνακες, των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτούς ηλιακής ακτινοβολίας. Η φωτοδιαπερατότητά τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας με τεχνολογία ίδια με αυτήν που εφαρμόζεται εδώ και χρόνια στα γυαλιά ηλίου. Προς το παρόν το κόστος τους είναι υψηλό και δεν εφαρμόζεται σε κοινές

εφαρμογές. Είναι ιδανικοί για τον έλεγχο θάμβωσης (εμποδίζουν αποτελεσματικά το ορατό φως), αλλά δεν αναχαιτίζουν επαρκώς την ηλιακή θερμική ακτινοβολία.

- **Θερμοχρωμικοί.** Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμους ανακλαστικούς.
- **Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων.** Η όψη της επιφάνειας αυτών των υαλοπινάκων μεταβάλλεται από γαλακτόχρωμη (αδιαφανής) σε διαφανή την εφαρμογή τάσης. Είναι χρήσιμοι για τη διασφάλιση ιδιωτικότητας, δεν παρέχουν όμως σημαντικό ενεργειακό κέρδος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στην ενεργειακή αναβάθμιση ενός κτηρίου πέρα από τα διάφορα συστήματα σκίασης που συμβάλουν στην θερμική αυτονομία του, σημαντικό ρόλο παίζει και η πολύτιμη παραγωγή και άρα εξοικονόμηση ενέργειας κατά την εκτέλεση των καθημερινών λειτουργικών αναγκών του που αν μπορεί να παραχθεί από το ίδιο το καθιστά ουσιαστικά αυτόνομο.

Παρακάτω περιγράφονται τα συνηθέστερα συστήματα παραγωγής και εξοικονόμησης πολύτιμης ηλεκτρικής ενέργειας.

5.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών συστημάτων στο κτήριο, ιδιαίτερα στο αστικό περιβάλλον, αποτελεί μία από τις εφαρμογές που συνεχώς κερδίζει έδαφος στην Ελλάδα.

Η σύγχρονη τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων συνδυάζει τη μέγιστη ενεργειακή αποδοτικότητα των συστημάτων με πολλαπλές δυνατότητες αρχιτεκτονικής ενσωμάτωσής τους, ικανοποιώντας απαιτητικές λειτουργικές ή αισθητικές παραμέτρους. Τα κύρια χαρακτηριστικά τους είναι η διαφοροποίησή τους από άλλες μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας όπως επίσης παράγουν απευθείας ηλεκτρική ενέργεια ακόμα και σε πολύ μικρή κλίμακα. Ανθεκτικά, εύχρηστα, αθόρυβα και εκπέμποντας μηδενικούς ρύπους, τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να αντικαταστήσουν πλήθος οικοδομικών υλικών από γυάλινες προσόψεις έως στεγανοποιημένες στέγες ή δώμα. (Εικόνα 28)



Εικόνα 28, Πηγή: <https://www.b2green.gr/el/index.php>

5.1.1 Στοιχεία κατασκευής φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα σημαντικότερα στοιχεία ενός ηλιακού κελιού (Solar Cell) είναι δύο στρώματα ημιαγωγικού υλικού τα οποία γενικά αποτελούνται από κρυστάλλους πυριτίου. Το κρυσταλλικό πυρίτιο, αυτό καθ' αυτό δεν είναι ένας πολύ καλός αγωγός του ηλεκτρισμού, αλλά όταν προστίθενται σ' αυτό προσμίξεις, δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Στο κάτω στρώμα του ηλιακού κελιού προστίθεται συνήθως βόριο, το οποίο δημιουργεί δεσμούς ϵ το πυρίτιο οδηγώντας στην ανάπτυξη θετικού φορτίου (p). Στο πάνω μέρος του ηλιακού κελιού προστίθεται συνήθως φώσφορος, το οποίο δημιουργεί δεσμούς με το πυρίτιο οδηγώντας στην ανάπτυξη αρνητικού φορτίου (n). Η επιφάνεια μεταξύ των ημιαγωγών τύπου p και τύπου n που δημιουργούνται

ονομάζεται p-n επαφή (P-N junction).

Η απόδοση των ηλιακών κελιών, εκφραζόμενη ως το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική, εξαρτάται από την τεχνολογία των υλικών που χρησιμοποιούνται. Σε ερευνητικό επίπεδο έχουν αναφερθεί αποδόσεις έως και 40%. Ωστόσο η πλειονότητα των ηλιακών κελιών και των δημιουργούμενων φωτοβολταϊκών πάνελ που διατίθενται σήμερα στο εμπόριο έχουν μία μέγιστη απόδοση της τάξης του 17% - 19%.

5.1.2 Τύποι ηλιακών κελιών

Οι κυριότεροι τύποι ηλιακών κελιών που συνθέτουν ένα ηλιακό πάνελ είναι οι παρακάτω:

A. Μονοκρυσταλλικό πυρίτιο (υψηλή απόδοση 15%-18%, υψηλό κόστος)

B. Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο (οικονομικότερα άλλα μικρότερη απόδοση)

Γ. Τεχνολογίες λεπτού υμενίου (thin-film) (μικρότερη απόδοση 5-7% αλλά και μικρό κόστος)

i. Κελιά άμορφου πυριτίου (amorphous-Si)

ii. Κελιά καδμίου-τελλουρίου (CdTe)

iii. Κελιά χαλκού-Ινδίου / Γαλλίου – Δισεληνιούχου (αποτελεσματικότερο υλικό)

5.1.3 Τρόποι στήριξης Φ/Β πάνελ

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) πάνελ συνήθως εδράζονται επί εδάφους με δύο τρόπους:

1. Σε βάσεις σταθερής κλίσης ως προς την οριζόντιο, συνήθως αναφερόμενες ως <σταθερές βάσεις>

2. Σε βάσεις επί διατάξεων παρακολούθησης της πορείας του ήλιου, αναφερόμενες συνήθως ως συστήματα ιχνηλάτησης της πορείας του ήλιου, ή ηλιοπαρακολουθητές ή τράκερς (trackers).

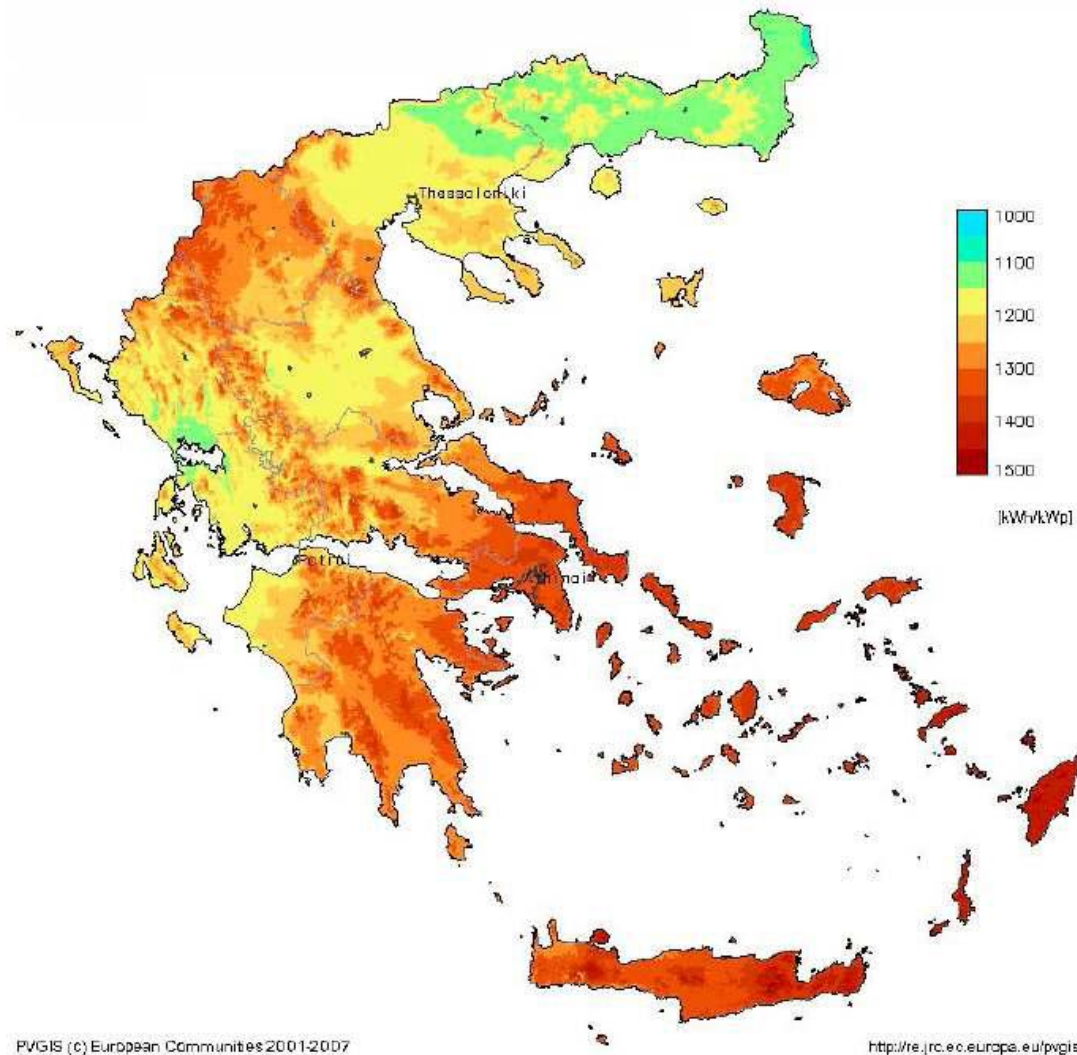
5.1.4 Ενεργειακή απολαβή φωτοβολταϊκού πάνελ

Η ενεργειακή απολαβή από τα φωτοβολταϊκά πάνελ εξαρτάται προφανώς και από τα κλιματολογικά δεδομένα του τόπου εγκατάστασης.

Είναι προφανές ότι φωτοβολταϊκά πάνελ του ίδιου κατασκευαστή τοποθετημένα ακριβώς με τον ίδιο τρόπο θα δίνουν διαφορετική παραγωγή στη Βόρεια απ' ότι στη Νότια Ελλάδα, όπου επικρατούν διαφορετικές συνθήκες ακτινοβολίας και θερμοκρασίας.

Ο μελετητής μηχανικός θα πρέπει πάντα να έχει υπόψη του ότι η αναγραφόμενη ισχύ κάθε πάνελ (peak power, W_p) αναφέρεται σε πρότυπες συνθήκες ελέγχου (STC) οι οποίες διαφέρουν σημαντικά από τις πραγματικά επικρατούσες συνθήκες.

Το παρακάτω Σχήμα παρουσιάζει ενδεικτικές παραγωγές ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος και ανά εγκατεστημένο kWp για πάνελ κρυσταλλικού πυριτίου για τις διάφορες περιοχές της Ελλάδος για πάνελ τοποθετημένα σε σταθερές βάσεις:



Εικόνα 29: Πηγή: ΤΕΕ Μακεδονίας, Παραγωγή ενέργειας (kWh/έτος/kWp) για τις διάφορες περιοχές της Ελλάδας

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ονομαστικής ισχύος 1 kWp (για παράδειγμα 10 φωτοβολταϊκά πάνελ των 100Wp το κάθε ένα) αποδίδει στην Ελλάδα από περίπου 1.150 kWh (βόρεια Ελλάδα) έως 1.450 kWh (νότια Ελλάδα) το έτος. Στην Αττική, τις Κυκλάδες και τα Δωδεκάνησα κυμαίνεται γύρω στις 1.300-1350 kWh.

Για να βρούμε τη μέση ημερήσια παραγωγή ενός φωτοβολταϊκού πάνελ, συνηθίζουμε να πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική του ισχύ επί 5 (δηλαδή, με 5 ώρες έντονης ηλιοφάνειας την ημέρα, θα αποδίδουν 5.000 Watt/ώρες κάθε μέρα, ή αλλιώς 5KWh)

Έτσι, ένα φωτοβολταϊκό πάνελ ονομαστικής ισχύος 100Wp, κατ' εκτίμηση παράγει ημερησίως 500Wh (0,5 kWh) κατά μέσο όρο. Είναι προφανές ότι το καλοκαίρι η μέση παραγωγή θα είναι μεγαλύτερη από τη μέση παραγωγή το χειμώνα (τον Ιούλιο ή τον Αύγουστο είναι **σχεδόν** διπλάσια σε σχέση με τον Δεκέμβριο ή τον Ιανουάριο).

