ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

«ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΖΑΧΑΡΕΝΙΑ ΜΑΡΚΑΚΗ

ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ (Επιβλέπων Καθηγητής)

ΔΙΟΝΥΣΙΑ ΚΟΛΟΚΟΤΣΑ (Συνεπιβλέπουσα Καθηγήτρια)

ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΣ

ΧΑΝΙΑ 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	……..……..1
1.1 ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	……. 2
1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ…….	…….……2
1.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ…….	……..…….…..4
1.3.1. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ…….	…….4
1.3.2. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	……..…….13
1.3.3. ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.....	…….……..17
1.3.4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ – ΣΚΙΑΣΜΟΥ.....	…….…… 22
1.3.5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ……	…….....……30
1.3.6. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ……	…..…….……33
2. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	…….….. 36
2.1. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ.....	…….……...36
2.2. ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ.....	…….…… 40
2.3. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	…….....…48
2.4. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ.....	…….…..……52
3. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ	…….…….54
3.1. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	…….....54
3.2. ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	…….…..57

3.3. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	…….. 58
3.4. ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΒΙΟΜΑΖΑ.....	……64
3.5. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	…….....65
3.6. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ.....	…….....65
3.7. ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	……..…. 66
4. ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ.....	.....……69
4.1. ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.....	…….....70
5. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΕΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΟΥΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ……	……..…….. 87
5.1. ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΟΥΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ…….	……...……..90
5.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ…….....	……...……....91
6. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ REFSEN…….....	102
6.1.ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ…….....	.....……..... 102
6.2.ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ……	……...…..104
6.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ .....…… ……	…….....110
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ……	136
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ……..……	…….....138

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης. Το θέμα της εργασίας αναφέρεται στο Βιοκλιματικό και Οικολογικό Σχεδιασμό των Κτιρίων που χρήζει ιδιαίτερης σημασίας λόγω ανάγκης για εξοικονόμηση ενέργειας αφού ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Δεδομένου ότι το 80% των κατοίκων της Ευρώπης κατοικούν πλέον σε πόλεις, η ανάγκη για κάλυψη των απαιτήσεων σε θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης διαρκώς αυξάνει, εκτιμάται ότι τα καύσιμα για την παραγωγή της απαιτούμενης ενέργειας για τα κτίρια ευθύνονται για το 50% περίπου των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και κυρίως του CO_2. Συγκεκριμένα, η κατανάλωση για θέρμανση των χώρων κατέχει την πρώτη θέση στις ενεργειακές απαιτήσεις. Η Ελλάδα παρόλο που έχει μεσογειακό κλίμα, έχει τις λιγότερες απαιτήσεις σε θέρμανση το χειμώνα απορροφώντας το 72% περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Συνεπώς, η κατασκευή περιβαλλοντικά και ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων και η χρήση μεθόδων και τεχνικών για τη αξιοποίηση φυσικών πηγών ενέργειας στα κτίρια, είναι επιτακτική ανάγκη, μπροστά στην περιβαλλοντική κρίση που ολοένα εντείνεται.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ.Καλογεράκη και τη συνεπιβλέπουσα καθηγήτρια κ.Κολοκοτσά, τους γονείς μου, την αδερφή και τους φίλους μου που συντέλεσαν για τη ψυχολογική μου υποστήριξη και για να βγει η διπλωματική αυτή εις πέρας. Σας ευχαριστώ πάρα πολύ για όλα από τα βάθη της καρδιάς μου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Βιοκλιματικός και Οικολογικός Σχεδιασμός Κτιρίων χρήζει ιδιαίτερης σπουδαιότητας στη σημερινή πραγματικότητα γιατί γίνεται αλόγιστη χρήση φυσικών πόρων, ενέργειας και πρώτων υλών υποβαθμίζοντας το περιβάλλον. Έτσι τα τελευταία χρόνια η Ευρωπαϊκή Ένωση έχοντας αυξημένη ευαισθησία στο περιβάλλον έχει θέσει στόχο την κατασκευή κτιρίων που βασίζονται και από άποψη δομής και από άποψη κατασκευής σε φιλικά προς το περιβάλλον οικολογικά υλικά και συστήματα εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επίσης με χαμηλό κόστος και με φιλικές προς το χρήστη τεχνολογίες, οι απώλειες στη θέρμανση μπορούν να μειωθούν ώστε τα κτίρια να προστατευθούν από την υπερθέρμανση, να μειωθεί ο θόρυβος και να βελτιωθούν οι συνθήκες φωτισμού. Όσον αφορά τον Οικολογικό Σχεδιασμό μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανακυκλώσιμα υλικά που έχουν τη δυνατότητα να επαναχρησιμοποιηθούν και να τοποθετηθούν σε δεύτερης ποιότητας κτίρια με αποτέλεσμα την μείωση κατανάλωσης φυσικών πόρων και πρώτων υλών.

Στη συνέχεια προσομοιώνεται ένα συμβατικό κτίριο με τη τοποθέτηση διαφόρων τύπων υαλοπινάκων προκειμένου να υπολογιστεί η κατανάλωση ενέργειας για την κάλυψη του σε θέματα θέρμανσης και δροσισμού καθώς επίσης και του κόστους κατανάλωσης ενέργειας από αυτούς. Έπειτα τοποθετήθηκαν στο ήδη υπάρχον κτίριο σκίαστρα και πρόβολοι ώστε να τροποποιηθεί το κτίριο με κανόνες που διέπει ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός.

Τα συμπεράσματα που εξάγαμε παρουσιάζονται και συγκρίνονται εν συνεχεία στην παρούσα διπλωματική εργασία.

1. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική ορίζεται η διαδικασία σχεδιασμού κτιρίων που στόχο έχει να επιτευχθεί ορθολογική χρήση ενέργειας για την εξοικονόμηση της χωρίς οι άνθρωποι να στερούνται άνεση και ασφάλεια, ακολουθώντας μία σειρά παραμέτρων. Σε αυτού του είδους τις κατασκευές το κλίμα θεωρείται ένας από τους σοβαρότερους παράγοντες που καθορίζουν τον σχεδιασμό. Στόχος του είναι η δημιουργία κτισμάτων που θα μπορούν να ανταποκρίνονται στις κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος, ώστε το κτιριακό κέλυφος να τις εκμεταλλεύεται, να τις αποτρέπει ή να τις τροποποιεί για να δημιουργείται μεσόκλιμα που να παρέχει τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη και τις βέλτιστες συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης για τους χρήστες.

Έτσι ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός επιδιώκει την εναρμόνιση των κτιρίων με τον περιβάλλοντα χώρο και τις ειδικές κλιματολογικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής. Οι παράγοντές του κλίματος εκτός από την ηλιακή ενέργεια είναι και άλλες περιβαλλοντικοί παράμετροι όπως η ηλιοφάνεια, η σχετική υγρασία, ο άνεμος, η βλάστηση, η θερμοκρασία του σχετικού αέρα καθώς και η σκίαση από τα άλλα κτίρια.

Συνεπώς βασικά κριτήρια για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η απλότητα χρήσης των εφαρμογών και η αποφυγή περίπλοκων συστημάτων και τεχνικών, ώστε να είναι περιορισμένη η συμβολή του χρήστη στη λειτουργία τους, καθώς και η χρήση ευρέως εφαρμοσμένων συστημάτων.

Έτσι είναι λογικό ότι ανάλογα το κλίμα της περιοχής διακρίνονται περιπτώσεις όπως:

- Στα ψυχρά βόρεια κλίματα προέχει η προστασία από το ψύχος και η αξιοποίηση της ελάχιστης ηλιοφάνειας για θέρμανση.
- Στα τροπικά κλίματα προέχει η προστασία από τον ήλιο και η αξιοποίηση της χαμηλής θερμοκρασίας του υπεδάφους και της ελάχιστης αύρας για δροσισμό.
- Στα ήπια-εύκρατα-μεσογειακά κλίματα τα κτίρια μπορούν αν σχεδιαστούν σωστά να θερμαίνονται από τον ήλιο σε ένα ποσοστό 60-70% το χειμώνα και το καλοκαίρι να διατηρούνται δροσερά χωρίς κλιματισμό.

Κύρια στοιχεία του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού είναι τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια προκειμένου να αξιοποιηθούν οι διαθέσιμες

περιβαλλοντικές πηγές ώστε να εξασφαλιστεί θέρμανση, φυσικός φωτισμός και ψύξη στις κτιριακές εγκαταστάσεις.

1.1 ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

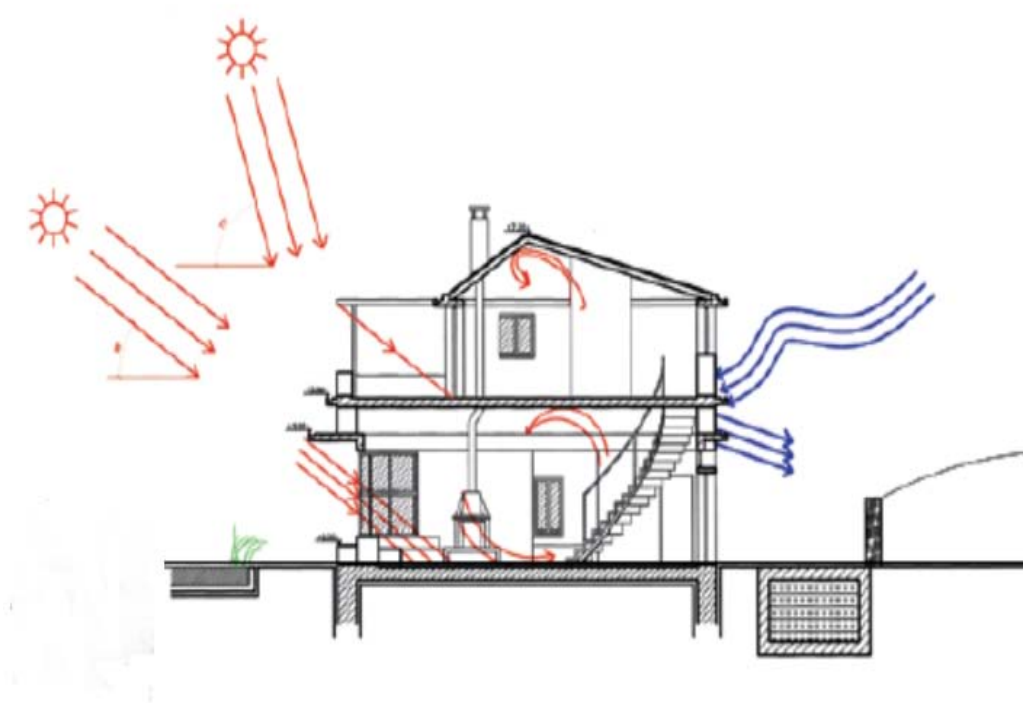
Τα φιλικά προς το περιβάλλον κτίρια ακολουθούν κανόνες εξοικονόμησης ενέργειας και βιοκλιματικής τεχνολογίας. Δηλαδή:

1. Κατάλληλη κατασκευή κελύφους.
2. Σωστή διαρρύθμιση χώρων ώστε να καλύπτουν θερμικές ανάγκες.
3. Θερμική προστασία με κατάλληλη θερμομόνωση για διασφάλιση της αυξομείωσης της θερμοκρασίας σε θερμές και ψυχρές χρονικές περιόδους.
4. Αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του με νότιο προσανατολισμό.
5. Αξιοποίηση ηλιακής ενέργειας προκειμένου να υπάρχει φυσικός φωτισμός καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.
6. Τοποθέτηση παθητικών θερμικών συστημάτων για κάλυψη θέρμανσης και φωτισμού.
7. Ύπαρξη πολλών ανοιγμάτων και παράθυρων προσανατολισμένων στο Νότο και λιγότερα ανοίγματα προς το Βορρά.
8. Η βορινή πλευρά θα πρέπει να προστατεύεται από ψηλά δέντρα, χώρους στάθμευσης ή αποθηκευτικούς χώρους ώστε να μειώνεται η ένταση του ανέμου.
9. Να υπάρχει δυνατότητα αερισμού προκειμένου να εξισορροπείται πιο εύκολα κάθε θερμοκρασιακή αυξομείωση σε θερινές περιόδους, ή κατασκευή πέργολας για σκιασμό και φύτευση από φυλλοβόλα δέντρα και φυτά.
10. Αξιοποίηση ηλιακής και γεωθερμικής ενέργειας προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
11. Σωστή κατανομή φωτός μέσα στους χώρους.
12. Δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σκούρες αποχρώσεις στα κτίσματα που απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία και υπερθερμαίνουν το κτίριο. Τα ανοιχτά χρώματα αντανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία οπότε θα πρέπει να προτιμούνται.
13. Βελτίωση κλίματος έξω και γύρω από τα κτίρια.

1.2 Πλεονεκτήματα Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Εξοικονόμησης ενέργειας λόγω βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων με αποτέλεσμα την μείωση των απωλειών.

- Εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση της τάξης του 60% σε σχέση με ένα συμβατικό κτίριο γιατί δημιουργούνται συνθήκες θερμικής άνεσης και παράγεται θερμότητα μέσω ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους.
- Εξοικονόμηση ενέργειας για φωτισμό της τάξης του 30% σε σχέση με ένα συμβατικό κτίριο.
- Χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον .
- Μερική διατήρηση. Λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων.
- Εξοικονόμηση νερού, μέσω συστημάτων συγκέντρωσης, επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης νερού.
- Προστασία και εξοικονόμηση φυσικών πόρων (ενέργεια, νερό).
- Μείωση κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων και CO_2 .
- Μείωση κατανάλωσης μέσω συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ.
- Διαχείριση αποβλήτων από συστήματα συγκέντρωσης, διαλογής και ανακύκλωσης απορριμμάτων.
- Βελτίωση ποιότητας του εσωτερικού αέρα, μέσω χρήσης φιλικών στο περιβάλλον, κατασκευαστικών υλικών και καλού εξαερισμού.
- Ευνοϊκό μικροκλίμα, από κατάλληλη φύτευση και υλικά.
- Αύξηση υγιεινής, ασφάλειας και άνεσης.



Εικόνα 1.1: Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίου

1.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

1.3.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Αποτελούν συστήματα που παρέχουν στο κτίριο θέρμανση και δροσισμό από την εκμετάλλευση φυσικών πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή ακτινοβολία, καθώς και στοιχεία απορρόφησης όπως ο ουρανός, ο εξωτερικός αέρας, οι υγρές επιφάνειες και η βλάστηση. Αξιοποιούν δηλαδή τη θερμική μάζα ενός κτιρίου. Η θερμική εκμετάλλευση στα παθητικά κτίρια γίνεται, εκτός από τον τρόπο του σχεδιασμού του, την τοποθέτηση, τον προσανατολισμό, τη μορφή του, και με τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων τα οποία συγκεντρώνουν, αποθηκεύουν, μεταδίδουν, διαχέουν θερμότητα και αποτελούν μέρη των αρχιτεκτονικών στοιχείων.

Όσον αφορά τη θερμική μάζα του κτιρίου σε ημερήσια βάση κατά τη διάρκεια του χειμώνα αποθηκεύει ηλιακή-θερμική ενέργεια την οποία απελευθερώνει κατά την διάρκεια της νύχτας ενώ το καλοκαίρι λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο με την διάφορά ότι η θερμότητα που αποθηκεύεται την ημέρα είναι επιπλέον θερμότητα τη νύχτα. Σε εβδομαδιαία βάση η θερμική μάζα είναι ικανή να υποστηρίξει την θερμική λειτουργία του κτιρίου αποθηκεύοντας θερμότητα, ημέρες με ηλιοφάνεια, και στην συνέχεια διοχετεύοντας την κατά την διάρκεια της νύχτας.

Στην Ελλάδα η χρήση παθητικών συστημάτων στα βιοκλιματικά κτίρια αξιοποιείται κατά τη χειμερινή περίοδο κυρίως για εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση των συνθηκών άνεσης και τη θερινή περίοδο για εξασφάλιση θερμικής άνεσης και φυσικού δροσισμού αφού στην πλειοψηφία τους οι κατοικίες είναι μη κλιματιζόμενες. Επίσης χρησιμοποιείται για επιπρόσθετη προστασία των κατοικιών από μη συμβατική κατασκευή φυτεμένων δωμάτων και εξωτερικών τοιχοποιιών, με αυξημένη θερμομόνωση και ελαχιστοποίηση βορινών ανοιγμάτων. Η ηλιοπροστασία επιτυγχάνεται με εξωτερικά ή εσωτερικά συστήματα σκιασμού στο 29% των περιπτώσεων και φύτευση του περιβάλλοντος χώρου στο 9%. Άλλα παθητικά συστήματα που εφαρμόζονται στην Ελλάδα είναι τα ηλιακά αίθρια, φεγγίτες οροφής για βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, καμινάδες δροσισμού και σωλήνες εδάφους.

Σημειώνεται επίσης ότι ο τύπος του υαλοπίνακα, απλός ή διπλός που χρησιμοποιείται έχει άμεση σχέση με τον τρόπο που διαχέεται το φως, αλλά και με τις θερμικές απώλειες. Με την τοποθέτηση διπλού υαλοπίνακα επιτυγχάνουμε μείωση των ηλιακών κερδών κατά 18% και μειώνονται σαφέστατα οι θερμικές απώλειες από το

παράθυρο κατά 50% σε σχέση με τον μονό υαλοπίνακα. Επίσης ένα στρώμα ύαλου, μειώνει τα ηλιακά κέρδη και παρουσιάζει επιπρόσθετο ποσοστό του 18% ,αλλά μειώνει και τις θερμικές απώλειες με ένα τρίτο. Οι διπλοί υαλοπίνακες χρησιμοποιούνται λόγω των καλών θερμομονωτικών ιδιοτήτων τους, που οφείλονται στο διάκενο του αέρα μεταξύ των επιφανειών. Για καλύτερη απόδοση του διπλού υαλοπίνακα, στο διάκενο τους μπορεί να υπάρχει κενό αέρα που περιορίζει ακόμη περισσότερο τις θερμικές απώλειες. Η μέθοδος προσθήκης επιπλέον στρωμάτων υαλοπινάκων είναι δαπανηρή άλλα χρησιμοποιείται λόγω της αποτελεσματικότητας της στις νέες κατασκευές.