5.1.5 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων

Πλεονεκτήματα :

- Λειτουργούν αθόρυβα, καθαρά, χωρίς κατάλοιπα, αποφεύγοντας τη μόλυνση του περιβάλλοντος.
- Λειτουργούν χωρίς κινητά μέρη, με ελάχιστη συντήρηση.
- Λειτουργούν χωρίς καύσιμα.
- Λειτουργούν και με νεφελώδη ουρανό (διάχυτη ακτινοβολία).
- Δεν χρησιμοποιούν υγρά ή αέρια σε αντίθεση με τα θερμικά συστήματα.
- Κατασκευάζονται από πυρίτιο, ένα από τα πλέον εν αφθονία στοιχεία.
- Πλέον αποδοτικά σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- Έχουν γρήγορη απόκριση σε ξαφνικές μεταβολές της ηλιοφάνειας.
- Αν ένα κομμάτι πάθει βλάβη το σύστημα συνεχίζει τη λειτουργία του μέχρι την αντικατάστασή του.
- Μεγάλες δυνατότητες σε μια ευρεία περιοχή ισχύων (από mW μέχρι MW).
- Έχουν μεγάλο λόγο ισχύος/βάρους επομένως κατάλληλα για εγκατάσταση σε στέγες.
- Είναι κατάλληλα για επιτόπιες εφαρμογές όπου δεν υπάρχει ή δε συμφέρει η επέκταση του ηλεκτρικού δικτύου.
- Είναι δυνατόν να συναρμολογηθούν τυποποιημένα στοιχεία μαζικής παραγωγής σε σύστημα οποιουδήποτε μεγέθους (και βαθμό απόδοσης πρακτικά ανεξάρτητο του μεγέθους) για να καλύψουν μικρές, μέσες και μεγάλες ενεργειακές ανάγκες.

Μειονεκτήματα :

Το σχετικά υψηλό κόστος αγοράς και η έλλειψη επιδοτήσεων ήταν έως πριν λίγο ο κυριότερος λόγος για τη στασιμότητα της ελληνικής αγοράς φ/β, (π.χ. η έλλειψη επιχορήγησης για τον οικιακό καταναλωτή, έλλειψη επιχορήγησης της παραγόμενης φ/β kWh).

- Τα φωτοβολταϊκά, όπως άλλωστε και όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), έχουν υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης και ασήμαντο λειτουργικό κόστος, αντίθετα με τις συμβατικές ενεργειακές τεχνολογίες που συνήθως έχουν σχετικά μικρότερο αρχικό επενδυτικό κόστος και υψηλά λειτουργικά κόστη. Το κλίμα αυτό όμως τώρα αλλάζει δραματικά. Πολλές χώρες έχουν ξεκινήσει τα τελευταία χρόνια σημαντικά προγράμματα ενίσχυσης των φωτοβολταϊκών, με γενναίες επιδοτήσεις τόσο της αγοράς και εγκατάστασης φωτοβολταϊκών, όσο και της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας.
- Ο απαραίτητος περιοδικός καθαρισμός της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών πλαισίων με απορρυπαντικό για να αποφευχθεί η μείωση της απόδοσης από τη ρύπανση (αιθάλη, σκόνη, αλάτι θαλάσσης κτλ).
- Υπάρχει ανάγκη αποθήκευσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των φωτοβολταϊκών και με ανεμογεννήτριες και συμβατικές μηχανές παραγωγής λόγω ετεροχρονισμού φορτίου και παραγωγής.

Το τελευταίο μειονέκτημα πλέον στις μέρες μας αποτελεί οικονομικό πλεονέκτημα ειδικά στις περιοχές που βρίσκονται κοντά στο δίκτυο της ΔΕΗ και με μία σύμβαση μπορούν να πωλούν την πλεονάζουσα παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, και έτσι να έχουν εάν επιπλέον κίνητρο για την παραγωγή της.

5.2 Σύστημα αυτοματισμού ενεργειακής διαχείρισης (building energy management system)

Η εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης αποτελεί συμπληρωματική και όχι μεμονωμένη παρέμβαση, σε συνδυασμό με άλλα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου.

Το κόστος της εγκατάστασης ενός συστήματος ενεργειακής διαχείρισης, μπορεί να χρηματοδοτηθεί από διάφορα αναπτυξιακά προγράμματα, δεν θα είναι ιδιαίτερα υψηλό και θα είναι κατά προτίμηση τυποποιημένο.

Η εγκατάσταση ενός συστήματος Αυτοματισμού έχει ως σκοπό την επιτήρηση ή και τον αυτόματο έλεγχο των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων ενός κτηρίου, ώστε να είναι δυνατή η ρύθμιση παραμέτρων και η ανάλυση δεδομένων όλων των εγκαταστάσεων από ένα σταθμό ελέγχου.

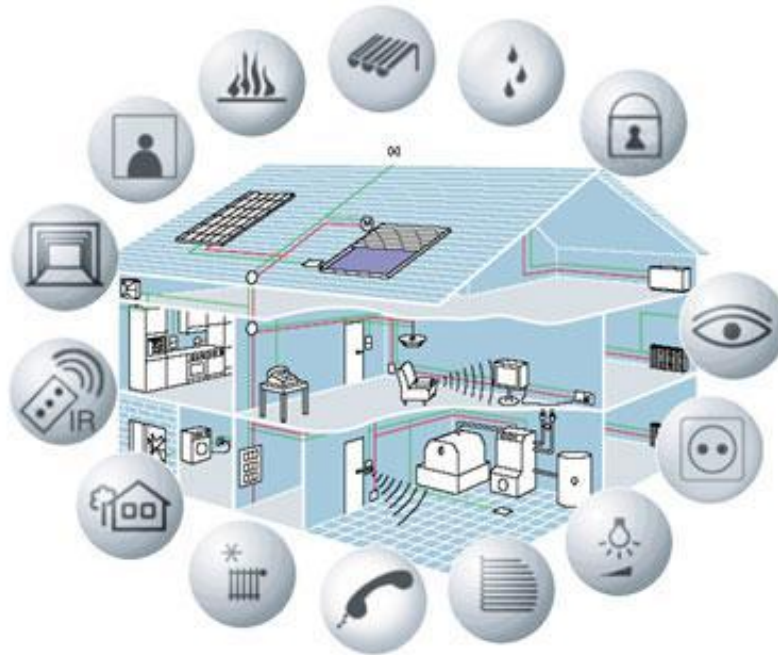
Παράλληλα είναι δυνατή η παρακολούθηση και καταγραφή της ενεργειακής συμπεριφοράς των συστημάτων που είναι εγκατεστημένα στο κτήριο, καθώς και η δημιουργία αρχείου με στατιστικά στοιχεία. Το σύστημα βασίζεται σε διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας.

Τα σημαντικότερα συστήματα που μπορεί να παρακολουθεί και να ελέγχει ένα σύστημα ενεργειακής διαχείρισης σε ένα κτήριο είναι τα εξής :

- Συστήματα κλιματισμού-θέρμανσης
- Παθητικά συστήματα
- Ανοίγματα, σκίαστρα
- Εγκατάσταση φωτισμού
- Συστήματα δροσισμού
- Ηλεκτρικές καταναλώσεις
- Ποιότητα αέρα
- Εγκαταστάσεις ασφαλείας

Το σύστημα αποτελείται από ένα Κεντρικό Σταθμό Παρακολούθησης και Ελέγχου, τα αισθητήρια όργανα, τις συσκευές εκτέλεσης εντολών, καθώς και τις συνδετήριες καλωδιώσεις. (Εικόνα 30)

Ο προγραμματισμός και ο χειρισμός του συστήματος γίνεται μέσω του κεντρικού σταθμού ελέγχου. Σε ορισμένους τομείς, η λειτουργία και η επιλογή διαφόρων καταστάσεων λειτουργίας γίνεται μέσω επιμέρους χειριστηρίων, τα οποία διαθέτουν ανάλογους επιλογείς.



Εικόνα 30, Πηγή: <https://sites.google.com/site/teknikhgr/the-team>

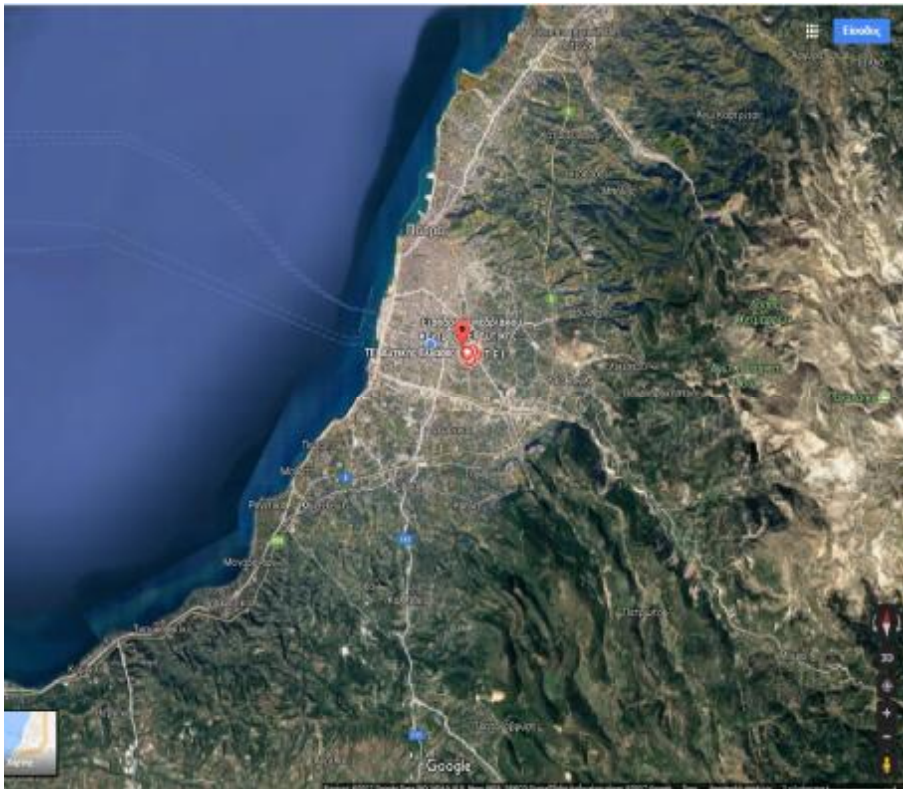
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο : ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

6.1 Γενικά

Το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα της Αχαϊκής Πρωτεύουσας άνοιξε τις πύλες του το 1970 ως ΚΑΤΕΕ Πάτρας (ένα από τα πέντε πρώτα στην χώρα). Το 1985 μετονομάστηκε σε ΤΕΙ Πάτρας και από το 2001 (ν. 1268/1982, 1404/1983, 2817/2000, 2916/2001, 3549/2007, 4009/2011, 4071/2012, 4076/2012 κ.α.) έγινε Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (Α.Ε.Ι.).

Το 2013 και με το σχέδιο Αθηνά μετονομάστηκε (ιδρύθηκε) σε **Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας** μετά από την συγχώνευση του Α.Τ.Ε.Ι. Πατρών (1970) και του Α.Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου (1981). Η έδρα των Α.Τ.Ε.Ι. είναι στην Πάτρα.

Αποτελείται από τέσσερις (4) σχολές και δεκαεννέα (19) τμήματα, μοιρασμένα σε έξι (6) πόλεις της περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας: στην Πάτρα, στο Μεσολόγγι, τον Πύργο, τη Ναύπακτο, την Αμαλιάδα και το Αίγιο.



Εικόνα 31, Πηγή: <https://www.google.gr/maps/preview>

Οι κεντρικές εγκαταστάσεις του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας βρίσκονται στα ανατολικά της πόλης στο προάστιο Μπεγουλάκι (Κουκούλι) της Πάτρας, με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής να είναι 38,15 °B.

Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ήπιο, με την μέση εξωτερική θερμοκρασία τον πρώτο μήνα του έτους στους 9,8 °C και στους 26,7 °C τον έβδομο μήνα του έτους. (Εικόνα 31)

Οι ώρες ηλιοφάνειας είναι 2594 και οι βαθμομέρες θέρμανσης 1970.

Οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή είναι κυρίως βόρειοι με μικρές ταχύτητες.

Η περιοχή είναι καταπράσινη με υπόγεια ύδατα να την διατρέχουν, στους πρόποδες του όρους Παναχαϊκού, με αραιή δόμηση και με ιδιαίτερη σημασία μιας και εκεί βρισκόταν ένα από τα πρώτα σχολεία της ελεύθερης Ελλάδας (έτος ίδρυσης 1848) το ' *γραμματoσχολείoν* '

Οι κεντρικές εγκαταστάσεις των Τ.Ε.Ι περιστοιχίζονται από τις οδούς Μεγάλου Αλεξάνδρου, Δομίνικου Θεοτοκόπουλου, Νικολάου Γκίζη, Εμμανουήλ Πανσέληνου και Καλαβρύτων. (Εικόνα 32)



Εικόνα 32, Πηγή: <https://www.google.gr/maps/preview>

Αποτελείται από το κεντρικό τμήμα όπου βρίσκεται ο κύριος όγκος των γραφείων της κεντρικής διοίκησης, οι γραμματείες των περισσότερων τμημάτων, ένα από αμφιθέατρα του Τ.Ε.Ι. και την πίσω πλευρά του κεντρικού τμήματος όπου απλώνονται τα κτήρια που καλύπτουν τις λειτουργικές ανάγκες του Τ.Ε.Ι. (αίθουσες διδασκαλίας, βιβλιοθήκη, εστία, κτήρια διοίκησης, εργαστήρια, συνεδριακό κέντρο κ.α.)

Στην πλειονότητα τους τα πρώτα κτήρια που φιλοξένησαν τις εγκαταστάσεις των Τ.Ε.Ι (τότε ΚΑΤΤΕ) είναι κατασκευασμένα με τα συμβατικά πρότυπα της τότε εποχής.

Πέντε από αυτά όμως παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. (Εικόνα 33)



Εικόνα 33, Πηγή: <https://www.google.gr/maps/preview>

6.2 Το κτήριο ως αντικείμενο μελέτης

Τα κτήρια αυτά εκ των οποίων τα δύο είναι ανεξάρτητα ενώ τα άλλα τρία συνδέονται μεταξύ τους μέσω κοινόχρηστων χώρων, κατασκευάστηκαν για να καλύψουν τις εργαστηριακές ανάγκες του Τ.Ε.Ι.

Παράλληλα κατασκευάστηκαν για να λειτουργούν αυτόνομα εξοικονομώντας πολύτιμη ενέργεια και χωρίς να επιβαρύνουν το περιβάλλον.

Η χωροθέτηση των κτηρίων στο οικόπεδο (18.000m²) καθορίστηκε σε μεγάλο βαθμό από τα ήδη υπάρχοντα σχολικά κτήρια καθώς και από την πρόσβαση σε αυτά.

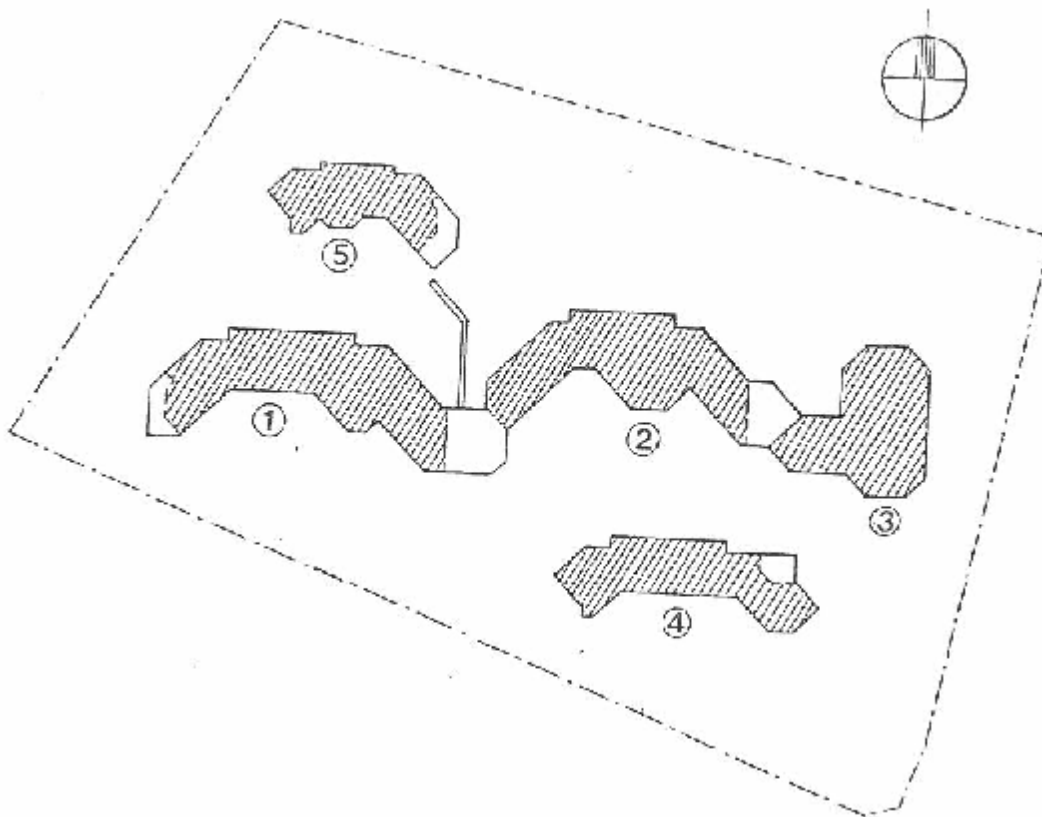
Τα κτήρια που θα μας απασχολήσουν είναι αυτά που συνδέονται μεταξύ τους μέσω των κοινοχρήστων χώρων και είναι :

- η σχολή εκπαίδευσης υγειονομικού προσωπικού (Εικόνα 34-35)
- η σχολή τεχνολογικών εφαρμογών
- το εργαστήριο σκυροδέματος

Πλέον λειτουργούν σαν ένα ενιαίο κτήριο και φιλοξενούν τις εγκαταστάσεις του τμήματος ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε. της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών.

Το ενιαίο πλέον αυτό κτήριο μαζί με τα άλλα δύο θεωρούνται τρία από τα πρώτα βιοκλιματικά κτήρια στην πόλη των Πατρών και τρία από τα πρώτα βιοκλιματικά κτήρια στην χώρα.

Ως έτος μελέτης ορίζεται το 1987 και ως χρονολογία κατασκευής ορίζεται το 1988-1992 .



Εικόνα 34, Πηγή: ΚΑΠΕ: Βιοκλιματική αρχιτεκτονική –Εφαρμογές στην Ελλάδα, 9.Εργαστήρια ΤΕΙ στην Πάτρα

Τα κτήρια αρχικά διώροφα και στη συνέχεια με την προσθήκη ενός ακόμα ορόφου τριώροφα, περιλαμβάνουν την κεντρική βιβλιοθήκη των Τ.Ε.Ι , αίθουσες διδασκαλίας, χώρους εργαστηρίων, γραφεία του διδακτικού προσωπικού, γραφεία της διοίκησης και βοηθητικούς χώρους.

Όλες οι μονάδες του ενιαίου κτηρίου έχουν τον μεγάλο άξονα τους στραμμένο στην ανατολή-δύση.

Το σχήμα της κάτοψης και η σχέση των κτηρίων μεταξύ τους έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία μεγάλων επιφανειών με νότιο –νοτιοανατολικό ή νοτιοδυτικό προσανατολισμό , με γωνία 45° ως προς το νότο.

Αυτό συμβαίνει γιατί ,οι μονάδες αναπτύσσονται υπό γωνία 135° μεταξύ τους και έτσι οι όγκοι που δημιουργούνται δεν σκιάζονται και επιτρέπουν την πρόσπτωση της ηλιακής ενέργειας διάφορες ώρες της ημέρας.

Έτσι μεγάλο τμήμα της νότιας επιφάνειας του ενιαίου κτηρίου (τριών μονάδων) κυρίως στις αίθουσες διδασκαλίας και τα εργαστήρια, δέχονται άμεση ηλιακή ακτινοβολία από τις 9.00 π.μ. έως τις 5.00 μ.μ. το απόγευμα ώρες που κυρίως διεξάγονται τα μαθήματα και λειτουργούν τα εργαστήρια των Τ.Ε.Ι.

Τα βορειοδυτικά τμήματα του συγκροτήματος προστατεύονται από τους βόρειους –ψυχρούς ανέμους με τα ψηλά και πυκνά δέντρα που βρίσκονται στον χώρο των Τ.Ε.Ι

Στην νότια πλευρά του συγκροτήματος κυρίως στις αίθουσες διδασκαλίας και τα εργαστήρια, κατασκευάστηκε κλειστός διάδρομος επικοινωνίας, ο οποίος λειτουργεί ως θερμοκήπιο, με συλλεκτική επιφάνεια τα ανοίγματα που έχει στην νότια πλευρά του.

Με την παρεμβολή του διαδρόμου διασφαλίζεται και η οπτική άνεση στα εργαστήρια και στις αίθουσες διδασκαλίας μίας και αποφεύγεται το θάμπωμα που προκαλεί η άμεση πρόσπτωση του ήλιου στο επίπεδο εργασίας αυτών των χώρων. Ο κύριος φωτισμός των αιθουσών διδασκαλίας και των εργαστηρίων προέρχεται από τα ανοίγματα της βορεινής πλευράς .

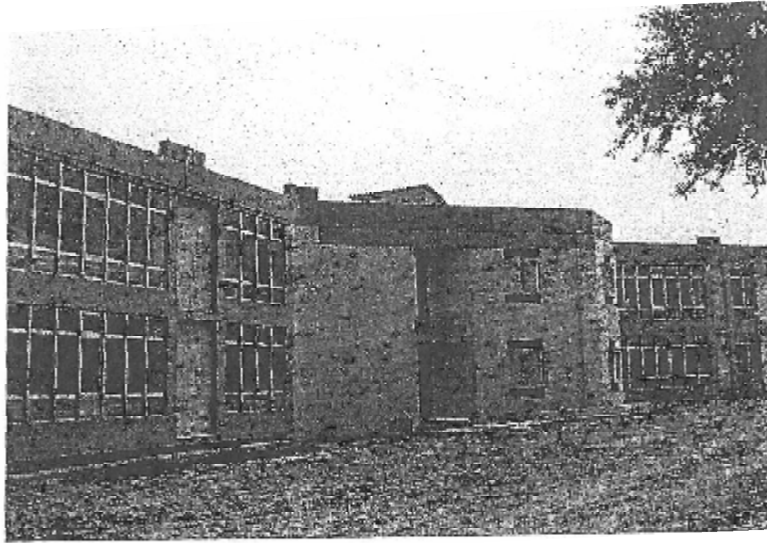
Στο σύνολο του κτηρίου τα θερμοκήπια είναι τριώροφα.

Στο ενιαίο κτήριο που δημιουργήθηκε επιτυγχάνεται άμεσο ηλιακό κέρδος λόγω του ότι δέχεται άμεση ηλιακή ακτινοβολία στη νότια όψη του μίας και έχει τοποθετηθεί στο κέντρο των μονάδων.

Για την επίτευξη του στόχου (κατασκευή βιοκλιματικών κτηρίων) στο σύνολο των μονάδων και ειδικότερα στο κτήριο που μελετάμε έγινε χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων.

Συγκεκριμένα:

Εφαρμόστηκε το σύστημα του άμεσου ηλιακού κέρδους, με μεγάλα ανοίγματα στην νότια πλευρά των χώρων. Η επιφάνεια τους αποτελεί το 50% περίπου της νότια όψης και αντιστοιχεί στο 5% της επιφάνειας της κάτοψης για κάθε μονάδα. (Εικόνα 35)

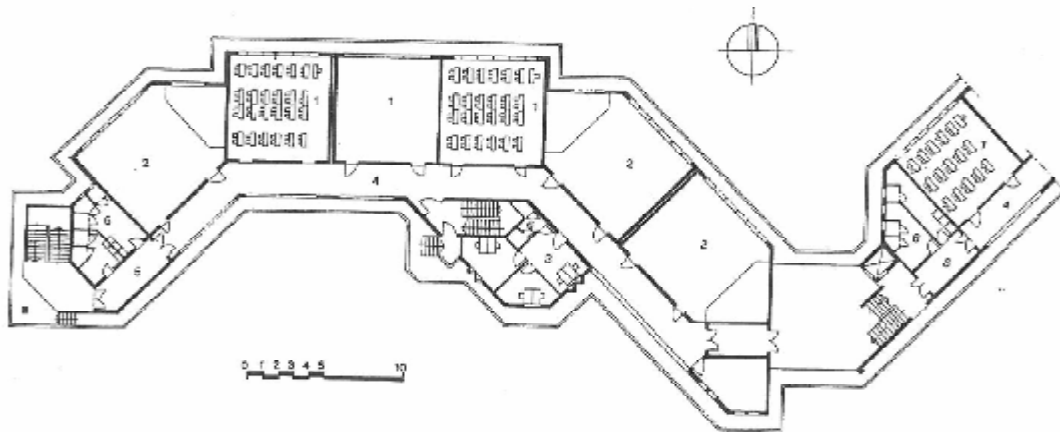


Εικόνα 35, Πηγή: ΚΑΠΕ: Βιοκλιματική αρχιτεκτονική –Εφαρμογές στην Ελλάδα, 9.Εργαστήρια ΤΕΙ στην Πάτρα

Τα κουφώματα είναι μεταλλικά με πλαίσια από αλουμίνιο και με μονά τζάμια.