Εκείνο που έχει μεγάλη βαρύτητα στα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι η διαρκείς και τακτικοί έλεγχοι των γυάλινων επιφανειών γιατί μπορούν να προκληθούν διάφορα προβλήματα διάχυσης της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτιρίου. Γι' αυτό το λόγο θα πρέπει να τοποθετούνται συστήματα θερμικής μάζας που έχουν την δυνατότητα να απορροφούν την επιπλέον θερμότητα και να διατηρούν τον χώρο στα επιθυμητά θερμοκρασιακά επίπεδα.

- **Αρχιτεκτονικά και δομικά στοιχεία που ρυθμίζουν τη θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου είναι:**
- Γυάλινα ανοίγματα και ο εξοπλισμός τους.
- Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης ως συλλέκτες θερμότητας.
- Εφαρμογή κατάλληλης γεωμετρίας σκιάστρων.
- Προσαρτημένα θερμοκήπια και ηλιακές καμινάδες.
- Κατάλληλα δομικά υλικά όπως μονώσεις, στοιχεία τοιχοποιίας, χρώματα, υαλοπίνακες κτλ
- Δημιουργία ενεργειακής σκεπής.
- Διαμόρφωση του εξωτερικού περιβάλλοντος χώρου.

Έτσι σε μία ηλιακή παθητική κατασκευή η ροή θερμότητας γίνεται μέσω αγωγής, μεταφοράς και ακτινοβολίας και η ηλιακή ενέργεια συνεισφέρει πάνω από το μισό της ολικής εξωτερικής ενέργειας που απαιτείται για θέρμανση συνεισφέροντας θετικά στις θερμικές απαιτήσεις του κτιρίου σε ψυχρό καιρό, ενώ σε θερμό αποτρέπουν τη διείσδυση του εξωτερικού αέρα και περιορίζουν τα εσωτερικά κέρδη, ώστε να εξασφαλίζουν αποδεκτές θερμικές καταστάσεις. Για να αξιοποιήσουν όσο το δυνατό περισσότερη ηλιακή ενέργεια, απαιτείται κατάλληλος σχεδιασμός του κτιρίου. Το

κτιριακό κέλυφος θα πρέπει να επιτρέπει μέγιστη ηλιακή συλλογή και θερμοχωρητικότητα καθώς επίσης να έχει ελάχιστες θερμικές απώλειες.

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων βασίζεται στο:

Α) Φαινόμενο του θερμοκηπίου

(συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας και διατήρηση της στο εσωτερικό του κτιρίου για θέρμανση)

Β) Τη θερμική υστέρηση υλικών

(θερμοχωρητικότητα)

Γ) Αρχές μετάδοσης θερμότητας

(μεταφορά θερμότητας από το θερμό στο κρύο αντικείμενο)

- **Είδη παθητικών ηλιακών συστημάτων για θέρμανση**

- Άμεσου κέρδους
- Έμμεσου κέρδους
- Απομονωμένου κέρδους

1) Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους:

Αποτελεί το 81% των κτιρίων στην Ελλάδα και βασίζεται στον προσανατολισμό και στην αξιοποίηση των γυάλινων ανοιγμάτων. Αποτελεί το πιο απλό σύστημα που αξιοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για τη θέρμανση του κτιρίου όπως είναι τα συστήματα άμεσου κέρδους μέσω των νότια προσανατολισμένων ανοιγμάτων. Είναι αρκετά οικονομικό γιατί ο υαλοπίνακας που χρησιμοποιείται ως κύριο υλικό σε αυτή την περίπτωση, είναι φτηνό οικοδομικό υλικό, εύκολο στην κατασκευή και τη χρήση του αλλά και οικολογικό. Τα νότια ανοίγματα επιδρούν θετικά στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου ακόμα και αν δεν είναι βιοκλιματικά σχεδιασμένο με τη διαφορά ότι στα βιοκλιματικά κτίρια η ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται παθητικά και όταν χρειαστεί διαχέεται στο χώρο. Η χρονική υστέρηση δηλαδή ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή της μέγιστης εξωτερικής θερμοκρασίας μέχρι τη στιγμή που η εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία μεγιστοποιείται, εξαρτάται από τη θερμοχωρητικότητα των υλικών. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοχωρητικότητα και το πάχος ενός υλικού, τόσο αργότερα γίνεται η ροή της θερμότητας. Ιδανικά υλικά που επιλέγονται είναι οι φυσικοί

λίθοι, το τούβλο, το μπετόν, κεραμικές πλάκες κ.α. γιατί είναι συμπαγή και αποτελούν ιδανική θερμική αποθήκευση στο χώρο. Οι επιφάνειες γυαλιού που χρησιμοποιούνται εκτός του ότι προσφέρουν θερμική άνεση προσφέρουν και οπτική αφού αφήνουν το φως να διαχέεται στο χώρο για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ιδανική κατασκευαστική παρέμβαση είναι η τοποθέτηση διπλού υαλοπίνακα σε κατακόρυφη επιφάνεια με νότιο προσανατολισμό ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή ηλιακή ακτινοβολία και παράλληλα να περιορίζονται τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι με κινητή μόνωση.

Έτσι, η αποτελεσματικότητα ενός τέτοιου συστήματος επηρεάζεται από:

- Προσανατολισμός.
- Μεγάλες γυάλινες επιφάνειες στην πρόσοψη.
- Θέση ανοιγμάτων.
- Μέγεθος ανοιγμάτων.
- Θερμική προστασία του κελύφους.
- Λειτουργική διάρθρωση χώρων.
- Μεγάλη θερμική μάζα στο εσωτερικό τους.
- Χρήση μονωτικών πατζουριών.

Το μέγεθος των ανοιγμάτων νότιου προσανατολισμού θα πρέπει να είναι $^{o}38$ στο βόρειο γεωγραφικό πλάτος ώστε τα ηλιακά κέρδη να συνεισφέρουν στη θέρμανση του κτιρίου. Στη συνέχεια θα πρέπει να επιλέγονται συγκεκριμένοι τύποι υαλοπινάκων και δομικών στοιχείων όπως τοίχοι και οροφές. Αυτά πρέπει να έχουν τουλάχιστον 9 φορές μεγαλύτερη επιφάνεια από τα ανοίγματα και πρέπει να κατασκευάζονται από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας για την αποθήκευση του ηλιακού θερμικού κέρδους.

2) Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους:

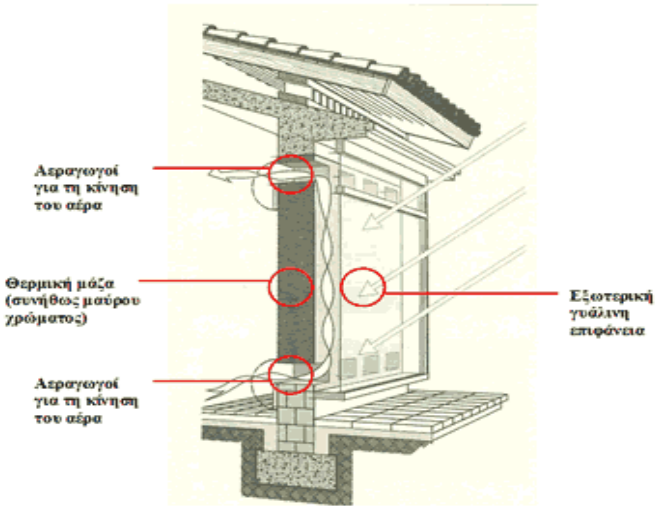
Εμφανίζονται στο 42% των κτιρίων στην Ελλάδα και ανήκουν τα συστήματα που αξιοποιούν έμμεσα τα ηλιακά οφέλη για τη θέρμανση του κτιρίου. Τα συστήματα αυτά απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κέλυφος και ύστερα επιτρέπουν στη θερμότητα να διεισδύσει στους χώρους διαβίωσης. Δηλαδή ακολουθούν μία διαδικασία συλλογής της θερμότητας του ηλίου στη γυάλινη επιφάνεια τους και μετά από την αποθήκευση της ως θερμική μάζα θερμαίνουν το εσωτερικό του χώρου όταν χρειαστεί. Στα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους συγκαταλέγονται: οι

Τοίχοι Trombe, οι Τοίχοι Νερού, το Θερμοσιφωνικό Πανέλο κ.τ.λ. Κατά τη μεταφορά θερμότητας σε ένα δομικό στοιχείο ενεργοποιούνται ταυτόχρονα όλοι οι μηχανισμοί μετάδοσης θερμότητας, δηλαδή, η συναγωγή μεταξύ εξωτερικού ρεύματος αέρα με εξωτερικού τοίχου, η αγωγή διαμέσων του τοίχου και η ακτινοβολία θερμότητας εσωτερικού τοίχου με αέρα.

Επομένως έχουμε τις εξής κατηγορίες:

Α) Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης

Αυτού του είδους οι κατασκευές συμπεριφέρονται ως ηλιακοί συλλέκτες που συσσωρεύουν την ηλιακή ακτινοβολία ενώ η θερμική μόνωση συμμετέχει επίσης σημαντικά στην απόδοση αυτού του ηλιακού συστήματος. Αν ένας τοίχος συλλέκτης είναι σωστά σχεδιασμένος, η θερμοκρασία του χώρου παραμένει στα όρια της ζώνης άνεσης 20-28°C κατά τη διάρκεια του χειμώνα, χωρίς καμία πρόσθετη θερμαντική πηγή. Σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία διαθέτουν ένα είδος υαλοβάμβακα, και μεταφέρουν ενέργεια είτε μέσω του τοίχου είτε μέσω θερμοσιφωνικών πανέλων, που παγιδεύουν την ενέργεια ανάμεσα στο τοίχο και το γυαλί. Αυτή στη συνέχεια απορροφάται και επιστρέφει στο χώρο ως θερμότητα. Η μάζα τους είναι συμπαγής πέτρα σκυρόδεμα, τσιμεντόλιθοι, τούβλα ή αποτελείται από δοχεία που περιέχουν υλικά και έχουν δυνατότητα θερμικής αποθήκευσης ή ακόμα και νερό. Αποτελεί έτσι ένα συνδυασμό τοίχου νότιου προσανατολισμού και μιας εξωτερικής διάφανης επιφάνειας που βρίσκεται συνήθως σε απόσταση 10cm. Η εξωτερική επιφάνεια του τοίχου πρέπει να είναι σκουρόχρωμη ώστε να μεγιστοποιεί την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας και ο τοίχος θα πρέπει να κατασκευάζεται από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας για να διασφαλίζει χρονική υστέρηση τουλάχιστον 6h. Με αυτό θα επιτευχθεί μέγιστη θερμοκρασία στην αρχή της νύχτας μέσα στην εσωτερική του επιφάνεια. Ο θερμικός τοίχος, το δώμα θερμικής αποθήκευσης και ο τοίχος μεταξύ του θερμοκηπίου και του χώρου διαβίωσης, είναι σαφέστατα λοιπόν οι κύριες εφαρμογές των μηχανισμών έμμεσου κέρδους. Σημαντικό πλεονέκτημα του είναι ότι δεν προκαλούνται ούτε προβλήματα θάμπωσης ενώ ο χρόνος μεταξύ της απορρόφησης της ηλιακής ενέργειας και διανομής της θερμότητας στο χώρο προσφέρει θέρμανση τις νυχτερινές ώρες. Επίσης οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας είναι μικρότερες από τα συστήματα άμεσου κέρδους καθώς και οι βλάβες στα υφάσματα από την υπεριώδη ακτινοβολία.



Εικόνα 1.2: Τοίχος Θερμικής Αποθήκευσης

Β) Θερμοκήπια προσανατολισμένα στη νότια πλευρά του τοίχου - Ηλιακό αίθριο

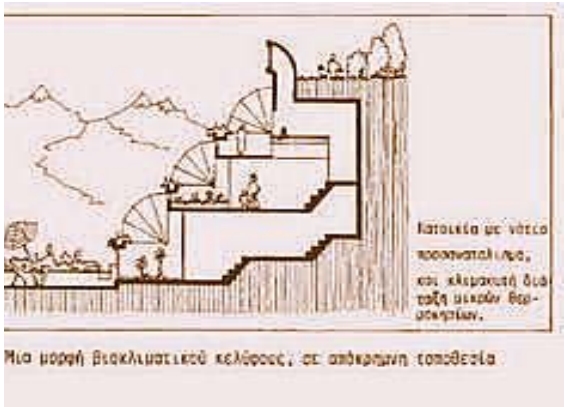
Το θερμοκήπιο είναι ένας κλειστός χώρος με μεγάλο ποσοστό γυάλινης επιφάνειας -υαλοστάσια και νότιο προσανατολισμό προσαρτημένο σε τμήμα του κτιρίου. Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός εισάγει αυτή την κατασκευή προκειμένου να υπάρξουν χώροι που να συλλέγεται ηλιακή ενέργεια. Σημαντικό πλεονέκτημα τους είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν όχι μονάχα σε μεμονωμένες κατοικίες αλλά και σε μεγάλα συγκροτήματα κατοικιών και στόχο έχουν να προθερμάνουν τον αέρα που απαιτείται για αερισμό, ενώ παράλληλα δεν απαιτούν τοποθέτηση βοηθητικής θέρμανσης και δεν μπορούν να ελέγξουν την ελάχιστη θερμοκρασία τους. Επίσης, μπορούν να συνδυαστούν και με άλλα παθητικά συστήματα χωρίς να δημιουργούν προβλήματα στην μεταξύ τους λειτουργία, συμβάλλουν στη διατήρηση του μικροκλίματος της κατοικίας, μειώνονται οι θερμικές απώλειες του περιβλήματος, συμβάλλουν στην επέκταση του κατοικήσιμου χώρου και στη δημιουργία ενός θερμοκηπίου για φυτά και έτσι δεν καλύπτει μόνο ενεργειακούς σκοπούς.

Η απόδοση του συστήματος επηρεάζεται από τον προσανατολισμό, το μέγεθος και την κλίση της γυάλινης επιφάνειας του συστήματος και για αυτό θα λειτουργεί καλύτερα:

- Αν μεταξύ του θερμοκηπίου και του κτιρίου υπάρχει τοίχος θερμικής αποθήκευσης κατασκευασμένος από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας.
- Αν τοποθετηθούν θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος του τοίχου για τη κίνηση του αέρα.

- Το μέγεθος του εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής οπότε θα πρέπει να προσδιορίζονται.
- Θα πρέπει να προβλέπεται η δημιουργία ανοιγμάτων στην επιφάνεια τους σε περίπτωση καύσωνα τους θερινούς μήνες προκειμένου να υπάρχει ηλιοπροστασία με ακίνητα ή κινητά στόρια και καλός αερισμός και να προφυλάσσεται έτσι από τις έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές. Επίσης οι συνθήκες υπερθέρμανσης που δημιουργούνται το καλοκαίρι αντιμετωπίζονται και με σκιασμό.

Τέλος, βασικό μειονέκτημα είναι ότι η κατασκευή του προϋποθέτει μεγάλο κεφάλαιο γιατί το κόστος του είναι υψηλό και η δυνατότητα χρήσης του ως κατοικήσιμου χώρου είναι περιορισμένη και διαρκεί μονάχα σε κάποιες περιόδους του έτους και όχι καθ' όλη τη διάρκεια του.



Εικόνα 1.3: Θερμοκήπιο κατασκευασμένο δίπλα σε οικεία και σε απόκρημνη τοποθεσία

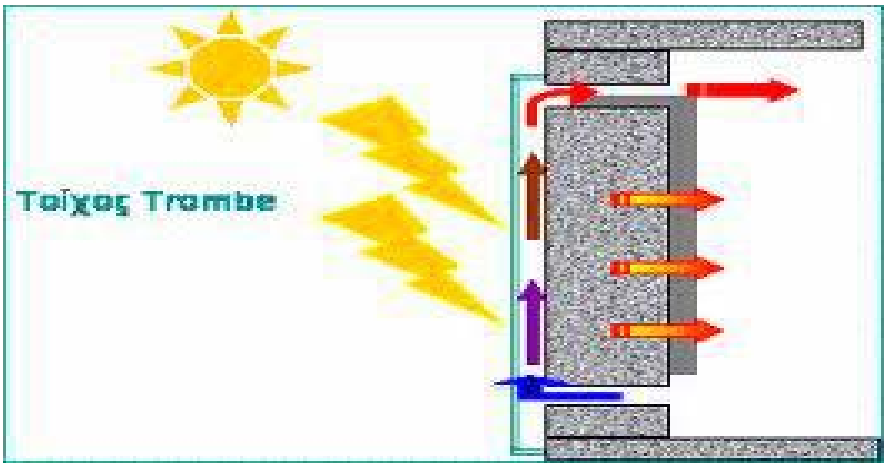
Γ) Τοίχοι μάζας Trombe – Michel

Αποτελεί τοίχο θερμικής αποθήκευσης και η λειτουργία που βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού όπου πραγματοποιείται από τη φυσική κυκλοφορία του αέρα ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο και μέσα από θυρίδες, λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί ότι από τους ηλιακούς τοίχους το 68% αποτελούν οι τοίχοι Trombe. Έτσι με τη διαφορά αυτή της θερμοκρασίας, ο θερμός αέρας ανεβαίνει στα υψηλότερα επίπεδα λόγω της μικρότερης πυκνότητας του και ο ψυχρός αέρας καταλαμβάνει τα χαμηλότερα στρώματα. Αποτελεί σπουδαία επιλογή θέρμανσης γιατί είναι εύκολη η κατασκευή του, οικονομική και με υψηλή ενεργειακή

απόδοση, ενώ μπορεί να τοποθετηθεί σε ήδη υπάρχοντα κτίρια χωρίς να απαιτηθεί εξαρχής η πρόβλεψη του κατά την κατασκευή του.