Το χειμώνα, η ηλιακή ενέργεια, που διαπερνά τα τζάμια αποθηκεύεται στα δάπεδα και τους τοίχους.

Το καλοκαίρι, ο σκιασμός των ανοιγμάτων επιτυγχάνεται με τις οριζόντιες και κατακόρυφες προεξοχές του κτιριακού κελύφους.



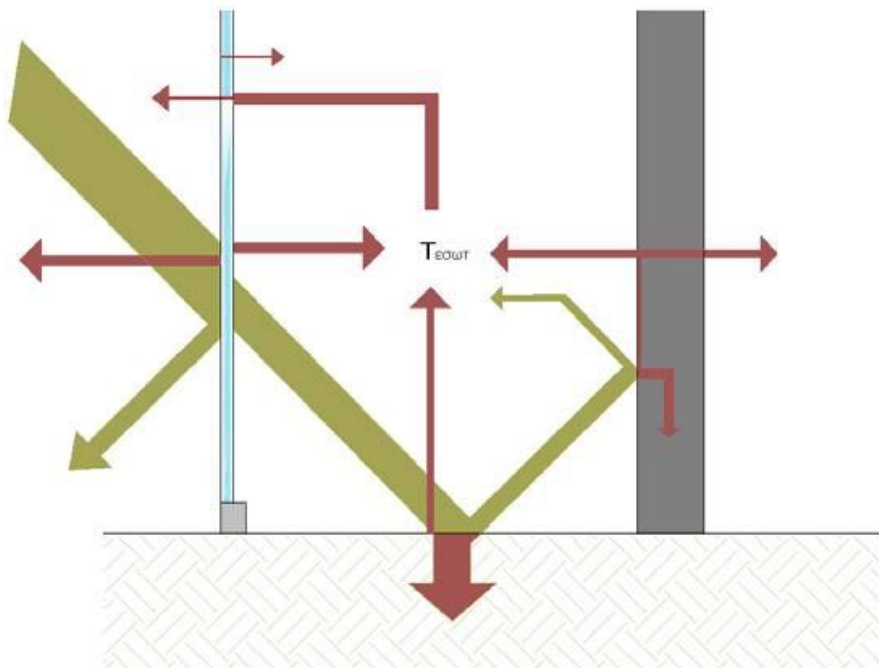
Εικόνα 36 Πηγή: ΚΑΠΕ: Βιοκλιματική αρχιτεκτονική –Εφαρμογές στην Ελλάδα, 9.Εργαστήρια ΤΕΙ στην Πάτρα

Εφαρμόστηκε το σύστημα του θερμοκηπίου - ηλιακός χώρος. Ο κλειστός διάδρομος κυκλοφορίας, που συνδέει τις αίθουσες διδασκαλίας και τα εργαστήρια λειτουργεί ως θερμοκήπιο - ηλιακός χώρος. Βρίσκεται και αυτός στην νότια πλευρά των μονάδων. Η επιφάνεια του αποτελεί το 40% περίπου της όψης και αντιστοιχεί στο 25% της επιφάνειας της κάτοψης του ενιαίου κτηρίου.



Εικόνα 37, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Ο σκελετός του υαλοστασίου κατασκευάστηκε από προφίλ αλουμινίου, καθώς επίσης και τα υαλοστάσια που φέρουν μονά τζάμια. Το μεγαλύτερο τμήμα του θερμοκηπίου-ηλιακού χώρου είναι γυάλινο, μόνο το κάτω μέρος του – η ποδιά – είναι συμπαγής από σκυρόδεμα. Στο επάνω και κάτω τμήμα των ανοιγμάτων υπάρχουν φεγγίτες ανοιγόμενοι, έτσι ώστε να διασφαλίζεται ο αερισμός του θερμοκηπίου-ηλιακού χώρου, κυρίως το καλοκαίρι. (Εικόνα 37,38)



Εικόνα 38, Πηγή: <https://www.google.gr/>

Εφαρμόστηκε η φυσική ψύξη των εσωτερικών χώρων, το καλοκαίρι. Αυτό επιτυγχάνεται με διαμπερή αερισμό, που δημιουργείται με το άνοιγμα των νοτίων και βορεινών υαλοστασίων. Στα διαχωριστικά στοιχεία - τοίχους, ανάμεσα στις αίθουσες διδασκαλίας και το διάδρομο-

Θερμοκήπιο-ηλιακός χώρος έχουν κατασκευαστεί φεγγίτες, στο επάνω τμήμα και θυρίδες στο κάτω τμήμα του τοίχου.

Το άνοιγμά τους εξασφαλίζει την εκτόνωση του ζεστού αέρα προς τα έξω.

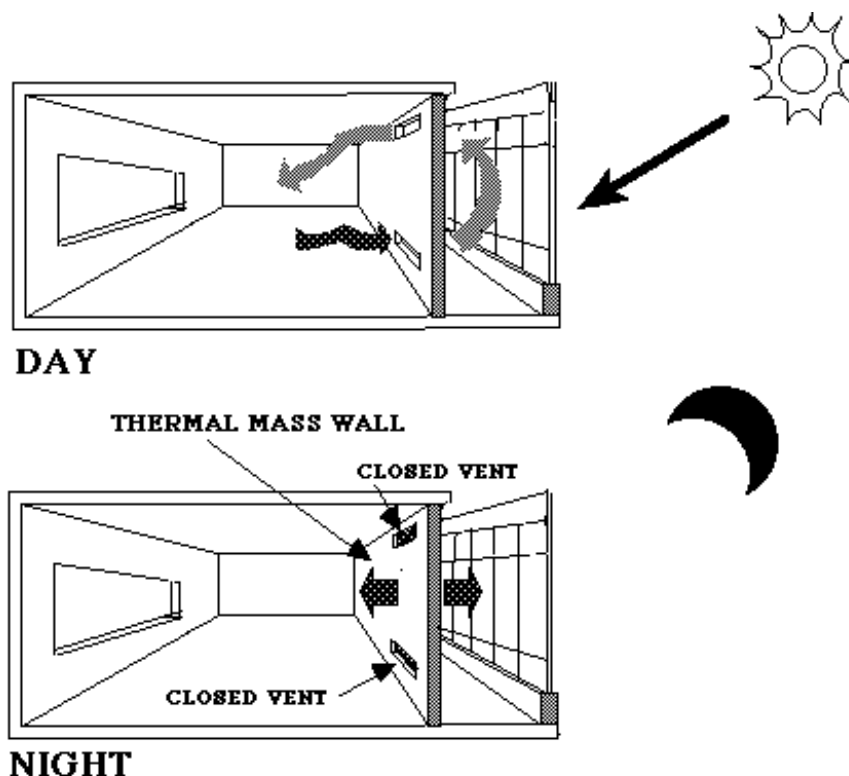
Η θερμική λειτουργία των παραπάνω παθητικών συστημάτων γίνεται ως εξής :

Η ηλιακή ενέργεια που διαπερνά τα νότια υαλοστάσια, στην διάρκεια της χειμωνιάτικης μέρας , θερμαίνει τον αέρα στο χώρο του ηλιακού χώρου - διαδρόμου. Στη συνέχεια ο ζεστός αέρας διοχετεύεται στις αίθουσες διδασκαλίας, μέσα από τους φεγγίτες , που υπάρχουν στους διαχωριστικούς τοίχους. Ταυτόχρονα ψυχρός αέρας περνά από τις αίθουσες στον ηλιακό χώρο, μέσα από τις θυρίδες που βρίσκονται στο κάτω τμήμα του τοίχου. (Εικόνα 39)

Έτσι η θερμική ενέργεια, που συλλέγεται στους εσωτερικούς χώρους συμβάλει άμεσα στην άνοδο της εσωτερικής θερμοκρασίας, ενώ ένα τμήμα αυτής της θερμότητας αποθηκεύεται στην μάζα του κτηριακού κελύφους, δηλαδή στα δάπεδα και τους τοίχους .

Τη νύχτα, με την σταδιακή πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας, θα έπρεπε να αρχίζει να αποδίδεται η αποθηκευμένη θερμότητα διατηρώντας έτσι τη θερμοκρασία του χώρου σε αποδεκτά επίπεδα, πράγμα που δεν συμβαίνει στην περίπτωση μας γιατί δεν υπάρχει πρόβλεψη κινητής μόνωσης, με αποτέλεσμα να μην ισχύουν τα παραπάνω.

Ταυτόχρονα ανοίγουν οι επάνω φεγγίτες του ηλιακού χώρου και του ενδιάμεσου τοίχου, ώστε ο ζεστός αέρας να απομακρύνεται, όσο γίνεται πιο γρήγορα και να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του χώρου.



Εικόνα 39, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Επίσης η μεγάλη θερμική αδράνεια του κτηρίου, λόγω της κατασκευής του από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα συμβάλλει στην διατήρηση της εσωτερικής θερμοκρασίας σε επίπεδα άνεσης.

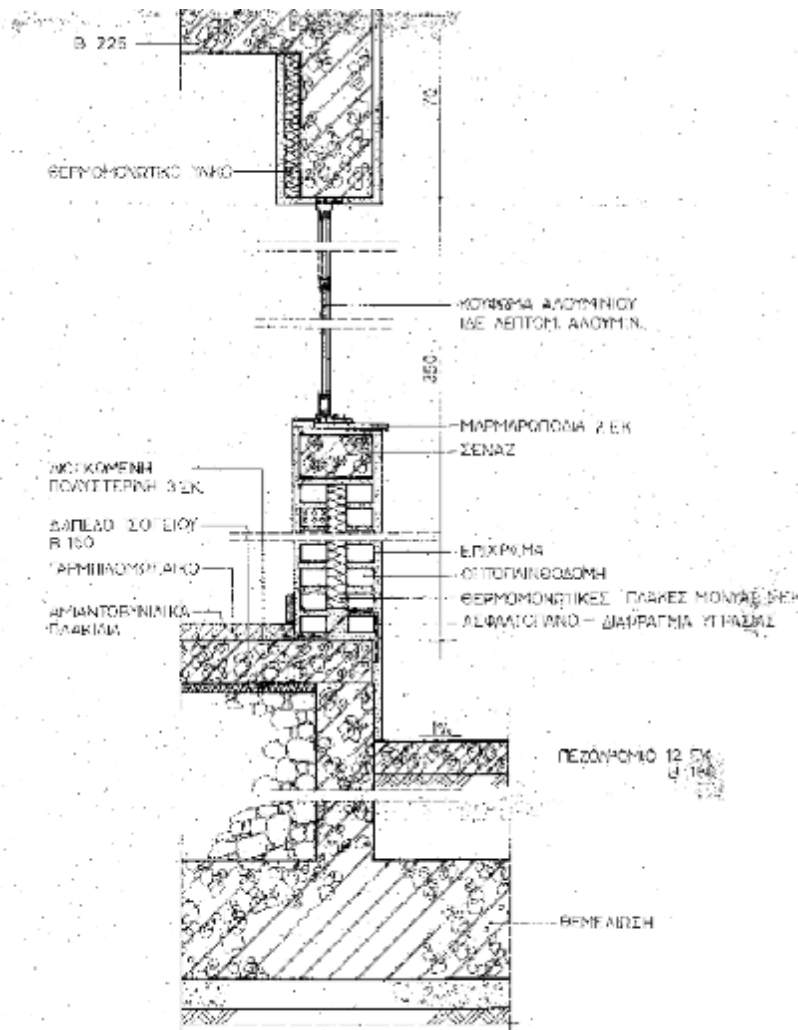
Κατά την διάρκεια της νύχτας, η πλεονάζουσα θερμότητα απομακρύνεται από τους εσωτερικούς χώρους και από την μάζα της κατασκευής με τα ρεύματα του αέρα που δημιουργούνται.

Ανοίγουν όλοι οι φεγγίτες, στο επάνω και κάτω μέρος του ηλιακού χώρου, του εσωτερικού διαχωριστικού τοίχου και της βορεινής πλευράς, το διάπλατο άνοιγμα των υαλοστασίων της βόρειας πλευράς ώστε τα ρεύματα που δημιουργούνται να προκαλούν φυσικό δροσισμό, σε συνδυασμό με το μέγιστο άνοιγμα των νότιων ανοιγμάτων για διαμπερή λειτουργία. Έτσι το σύνολο της κατασκευής ψύχεται ενώ η εσωτερική θερμοκρασία διατηρείται σε ανεκτά επίπεδα.

6.3 Κατασκευαστικά στοιχεία κτηρίου

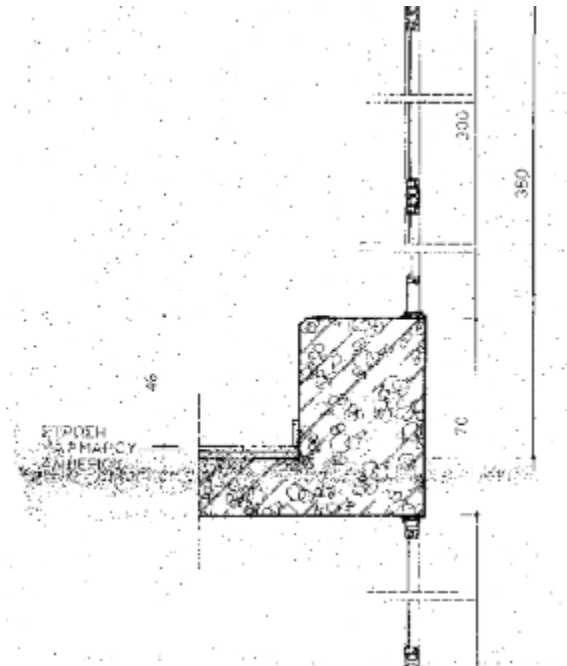
Η κατασκευή του κτηρίου είναι συμβατική.

Ο σκελετός είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα και οι εξωτερικές τοιχοποιίες από διπλή οπτοπλινθοδομή, συνολικού πάχους 25cm., με θερμική μόνωση από πολυστερίνη στο ενδιάμεσο των τούβλων. Τα υποστυλώματα και οι δοκοί έχουν εσωτερική μόνωση από εξηλασμένη πολυστερίνη. (Εικόνα 40)



Εικόνα 40, Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος

Η επικάλυψη – δώμα είναι κατασκευασμένη με οπλισμένο σκυρόδεμα, φέρει στην επάνω πλευρά στρώση θερμομονωτική από πολυουρεθάνη, με επίστρωση ασφαλτόπανου. Η τελική επικάλυψη έγινε από φύλλα αλουμινίου. (Εικόνα 41)



Εικόνα 41, Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος

Τα δάπεδα κατασκευάστηκαν από μαρμάρινες πλάκες και πλαστικά πλακάκια.

Τα κουφώματα είναι μεταλλικά, από αλουμίνιο με μονά τζάμια ελληνικής προέλευσης σε όλες τις πλευρές, εκτός από τα βορεινά ανοίγματα που έχουν προβλεφθεί διπλά τζάμια. (Εικόνα 42)



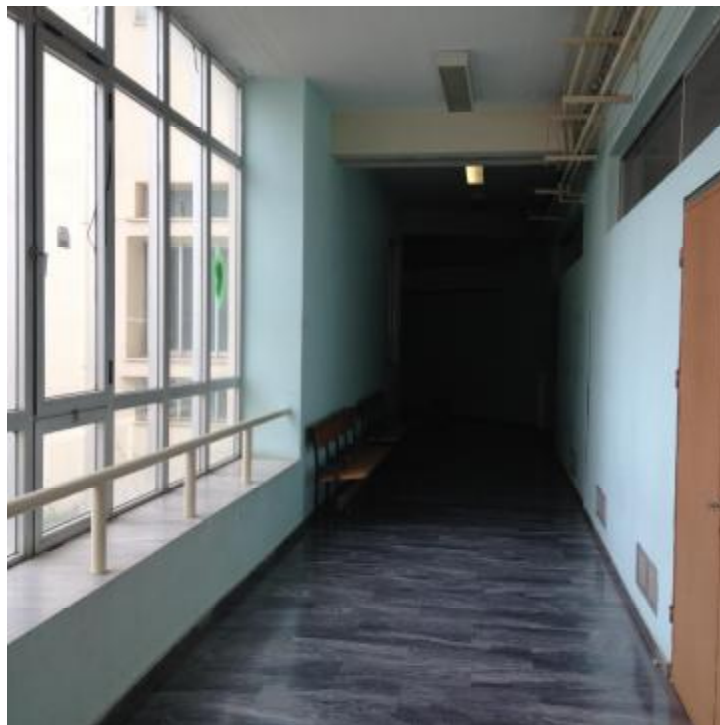
Εικόνα 42, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

6.4 Θερμική συμπεριφορά κτηρίου με βάση τη μελέτη κατασκευής

Κατά την διάρκεια της μελέτης κατασκευής του κτηρίου υπολογίστηκε η απόδοση των παθητικών ηλιακών συστημάτων.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν, η εσωτερική θερμοκρασία στο ενιαίο κτήριο κατά την διάρκεια της λειτουργίας του βρίσκεται στα όρια θερμικής άνεσης. Ορισμένες μόνο μέρες κατά τους θερινούς μήνες (Ιούνιο-Σεπτέμβριο) παρατηρήθηκαν υψηλότερες των 26° C θερμοκρασίες στις αίθουσες διδασκαλίας.

Η ανεκτή αυτή θερμική κατάσταση οφείλεται στον διαρκή αερισμό που δημιουργείται, όταν ανοίγουν τα βορεινά παράθυρα των αιθουσών και οι φεγγίτες του ηλιακού χώρου-διαδρόμου (Εικόνα 43)



Εικόνα 43, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Οι ενεργειακές ανάγκες των κτηρίων καλύπτονται σε ποσοστό 70% περίπου από την εφαρμογή των παθητικών ηλιακών συστημάτων.

6.5 Υπάρχουσα κατάσταση κτηρίου

Παρακάτω περιγράφεται η υπάρχουσα κατάσταση(οπτικός έλεγχος) των όψεων του κτηρίου ανά προσανατολισμό, στο οποίο (όπως προαναφέρθηκε), ανήκει στο τμήμα Πολιτικών μηχανικών Τ.Ε. του Α.Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας και υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες των όψεων που δέχονται την μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία κατά την διάρκεια της ημέρας. (Εικόνα 44)



Εικόνα 44, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ

Τοιχοποιία

Τα πιο έντονα προβλήματα τοιχοποιίας παρουσιάζονται στις ποδιές και τα πρέκια των μεγάλων ανοιγμάτων της Νότιας όψης.

Διακρίνονται σημεία όπου έχει αποκολληθεί το επίχρισμα και εμφανίζονται ρωγμές. Ρωγμές επίσης εμφανίζονται στις γωνίες των ανοιγμάτων και αποκόλληση επίχρισματος στις ποδιές τους και οι φθορές αυτές επεκτείνονται κατά μήκος της. (Εικόνα 45)



Εικόνα 45, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Στην ένωση των κτηρίων υπάρχουν κατακόρυφες ρωγμές και σε κάποια σημεία διακρίνεται τοπική αποκόλληση επιχρίσματος που έχει ως αποτέλεσμα την αποκάλυψη του αντισεισμικού αρμού. (Εικόνα 46)



Εικόνα 46, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Επίσης παρατηρείται στους τοίχους του κτηρίου, και κυρίως στα πρέκια των ανοιγμάτων, υγρασία η οποία πιθανότατα δημιουργήθηκε από την κακή κατάσταση των κουφωμάτων, με αποτέλεσμα την εκδήλωση τοπικών φθορών και αποκολλήσεων του επιχρίσματος.

Ευδιάκριτη επίσης είναι και η υγρασία στα τοιχώματα των μπάνιων πιθανότατα από την κακή συντήρηση των σωληνώσεων και σε σημεία στα οποία είτε υπάρχουν λιμνάζοντα νερά είτε εκκείθονται περισσότερο στη βροχή, τον αέρα και τον ήλιο.

Κουφώματα

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ανοιγμάτων (στον δεύτερο όροφο του κτηρίου λόγω της μεταγενέστερης κατασκευής τους τοποθετήθηκαν κουφώματα μεγαλύτερης ενεργειακής απόδοσης) έχει συμβατικά-μεταλλικά κουφώματα με διπλά τζάμια στα μικρότερα ανοίγματα και μονά συμβατικά - μεταλλικά στα μεγαλύτερα.

Το πάχος τους κυμαίνεται μεταξύ 4mm και 6mm. Είναι "πλέον" ακατάλληλα για χώρους που χρησιμοποιούνται καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και τη νύχτα (με θέρμανση/ψύξη), οι υαλοπίνακες αυτοί αποτρέπουν τη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας και δεν συνιστάται η χρήση τους διότι δεν έχουν συντηρηθεί σωστά. Έχουν φθαρεί τα λάστιχα συγκράτησης των υαλοπινάκων από την πάροδο του χρόνου και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την εισροή νερού και την δημιουργία θαμπώματος αλλά και την εισροή ψυχρού αέρα τους χειμερινούς μήνες αποτρέποντας το σχηματισμό θερμικής άνεσης στις αίθουσες διδασκαλίας αλλά και στους χώρους αναμονής-διαδρόμους. (Εικόνα 47).



Εικόνα 47, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Περσίδες εσωτερικές

Μετά το πέρας της κατασκευής και για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση τους καλοκαιρινούς μήνες στους χώρους αναμονής, κρίθηκε σκόπιμο να τοποθετηθούν εσωτερικά υφασμάτινες περσίδες με την μορφή κουρτίνας. (Εικόνα 48) Με την πάροδο του χρόνου αυτές καταστράφηκαν και δεν υπήρξε καμία πρόνοια για αντικατάστασή τους.



Εικόνα 48, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ

Τοιχοποιία

Στη βόρεια όψη επαναλαμβάνονται οι ρωγμές. Στον τρίτο όροφο έχει αποκολληθεί το επίχρισμα ανάμεσα στα ανοίγματα καθώς επίσης και στο στηθαίο του δώματος, εξαιτίας της υγρασίας. (Εικόνα 49)



Εικόνα 49, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Κουφώματα

Στα κουφώματα της βόρειας όψης, επικρατεί η ίδια κατάσταση με τα κουφώματα της νότιας όψης με τη μόνη διαφορά ότι εδώ συναντάμε ανοίγματα με διπλά τζάμια. (Εικόνα 50)



Εικόνα 50, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Περσίδες εσωτερικές

Μετά το πέρας της κατασκευής και για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση τους καλοκαιρινούς μήνες στους χώρους αναμονής, κρίθηκε σκόπιμο να τοποθετηθούν εσωτερικά υφασμάτινες περσίδες με την μορφή κουρτίνας. Με την πάροδο του χρόνου αυτές καταστράφηκαν και δεν υπήρξε καμία πρόνοια για αντικατάστασή τους. (Όμοια κατάσταση με αυτή των άλλων πλευρών)

ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ

Τοιχοποιία

Στη δυτική όψη επαναλαμβάνονται οι ρωγμές. Στον τρίτο όροφο έχει αποκολληθεί το επίχρισμα ανάμεσα στα ανοίγματα καθώς επίσης και στο στηθαίο του δώματος, εξαιτίας της κατερχόμενης υγρασίας. (Εικόνα 51)



Εικόνα 51, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Κουφώματα

Στα κουφώματα της δυτικής όψης, επικρατεί η ίδια κατάσταση με τα κουφώματα της νότιας όψης με τη μόνη διαφορά ότι εδώ συναντάμε μικρά ανοίγματα με μονά τζάμια. (Εικόνα 52)



Εικόνα 52, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Περσίδες εσωτερικές

Μετά το πέρας της κατασκευής και για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση τους καλοκαιρινούς μήνες στους χώρους αναμονής, κρίθηκε σκόπιμο να τοποθετηθούν εσωτερικά υφασμάτινες

περσίδες με την μορφή κουρτίνας . Με την πάροδο του χρόνου αυτές καταστράφηκαν και δεν υπήρξε καμία πρόνοια για αντικατάστασή τους.

ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ

Τοιχοποιία

Στην ανατολική όψη επαναλαμβάνονται οι ρωγμές. Στον τρίτο όροφο έχει αποκολληθεί το επίχρισμα ανάμεσα στα ανοίγματα καθώς επίσης και στο στήθαιο του δώματος, εξαιτίας της κατερχόμενης υγρασίας. (Εικόνα 53)



Εικόνα 53, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Κουφώματα

Στα κουφώματα της ανατολικής όψης, επικρατεί η ίδια κατάσταση με τα κουφώματα της νότιας όψης και εδώ συναντάμε ανοίγματα με διπλά τζάμια.

Περσίδες εσωτερικές

Μετά το πέρας της κατασκευής και για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση τους καλοκαιρινούς μήνες στους χώρους αναμονής, κρίθηκε σκόπιμο να τοποθετηθούν εσωτερικά υφασμάτινες περσίδες με την μορφή κουρτίνας . Με την πάροδο του χρόνου αυτές καταστράφηκαν και δεν υπήρξε καμία πρόνοια για αντικατάστασή τους . (Εικόνα 54)



Εικόνα 54, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Μας ενδιαφέρει η θερμική συμπεριφορά του κτηρίου την θερινή περίοδο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπολογίζουμε με συνοπτικό τρόπο τις θερμικές απώλειες του κτηρίου στην υπάρχουσα κατάσταση και για τις πλευρές που δέχονται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία βάση του προσανατολισμού τους κατά την διάρκεια της ημέρας, πριν αυτό υποστεί οποιαδήποτε παρέμβαση με σκοπό την ελαχιστοποίηση τους.