Σε όλο το επάνω και κάτω μέρος του μήκους του υπάρχουν θυρίδες για να διευκολύνουν την κίνηση του αέρα και η κατασκευή του είναι από μπετό πάχους 30-40 cm ενώ η γυάλινη επιφάνεια του βρίσκεται σε απόσταση περίπου 3cm. Κατά τη διάρκεια της ημέρας ο θερμός αέρας κινείται προς τα πάνω και εισέρχεται στο χώρο από τη πάνω θυρίδα, ενώ ο ψυχρότερος αέρας από τον εσωτερικό χώρο περνάει από τη κάτω θυρίδα και αντικαθιστά το κενό που δημιουργήθηκε μεταξύ τοίχου και υαλοπίνακα. Βασική προϋπόθεση καλής λειτουργίας είναι ο τοίχος να σκιάζεται με σταθερό ή κινούμενο σκίαστρο και ο φεγγίτης στο πάνω μέρος του υαλοστασίου να ανοίγει για να εξασφαλιστεί η απομάκρυνση του θερμού αέρα σε θερινές περιόδους που υπάρχουν υψηλές θερμοκρασίες.

Κατά τη διάρκεια της νύχτας η διαδικασία αναστρέφεται, οι θυρίδες κλείνουν και η θερμοκρασία που έχει παγιδευτεί διαχέεται στο χώρο για να καλύψει την επιθυμητή θερμοκρασία για θέρμανση ενώ το μοναδικό του μειονέκτημα είναι η πιθανότητα υπερθέρμανσης του χώρου ειδικά όταν η επιφάνεια του είναι πολύ μεγάλη. Μέτρα όπως είναι η τοποθέτηση σκιάστρων στον υαλοπίνακα που εμποδίζουν την προσπίπτουσα ακτινοβολία αυξάνουν το κόστος κατασκευής.



Εικόνα 1.4: Τοίχος Θερμικής Αποθήκευσης τύπου Trombe – Michel

Παραλλαγές του τοίχου μάζας Trombe – Michel:

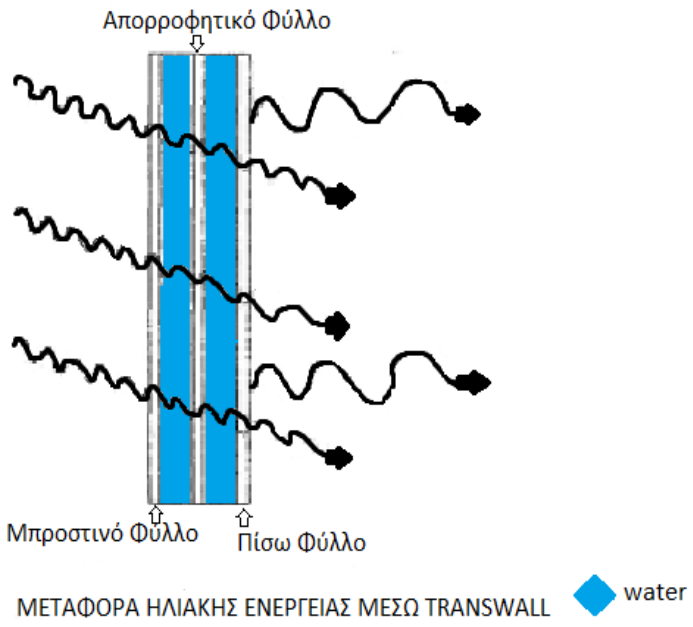
1) Ύπαρξη παραθύρων στον τοίχο, πράγμα που μειώνει την απόδοση του, και εφαρμόζεται για αισθητικούς λόγους και για χρήση φυσικού φωτισμού.

2) Χρήση επιλεκτικής επιφάνειας που είναι είτε μεταλλικό φύλλο που επικολλάται στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου Trombe είτε επιφάνεια περασμένη με ειδικές βαφές. Έτσι βελτιώνεται η απόδοσή του γιατί περιορίζει την υπέρυθρη ενέργειας που ακτινοβολείται μέσα από το τζάμι και απορροφά σε μεγάλο βαθμό όλη την ακτινοβολία από το ορατό μέρος του ηλιακού φάσματος και εκπέμπει πολύ μικρό μέρος στην κλίμακα της υπέρυθρης ακτινοβολία μετατρέποντας σε θερμότητα το φως. Επίσης η χαμηλή ανακλαστικότητα προφυλάσσει το γυάλινο υλικό από την ακτινοβολία της θερμότητας.

Δ) Τοίχοι Νερού

Αποτελούν ιδιαίτερη μορφή τοίχου θερμικής αποθήκευσης που είναι κατασκευασμένοι από πλαστικά ή μεταλλικά στεγανά δοχεία, σκούρου χρώματος και περιέχουν νερό, πίσω από μια γυάλινη επιφάνεια νοτίου προσανατολισμού**.** Η διαφορά του είδους αυτού με τον τοίχο Trombe είναι ότι δεν υπάρχει τοίχος μάζας αλλά νερού και αποτελεί την καταλληλότερη επιλογή για μικρής μάζας κατασκευές. Παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα κατά τη χρήση του γιατί δεν αντιμετωπίζει προβλήματα φθοράς υφασμάτων, θάμβωσης και εξασφαλίζει ιδιωτικότητα στους κατόχους του. Το νερό έχει μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα από αυτή του τούβλου και τα ρεύματα νερού δίνουν μία διάσταση ισόθερμης αποθήκης θερμότητας. Στη νότια πλευρά του τζαμιού θα πρέπει να τοποθετηθεί μεγαλύτερου πάχους γυαλί ώστε να γίνεται η αποθήκευση του νερού εξωτερικά. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι γυάλινα ή μεταλλικά δοχεία σε σχήμα σωλήνα, τοίχοι από σκυρόδεμα που είναι πλήρεις από νερό καθώς και δοχεία ή βαρέλια.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι αποθήκευσης του νερού ενώ το υλικό που είναι κατασκευασμένος και το σχήμα του καθορίζουν το κόστος κατασκευής και τη λειτουργικότητα του. Επιπροσθέτως, ο τύπος του δοχείου που χρησιμοποιείται επηρεάζει την ταχύτητα που διανέμεται και τη δυνατότητα αποθήκευσης της θερμότητας. Για αυτό το λόγο απαιτούνται μικρότερες επιφάνειες τοίχου, σε σχέση με άλλους τοίχους θερμικής αποθήκευσης που είναι κατασκευασμένοι από μπετόν, πέτρα κ.λπ. Η εσωτερική επιφάνεια του τοίχου μπορεί να έρχεται κατευθείαν σε επαφή με ένα από τους χώρους του κτιρίου, ενώ άλλοι τρόποι είναι να διαχωρίζεται από αυτούς με ένα λεπτό τοίχο, ή με ένα στρώμα μόνωσης.



Εικόνα 1.5: Μεταφορά ηλιακής ενέργειας μέσω transwall

3) Συστήματα Απομονωμένου Ηλιακού Κέρδους

Στα συστήματα αυτά η συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται σε χώρους απομακρυσμένους από την κατοικία και έτσι η συλλέκτρια επιφάνεια της ηλιακής ενέργειας διαχωρίζεται από το χώρο της θερμικής αποθήκευσης και η μεταφορά θερμότητας γίνεται μέσω ανεμιστήρων και υβριδικών μέσων που βασίζονται στη φυσική ροή υγρού ή αέρα. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται συνήθως για την ανακαίνιση μίας κατοικίας και τοποθετούνται χαμηλότερα από τους κύριους χώρους του κτιρίου με κλίση 40 μοιρών. Ο συλλέκτης μεταφέρει την ενέργεια προς το χώρο ή προς το σύστημα συσσώρευσης και μετέπειτα στο χώρο μέσω της διαδικασίας της μεταφοράς ή της ακτινοβολίας. Το απομονωμένο θερμοσιφωνικό πανέλο βρίσκεται εκτός του κτιριακού περιβλήματος και αποτελείται από υαλοπίνακα, διάκενο αέρα και σκουρόχρωμη επιφάνεια που έχει μόνωση εξωτερικά.

1.3.2 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια προκειμένουν να καλύψουν τις κτιριακές ανάγκες για θέρμανση και ψύξη των εσωτερικών χώρων του κτιρίου καθώς και για την παραγωγή ζεστού νερού. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν την ηλιακή

ενέργεια σε θερμότητα σε συλλέκτες και δεξαμενές αποθήκευσης ενώ η μεταφορά ενέργειας συμβαίνει με τη βοήθεια αντλίας που υπάρχει στο σύστημα.

Τα διάφορα προβλήματα που εμφανίζονται για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας από αυτού του είδους τα συστήματα είναι:

1. Η πυκνότητα δόμησης.
2. Ο προσανατολισμός του κτιρίου.
3. Διαθεσιμότητα χώρου για την τοποθέτηση τους.
4. Τρόπος κατασκευής του κτιρίου.
5. Προσανατολισμός και πάχος των δρόμων.
6. Σκιασμός των ηλιακών συλλεκτών από γειτονικά κτίρια.

❖ Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

1) **Συστήματα Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας**: Τα συστήματα αυτά λειτουργούν με τη χρήση βαλβίδων, ηλεκτρικών αντλιών καθώς επίσης και συστημάτων ελέγχου ώστε να παρέχεται η δυνατότητα στο νερό και στα άλλα ρευστά θερμότητας να ρέει μέσα στους συλλέκτες. Διακρίνονται στις εξής δύο κατηγορίες: στα συστήματα ανοιχτού και στα συστήματα κλειστού βρόγχου. Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιούνται αντλίες για την κυκλοφορία του νερού χρήσης στους συλλέκτες ενώ στην δεύτερη περίπτωση τα συστήματα αντλούν το ρευστό μεταφοράς θερμότητας μέσα στους συλλέκτες και η θερμότητα που μεταφέρεται μέσω εναλλακτών θερμότητας από το ρευστό νερό και αποθηκεύεται στις δεξαμενές.
2) **Συστήματα Φυσικής Κυκλοφορίας**: Στην κατηγορία αυτή συστημάτων έχουμε δύο ειδών κατηγορίες, τα θερμοσιφωνικά συστήματα και τους συμπαγείς θερμαντήρες. Τα θερμοσιφωνικά συστήματα στηρίζονται στη φυσική κυκλοφορία του νερού στο εσωτερικό των συλλεκτών και τη δεξαμενή που βρίσκεται πάνω στο συλλέκτη όπου το νερό θερμαίνεται και ως ελαφρύτερο ανέρχεται στη δεξαμενή αποθήκευσης. Το ψυχρότερο νερό που βρίσκεται στη δεξαμενή προκαλεί σε όλο το σύστημα κυκλοφορία κατευθυνόμενο με σωληνώσεις στο κατώτερο σημείο της δεξαμενής. Οι συμπαγείς θερμαντήρες αποτελούνται από μία ή περισσότερες δεξαμενές που αποθηκεύουν νερό , είναι πάντα προσανατολισμένες προς την κατεύθυνση του ήλιου έχοντας μονωμένο και διαφανές περίβλημα. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν είναι ότι έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, είναι

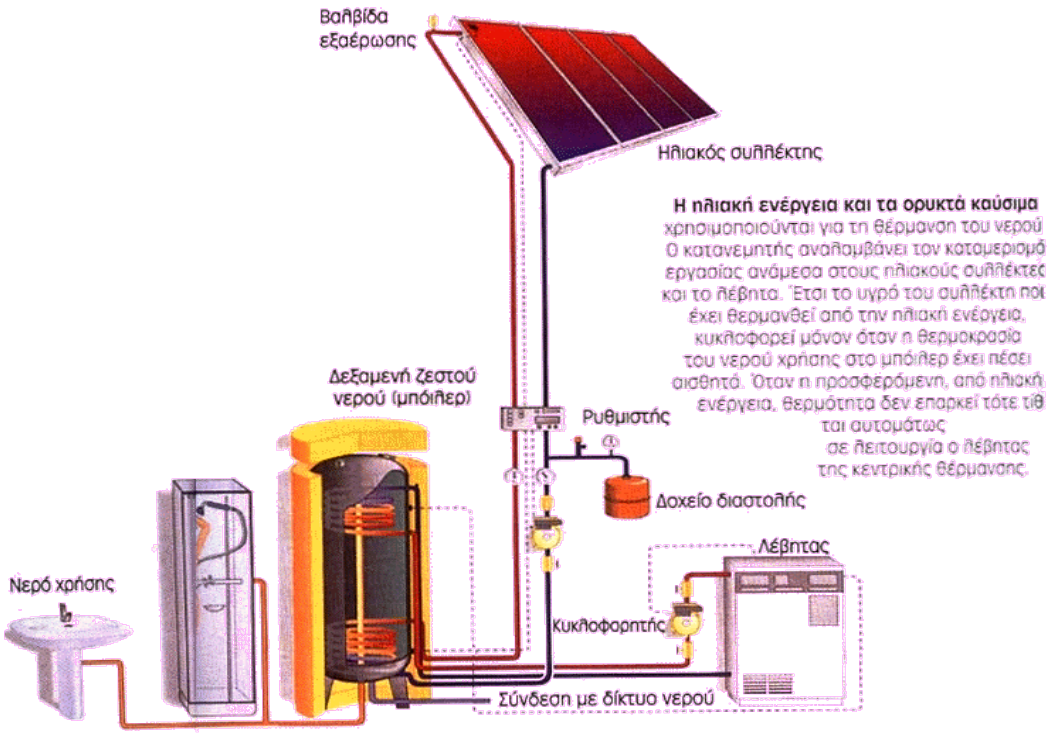
οικονομικότερα άλλων και πιο αξιόπιστα σε σύγκριση με τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται στα κτίρια κυρίως ως οικιακά θερμοσιφωνικά και κεντρικά ηλιακά συστήματα σε θερμοκήπια ενώ επίσης έχουν ιδιαίτερη δράση στην Ελλάδα λόγω μεγάλης ηλιοφάνειας. Είναι άλλοτε αυτόνομα χωρίς βοηθητική θερμαντική πηγή και άλλοτε προθέρμανσης του νερού τροφοδοτώντας άλλα συστήματα θέρμανσης και υβριδικά ή συνδυασμό αυτών. Επίσης με τη βοήθεια παραβολικών ανακλαστικών δίσκων η ακτινοβολία έχει τη δυνατότητα να συγκεντρωθεί στο εστιακό σημείο και η θερμότητα αυτή με τη μορφή υπέρθερμου ατμού μπορεί να κινητοποιήσει ανεμογεννήτριες παρέχοντας ηλεκτρική ενέργεια για την κάλυψη του κτιρίου. Επίσης κατηγοριοποιούνται σε συστήματα υγρού και συστήματα αέρος. Τα συστήματα αέρος χρησιμοποιούνται κυρίως για θέρμανση χώρων ενώ τα συστήματα υγρού καλύπτουν ένα πιο ευρύ φάσμα εφαρμογών όπως θέρμανση χώρων, συστήματα κλιματισμού, θέρμανση νερού σε πισίνες και πηγή ενέργειας αντλιών καθώς επίσης και παραγωγή νερού για οικιακή χρήση.

- **Ηλιακά συστήματα αέρος:** Η λειτουργία τους βασίζεται στην κυκλοφορία θερμού αέρα από και προς ένα ηλιακό συλλέκτη μέσω αγωγών. Έχουν χαμηλό κόστος και δεν χρειάζονται αντιψυκτική προστασία ενώ συχνά συνδέονται με συμβατικά συστήματα διανομής θερμού αέρα. Η παραγόμενη θερμότητα αποθηκεύεται σε κατάλληλα συστήματα και οι ηλιακοί συλλέκτες έχουν ένα μονωμένο κλειστό πλαίσιο όπου η πάνω επιφάνεια του είναι κατασκευασμένη από γυαλί και έχει τη δυνατότητα να παγιδεύει την εκπεμπόμενη ηλιακή ακτινοβολία.
- **Ηλιακά συστήματα υγρού:** Υπάρχουν διαφόρων ειδών ηλιακά συστήματα υγρού όπως επίπεδοι συλλέκτες, συλλέκτες κενού και συγκεντρωτικοί συλλέκτες. Τα συστήματα με εσωτερική αποθήκευση θερμότητας γίνεται απευθείας στο εσωτερικό του συλλέκτη και η επιφάνεια της δεξαμενής παίζει το ρόλο του συλλέκτη. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες είναι τα θερμοσιφωνικά συστήματα όπου η δεξαμενή τους είναι τοποθετημένη ψηλότερα από το συλλέκτη ώστε να υπάρχει φυσική ροή και κυκλοφορία του υγρού.

Ένα σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από:

- Ηλιακούς συλλέκτες.
- Δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού.
- Σωληνώσεις.
- Σύστημα Ελέγχου.