Ως εκ τούτου η βορινή πλευρά του κτηρίου δεν μας απασχόλησε γιατί δεν επιβαρύνεται με θερμικά φορτία κατά τη θερινή περίοδο και έχει μικρότερα ανοίγματα, άρα μικρότερες απώλειες.

Βήμα 1^ο

Αρχικά υπολογίσαμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας των τοιχωμάτων του κτηρίου με βάση τις αναλυτικές τομές του κτηρίου που μας δόθηκαν(βλέπε εικόνα) και στις οποίες διακρίνονται ευκρινώς τα υλικά κατασκευής χρησιμοποιώντας τον γενικό τύπο:

$$k = \frac{1}{\sum R} \quad \text{όπου}$$

$$\sum R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad R_n = \frac{L_n}{\lambda_n}$$

Με το k σε Kcal/m².h.C

Το k για εξωτερικούς τοίχους με διάτρητα τούβλα χωρίς μόνωση : 1,6

Το k για εξωτερικούς τοίχους σκυροδέματος : 1,4

Βήμα 2^ο

Στην συνέχεια κάναμε χρήση ελεύθερου προγράμματος (ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ.rar) από το διακεκριμένο site www.michanikos.gr .

Εκεί αφού λάβαμε υπόψη μας ' την γεωγραφική ζώνη στην οποία βρίσκεται η πόλη της Πάτρας και με βάση τους πίνακες που δίνονται από τον ΚΕΝΑΚ και το ΚΑΠΕ' τοποθετήσαμε:

- Προσανατολισμό
- είδος τοιχωμάτων
- ύψη
- συνολικές επιφάνειες
- αφαιρούμενες επιφάνειες
- θερμοκρασίες
- και φυσικά το συντελεστή θερμοπερατότητας k τον οποίο έχουμε από παραπάνω.

Υπολογίσαμε τις θερμικές απώλειες των πλευρών του κτηρίου οι οποίες δέχονται την μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία κατά την διάρκεια της ημέρας .(βλέπε πίνακα 1)

Βήμα 3^ο

Παρακάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα των θερμικών απωλειών με βάση το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε:

Πίνακας 1

A/A	ΠΛΕΥΡΑ*	ΘΕΡ. ΑΠΩΛΕΙΕΣ σε kcal/h τοίχων
1	Ανατολική	4.465,00
2	Νοτιοδυτική	17.036,14
3	Νότια	9.698,74
4	Βόρεια	11.000,25
5	Νοτιοανατολική	13.284,37
6	Οροφή	92.310,72

*αφορά το σύνολο των θερμικών απωλειών (ισόγειο-1^{ος} όροφος -2^{ος} όροφος-οροφή)

7.1 Παρατηρήσεις

Η ανατολική πλευρά του κτηρίου δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία κατά τις πρωινές ώρες 8:00 π.μ. με 12:00 π.μ. αλλά δεν εκτίνεται σε μήκος, καλύπτει μικρή πλευρά του κτηρίου με μικρότερα ανοίγματα με αποτέλεσμα να παρουσιάζει και τις λιγότερες θερμικές απώλειες.

Η νοτιοδυτική πλευρά του κτηρίου δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία από τις 12:00 π.μ. μέχρι τις 17:00 μ.μ. Αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του κτηρίου (πλευρά σε μέτρα) και έχει τις μεγαλύτερες απώλειες.

Η νότια πλευρά του κτηρίου δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία από τις 8:30 μ.μ. έως και τις 17:00 μ.μ. Αποτελεί και αυτή μεγάλο μέρος του κτηρίου (πλευρά σε μέτρα) και έχει μεγάλες απώλειες

Η νοτιοανατολική πλευρά του κτηρίου δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία από τις 8:30 π.μ. έως και τις 13:00 μ.μ. Αποτελεί και αυτή μεγάλο μέρος του κτηρίου και έχει μεγάλες απώλειες.

Η βορινή πλευρά του κτηρίου σκιάζεται καθ' όλη την διάρκεια σχεδόν της ημέρας .Αποτελεί και αυτή μεγάλο μέρος του κτηρίου και έχει μεγάλες απώλειες.

7.2 Συμπεράσματα υπολογισμού θερμικών απωλειών

Με βάση τα αποτελέσματα που πήραμε από τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τις μεγαλύτερες απώλειες θερμίδων τις έχουμε εκεί που έχουμε εξωτερικούς τοίχους από διάτρητα τούβλα χωρίς ιδιαίτερη μόνωση παρά μόνο συμβατική και οι οποίοι διαθέτουν πολλά και μικρότερα ανοίγματα .

Οι θερμικές απώλειες είναι μικρότερες εκεί που έχουμε τοίχους από σκυρόδεμα και μεγάλα ανοίγματα και αυτό γιατί οι συμπαγής επιφάνειες έχουν μικρότερο συντελεστή θερμοπερατότητας και άρα μικρότερες απώλειες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο : ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι θα πρέπει να προβούμε σε μείωση των θερμικών απωλειών για να πετύχουμε καλύτερες αν όχι βέλτιστες συνθήκες άνεσης στο σύνολο του κτηρίου και με αυτό τον τρόπο να μειώσουμε και τις δαπάνες που απαιτούνται σήμερα για την δημιουργία συνθηκών άνεσης . Τέλος κρίνεται αναγκαίο το κτήριο να παράγει την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια για να καλύψει τις λειτουργικές του ανάγκες.

Παρακάτω παρουσιάζεται μία ολοκληρωμένη πρόταση για την μείωση των θερμικών απωλειών του κτηρίου ,την μείωση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε αυτό και κατ' επέκταση την δημιουργία θερμικής άνεσης στο σύνολο των χώρων και ένα λειτουργικό σύστημα παραγωγής πολύτιμης ηλεκτρικής ενέργειας που θα καλύψει τις ανάγκες του σε θέρμανση και ηλεκτρισμό.

8.1 Έλεγχος θερμικών απωλειών τη χειμερινή περίοδο

Τη θερινή περίοδο που είναι και η περίοδος που καλούμαστε να ελέγξουμε τις θερμικές απώλειες δεν παίζει σημαντικό ρόλο η κατασκευή των υαλοπινάκων (μονό ή διπλό τζάμι) και αυτό γιατί μελετάμε το πως σκιάζονται τα ανοίγματα.

Παρόλα αυτά και μιας που παρατηρούνται με βάση το προηγούμενο κεφάλαιο απώλειες στις επιφάνειες με τα μεγάλα ανοίγματα και χάνουμε θερμότητα τους χειμερινούς μήνες:

Προτείνεται η αντικατάσταση των κουφωμάτων με νέα, με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας και με υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (low-e) (βλέπε σελίδα 37).

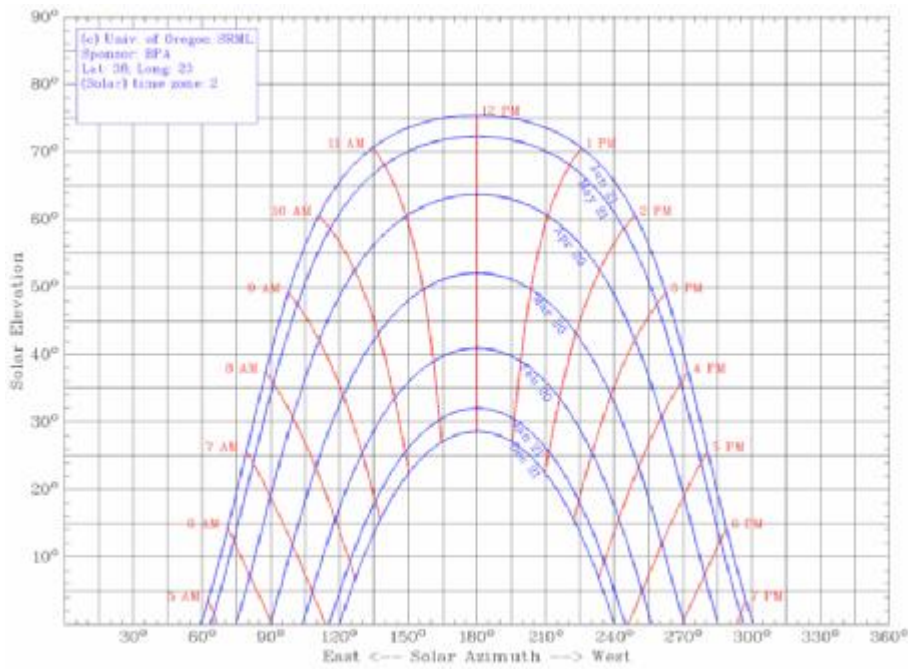
Οι υαλοπίνακες αυτοί συνιστώνται για τη μείωση των θερμικών απωλειών (το χειμώνα) ή για την αύξηση των κερδών (το καλοκαίρι) του κτηρίου, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις και τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής, στην περίπτωση μας την πόλη των Πατρών.

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι όλοι οι υαλοπίνακες τύπου 'χαμηλού συντελεστή εκπομπής δεν είναι ίδιοι, γι' αυτό θα πρέπει να δίδεται μεγαλύτερη προσοχή στις τεχνικές προδιαγραφές τους, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα στην εφαρμογή.

8.2 Έλεγχος προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας

Για τον έλεγχο της προσπίπτουσας ακτινοβολίας την θερινή περίοδο προτείνουμε την τοποθέτηση σκιάστρων στην εξωτερική επιφάνεια της ανατολικής και της νότιας πλευράς του κτηρίου.

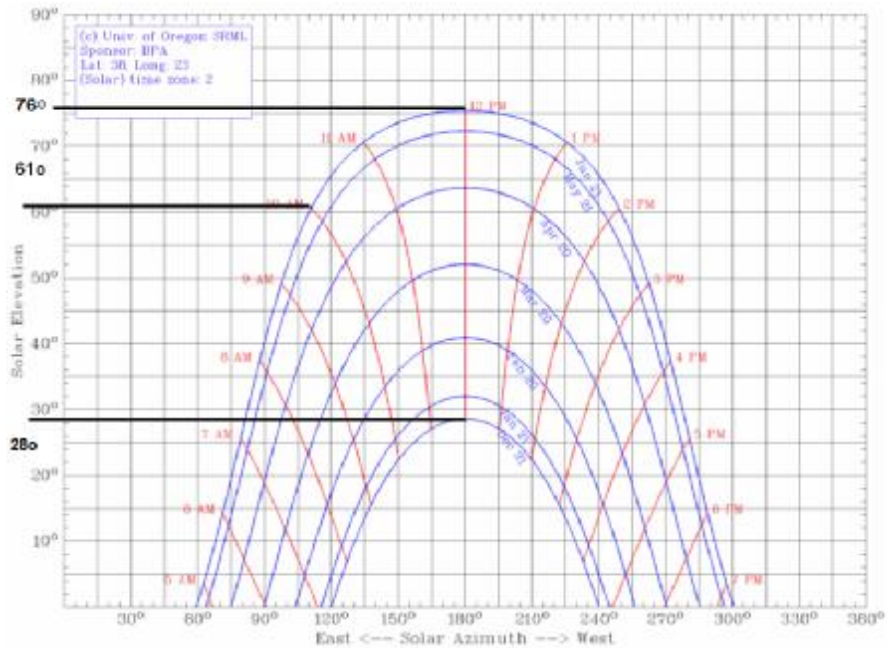
Παρακάτω παρουσιάζονται οι Βασικοί υπολογισμοί για την τοποθέτηση συστημάτων σκίασης για την αποφυγή της πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στην νότια πλευρά και ανατολική του κτηρίου.