Εικόνα 1.6: Θερμοσιφωνικό Σύστημα Παραγωγής Ζεστού Νερού για οικιακή χρήση

Η διαδικασία που ακολουθείται σε ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού είναι ότι η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η θερμότητα που συλλέγεται αντλείται φυσικά ή τεχνητά από τη δεξαμενή. Στη συνέχεια το ζεστό νερό που παράγεται αποθηκεύεται σε ειδικές δεξαμενές μέχρι να γίνει η χρήση του και οι τιμές τους ποικίλουν ανάλογα τον εξοπλισμό που διαθέτουν. Υπάρχουν δηλαδή φτηνά ου δεν διαθέτουν επιπρόσθετο μηχανολογικό εξοπλισμό και ακριβά που διαθέτουν αντλίες, αισθητήρες, εναλλακτές θερμότητας και συστήματα ελέγχου.

Τα ηλιακά συστήματα αέρος διαθέτουν συλλέκτες, αεραγωγούς, και συστήματα ελέγχου που θερμαίνουν το εσωτερικό του κτιρίου χωρίς να απαιτούνται εναλλακτές θερμότητας και συστήματα ελέγχου ενώ η θερμική αποθήκευση απαιτείται σε μεγάλα συστήματα αέρος. Σε αντίθεση με αυτά τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης υγρών

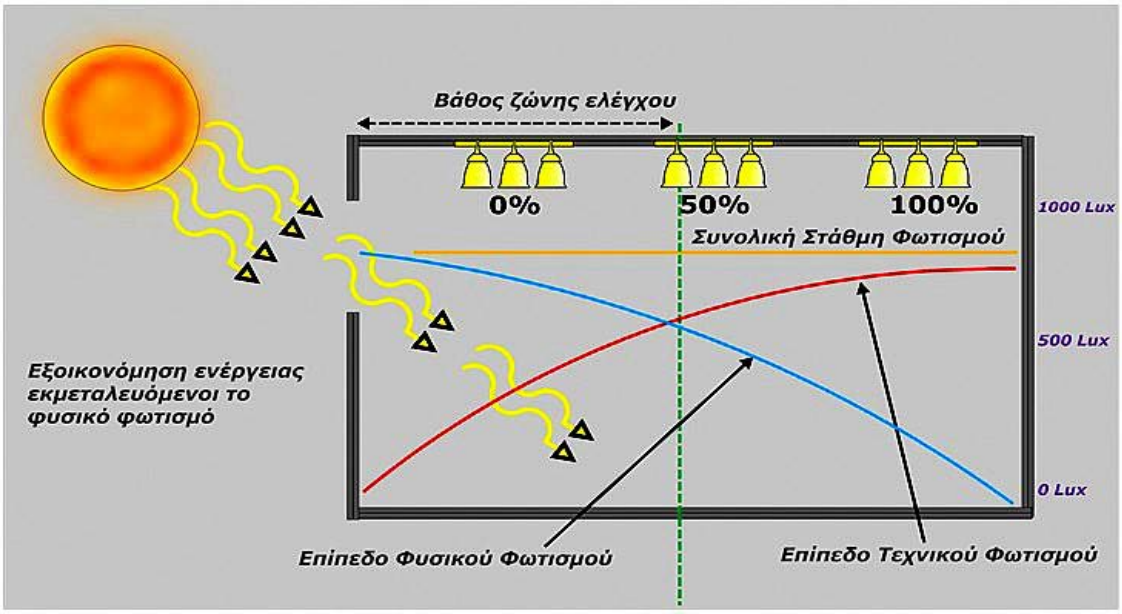
απαιτούν ηλιακούς συλλέκτες, αντλίες, σωληνώσεις, εναλλακτές θερμότητας, δεξαμενές αποθήκευσης και συστήματα ελέγχου.

1.3.3 Συστήματα Φυσικού Φωτισμού

Τα συστήματα φυσικού φωτισμού συμβάλλουν σημαντικά στην ενεργειακή αποδοτικότητα, στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας ακόμα και στο 30-50%, στην οπτική άνεση και στην βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης του ανθρώπου μέσα στο κτίριο μειώνοντας το ψυκτικό φορτίο και προσφέροντας οπτική άνεση, θέα, φως, δυνατότητα αερισμού και αξιοποίηση ηλιακής ενέργειας. Για να εξασφαλιστεί αυτό θα πρέπει να δημιουργηθούν κατάλληλα συστήματα που περιλαμβάνουν δικαίωμα επιλογής ανάμεσα σε φυσικό, τεχνητό φωτισμό ή σκίαση και θα εξασφαλίζουν ικανή ποσότητα φυσικού φωτισμού και κατανομή του ώστε να αποφεύγεται η θάμπωση.

Για την ορθή λειτουργία του συστήματος θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη ο προσανατολισμός, η οργάνωση, η γεωμετρία των χώρων, η εγκατάσταση, το σχήμα των ανοιγμάτων, οι διαστάσεις των ανοιγμάτων, η θέση και οι ιδιότητες των επιφανειών των εσωτερικών χωρισμάτων ,καθώς και η θέση και το σχήμα των διατάξεων που παρέχουν προστασία από το υπερβολικό φως και τη θάμβωση.

Ο φωτισμός συνδέεται άμεσα με την κατανάλωση ενέργειας. Από το σύνολο της παραγόμενης πρωτογενούς ενέργειας, το 30% περίπου χρησιμοποιείται ως ηλεκτρική ενέργεια, και μονάχα το 4% χρησιμοποιείται για φωτισμό. Συνεπώς, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό συνεισφέρει πολύ λίγο στην συνολική εξοικονόμηση ενέργειας των κατοικιών σε αντίθεση με τα εμπορικά κτίρια και τα γραφεία, όπου ο φωτισμός καταναλώνει μεγάλο ποσό από τις συνολικές ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια. Έτσι, οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σήμερα στοχεύουν στην μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας, που απαιτείται για φωτισμό και στην μείωση των ωρών χρήσης του τεχνητού φωτισμού. Επίσης, η αξιοποίηση του επιτυγχάνεται με ανοίγματα οροφής, ειδικούς υαλοπίνακες, διαφανή μονωτικά υλικά, ανακλαστικές περσίδες, ανακλαστήρες φωτισμού και φωτοσωλήνες προκειμένου να υπάρχει ομαλή κατανομή του φωτός στο χώρο.



Εικόνα 1.7: Διάγραμμα Επιπέδου Φυσικού και Τεχνικού Φωτισμού

1. Ανοίγματα Οροφής.

Τα ανοίγματα οροφής μπορούν να διαθέτουν διαφανείς ή ημιδιαφανείς υαλοπίνακες, και η είσοδος του ηλιακού φωτός μέσα στο κτίριο γίνεται μέσα από την κεκλιμένη οροφή μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων της σοφίτας, με κατακόρυφους φεγγίτες οροφής, καθώς και με την κατασκευή αιθρίου και παρέχουν μεγάλη ποσότητα διάχυτου φωτός από τον ουράνιο θόλο. Προτιμάται να είναι κατακόρυφα ή κεκλιμένα γιατί σε περίπτωση οριζόντιων ανοιγμάτων οροφής δέχονται μεγαλύτερη ηλιακή πρόσπτωση το καλοκαίρι από ότι το χειμώνα.

2. Υαλοπίνακες – Ηλιοστάσια.

Αποτελεί σύστημα κατόπτρων και φακών που τοποθετούνται στα δώματα των κτιρίων και συλλέγουν το φυσικό φως και συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και για βελτίωση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης. Η θέση τους ρυθμίζεται ώστε να συλλέγεται η μέγιστη ποσότητα φυσικού φωτός, ανάλογα με την εποχή του έτος και την ώρα της ημέρας. Το φυσικό φως που συγκεντρώνεται κατευθύνεται σε δέσμη προς την είσοδο ενός φωτοσωλήνα, δια μέσου του οποίου μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου και μπορούν να είναι έγχρωμοι, ανακλαστικοί, ημιδιαφανείς, ηλεκτροχρωμικοί κ.τ.λ.

3. Διαφανή μονωτικά υλικά.

Υλικά θερμομονωτικά και φωτοδιαπερατά και χρησιμοποιούνται τόσο σε τοίχους όσο και σε φεγγίτες και οροφές προκειμένου να εκτίθενται άμεσα στην ηλιακή ακτινοβολία. Η φωτοδιαπερατότητα τους κυμαίνεται μεταξύ 45% -80% ενώ επίσης τοποθετούνται μεταξύ φύλλων υαλοπινάκων ή πλαστικών φύλλων. Περιορίζουν έτσι τις απώλειες από θερμική μετάδοση και επιτρέπουν τη μετάδοση του φωτός. Σε περίπτωση μόνωσης τους προσφέρουν 2-3 φορές υψηλότερη θερμομονωτική ικανότητα σε σχέση με τους διπλούς υαλοπίνακες ενώ σε περίπτωση που δεν υφίσταται θερμομόνωση το κτίριο θα πρέπει να τοποθετούνται με σειρά προτεραιότητας στη νότια, και σαν δεύτερη επιλογή στην ανατολική και δυτική όψη του κτιρίου .

4. Ανακλαστικές περσίδες.

Οι ανακλαστικές περσίδες αντιμετωπίζουν τη θάμπωση και τον χειμερινό ηλιασμό και είναι κινητά μικρού μεγέθους αντικείμενα που τοποθετούνται τόσο στο εσωτερικό όσο και το εξωτερικό των ανοιγμάτων των κτιρίων.

Σε αυτή την κατηγορία παρουσιάζονται οι σταθερές και ρυθμιζόμενες περσίδες. Στις σταθερές περσίδες που συνηθέστερα καλύπτουν ολόκληρο το τμήμα του ανοίγματος απαιτείται η διαρκής φροντίδα τους γιατί συχνά η λειτουργία τους μπορεί να περιοριστεί από την εμφάνιση ρύπου και η κλίση τους καθορίζεται ανάλογα τη χρονική περίοδο. Σε αντίθεση η ρυθμιζόμενες περσίδες, αποτελούν πιο εξελιγμένα συστήματα και περιλαμβάνουν καμπύλες περσίδες, οι οποίες είναι εξοπλισμένες με ρυθμιζόμενο πλαστικό φιλμ. Η κλίση των περσίδων, καθώς και του φιλμ θα πρέπει να ρυθμίζεται για κάθε γωνία πρόσπτωσης των ακτινών, ενώ η ανακλώμενη δέσμη να διατηρεί σταθερή κατεύθυνση.

5. Ανακλαστήρες Φωτισμού – Ράφια Φωτισμού.

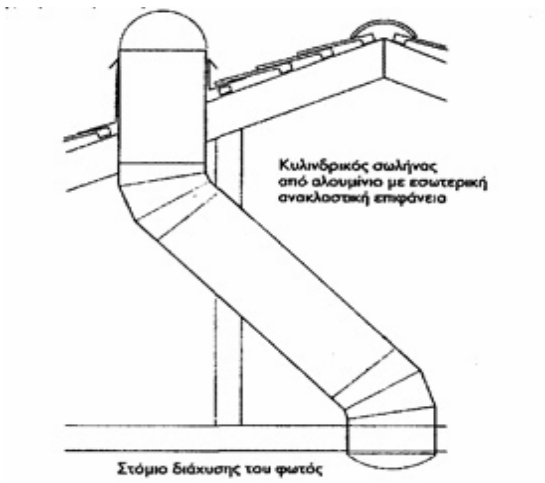
Αποτελούν επίπεδα ή καμπύλα σταθερά στοιχεία που τοποθετούνται οριζόντια στα πλαίσια των ανοιγμάτων και προεξέχουν εσωτερικά ή εξωτερικά. Οι ανακλαστήρες φωτισμού είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικοί στις νότιες όψεις του κτιρίου ενώ το μήκος τους θα πρέπει να ισούται με το ύψος του παραθύρου. Η χρήση τους μειώνει το επίπεδο φωτισμού κοντά στο παράθυρο και το αυξάνει στο πίσω μέρος του χώρου αποφεύγοντας το φαινόμενο της θάμπωσης. Η χρήση εσωτερικών και εξωτερικών ανακλαστήρων φωτισμού φέρει σε υψηλά επίπεδα την αποδοτικότητα τους και εξασφαλίζεται ομοιόμορφη κατανομή φυσικού φωτισμού. Για αυτό το λόγο

εμφανίζονται συχνά σε εργασιακούς χώρους γραφείων και η αποτελεσματικότητα τους εξαρτάται από τα υψηλά επίπεδα ανακλαστικότητας της οροφής του κτιρίου.

6. Φωτοσωλήνες.

Οι φωτοσωλήνες είναι ειδικοί σωλήνες από μέταλλο και άλλα άκαμπτα πλαστικά, και είναι πλήρως ακριλικοί ενώ στο εσωτερικό τους μπορούν να έχουν γυάλινες ή πλαστικές οπτικές ίνες, οι οποίες τον καθιστούν ιδιαίτερα αποτελεσματικό, όταν η εισερχόμενη φωτεινή δέσμη χρειάζεται να διανεμηθεί σε επιμέρους δέσμες. Έχουν διαμέτρου περίπου 0.5 m, ενώ διαπερνούν το δώμα και καταλήγουν στο εσωτερικό του κτιρίου. Είναι οικονομική λύση και προσαρμόζονται ιδιαίτερα εύκολα στα υφιστάμενα κτίρια. Επίσης προεξέχουν από το εσωτερικό του σπιτιού και το εσωτερικό τους είναι κατασκευασμένο από υψηλά ανακλαστικό υλικό ικανό να ανακλάσει το φως σε μεγάλο βαθμό, και έτσι το φως μεταφέρεται στο κτίριο χωρίς μεγάλες απώλειες. Σε περίπτωση που ο φωτοσωλήνας έχει διαφανή τοιχώματα, καθίσταται γραμμική φωτεινή πηγή σε όλο το μήκος του προκειμένου να μεταφέρεται η φωτεινή δέσμη σε μέγιστο επίπεδο θα πρέπει να προσπίπτει κάθετα στη διατομή του φωτοσωλήνα. Σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει ο φωτοσωλήνας να είναι μικρού μήκους και μεγάλης διατομής. Τοποθετείται κυρίως στην οροφή του κτιρίου και μπορεί να μεταφέρει το φυσικό φως του ηλίου ακόμα και δύο ορόφους πιο κάτω από αυτό ενώ η μέγιστη απόδοση εξασφαλίζεται σε ορισμένο μήκος αυτού ανάλογα πάντα με το είδος κατασκευής του.

Συχνά εμφανίζονται στον οικιακό τομέα, σε αποθήκες, στις εισόδους και σε διαδρόμους και διαφόρων κτιρίων που λειτουργούν κυρίως πρωινές ώρες.



Εικόνα 1.8: Φωτοσωλήνας

7. Ηλιοστάσια.

Αποτελεί σύστημα κατόπτρων και φακών που τοποθετούνται στα δώματα των κτιρίων και συλλέγουν το φυσικό φως προκειμένου να μεταφερθεί στον εσωτερικό του χώρο. Το φυσικό φως μεταφέρεται σαν δέσμη στο εσωτερικό του φωτοσωλήνα και έπειτα κατευθύνεται στο εσωτερικό του κτιρίου. Η ποσότητα του φωτός καθορίζεται από την χρονική περίοδο του έτους καθώς και από την κλίση που έχει τοποθετηθεί το σύστημα.

8. Αίθρια.

Τα αίθρια είναι συστήματα που καθορίζουν τόσο τις συνθήκες όσο και την στάθμη του φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου. Στα αίθρια περιλαμβάνονται δύο κατηγορίες: τα ανοιχτά και τα κλειστά- καλυμμένα. Η στάθμη του φωτισμού καθορίζεται από την ανακλαστικότητα των τοίχων και των δαπέδων του κτιρίου, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του αιθρίου καθώς και τα οπτικά χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων. Η εμφάνιση τους είναι συχνή σε κτίρια με μεγάλη επιφάνεια γιατί το φως κατανέμεται ομοιόμορφα και διαχέεται στους χώρους του χωρίς να υπάρχουν προβλήματα θάμπωσης έπειτα από διαρκείς ανακλάσεις.

Στο εσωτερικό ενός κτιρίου τα συστήματα αυτά συμβάλλουν στην:

Α)Εξασφάλιση καλής οπτικής άνεσης

Β)Αποφυγή του φαινομένου της θάμπωσης

Γ)Βελτίωση φυσικού φωτισμού επιτρέποντας τη διάχυση του φωτός στο κέντρο και στους γύρω χώρους του κτιρίου

Εικόνα 1.9: Παραδείγματα Ηλιακών Αιθρίων

1.3.4 Συστήματα Ηλιοπροστασίας – Σκιασμού

Αποτελεί ειδικό σύστημα προστασίας του κελύφους και της θερμικής προστασίας του κτιρίου που αντιμετωπίζει τα ηλιακά κέρδη των παραθύρων και των ανοιγμάτων μέσω του φαινομένου του σκιασμού και αποτελεί βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή οποιασδήποτε άλλης τεχνικής φυσικού ή τεχνητού δροσισμού. Επίσης είναι μέσο ελέγχου της θάμβωσης γιατί μειώνει την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στους χώρους του κτιρίου και επιτυγχάνεται με γειτονικές κατασκευές οι οποίες βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους. Στη περίπτωση φυσικού δροσισμού διατηρεί τη θερμοκρασία στο εσωτερικό των χώρων στα επιτρεπόμενα όρια ενώ στην περίπτωση τεχνητού δροσισμού εξοικονομείται ενέργεια για χρήση της άλλη στιγμή προκειμένου να εξισορροπήσει τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις.

Στα Συστήματα Ηλιοπροστασίας και Σκιασμού περιλαμβάνονται:

Α) **Σταθερά Συστήματα Σκίασης**

Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται δομικά και μη στοιχεία όπως τα μπαλκόνια, γεισώματα αλλά και τέντες, παντζούρια κ.τ.λ. και εκείνο που χρήζει ιδιαίτερης σημασίας στα συστήματα αυτά είναι ο προσανατολισμός και το σχήμα των ανοιγμάτων σε σχέση με τη θέση του ηλίου. Όταν προσανατολίζονται προς την κατεύθυνση του νότου θα πρέπει να τοποθετούνται τυπικά οριζόντια συστήματα σκίασης και σε ανατολικές και δυτικές επιφάνειες θα πρέπει να τοποθετούνται κατακόρυφα και διαγώνια ανοίγματα. Χρησιμοποιούνται στις εξωτερικές όψεις των κτιρίων προκειμένου να εμποδίσουν την ηλιακή ακτινοβολία να φτάσει στα υαλοστάσια και τα ανοίγματα και όχι εσωτερικά που μειώνεται η αποδοτικότητα τους στο 30% λόγω εγκλωβισμού θερμότητας μεταξύ υαλοστασίου και συστήματος σκίασης.

Β) **Κινητά Συστήματα Σκίασης**

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται εσωτερικά και εξωτερικά και μπορούν να είναι χειροκίνητα ή με να λειτουργούν με τη χρήση ενέργειας και να αυτοματοποιηθούν ανάλογα τις θερμικές απαιτήσεις και τα επίπεδα φυσικού φωτισμού. Οι υαλοπίνακες που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να υποστούν ιδιαίτερης επεξεργασίας ή να έχουν περαστεί με χρώματα που ενισχύουν την ανακλαστική και απορροφητική τους ικανότητα. Οι κουρτίνες, οι τέντες και τα στόρια είναι παραδείγματα κινητών συστημάτων που περιορίζουν το θερμικό κέρδος και η

απορροφητικότητα τους εξαρτάται από το υλικό κατασκευής τους ή από ρύπους που έχουν προσκολληθεί σε αυτά.

Η χρήση κινητών σκιάστρων παρέχει τη δυνατότητα σκίασης των ανοιγμάτων όταν είναι απαραίτητο και ο πιο αποτελεσματικός τρόπος σκιασμού, είναι η χρήση εξωτερικών σκιάστρων με κινητές περσίδες, αλλά επειδή δεν είναι οικονομικά και ιδιαίτερα δαπανηρά, προτιμάται σταθερή εξωτερική σκίαση που συνδυάζεται με εσωτερικά στόρια που λειτουργούν συμπληρωματικά.

Γ) **Δομή Κτιρίου και Σκιασμός από γειτονικά κτίρια**

Το σχήμα του κτιρίου που περιλαμβάνει αυλές, στοές, εσοχές και εξοχές ή σχηματισμούς Π μπορεί να λειτουργήσει αυτόνομα σαν σύστημα ηλιοπροστασίας. Επίσης, σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες όπως είναι οι πόλεις τα σπίτια σχεδιάζονται ώστε να κτίζεται το ένα δίπλα στο άλλο προκειμένου να σκιάζει το ένα το άλλο κατά ένα ποσοστό.

Δ) **Σκιασμός από φυλλοβόλα δέντρα**

Ο πιο απλός τρόπους σκιασμού είναι η τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων ή βλάστησης που διακόπτουν τον άμεσο ηλιασμό και μειώνουν τις θερμοκρασίες κοντά στο έδαφος ανάλογα με τη πυκνότητα τους. Οι παράγοντες που ενισχύουν την ύπαρξη τους στους κτιριακούς χώρους είναι ότι τα φυλλοβόλα δέντρα αφήνουν ελεύθερα το φως να τα διαπεράσει, και προσαρμόζονται εύκολα με το κλίμα και το έδαφος της κάθε περιοχής. Ένα γυμνό δέντρο μπορεί να περιορίσει τις ακτίνες του ηλίου ακόμα και 20 - 40% και ο σκιασμός από δέντρα μόνο παρέχει εξοικονόμηση ενέργειας 10- 35% για ψύξη του κτίσματος.

Για να επιλεχθεί λοιπόν το καταλληλότερο σύστημα σκιασμού στην κάθε περίπτωση θα πρέπει να δίνεται σημασία στην οπτική και θερμική του απόδοση όλο το χρόνο.

Ε) **Ειδικά Κρύσταλλα**

Το είδος των κρυστάλλων αυτών παρουσιάζει θερμικά και φωτομετρικά χαρακτηριστικά και η χρήση τους έχει στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας.

Κατηγορίες Ειδικών Κρυστάλλων

1. **Απορροφητικά κρύσταλλα**:
   - Δεν δημιουργούν θάμπωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου
   - Περιορίζουν την διαπερατότητα της ακτινοβολίας
   - Αυξάνουν την επανεκπομπή της ακτινοβολίας προς το εξωτερικό του κτιρίου μετά την απορρόφηση της
2. **Ανακλαστικά κρύσταλλα**
   - Καλύπτονται από λεπτή στρώση οξειδίου μετάλλου
   - Μειώνουν τα ηλιακά κέρδη
   - Έχουν την δυνατότητα να προκαλέσουν θάμπωση στον περιβάλλοντα χώρο
3. **Κρύσταλλα χαμηλής εκπομπής**
   - Είναι σχεδόν αδιαπέραστα από την υπέρυθρη ακτινοβολία.
   - Σε θερμά κλίματα αντανακλάται η θερμή ακτινοβολία μεγάλου κύματος αλλά επιτρέπεται η διέλευση της ορατής ακτινοβολίας.
   - Σε ψυχρά κλίματα αντανακλάται η θερμή ακτινοβολία μεγάλου κύματος προς το εσωτερικό του κτιρίου, με διέλευση της ορατής ακτινοβολίας.
   - Λειτουργούν αποδοτικότερα, όταν σε θερμά κλίματα τοποθετηθούν στην εξωτερική και σε ψυχρά κλίματα στην εσωτερική επιφάνεια ενός παραθύρου.
4. **Έγχρωμοι υαλοπίνακες**
   - Χρησιμοποιούν χημική επεξεργασία
   - Παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα και φωτοδιαπερατότητα.
   - Προκαλούν μείωση ηλιακών κερδών ενός χώρου.
   - Κρύσταλλα πράσινης ή μπλε απόχρωσης είναι σχεδόν αδιαπέραστα στην υπέρυθρη ακτινοβολία και παρέχουν αισθητικό αποτέλεσμα και μείωση των ηλιακών κερδών κατά 30-50%.

5. **Φωτοχρωμικά, θερμοχρωμικά και ηλεκτροχρωμικά κρύσταλλα**
   - Φωτοχρωμικά: οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε αυτά.
   - Θερμοχρωμικά: με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανή σε Γαλακτόχρωμα.

- Ηλεκροχρωμικά: τα οπτικά χαρακτηριστικά και η διαπερατότητα μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος.

ΣΤ) **Ανακλαστικά Επιχρίσματα**

Τα ανοικτά χρώματα, που χρωματίζουν τα κτίρια αντανακλούν μεγάλο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας μειώνοντας τη μετάδοση θερμότητας μέσω των επιφανειών στους εσωτερικούς χώρους ενώ μουντοί και σκούροι χρωματισμοί που καλύπτουν εξωτερικούς τοίχους και οροφές απορροφούν το 70-90% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, με αποτέλεσμα να αποθηκεύονται μεγάλα ποσά θερμότητας που μεταδίδονται στο εσωτερικό του κτιρίου.

Η θερμοκρασία μιας σκούρας επιφάνειας μπορεί να φτάσει μέχρι και 40°C υψηλότερα από μια ανοικτού χρώματος και η μείωση του απαραίτητου ψυκτικού φορτίου μπορεί να φτάσει το 25%, βάφοντας τις σκουρόχρωμες επιφάνειες των εξωτερικών με ανοικτά χρώματα. Επίσης οι επιφάνειες ανοιχτού χρώματος έχουν και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, γιατί έχουν την ιδιότητα να αντανακλούν και βλαβερές ακτινοβολίες του ήλιου, τη στιγμή που μια μαύρη θα τις απορροφούσε.

Εικόνα 1.10: Ανακλαστικά Επιχρίσματα Εξωτερικών Χώρων

Ζ) **Βλάστηση, Πράσινες στέγες και δώματα**

Ο ρόλος της βλάστησης σε ένα δομημένο περιβάλλον είναι ιδιαίτερα σημαντικός γιατί τα φυτά σκιάζουν το κτίριο και μειώνουν τη θερμοκρασία του

περιβάλλοντος αέρα μέσω της ηλιοπροστασίας που παρέχουν και μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης, διαπνοής και εξάτμισης των φυτών όπου παρέχεται δροσισμός. Η αποβολή νερού από τα φύλλα με τη μορφή υδρατμών γίνεται με τη βοήθεια θερμότητας που αντλείται από τον αέρα περιβάλλοντος με αποτέλεσμα την τοπική μείωση της θερμοκρασίας. Επίσης ο αέρας κοντά στο έδαφος σε περιοχές που έχουν υποστεί δεντροφύτευση είναι πιο δροσερός από άλλες δομημένες περιοχές. Ιδιαίτερα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, όπου εμφανίζεται το φαινόμενο της θερμικής νησίδας, η βλάστηση είναι αναγκαία.

Σύμφωνα με το φαινόμενο αυτό, η θερμοκρασία του αέρα είναι ιδιαίτερα υψηλή στις πόλεις λόγω του μικροκλίματος από το υπερδομημένο περιβάλλον και τις ανθρώπινες επεμβάσεις. Οι αστικές περιοχές με χαμηλή ποιότητα κλίματος, χαρακτηρίζονται από υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι, μεγάλο πληθυσμό, κυκλοφοριακό πρόβλημα, αυξημένο δομημένο περιβάλλον και μειωμένους πράσινους χώρους, και χρησιμοποιούν περισσότερο ποσό ενέργειας για κλιματισμό από τις μη αστικές περιοχές. Το φαινόμενο εμφανίζεται τόσο το καλοκαίρι, όσο και το χειμώνα με αποτέλεσμα οι φυτεμένες στέγες και η φύτευση βλάστησης να μπορούν να επιδρούν θετικά στο κλίμα της πόλης και στο εσωτερικό κλίμα των κτιρίων, προστατεύοντας τα από την ηλιακή ακτινοβολία και μειώνοντας το φαινόμενο της θερμικής νησίδας.

- **Πράσινα δώματα και στέγες**

Είναι ένα πολύπλοκο θερμικό σύστημα που έχει σημαντικές θερμομονωτικές ιδιότητες για το χειμώνα και το καλοκαίρι. Τη θερινή περίοδο έχει την ιδιότητα να ανακλάει 20-30% της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στο δώμα και απορροφάει το υπόλοιπο τμήμα της στην επιφάνεια των φύλλων. Επίσης το χώμα, λόγω της θερμοχωρητικότητας του, επιβραδύνει τη ροή θερμότητας προς το εσωτερικό του κτιρίου. Αποτελεί λοιπόν μέσο θερμικής μόνωσης του κτιρίου, λόγω των υλικών που το αποτελούν όπως αυτό του χώματος σε ικανό πάχος και αέρας που εγκλωβίζεται μεταξύ των φυλλωμάτων των φυτών. Συμβάλλει έτσι στην ύπαρξη ενεργειακών, οικονομικών, αισθητικών, περιβαλλοντικών, και επενδυτικών οφελών τόσο στην κατασκευή και χρήση του οικήματος αλλά και στον κάτοχο του. Η φύτευση βλάστησης στο δώμα, πέρα από τη μείωση των καλοκαιρινών θερμικών φορτίων, συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας, βελτιώνει την ποιότητα της ατμόσφαιρας, και απομακρύνει τους ρύπους από τη μάζα του αέρα παρέχοντας οξυγόνο, αλλάζει το μικροκλίμα της

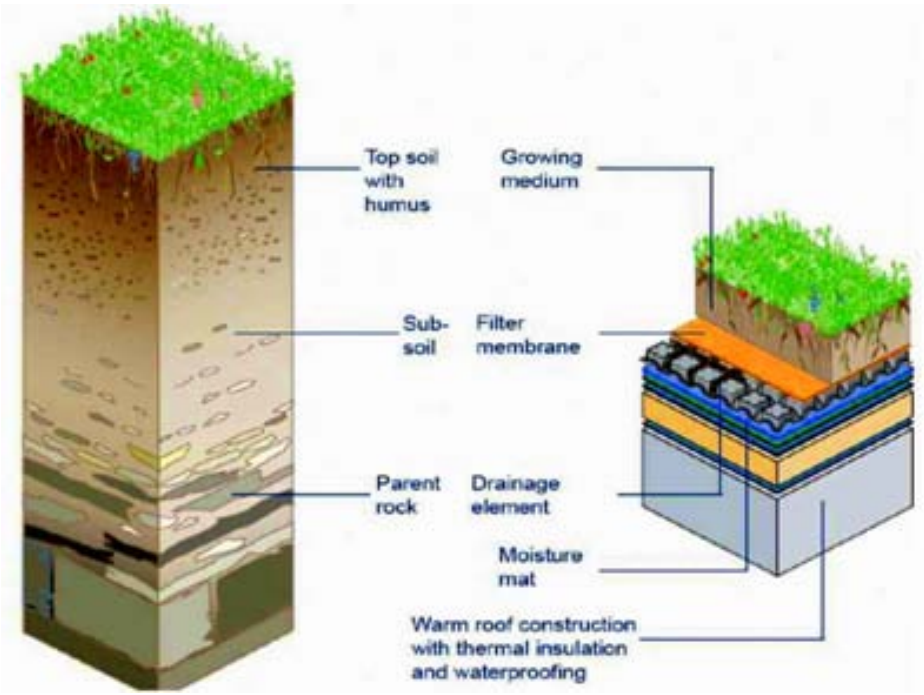
περιοχής, μειώνει την ηχορύπανση, τη σκόνη και το νέφος. Επίσης, προστατεύει τα υποκείμενα μονωτικά υλικά από φθορές προκαλεί η έκθεσή τους στον ήλιο, στην υπεριώδη ακτινοβολία και στις μεγάλες αυξομειώσεις της
θερμοκρασίας. Έτσι τα συστήματα αυτά συμβάλλουν στη συγκράτηση των νερών της βροχής. Η φύτευση μπορεί να γίνει πάνω σε δώματα και κεκλιμένες στέγες από μπετόν ή και πάνω σε ξύλινες κεκλιμένες στέγες, ακόμη και όταν οι κλίσεις είναι μεγάλες, διότι το ριζικό σύστημα των φυτών λειτουργεί ως οπλισμός στη μάζα του χώματος και το συγκρατεί αποτελεσματικά ακόμη και σε περιπτώσεις μεγάλης κακοκαιρίας. Εκτός λοιπόν από την υγρομόνωση και την ηχομόνωση που παρέχουν, βελτιώνουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας, μετατρέπουν τους χώρους σε όμορφους και λειτουργικούς, ενώ επιπρόσθετα αυξάνουν την αξία των ακινήτων αλλά και ολόκληρων συνοικιών.

Όσον αφορά τη διαστρωμάτωση της πράσινης στέγης περιλαμβάνει μια μεμβράνη ελέγχου ανάπτυξης του ριζικού συστήματος, υπόστρωμα συγκράτηση υγρασίας, στρώμα αποστράγγισης που συγκρατεί την απαραίτητη ποσότητα νερού και απομακρύνει την πλεονάζουσα, ένα διηθητικό φύλλο που εμποδίζει τα χώματα να περάσουν στην αποστραγγιστική στρώση, υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών και φυσικά το φυτικό υλικό.

Επίσης στο επίπεδο της στέγης η θερμοκρασία του αέρα μπορεί να μειωθεί κατά 26° C και εφόσον είναι καλυμμένη με φυτά εξοικονομείται ενέργεια μέχρι και 64% σε σύγκριση με ένα άλλο που δεν έχει πράσινη οροφή και εξοικονομεί μέχρι 43%. Οι φυτεμένες ταράτσες μπορούν να απορροφήσουν έως και 75% των κατακρημνίσεων που πέφτουν πάνω τους, πράγμα που μεταφράζεται σε μια άμεση μείωση της εκροής στο 25% σε σχέση με τα φυσιολογικά επίπεδα ενώ εξίσου σημαντικό είναι επίσης ότι συνεισφέρει στο να βελτιώνεται η ποιότητα του νερού, πριν αυτό αποχετευτεί. Το χώμα και το ριζικό σύστημα των φυτών συγκρατεί και φιλτράρει το νερό της βροχής μέσω μιας σειράς χημικών και βιολογικών διαδικασιών και το απαλλάσσουν από ρυπαντικές ουσίες πριν καταλήξει στις λεκάνες απορροής. Τέτοιου είδους ρύποι είναι οι ρύποι αζώτου που προέρχονται από τις εξατμίσεις των οχημάτων, τα χημικά λιπάσματα και από διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες που αιωρούνται στον αέρα και πέφτουν στο έδαφος μέσω της βροχής, συμβάλλοντας στον ευτροφισμό του νερού.

Η πρόταση αυτή αν καταφέρει να εφαρμοστεί σε ολόκληρη περιοχή και όχι μονάχα σε μεμονωμένα κτίρια θα καταφέρει να συμβάλλει σημαντικά στο μικροκλίμα

της και να λειτουργήσει σημαντικά ως επιπλέον λειτουργία στην φροντίδα των ακάλυπτων χώρων των οικοπέδων.