Ηλιακός Χάρτης 1: Πηγή: Univ. Of Oregon

Κάνοντας χρήση του [Ηλιακού Χάρτη 1,2](#) για την πόλη της Πάτρας με 38° Γ.Π. μελετάμε την πλήρη σκίαση των ανοιγμάτων της νότιας πλευράς στις 21 Ιουνίου στις **α)** 10:00π.μ. και **β)** στις 12:00 π.μ. και

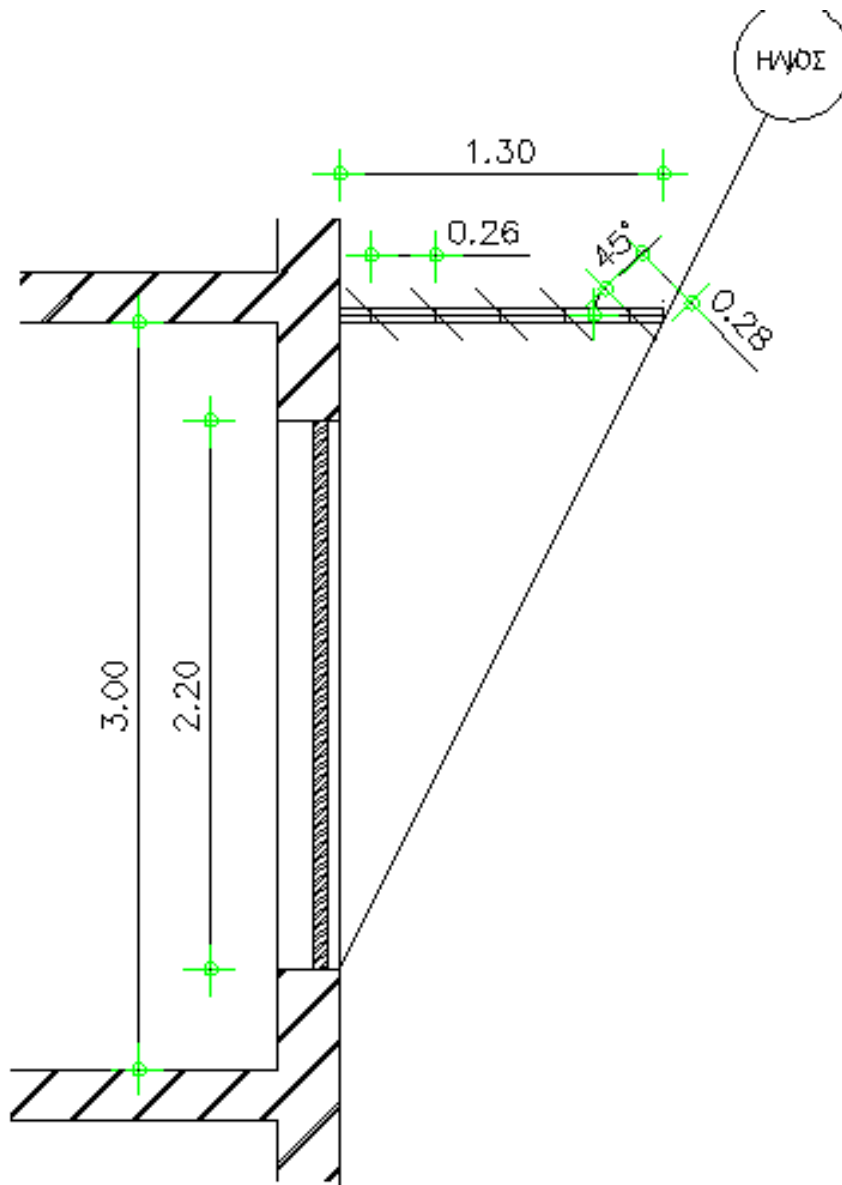
γ) παράλληλα μελετάμε και το ποσοστό της σκίασης των ανοιγμάτων στις 21 Δεκεμβρίου στις 12:00 π.μ. έτσι ώστε να αποφύγουμε τυχόν σκίαση των ανοιγμάτων τους χειμερινούς μήνες μίας και θέλουμε την πολύτιμη ηλιακή ακτινοβολία που θα συμβάλει σημαντικά στην αύξηση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του κτηρίου.



Ηλιακός Χάρτης 2: Πηγή: Univ. Of Oregon

Αναλυτικότερα:

α) από τον ηλιακό χάρτη $\alpha=61^\circ$ στις 21 Ιουνίου 10:00 π.μ. και για $h=2.20\text{m}$ (ύψος ανοίγματος (βλέπε σκαρίφημα 1)



Σκαρίφημα 1, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

έχουμε : $\epsilon\phi\alpha=h/x \Rightarrow x=h/\epsilon\phi\alpha \Rightarrow x=2.20/1.81=1.30 \text{ m}$

β) από τον ηλιακό χάρτη $\alpha=76^\circ$ στις 21 Ιουνίου 12:00 π.μ. και για $h=2.20\text{m}$ (ύψος ανοίγματος βλέπε σχήμα)

έχουμε : $\epsilon\phi\alpha=h/x \Rightarrow x=h/\epsilon\phi\alpha \Rightarrow x=2.20/4=0.55 \text{ m}$

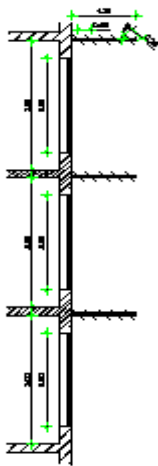
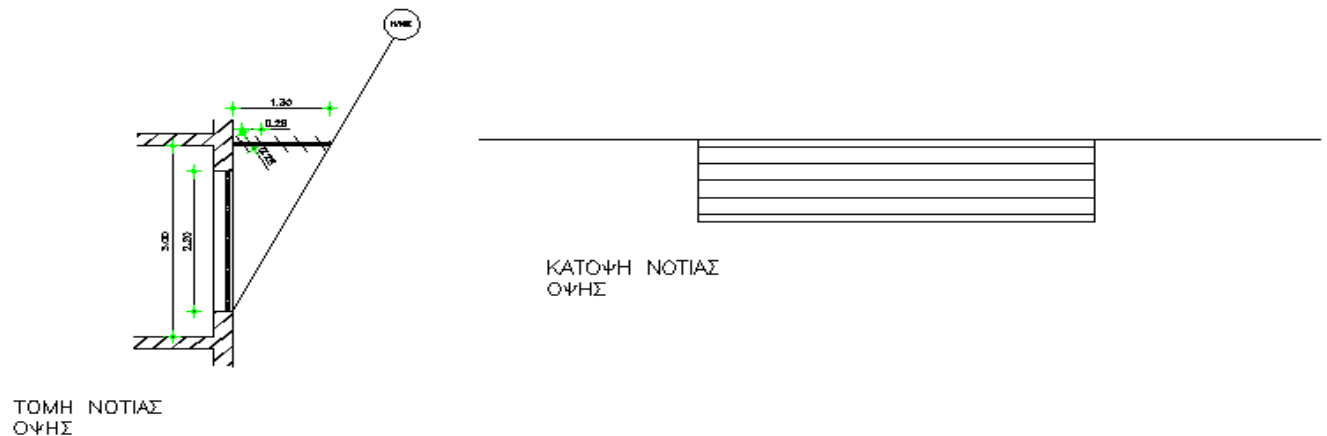
γ) από τον ηλιακό χάρτη $\alpha=28^\circ$ στις 21 Δεκεμβρίου 10:00 π.μ. και για $x=1.30\text{m}$ (μήκος σκιάστρου βλέπε σχήμα)

έχουμε : $\epsilon\phi\alpha=h'/x \Rightarrow h'=x*\epsilon\phi\alpha \Rightarrow h=1.30\text{m}*0.5=0.66 \text{ m}$

επομένως το ποσοστό σκίασης : $h/h' \cdot 100\% \Rightarrow 0.66/2.20 \cdot 100\% = 30\%$ κρίνεται ικανοποιητικό έτσι ώστε να μην έχουμε σκίαση τους χειμερινούς μήνες .

Αφού υπολογίσαμε το μέγεθος του οριζόντιου σκιάστρου και για τις δύο ώρες την 21^η Ιουνίου:

Επιλέγουμε να κατασκευάσουμε σκιάστρο μεγέθους 130 cm με ώρα πλήρους σκίασης 10:00 π.μ. μιας και έτσι έχουμε καλύτερα αποτελέσματα στο θέμα σκίασης και θα επιτύχουμε μικρότερα ποσοστά σκίασης τους χειμερινούς μήνες. (Σκαρίφημα 2-Εικόνα 55)



Σκαρίφημα 2, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 55, Πηγή: <https://www.google.gr/>

Ο τύπος σκιάστρου που προτείνεται είναι :

Οριζόντιες σταθερές Περσίδες ατρακτοειδούς μορφής (βλέπε σελίδα 26) προεξέχουσες δεξιά αριστερά του ανοίγματος κατά εκατόν τριάντα εκατοστά (130 cm) όσο το πλάτος του σκιάστρου όπου αυτό είναι δυνατό , έτσι ώστε να περιορίζεται ή να ελέγχεται η πλευρική ηλιακή πρόσπτωση και να καλύπτεται όλο το άνοιγμα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και με κλίση 45° για να αποφεύγεται η διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά το ηλιακό μεσημέρι.

Απόκλιση από το Νότο:

Πέρα από τη Νότια όμως όψη, υπάρχουν και αυτές που αποκλίνουν από το Νότο (Νοτιοανατολική, Νοτιοδυτική). Παρακάτω μελετάται αν απαιτείται σκίαση και για τις όψεις αυτές.

Μεσημέρι σε έναν τόπο:

- Ύψος σκιάς : h
- Πλάτος σκιάστρου : D
- Ύψος ηλίου (Solar Altitude) : α

Ύψος σκίασης: h

Πλάτος σκιάστρου : D

Ύψος ηλίου (Solar Altitude) : α

21^η Ιουνίου: $\alpha = 76^\circ$, $\varphi \approx 45^\circ$

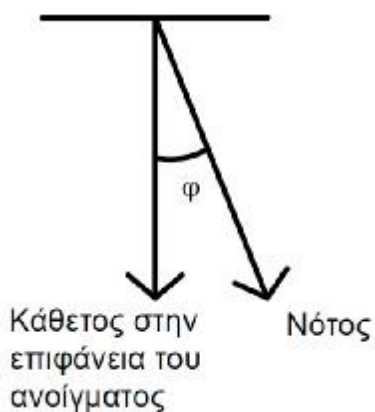
$$h = D_{\varepsilon\varphi\alpha} / \text{συν}\varphi$$

π.χ. για ύψος $h = 220\text{cm}$

$$D = h * \text{συν}\varphi / \varepsilon\varphi\alpha \Rightarrow$$

$$D = 220 * \text{συν}45^\circ / \varepsilon\varphi76^\circ = (220 * 0.70) / 4$$

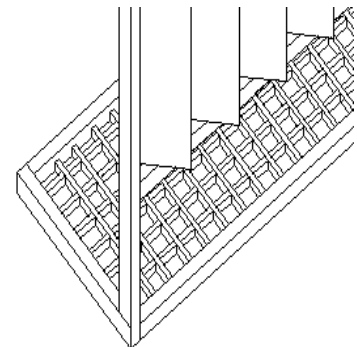
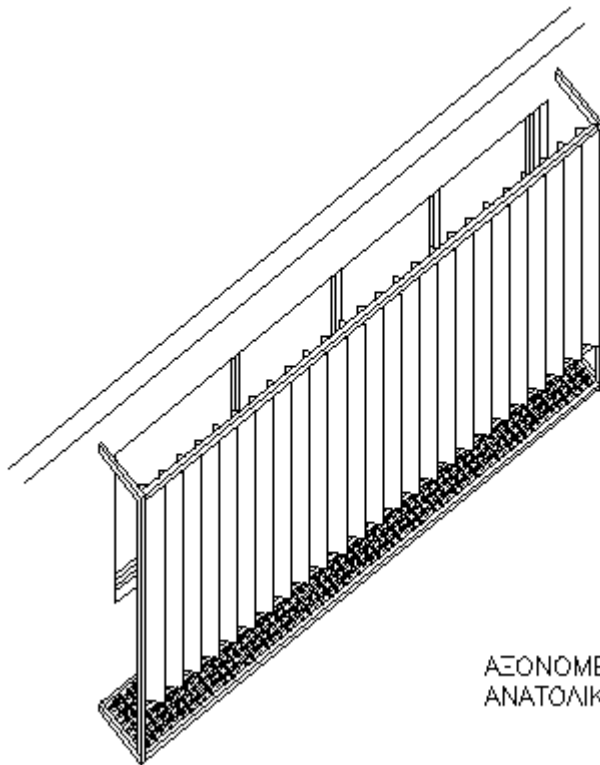
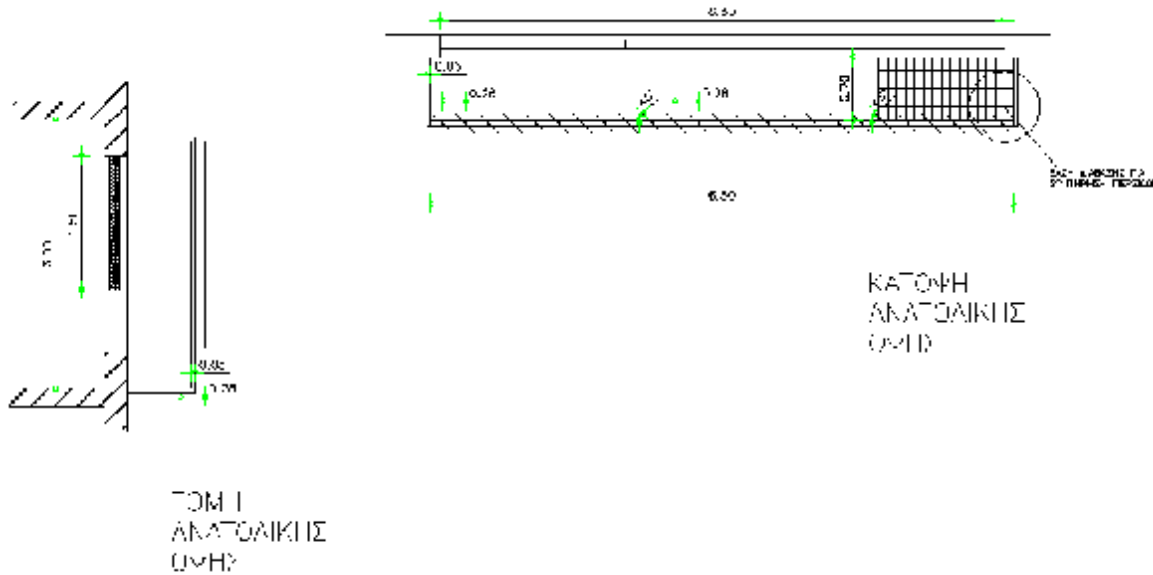
$$\Rightarrow D = 39\text{cm}$$