Εικόνα 1.11: Τομή πράσινου δώματος

- **Επέμβαση στα κτίρια και προτάσεις δημιουργίας πράσινης ταράτσας και δώματος:**

Η υλοποίηση ενός τέτοιου χώρου μπορεί να γίνει με ποικίλους τρόπους όπως και η διατήρηση του με εξοικονόμηση ενέργειας. Ένας τρόπος για να διατηρούνται και να ποτίζονται τα φυτά με τη συλλογή του νερού της βροχής μπορεί να γίνει μέσω της κατασκευής μίας δεξαμενής που θα καλύπτει αυτές τις ανάγκες και θα βρίσκεται στο υπόγειο. Επίσης αρκετά λειτουργική και συμφέρουσα επιλογή που το κόστος της είναι μικρότερο από τις ανέσεις που προσφέρει είναι η πέργολας ειδικά διαμορφωμένης με φυλλοβόλα φυτά και κληματαριές ώστε να προσφέρουν πυκνή σκιά το καλοκαίρι και θέρμανση του δώματος το χειμώνα. Η λειτουργία αυτή μπορεί να συνδυαστεί με χρήση φωτοβολταϊκών αλλά και γεωθερμικών συστημάτων για εξοικονόμηση ενέργειας ενώ τόσο η διαμόρφωση πετασμάτων και η ενσωμάτωση φρεατίων στο κτίσμα θα έδινε τη δυνατότητα υποδοχής ποσοτήτων χώματος από μεγάλα βάθη που θα διατηρούσαν την ποιότητα ζωής των φυτών, θα την ενίσχυαν αλλά και θα βοηθούσαν την ύπαρξη αναρριχητικών φυτών στην επιφάνεια του.

❖ **Βασικές κατηγορίες φυτεμένου δώματος είναι:**

1) **Εκτατικός Τύπος:**

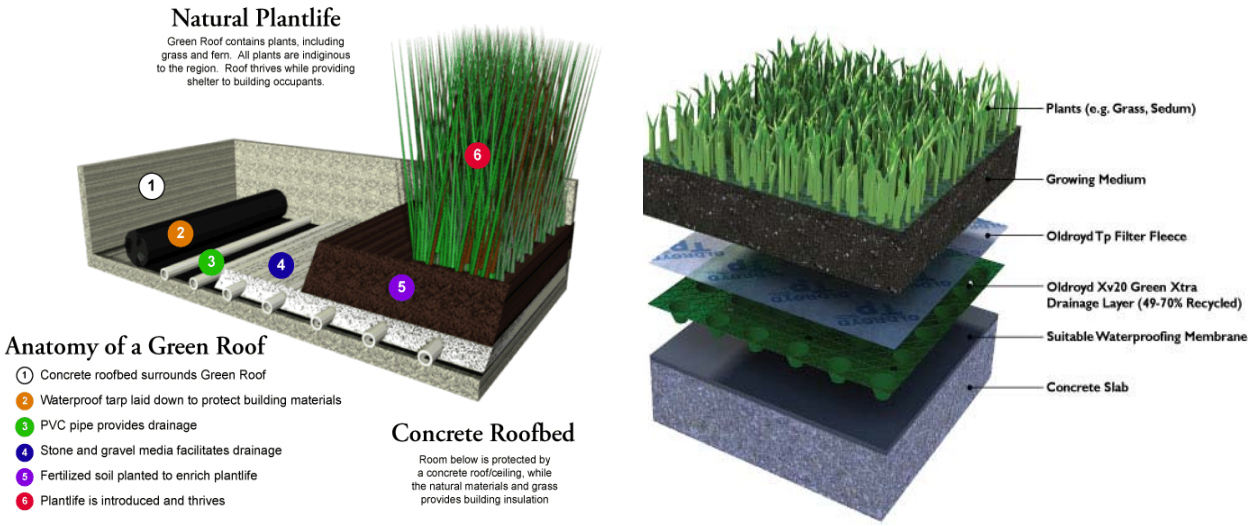
Το σύστημα του εκτατικού τύπου είναι αρκετά διαδεδομένο γιατί βρίσκει εφαρμογή σε πλήθος κτιρίων που απαιτούν ελάχιστη συντήρηση και αποτελείται από πολυεπίπεδη διαστρωμάτωση υλικών με ελαφρύ υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών ύψους έως 20 cm. Το φορτίο του συστήματος είναι μικρό και κορεσμένο περίπου 120 kg/m2 και το ριζικό σύστημα των φυτών επιφανειακό. Σ αυτή την περίπτωση επιλέγονται φυτά ανθεκτικά στην ξηρασία, ώστε να μην απαιτείται διαρκές και συχνό πότισμα, αλλά και φυτά ανθεκτικά στον άνεμο και στο ψύχος.

2) **Ημιεντατικός Τύπος:**

Είναι το σύστημα που αποτελείται από υπόστρωμα ύψους μέχρι 25 εκατοστών και περιλαμβάνει φυτική κάλυψη με χλοοτάπητα, θάμνοι, ή φυτά εδαφοκάλυψης. Το φορτίο κυμαίνεται στα 100-270 kg/m2 και σχέση με τον προηγούμενο τύπο, συγκρατεί μεγαλύτερη ποσότητα νερού.

3) **Εντατικός Τύπος**

Περιλαμβάνει φύτευση μεσαίων απαιτήσεων όπως φύτευση με θάμνους, ποικιλία φυτών, ακόμη και δέντρα, πράγμα που σημαίνει ότι το φορτίο είναι μεγαλύτερο των 300 kg/m2. Ο τύπος αυτός φυτεμένης στέγης απαιτεί τακτική συντήρηση και παρουσιάζει την μορφή ολοκληρωμένου κήπου.



Εικόνα 1.12: Ανατομία και Σύνθεση Πράσινης Στέγης

1.3.5 Συστήματα Δροσισμού

Μέθοδοι που μπορούν να μας εξασφαλίσουν ψύξη με φυσικό τρόπο αποτελούν τα συστήματα δροσισμού από εξάτμιση, από το έδαφος και από ακτινοβολία. Τα παθητικά συστήματα δροσισμού εφαρμόζουν διαδικασίες χωρίς ενεργειακή μεταφορά και χρησιμοποίηση μηχανικών στοιχείων δηλαδή διάχυσης θερμότητας με φυσικό τρόπο. Περιλαμβάνει διαδικασίες ζεύξης και έτσι ο αέρας που διαρρέει το κτίριο μπορεί να ψυχθεί με εξάτμιση, ενώ ο αέρας αερισμού μπορεί να μειωθεί με τη ψύξη του από το έδαφος.

Πολλές φορές χρησιμοποιείται η ψύξη ενός χώρου από τη νυχτερινή ακτινοβολία θερμότητας μέσω δεξαμενών θερμότητας όπως είναι ο ουρανός. Η ψύξη που αντιλαμβάνεται ένα άτομο εμφανίζεται με την αύξηση του ρυθμού εξάτμισης της επιφάνειας του δέρματος με τη δημιουργία κίνησης του αέρα, ώστε να διακόπτεται το στρώμα του κεκορεσμένου αέρα που περιβάλλει το σώμα. Με τις διαδικασίες αυτές που λαμβάνουν χώρα στα συστήματα αυτά έχει άμεση σχέση το κλίμα, ο θερμός αέρας, η ημερήσια ανταλλαγή ενέργειας της γης καθώς επίσης και το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας ενώ η καταλληλότητα της τεχνικής παθητικής ψύξης εξαρτάται από τις φυσικές ανοχές της θερμικής άνεσης του ανθρώπινου σώματος. Η τροποποίηση του μικροκλίματος περιμετρικά του κτιρίου ενισχύει τη δράση των συστημάτων αυτών και βελτιώνεται η θερμική άνεση του κτιρίου μέσω διαδικασιών περιορισμού των εξωτερικών θερμοκρασιών, σχηματισμού ρευμάτων αέρα, ηλιακής προστασίας, εξάτμισης του νερού και εξατμισοδιαπνοής των φυτών.

Διαμπερής Αερισμός: Επηρεάζεται από την εξωτερική και εσωτερική διαρρύθμιση του κτιρίου σε σχέση με την ένταση των ανέμων και επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων, στο κέλυφος και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Στο πάνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών των εσωτερικών τοίχων παρατηρούνται θυρίδες που επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της θερμικής ενέργειας που συσσωρεύεται στα σημεία αυτά. Η θέση του κτιρίου σε σχέση με τον πολεοδομία του ενισχύουν την είσοδο του αέρα μέσα στο κτίριο ενώ πλευρικοί τοίχοι που είναι ειδικά προσαρτημένοι στα ανοίγματα έχουν τη δυνατότητα να εκτρέπουν τον άνεμο εσωτερικά στο κτίριο.

Υβριδικός Αερισμός: Η χρήση ανεμιστήρων οροφής με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας συνεισφέρει στην επίτευξη θερμικής άνεσης σε θερμοκρασίες

υψηλότερες από τις συνήθεις 2-3°C. Επίσης με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα ενώ επίσης μειώνει την αναγκαιότητα χρήσης κλιματιστικών συστημάτων στα κτίρια.

Εξαναγκασμένος Αερισμός: Όταν ο φυσικός αερισμός είναι ανεπαρκής ο τεχνητός αερισμός είναι απαραίτητος. Ο τεχνητός αερισμός μειώνει σημαντικά τα ψυκτικά φορτία των κτιρίων, ιδιαίτερα τις νυκτερινές ώρες, ενώ αποθηκεύει δροσιά στα δομικά στοιχεία του εμποδίζοντας καταστάσεις υπερθέρμανσης όταν αυτές προκαλούνται. Επίσης συνεισφέρει στην κατάργηση εγκατάστασης κλιματιστικού συστήματος και στη δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης σε υψηλές θερμοκρασίες μειώνοντας σημαντικά τις ώρες λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού, αλλά και αυξάνοντας την απόδοσή τους την ώρα λειτουργία τους. Αυτό υφίσταται λόγω του γεγονότος ότι ανεβάζει σημαντικά τη θερμοκρασία ρύθμισης του θερμοστάτη (από 26 °C στους 29 °C).

- **Κατηγορίες Συστημάτων Δροσισμού:**

Α) **Ψύξη - Δροσισμός από εξάτμιση**

Στη διαδικασία αυτή παρουσιάζεται το φαινόμενο της λανθάνουσας θερμότητα εξάτμισης που προκαλείται σε περιοχές με χαμηλή υγρασία. Το νερό μετατρέπεται σε ατμό αλλάζοντας τη φυσική του κατάσταση και για να προκληθεί αυτή η μετατροπή απαιτείται η πίεση των ατμών του νερού να είναι υψηλότερη από τη μερική πίεση των υδρατμών στην ατμόσφαιρα. Η μετατροπή του νερού από υγρό σε ατμό συνοδεύεται με ανάληψη ποσοστού θερμότητας από τον αέρα. Όταν η απορρόφηση θερμότητας γίνεται από θερμό αέρα, εμφανίζεται πτώση της θερμοκρασίας του αέρα, με παράλληλη αύξηση των επιπέδων υγρασίας του. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται άμεσος εξατμιστικός δροσισμός.

Η άμεση ψύξη από εξάτμιση, επειδή αυξάνει την υγρασία των εσωτερικών χώρων, πρέπει να συνδυάζεται με διαρκή ρυθμό ανανέωσης του αέρα, για αποφυγή συμπύκνωσης και ανάπτυξης μούχλας. Τα συστήματα άμεσης εξατμιστικής ψύξης περιλαμβάνουν τη χρήση βλάστησης, σιντριβάνια, κρήνες, πισίνες, υδάτινους πίδακες σε εξωτερικούς χώρους κοντά στα κτίρια, αλλά και σε εσωτερικές αυλές και αίθρια. Αυτές οι κατασκευές συνεισφέρουν στο να ψύχουν τον αέρα που εισέρχεται στο κτίριο. Μερικά συστήματα βασίζονται στη χρήση πύργων στους οποίους ψεκάζεται νερό. Ο

εξωτερικός αέρας εισέρχεται στον πύργο, ψύχεται λόγω εξάτμισης και έπειτα μεταφέρεται στο κτίριο.

Όσον αφορά τον έμμεσο εξατμιστικό δροσισμό υφίσταται όταν η εξάτμιση συνοδεύεται από μείωση της θερμοκρασίας του αέρα, χωρίς να αυξηθεί η περιεχόμενη υγρασία σε αυτόν και πραγματοποιείται όταν η εξάτμιση του νερού γίνει πάνω σε μια επιφάνεια ή μέσα σε ένα σωλήνα. Τεχνικές έμμεσου εξατμιστικού δροσισμού είναι οι ανοιχτές λίμνες οροφής και ο ψεκασμός των δωμάτων με νερό. Επίσης υπάρχουν και υβριδικές ψυκτικές μονάδες εξάτμισης.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο δροσισμός από εξάτμιση δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε υγρά κλίματα όπου ο αέρας είναι κοντά στην κατάσταση κορεσμού. Τόσο τα συστήματα άμεσης όσο και έμμεσης ψύξης χρησιμοποιούνται στα παθητικά συστήματα δροσισμού και χρησιμοποιούν στοιχεία από το κέλυφος του κτιρίου ενώ βοηθούν μηχανικά σχηματίζοντας υβριδικά συστήματα.

Β) **Ψύξη - Δροσισμός από το έδαφος**

Εκτός της επιφάνειας της γης, οι θερμοκρασίες στο εσωτερικό της ποικίλουν. Η γη έχει την ικανότητα να αποθηκεύει μεγάλα ποσά θερμότητας τα οποία συνεισφέρουν στην ψύξη του κτιρίου και βασίζεται στην απαγωγή θερμότητας από το κτίριο στο έδαφος με αγωγιμότητα. Παράδειγμα αυτής της τεχνικής είναι τα υπόσκαφα κτίρια που κατά ένα μέρος είναι κτισμένα στο έδαφος καθώς και τα υπεδάφια συστήματα αγωγών που συνεισφέρουν στο δροσισμό του κτιρίου.

Γ**) Ψύξη - Δροσισμός από ακτινοβολία**

Ο δροσισμός από ακτινοβολία υφίσταται σε περίπτωση μαζών που έχουν διαφορετική θερμοκρασία όπου το θερμότερο ακτινοβολεί το ψυχρότερο με θερμοκρασιακή διαφορά τουλάχιστον 7° C. Κάθε κτιριακό στοιχείο που αντικρίζει τον ουρανό ανταλλάσσει θερμότητα με αυτόν για αυτό το λόγο οι αδιαφανείς κτιριακές επιφάνειες θα πρέπει να έχουν μεγάλη ανακλαστικότητα στην περιοχή της ακτινοβολίας μικρού κύματος, ώστε να ανακλούν την ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία, και ταυτόχρονα να έχουν μέγιστη ικανότητα εκπομπής της ακτινοβολίας.

- **Άλλες Μέθοδοι Φυσικού Δροσισμού**

Ηλιοπροστασία: Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας μέσω κατάλληλου σχεδιασμού των κατασκευών μπορεί να συμβάλλει στη διασφάλιση αποδεκτών εσωκλιματικών συνθηκών όπως συνθήκες οπτικής και θερμικής άνεσης καθώς επίσης στον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας μέσω της ορθής θερμικής συμπεριφοράς του κτιρίου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά οφέλη αφού μειώνονται οι εκπομπών του CO2 και βελτιώνεται η ποιότητα ζωής. Μέσω του ηλιασμού επιτυγχάνεται αφ' ενός η εξασφάλιση θερμικών κερδών για το κτίριο κατά τη χειμερινή περίοδο και αφ' ετέρου ο φυσικός φωτισμός των χώρων καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Επίσης ενισχύεται η δημιουργία πρόσθετων κατασκευών όπως πέργολες, βιομηχανικά τυποποιημένα σκίαστρα, μηχανικά ενεργοβόρα μέσα, ειδικά κρύσταλλα κ.τ.λ. Επίσης μεγάλη έμφαση δίνεται στην κατάλληλη διαμόρφωση του κτιρίου και στο σχεδιασμό του εξωτερικού του κελύφους, με την αντίστοιχη εκμετάλλευση των επιλεγομένων όγκων, μορφών, δομικών συστημάτων και υλικών.

Χρήση Θερμικής Μάζας: Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η ελάττωση των διακυμάνσεων της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας και σαφέστατα δημιουργούνται συνθήκες θερμικής ισορροπίας.

Φυσικός εξαερισμός: Ο φυσικός αερισμός ενισχύεται με συστήματα ανεμιστήρων οροφής καθώς επίσης και κατάλληλα διαμορφωμένων ανοιγμάτων που ανοιγμάτων στο κτιριακό κέλυφος. Επιπρόσθετα επιτρέπεται η κίνηση του αέρα στο κτιριακό εσωτερικό μέσω θυρίδων που τοποθετούνται είτε στο πάνω είτε στο κάτω μέρος του εσωτερικού διαχωριστικού τοίχου.

Φυσικός δροσισμός με χρήση συστημάτων: Ο φυσικός δροσισμός επιτυγχάνεται με την ενίσχυση του από πύργους αερισμού και ηλιακών καμινάδων**.**

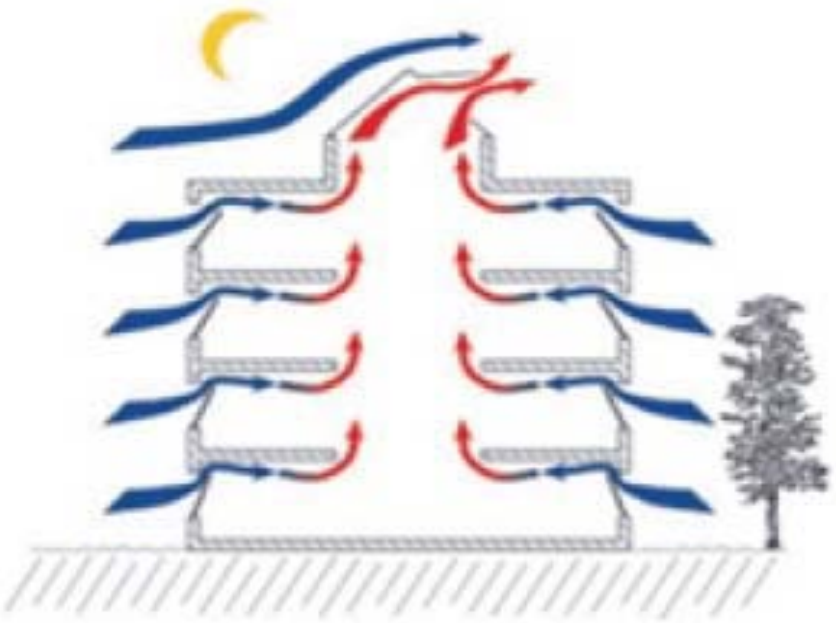
1.3.6 Συστήματα Φυσικού Αερισμού

Οι δυνάμεις που προκαλούν το φυσικό αερισμό είναι ο άνεμος και το φαινόμενο της καμινάδας όπου ο θερμός αέρας ανέρχεται και διαφεύγει προς τα έξω από την κορυφή και ο φρέσκος ψυχρός εισέρχεται έπειτα διαμέσου των ανοιγμάτων στη βάση. Το φαινόμενο του Φυσικού Αερισμού επηρεάζεται από τις εξωτερικές κλιματικές

συνθήκες, τον προσανατολισμό, τη θέση, το μέγεθος των ανοιγμάτων, και τη χρήση του κτιρίου, και μπορεί να προκληθεί κατακόρυφα και ενισχυμένα από κάποια ηλιακή καμινάδα είτε να είναι διαμπερής, διαμέσου παραθύρων, ανοιγμάτων είτε επίσης να προέρχεται από το αεριζόμενο κέλυφος του κτιρίου.

Πύργος Αερισμού: Αποτελεί στοιχείο του κτιρίου που χρησιμοποιεί τη δυναμική του ανέμου. Η μορφή του πύργου είναι συνήθως τετράγωνη, ορθογώνια, ή τριγωνική ενώ τοποθετείται πάνω στην οροφή του κτιρίου ή δίπλα, σαν ξεχωριστή κατασκευή. Προκειμένου να επιτύχουμε καλύτερο φυσικό αερισμό του κτιρίου με πύργο αερισμού εφαρμόζονται οι εξής αρχές σχεδιασμού:

1) Οι πλευρές του πύργου αερισμού θα πρέπει να έχουν συνήθως πλάτος 3m και ύψος 7m.
2) Το τελευταίο κομμάτι του πύργου θα πρέπει να είναι ανοιχτό από όλες τις πλευρές του σε όλες τις διευθύνσεις του ανέμου ώστε να παγιδεύεται η ροή του ανέμου και διάμεσου καναλιού να οδηγεί τον εξωτερικό αέρα στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου.
3) Σαν άλλη του χρήση θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν καμινάδα. Έτσι, όταν δεν υπάρχουν τοπικοί άνεμοι ο χώρος μπορεί να αεριστεί με το φαινόμενο του ελκυσμού (Φαινόμενο Venturi).



Εικόνα 1.13: Φυσικός Αερισμός

Ηλιακή Καμινάδα: Η ηλιακή καμινάδα ενισχύει τον αερισμό στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου και κατασκευάζεται από υαλοπίνακα στη νότια ή τη νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου. Ο εγκλωβισμένος αέρας εντός της καμινάδας υπερθερμαίνεται σε σχέση με τον εσωτερικό αέρα του κτιρίου από την παγίδευση των ηλιακών ακτινών μέσω του υαλοστασίου. Έπειτα οδηγείται από την καμινάδα προς την σχεδιασμένη κορυφή, όπου στο σημείο αυτό δημιουργείται υποπίεση χαμηλότερα.

Οι αρχές σχεδιασμού ηλιακής καμινάδας για βέλτιστο φυσικό αερισμό είναι:

- Η επίδοση της είναι καλύτερη σε περιοχές με υψηλή υγρασία καθώς επίσης τους θερινούς μήνες που ο θερμός αέρας διαφεύγει από την κορυφή της καμινάδας και αντικαθίσταται από τα ανοίγματα εισόδου του αέρα με νέο.
- Κατά τους χειμερινούς μήνες ο ζεστός αέρας που παράγεται στην ηλιακή καμινάδα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση του χώρου με κατάλληλη διάταξη ανεμιστήρα να εισέρχεται στο κτίριο.

Αεριζόμενο Κέλυφος: Αποτελεί κατασκευή διπλού στρώματος δομικών υλικών και τοποθετείται στην οροφή ή ακόμα και στις προσόψεις του κτιρίου ενώ στο εσωτερικό του κυκλοφορεί αέρας που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Λόγω διαφοράς πυκνότητας που εμφανίζεται, δημιουργείται ροή στο διάκενο και απάγεται ο θερμός αέρας. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το αεριζόμενο κέλυφος συνεισφέρει στη σκίαση του περιβλήματος, στη θερμική προστασία του κτιρίου, αλλά και στη μεταφορά θερμότητας από το περίβλημα στο εξωτερικό περιβάλλον, μέσω του αέρα που κυκλοφορεί στο διάκενο. Τους χειμερινούς μήνες, ο αέρας που κυκλοφορεί στο κέλυφος είναι χαμηλότερης ταχύτητας του εξωτερικού, οπότε μέσω του διπλού κελύφους, οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον περιορίζονται, αυξάνεται δηλαδή η θερμομονωτική ικανότητα του κελύφους ενώ θα πρέπει επίσης να είναι θερμομονωμένο το εσωτερικό τμήμα του αεριζόμενου κελύφους. Το αεριζόμενο κέλυφος εφαρμόζεται κυρίως σε κτίρια μεσαίου ύψους και μεγάλου πλάτους.

Παραλλαγή του συστήματος αποτελεί η αεριζόμενη γυάλινη πρόσοψη, η οποία χρησιμοποιεί δύο στρώματα διαφορετικών δομικών υλικών και ένα διάκενο αέρα ανάμεσα τους.

2. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ο Οικολογικός Σχεδιασμός ορίζεται ως κάθε είδος σχεδιασμού που ελαχιστοποιεί κάθε εκθεμελιωτική επιρροή και επίδραση ενοποιώντας την με τις βιοτικές διαδικασίες. Αυτή η ενοποίηση συνεπάγει ότι ο σχεδιασμός σέβεται την ποικιλία των ειδών, ελαχιστοποιεί την ελάττωση των προϊόντων, διαφυλάσσει τα θρεπτικά συστατικά και τον κύκλο του νερού, διατηρεί την ποικιλομορφία του φυσικού περιβάλλοντος και επιμελείται της υγείας τόσο του ανθρώπου όσο και του οικοσυστήματος.

Σαφέστατα ο Οικολογικός Σχεδιασμός διεκπεραιώνει τις διαστάσεις της οικολογικής κρίσης και δεν αποτελεί απλά ένα είδος τρόπου ζωής. Είναι μία δέσμευση με το περιβάλλον που στοχεύει σημαντικά στην επανεξέταση των αρχιτεκτονικών μεθόδων με προοπτική να σχεδιαστούν και να κατασκευαστούν υλικά ώστε να σχηματιστούν εκ των προτέρων στρατηγικές ελεγχόμενων αντιπλημμυρικών έργων και να περιοριστούν οι τοξικές αναμείξεις. Ο Οικολογικός Σχεδιασμός προωθεί ένα αλληλοσυνδεόμενο πλαίσιο εργασίας που δίνει μία νέα διάσταση στη διαμόρφωση των εξωτερικών χώρων στα κτίρια, στις πόλεις, στα συστήματα ενέργειας, νερού, τροφής, στη μεταποίηση και κατασκευή και στα απόβλητα.

2.1 Οικολογικά Δομικά Υλικά

Αποτελούν δομικά υλικά που προέρχονται από φυσικούς πόρους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την κατασκευή του κτιρίου γιατί βρίσκονται σε αφθονία στο περιβάλλον χωρίς να περιέχουν συνθετικά υλικά. Η επιλογή των υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τη συντήρηση και τον εξοπλισμό ενός κτιρίου εξαρτάται άμεσα από οικονομικές, περιβαλλοντικές και ενεργειακές παραμέτρους. Τα υλικά διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα του εσωτερικού αέρα των κτιρίων και έχουν σημαντική επίδραση στην υγεία των χρηστών. Επίσης, καθορίζουν τη θερμική και οπτική συμπεριφορά των κτιρίων και το περιβάλλον γύρω του. Η διαδικασία παραγωγής των υλικών, ο κύκλος ζωής τους και η τελική τους διάθεση έχει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

- **Παραδείγματα Οικολογικών Δομικών Υλικών είναι:**

Ωμή άργιλος: Άριστο οικοδομικό υλικό με σπουδαία μηχανική αντοχή στη θερμομόνωση. Χρησιμοποιείται με τη μορφή ωμοπλίνθων ή χυτή σε καλούπια παρόμοια με αυτά του σκυροδέματος.

Ασβέστης: Επιτρέπει την ανταλλαγή αέρα μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού χώρου, ενώ σε περίπτωση φθοράς με το χρόνο η ανακατασκευή του είναι εύκολη. Επίσης έχει την ιδιότητα να απορροφά το διοξείδιο του άνθρακα από τον αέρα και να εξισορροπεί την υγρασία.

Κετσές από καρύδα: οικολογικό υλικό με καλές ηχομονωτικές ιδιότητες.

Ξύλο: Πρόκειται για ένα από τα κυριότερα υλικά της οικοδομικής και είναι ανανεώσιμο, απαιτεί μικρή επεξεργασία και αποτελεί ένα ζωντανό υλικό για τη κατασκευή αρκεί να έχει υποστεί επεξεργασία, και να πληρούνται οι προϋποθέσεις προέλευσης και διαδικασίας παραγωγής.

Ξύλο εμποτισμένο με μαγνήσιο: Οικολογικό υλικό με καλή θερμική και ακουστική μόνωση, ηλεκτρικά ουδέτερο και μη ραδιενεργό. Προκύπτει από τον εμποτισμό ινών του ξύλου με θειικό μαγνήσιο και οξείδιο του μαγνησίου σε υψηλή θερμοκρασία.

Κόλλα από καουτσούκ: Αποτελεί μη τοξικό προϊόν, με σταθερές συγκολλητικές ιδιότητες χωρίς συνθετικές ρητίνες.

Κερί από μέλισσες: Οικολογικό προϊόν που χρησιμοποιείται για φινίρισμα και προστασία των ξύλινων δαπέδων και κατασκευών.

Ξυλεία κωνοφόρων χωρίς συντηρητικά: χρησιμοποιείται στην κατασκευή εξωτερικών πορτών στις κτιριακές εγκαταστάσεις.

Κυψελοειδής μοριοσανίδα: για την κατασκευή εσωτερικών πορτών.

Λινόλαιο: χρησιμοποιείται για πλακάκια και κάλυψη πατωμάτων.

Καλάμια: Χρησιμοποιούνταν παλαιότερα για τη κατασκευή ορόφων, ψευδοροφών αλλά και ως υλικά στήριξης των μεσοτοιχιών.

Μπετονένιο σενάζ: αποτέλεσμα χύτευσης της πλάκας του πατώματος και αποτελεί άριστο μέσο αποφυγής της υγρασίας από το έδαφος

Πλέγμα γιούτας: Αποτελούν φυτικές κλωστικές ίνες που εξάγονται από το βλαστό φυτών από τις τροπικές χώρες, και χρησιμοποιείται στην κατασκευή εσωτερικών μονωτικών επιχρισμάτων για να απορροφούνται οι τάσεις από τη συστολή του νερού του κονιάματος

Διογκωμένος Φελλός: Αποτελεί μη τοξικό υλικό που έχει άριστες μονωτικές και ηχοαπορροφητικές ιδιότητες. Χρησιμοποιείται συμπιεσμένος σε φύλλα ή τριμμένος σε κόκκους. Έχει μεγάλο κόστος αλλά παρά όλα αυτά είναι 100% φιλικό προς το περιβάλλον και η παραγωγή του απαιτεί χαμηλά ποσά ενέργειας. Η τοποθέτηση του προϋποθέτει να μην χρησιμοποιείται παράλληλα με τη χρήση συνθετικών κολλών. Θεωρείται γκρίζα ενέργεια, χαμηλής κατανάλωσης 80-90 kWh/m3.

Μπετονένιες Μαρκίζες: Είναι κατάλληλα διαμορφωμένες υδρορροές ώστε να συλλέγονται τα όμβρια καθ' όλη τη επιφάνεια του κτιρίου.

Ωστενιτικός Χάλυβας: Οικολογικό δομικό υλικό και είναι αμαγνητικό και ανοξείδωτο αλλά έχει υψηλό κόστος.

- **Παραδείγματα Οικολογικών Θερμομονωτικών Υλικών**

Hraklith: Ανανεώσιμο όσον αφορά το ξυλόμαλλο και λιγότερο για το μαγνησίτη και αποτελείται κυρίως από ξυλόμαλλο-ίνες ξύλου και τσιμέντου. Απαιτεί αρκετή ενέργεια για την παραγωγή του, αλλά παρέχει υγιεινή θερμομόνωση, ηχομόνωση και πυροπροστασία λόγω ορυκτοποίησης του ξύλου με το τσιμέντο. Είναι εύκολα ανακυκλώσιμο και αποτελεί γκρίζα ενέργεια δηλαδή χρειάζεται λιγότερη ενέργεια για την παραγωγή του σε σχέση με άλλα υλικά. Δεν παρουσιάζει προβλήματα στην υγεία και καίγεται δύσκολα σε περίπτωση πυρκαγιάς και δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες. Μειονέκτημα του είναι ότι παρουσιάζει μικρή αγωγιμότητα στα ηλεκτρικά πεδία λόγω του τσιμέντου.

Λιναρόμαλλο: παράγεται από ποώδη φυτά που οι ίνες του αποτελούν σπουδαίο θερμομονωτικό μέσο.

Κυτταρίνη: χρησιμοποιείται στην μόνωση των τοίχων.

Biofiber (βιοπολυμερές από καλαμπόκι): χρησιμοποιείται για τη μόνωση των τοίχων.

Ρολό από ίνες κοκκοφοίνικα.

Μονωτικό ρολό από υπολείμματα βαμβακιού.

Τζίβα: είδος χόρτου που έχει το χαρακτηριστικό να είναι ψιλό και άγριο ικανό να γεμίσει στρώματα και ταπετσαρίες.

Εσωτερικά και εξωτερικά επιχρίσματα από χώμα: Τα επιχρίσματα αυτού του τύπου είναι κατασκευασμένα από λάσπη και εμπλουτίζονται από ασβέστη και καζείνη για λόγους πρόσφυσης. Επίσης τοποθετείται τριμμένο άχυρο για λόγους οπλισμού. Για την

τοποθέτηση του στο κτίριο απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί το συρμάτινο πλέγμα και η τεχνική αυτή είναι διαδεδομένη στην κατασκευή πλίνθινων κατοικιών.

Περλίτης: Αποτελεί μη ανανεώσιμη πηγή ηφαιστειακής προέλευσης με μεγάλη διαθεσιμότητα στη φύση. Θεωρείται γκρίζα ενέργεια περίπου 230 kWh/m3 και υπόκειται σε μερική ανακύκλωσή. Ο περλίτης δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες, κατά τη χρησιμοποίησή του συνεπώς δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.

Διογκωμένος άργιλος: παράγεται μέσω κατεργασίας σχιστόλιθου σε θερμοκρασία 1100°C με ανάλογες τεχνικές όπως του περλίτη και παρουσιάζει υψηλό κόστος.

- **Διαφανής θερμομόνωση**

Αχυρόμπαλες: Από το υλικό αυτό κατασκευάζονται τοίχοι και η επιφάνεια τους είναι συνήθως φαρδιά προσφέροντας μεγάλη θερμομόνωση. Σε συνδυασμό με κατάλληλα κουφώματα και ανοίγματα βορείου προσανατολισμού περιορίζουν τις θερμικές απώλειες σε χειμερινές περιόδους. Τα δεμάτια από άχυρο είναι ειδικά διαμορφωμένα όσον αφορά το ειδικό τους βάρος, τις διαστάσεις του, ενώ η διάρκεια ζωής τους και οι αντοχές τους είναι ικανοποιητικές. Επενδύονται με συρμάτινο πλέγμα για μεγαλύτερη αντοχή στο χρόνο και θα πρέπει να διατηρούνται στεγνές καθ' όλη τη διάρκεια του κτισίματος μέχρι να περαστούν με σοβά.

Τριμμένο Άχυρο: Τοποθετείται σε παχύ στρώμα ανάμεσα στα κεραμίδια και δεν επιτρέπει την είσοδο του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου.

Στρώματα Χώματος με φυτά: Τοποθετούνται σε χώρους όπως ο ξενώνας και το κελάρι για θερμομονωτικούς λόγους.