Σκαρίφημα 2, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς, προκύπτει σκίαση η οποία όμως καλύπτεται από την υπολογισμένη σκίαση για τη Νότια πλευρά (130cm), οπότε δεν απαιτείται επιπλέον σκίαση. (Σκαρίφημα 2)

Για την ανατολική πλευρά προτείνεται η τοποθέτηση κατακόρυφων σταθερών Περισίδων ατρακτοειδούς μορφής σε απόσταση 70cm (εβδομήντα εκατοστά) από το άνοιγμα για καλύτερη συντήρηση υπό κλίση 45°. (Σκαρίφημα 3)



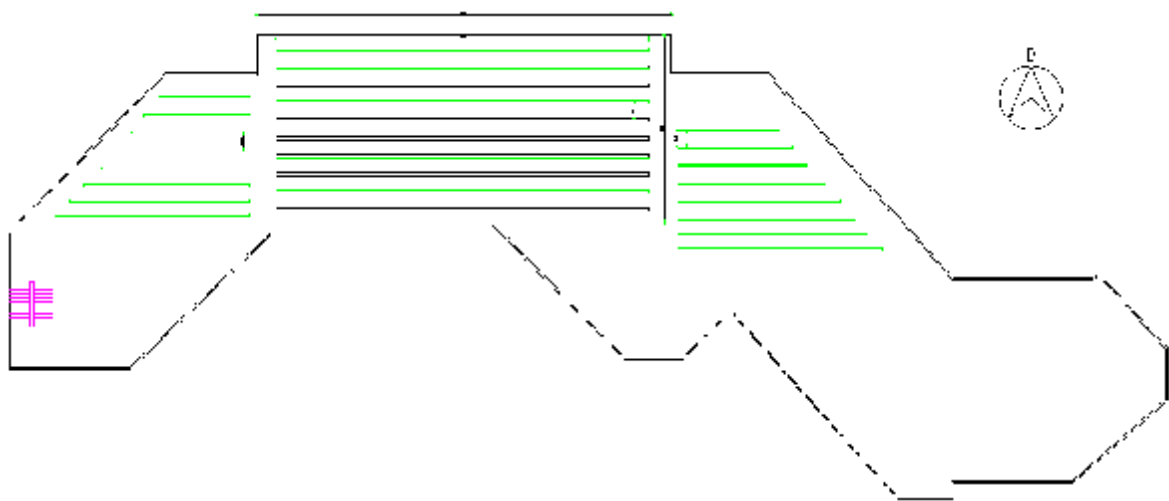
Σκαρίφηματα 3, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

8.3 Σύστημα παράγωγης ηλεκτρικής ενέργειας

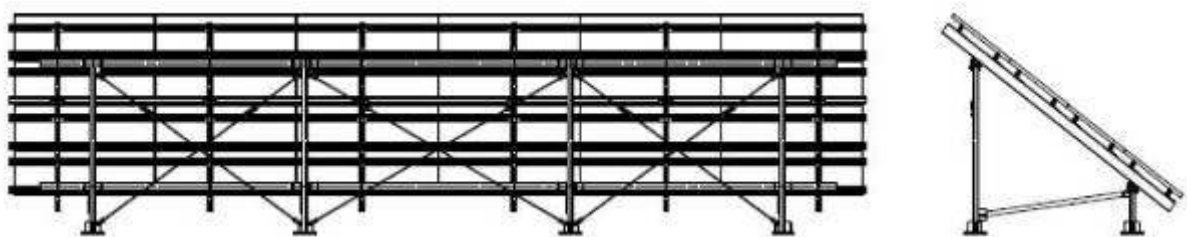
Για την παραγωγή της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας προτείνουμε την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ στο δώμα (οροφή) του κτηρίου μιας και είναι πλέον ευρέως διαδεδομένα και δεν κοστίζουν αρκετά συγκριτικά με τα άλλα.

Το δώμα δεν σκιάζεται και παραμένει ανεκμετάλλευτο με αποτέλεσμα να αποτελεί ιδανικό περιβάλλον για την εγκατάσταση του συστήματος .

Σειρές από φωτοβολταϊκά πάνελ τοποθετημένα σε σταθερές βάσεις που θα καλύψουν το σύνολο της επιφάνειας δηλαδή των 2223.55 τ.μ. του δώματος του κτηρίου, κατασκευασμένα από Μονοκρυσταλλικό πυρίτιο το οποίο φαίνεται να έχει την μεγαλύτερη απόδοση συγκριτικά με το κόστος. (Σκαρίφημα 4,5)



Σκαρίφημα 4, Πηγή : Προσωπικό αρχείο



Σκαρίφημα 5, Πηγή : ΤΕΕ Μακεδονίας

Τα πάνελ ονομαστικής ισχύος 150Wh (περιγράφεται παρακάτω) με διαστάσεις 148x67x35 cm και βάρος 12.0 kg κόστους 144,0 €/ανά τεμάχιο (ενδεικτική τιμή με βάση την εταιρία idea hellas καθώς απαιτείται λεπτομερής μελέτη από εξειδικευμένο προσωπικό 'Μηχανολόγους Μηχανικούς') τοποθετημένα σε κλίση 30° (πηγή ΤΕΕ Μακεδονίας) με νότιο προσανατολισμό έτσι ώστε να έχουμε την μέγιστη δυνατή απόδοση.

8.3.1 Φωτοβολταϊκό πάνελ μονοκρυσταλλικό (Περιγραφή)

Κατασκευή από πλαίσιο αλουμινίου μεγάλης αντοχής

Χαρακτηριστικά:

- Το υψηλής απόδοσης και πιστότητας φωτοβολταϊκό πάνελ Solar plus είναι μιας Γερμανικής νέας γενιάς σύγχρονη μονοκρυσταλλικής τεχνολογίας φωτοβολταϊκή γεννήτρια που περιέχει κυψέλες με αντανάκλαστική επίστρωση και γυαλί για την παραγωγή περισσότερης ενέργειας (περισσότερες kWh ανά kWp) από την εγκατάστασή σας.
- **Όλα τα εισαγόμενα στην Ελλάδα φωτοβολταϊκά πλαίσια έχουν θετική ανοχή έως +5% της ονομαστικής τους ισχύς σε Watt δίδοντας στην πραγματικότητα περισσότερα watt γεγονός που τα επιτρέπει να φτάνουν σε αποδόσεις έως και 16.9% σε σχέση με την προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια.**
- Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι πολύ υψηλής ποιότητας διαθέτουν Ευρωπαϊκές πιστοποιήσεις CE, ISO 2000-2001

Τεχνικά Χαρακτηριστικά:

- Peak Power (Pmax) 150Watt
- Voltage (Vm) 18V
- Current (Im) 8.5A
- Open Circuit Voltage (Voc) 21.6 V
- Short Circuit Voltage (Isc) 10.2
- Διαστάσεις 148x67x35 cm
- Βάρος 12 KG
- ISO9001

(Πηγή idea hellas Φωτοβολταϊκό πάνελ 150w 12v OEM SP15)

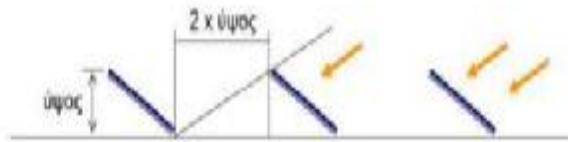
8.3.2 Ενδεικτικός υπολογισμός της συνολικής ισχύος του συστήματος

Για 25,30 m x 11,50 m = 300,00 m² τοποθετούνται 10 σειρές φωτοβολταϊκών συστημάτων με 15 πάνελ την σειρά άρα :

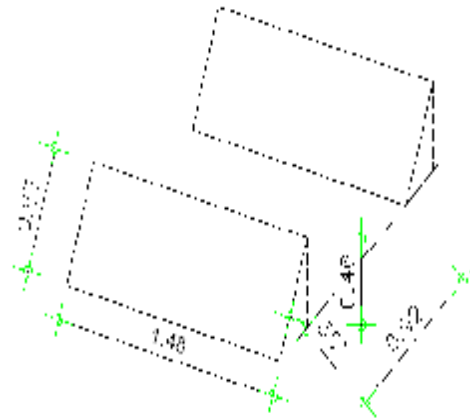
150 πάνελ x 150 Wh ονομαστική ισχύ/πάνελ =22500 Wh ή 22,5 kWh

Επομένως για μια επιφάνεια όπως η δική μας της τάξεως των 2300 τ.μ. θα έχω 172500 Wh ή 172,5 kWh. (προϋπόθεση της συγκεκριμένης εγκατάστασης η αδειοδότηση από την εμπλεκόμενη αρμόδια αρχή Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας-ΡΑΕ.)

Για την αποφυγή της μεταξύ τους σκίασης ένας πρακτικός κανόνας τοποθέτησης είναι ότι η απόσταση μεταξύ διαδοχικών σειρών θα πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσια του ύψους της εγκατάστασης δηλαδή τα πάνελ έχουν ύψος 0,46 m άρα η απόσταση μεταξύ τους θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,92 m, όπως φαίνεται στα παρακάτω Σκαριφήματα 6,7:



Σκαρίφημα 6 , Πηγή : ΤΕΕ Μακεδονίας



Σκαρίφημα 7, Πηγή : Προσωπικό αρχείο

Και τέλος για την αποφυγή προβλημάτων μετά την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών πάνελ θα πρέπει να γίνουν κάποιες προπαρασκευαστικές εργασίες:

1. Μόνωση Δώματος
2. Διαστάσεις Δώματος
3. Σημεία εξόδου και εργασίας
4. Διάδρομοι Δώματος
5. Εμπόδια και αντίστοιχα ύψη
6. Κλίσεις
7. Πρόσβαση

Παράλληλα θα πρέπει να είναι διαθέσιμη η στατική μελέτη του κτηρίου, διατομές και βάρη σκελετού, προκειμένου να είναι υπολογίσιμο:

Το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος επί Δώματος

Υπολογισμός διατομών

Υπολογισμός Πρόσθετης μεταλλικής Κατασκευής για την υποστήριξη των βάσεων

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΓΡΑΦΙΑ

<https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/3-pathetika-eliaka-systemata-thermanses>

www.johnsonwindowfilms.com

www.gri-sun.gr

<http://thesecretrealtruth.blogspot.com/>

www.johnsonwindowfilms.com,

www.alumil.com,

www.sts.gr

www.chapglass.com

<http://www.michanikos.gr/>

<http://www.mixanitouxronou.gr/>

<http://www.palagkas.gr/>

<http://pegasus-alu.gr/el/>

<http://www.prismaglass.gr/>

<https://www.google.gr/maps/preview>

<https://www.ideahellas.gr/>

<https://www.kamxis.gr/index.php>

<https://www.alunet.gr/>

<http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.html>

<https://www.iqsolarpower.com/pvpanels/>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

Συγγραφέας: Ανδρεαδάκη Χρονάκη Ε. Εκδότης: University Studio Press

Οδηγός μελέτης και υλοποίησης φωτοβολταϊκών έργων ΤΤΕ ΤΚΜ

Κατάλογος Προϊόντων 2018 “Aluminco”

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

Τεχνική Υπηρεσία ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος

“Κτίριο” εκδόσεις, Τεύχος 9/2008

Βιβλιοθήκη Τ.Ε.Ε. – Συμπεριφορά & Ιδιότητες του γυαλιού και ο ρόλος του στην εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων (Νικόλας Μαλεφάκης, Τεχνικός Σύμβουλος, Αντ. Ν. Μαλεφάκης ΑΕΒΕ

The passive solar energy book, Edwart Mazria