- **Παραδείγματα Οικολογικών Χρωμάτων**
  - **Χρώματα 100% από φυσικά συστατικά.**
  - **Χρώματα ήπιας Χημείας.**

- **Παραδείγματα Οικολογικών Κονιαμάτων**

Κεραμάλευρο: παράγεται από άργιλο που έχει ψηθεί στους 1200 βαθμούς και γίνεται μετά σκόνη. Έχει το χαρακτηριστικό να αυξάνει την αντοχή του σοβά και να δίνει φυσικά γαιώδη χρώματα στα κτίσματα χωρίς να απαιτείται η διαδικασία βαψίματος.

Θερμαϊκή Γη: είδος οικολογικού κονιάσματος που ενισχύει την αποδοτικότητα των δομικών υλικών.

Ποζολάνη Μήλου: Βιομηχανικό ορυκτό που οφείλεται στην ηφαιστειακή δράση και στις έντονες τεκτονικές δυνάμεις και χρησιμοποιείται τόσο στην τσιμεντοβιομηχανία καθώς και στην παραγωγή δομικών υλικών.

2.2 Δομικά Υλικά

Τα δομικά υλικά που επιλέγονται για την υλοποίηση του κτιρίου έχουν ως στόχο να είναι οικολογικά και φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο καθώς επίσης να έχουν βελτιωμένες ιδιότητες όσον αφορά την απόδοση του κτιρίου. Στην επιλογή ενός δομικού προϊόντος κύριο στοιχείο αποτελεί η τοξικότητα των συστατικών του κάθε δομικού υλικού προκειμένου να αποφευχθούν προϊόντα που παράγονται, κατασκευάζονται ή περιέχουν ουσίες επιβλαβείς για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Α) Ξύλο

Το ξύλο είναι ανανεώσιμο υλικό που απαιτεί πολύ μικρή επεξεργασία έτσι ώστε να φτάσει στην τελική του προς χρήση μορφή. Τα οικολογικά κριτήρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την χρήση του είναι η προέλευση, η διαδικασία παραγωγής, ο τύπος επεξεργασίας καθώς και η ενέργεια που απαιτείται για τη μεταφορά. Το ξύλο αποτελεί ένα ζωντανό υλικό που εξακολουθεί να ζει ακόμη και όταν έχει ενσωματωθεί σε μία κατασκευή και καθορίζει και τους περιορισμούς που επιβάλλονται στη χρήση του. Τα παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται για τη προστασία του ξύλου περιέχουν εκτός από τους οργανικούς διαλύτες βιοκτόνα συστατικά που προκαλούν βλάβες στην ανθρώπινη υγεία και το οικοσύστημα.

Β) Λίθοι

Οι λίθοι έχουν πολλές και διαφορετικές εφαρμογές στην κατασκευή και χρησιμοποιούνται σαν φέροντες οργανισμοί αλλά και ως δάπεδα ή διακοσμητικά στοιχεία, και συμπεριφέρονται σαν θερμική αποθήκη στο κτίριο λόγω της μεγάλης τους θερμικής μάζας ενώ επίσης βοηθούν το κτίριο να ισορροπήσει τις ακραίες εναλλαγές της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος. Τους λίθους αποτελούν τα πυριγενή πετρώματα δηλαδή οι γρανίτες που είναι ανθεκτικά και σκληρά υλικά, τα ιζηματογενή πετρώματα δηλαδή οι ασβεστόλιθοι που είναι λιγότερο ανθεκτικά από τα πυριγενή

υλικά και τα μεταμορφωσιγενή πετρώματα όπως το μάρμαρο που είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά αλλά λιγότερο από τα πυριγενή πετρώματα.

Γ) Σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα κατά το μεγαλύτερο ποσοστό του αποτελείται από αδρανή υλικά όπως το τσιμέντο και το νερό. Το τσιμέντο είναι η κύρια συνιστώσα για την παρασκευή σκυροδέματος και για να παραχθεί αναμειγνύονται σε κλιβάνους που θερμαίνονται μέχρι 1500ºC. Απαιτούνται δηλαδή 1200 -1500 kg αδρανή για να παραχθεί ένας τόνος τσιμέντου και 5-6 MJ/Kg ενέργεια ανάλογα με τη μέθοδο και το καύσιμο που χρησιμοποιείται. Τόσο κατά την κατασκευή του όσο και στην μεταφορά του απαιτείται μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Επίσης το ανακυκλωμένο σκυρόδεμα χρησιμοποιείται σαν αδρανές υλικό εξυγίανσης οδοστρωμάτων, εδαφών κ.τ.λ. Η χρήση του σκυροδέματος δεν είναι απαγορευμένη στη διαμόρφωση του βιοκλιματικού κτιρίου γιατί η χρήση του επιβάλλεται στις πλάκες θεμελίωσης.

- **Προβλήματα κατά τη χρήση και την αξιοποίηση του:**

Όταν γίνεται χρήση προσθέτων υλικών στη σύσταση του μπορεί να προκαλέσει καρκινογόνες επιδράσεις στον άνθρωπο. Όπως στην περίπτωση του αμιάντου στο σκυρόδεμα που δημιουργεί προβλήματα υγείας στους πνεύμονες και στο πεπτικό σύστημα.

- Το οπλισμένο σκυρόδεμα αν ο οπλισμός έχει εκτεθεί σε ραδιενέργεια μπορεί να προκαλέσει καρκινογόνες επιδράσεις στην υγεία.
- Το οπλισμένο σκυρόδεμα δύσκολα ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται.
- Το κόστος των αποβλήτων του σκυροδέματος είναι τεράστιο.

Δ) Τοιχοποιία

Η υλοποίηση της τοιχοποιίας γίνεται μέσω της χρήσης κεραμικών τούβλων. Τα κεραμικά τούβλα κατά τη διαδικασία κατασκευής τους χρειάζονται αρκετά ποσά ενέργειας για να θερμανθούν ύψους 1000-1500ºC για αρκετές ώρες. Η ενέργεια που απαιτείται είναι 2MJ/Kg και το μεγαλύτερο μέρος της καταναλώνεται στην όπτηση των υλικών όπου απελευθερώνονται οργανικά υπολείμματα και θειικές ενώσεις που περιέχονται στην άργιλο. Η ανάμειξη της αργίλου με άσβεστο πριν την όπτηση μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και θείου.

Δομικά στοιχεία τοιχοποιίας από άχυρο

Τα δομικά αυτά στοιχεία είναι ελεγχόμενα εύκολα και ελαφριά και πολύ καλή θερμική συμπεριφορά. Η καύση του άχυρου αποφεύγεται προκειμένου να μην μολύνει την ατμόσφαιρα με μονοξείδιο του άνθρακα αλλά έχει μικρή αντοχή στο χρόνο και στην πυρκαγιά. Λόγω των μικρών διάκενων στο εσωτερικό του δεν αφήνει τη παραμονή απαιτούμενου οξυγόνου και έτσι είναι ανθεκτικότερο στη πυρκαγιά σε σχέση με το ξύλο.

Ε) Χρώματα – Βαφές

Τα χρώματα έχουν την ικανότητα να απελευθερώνουν οργανικές ενώσεις όπως αρωματικούς υδρογονάνθρακες που εκπέμπονται και κατά τη διάρκεια των εργασιών καθώς και μετά το πέρας τους και δημιουργούν προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου. Οι αρωματικούς υδρογονάνθρακες εμφανίζονται από τη χρήση υδατοδιαλυτών βερνικιών και ενισχύουν την ατμοσφαιρική ρύπανση και την παραγωγή νέφους.

Γι' αυτό όταν γίνεται χρήση υδατοδιαλυτών βερνικιών θα πρέπει έπειτα να γίνεται επίστρωση με διάλυμα φυσικού κεριού για να γίνει αδιάβροχη και να μην επιτρέπει την είσοδο του νερού.

Οι χρωστικές ουσίες των χρωμάτων είναι πιθανών να περιέχουν βαρέα μέταλλα και σε περίπτωση που ξεπεραστούν τα όρια θα πρέπει να υπάρχει υποχρεωτική αναγραφή της σχετικής επισήμανσης στη συσκευασία. Η αξιολόγηση τους γίνεται με βάση το διαλύτης που περιέχουν.

- **Ταξινόμηση χρωμάτων και βαφών**

Η ταξινόμηση τους γίνεται σε 4 κύριες κατηγορίες:

- Συνδετικές ουσίες χρωμάτων.
- Διογκωτικά χρωμάτων.
- Διαλύτες χρωμάτων.
- Πρόσθετα χρωμάτων όπως χρωστικές, στεγανωτικά, στιλβωτικά, αντι-αφρώδη.

- **Τύποι Χρωμάτων και βαφών**

- **Φυσικά χρώματα**.: Μη υδατοδιαλυτά χρώματα φυτικής ή ζωικής προέλευσης.
- **Ακρυλικά χρώματα**: Υδατοδιαλυτά χρώματα με που χρησιμοποιούν ως διαλυτικό το νερό και ως συνδετικό υλικό με τις ακρυλικές ρητίνες με

περιεκτικότητα οργανικών διαλυτών 10% σε σχέση με τις συμβατικές βαφές. Περιέχουν όμως επιβλαβή συστατικά και έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον κατά την παρασκευή τους.

- **Βραστά χρώματα:** Υδατοδιαλυτά χρώματα, φυσικά και παράγονται με διαρκή βρασμό φυτικών προϊόντων. Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο εξωτερικό κτιριακό κέλυφος και είναι ελάχιστα τοξικές.
- **Χρώματα Alkyd**: Μη υδατοδιαλυτά χρώματα και χρησιμοποιούν alkyd ως συνδετικό προϊόν και αρωματικούς υδρογονάθρακες ως διαλυτικό. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν όλα τα συμβατικά χρώματα.

ΣΤ) Πλαστικά Υλικά

Τα πλαστικά υλικά είναι συνθετικά υλικά που κατασκευάζονται με βάση το πετρέλαιο, από αιθυλένιο, βενζόλιο, στυρένιο, και προπυλένιο. Οι διαδικασίες παραγωγής τους απαιτούν μεγάλα ποσά ενέργειας ενώ προκαλούν εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων παράγοντας επιβλαβή απόβλητα. Διασπώνται δύσκολα προκαλούν μακράς διαρκείας ρύπανση στον αέρα, το νερό και το έδαφος ανάλογα το είδος τους και την ποιότητα καύσης τους. Επίσης, διαχωρίζονται στα θερμοπλαστικά και τα θερμοσυνθετικά πλαστικά υλικά ανάλογα τη δυνατότητα τους στην ανακύκλωση ή όχι.

- **Θερμοπλαστικά πλαστικά**: σελουλόζη, PVC, πολυστυρένιο, πολυακρυλικά και ρητίνες.
- **Θερμοσυνθετικά πλαστικά**: fiberglass

- **Είδη Πλαστικών και Χαρακτηριστικά τους**
  - **Πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο:** χρησιμοποιείται για την κατασκευή εσωτερικών σωληνώσεων αποχέτευσης.
  - **Πολυουρεθάνη:** προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και θεωρείται γκρίζα ενέργεια 1000-1200 kWh/m3. Ενοχοποιείται για την καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος, είναι μη ανακυκλώσιμη και σε περίπτωση σύνθετης παραγωγής με βάση το χλώριο απελευθερώνουν αμίνες, ουσίες ιδιαίτερα επικίνδυνες για την υγεία του ανθρώπου. Επίσης δεν επιτρέπουν καμία απολύτως δυνατότητα διαπνοής του κτιρίου. Χρησιμοποιείται ως θερμομονωτικό υλικό.

- **Ασφαλτικά υλικά:** Αποτελούν συνθετικά μονωτικά υλικά τα οποία προέρχονται από ειδικούς τύπους πετρελαίου και περιέχουν ελάχιστες ποσότητες αρωματικών υδρογονανθράκων προκαλώντας ρύπανση από τα μακρομόρια τους.
- **Φορμαλδεΰδη:** Μεγάλες ποσότητες αυτής της ουσίας που είναι τοξική απελευθερώνονται από συνθετικές ουσίες που έχουν ως βάση τη φορμόλη και την ουρία. Αποτελούν θερμοσυνθετικά υλικά και χρησιμοποιούνται κυρίως σε χρώματα, συγκολλήσεις και βερνίκια. Περιέχουν αρκετά μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια αλλά εκπέμπουν στο εσωτερικό του κτιρίου αρωματικούς υδρογονάνθρακες.
- **EPS:** Η διογκωμένη ή αλλιώς διηλασμένη πολυστερίνη κατά την παραγωγή της προκαλεί εκπομπές στυρενίου και βενζολίου και δεν αποτελεί ανακυκλώσιμο υλικό.
- **Πολυβινυλοχλωρίδιο-PVC:** Αποτελεί σύνηθες θερμοπλαστικό υλικό που παράγεται με βάση το πετρέλαιο και το χλώριο.
- **EPDM:** Αναφέρεται και ως καοτσούκ ελαστομερές και αποτελεί συνθετικό πολυμερές υλικό που παράγεται με βάση το μονομερές αιθυλένιο. Αποτελεί ανακυκλώσιμο υλικό χωρίς ιδιαίτερες ρυπαντικές ιδιότητες αλλά η επεξεργασία του είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρα.
- **Αφρώδης Εξηλασμένη πολυστερίνη:** Προέρχεται από υδρογονάνθρακες και είναι μη ανανεώσιμη πηγή. Αποτελεί γκρίζα ενέργεια 450- 850 kWh/m3 και η μόλυνση του περιβάλλοντος από τη δράση της προκαλείται μέσω διαφυγής τοξικών πτητικών αερίων, όπως χλωροφθοράνθρακες και πεντανίου που καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος και ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Είναι μη ανακυκλώσιμο υλικό και μέσω της διαφυγής στυρενίου προκαλούνται καρκινογενέσεις ενώ σε περίπτωση φωτιάς, παράγονται τοξικά βρωμιούχα αέρια. Επίσης μέσω αυτής αναπτύσσονται ισχυρά ηλεκτροστατικά πεδία και δεν επιτρέπουν καμία δυνατότητα διαπνοής στο κτίριο. Χρησιμοποιείται για θερμομόνωση του κτιρίου.

Ζ) Μέταλλα

Τα μέταλλα μπορούν να αντικαταστήσουν το ξύλο στις κτιριακές κατασκευές ικανοποιητικά επειδή μπορούν έχουν μεγαλύτερες μηχανικές αντοχές, μπορούν να διαμορφωθούν σε οποιαδήποτε διατομή και να ανακυκλωθούν εξίσου εύκολα.

- **Κατηγορίες Μετάλλων:**

1) **Χάλυβας:** Ο χάλυβας ή διαφορετικά ατσάλι θεωρείται το πιο κατάλληλο δομικό υλικό πάνω στα μεταλλικά και βιομηχανικά κτίρια. Παράγεται από τον λευκό ακατέργαστο σίδηρο και περιέχει άνθρακα σε ποσοστό 0.3%-0.6% για μαλακούς χάλυβες και 1.7%-2% για σκληρούς χάλυβες. Η περιεκτικότητα του χάλυβα σε άνθρακα μεταβάλει σημαντικά τα χαρακτηριστικά του ενώ υπάρχουν πολυάριθμα μεταλλικά κτίρια σε όλον τον κόσμο με βασικό υλικό κατασκευής τον χάλυβα. Τα μεταλλικά κτίρια και κατασκευές διακρίνονται για την μεγάλη αντισεισμικότητα και αρχιτεκτονική τους ευελιξία και έχουν τη δυνατότητα αποσυναρμολόγησης για βέλτιστη εκμετάλλευση των υλικών τους. Επίσης τα κτίρια από χάλυβα παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή και είναι πιο οικονομικά σε σχέση με αντίστοιχες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα. Τα μεταλλικά κτίρια και γενικώς όλες οι μεταλλικές κατασκευές μειώνουν το χρόνο εκτέλεσης και παράδοσης του έργου σε 50%-75% σε σχέση με τις συμβατικές κατασκευές.

   Όσον αφορά τα χαλυβουργικά προϊόντα διακρίνονται σε ημιτελή και τελικά προϊόντα χάλυβα. Τα ημιτελή προϊόντα χάλυβα είναι οι δοκοί τετραγωνικής διατομής με ακμή περίπου 10cm ή κυκλικής διατομής με διάμετρο περίπου 25cm, ή ακόμα πλατιά πρίσματα ή πλάκες διατομής 10cm x 100cm. Η παραγωγή ημιτελών προϊόντων γίνεται με συνεχή χύτευση σε μήτρες από χαλκό που ψύχονται με νερό και με έλαση σε ειδικά έλαστρα. Τα ημιτελή προϊόντα αναθερμαίνονται και υποβάλλονται σε έλαση, διέλαση, ολκή κ.λπ. για την παραγωγή τελικών προϊόντων. Αυτά διακρίνονται σε πλατέα ή επιμήκη προϊόντα. Τόσο τα πλατέα όσο και τα επιμήκη παράγονται με ψυχρή έλαση. Στα πλατέα προϊόντα συγκαταλέγονται οι πλάκες ή χονδρές κατασκευαστικές λαμαρίνες με πάχος 1-20cm για χρήση στην κατασκευή κτιρίων και σε λεπτές λαμαρίνες, ρολά ή επίπεδα φύλλα, με πάχος 0.1-1cm. Τα επιμήκη προϊόντα μπορεί να είναι ράβδοι ή χάλυβας οπλισμού σκυροδέματος ή διαφορετικά μπετόβεργα, ελάσματα ή λάμες, μορφοσίδηρος που είναι χάλυβας διαμορφωμένης διατομής όπως γωνίες, κοίλες

δοκοί, σωλήνες με ή χωρίς ραφή καθώς και το σύρμα. Εκτός από τα πλατέα και τα επιμήκη προϊόντα, ο χάλυβας διατίθεται ακόμα στην μορφή χυτής χελώνας δηλαδή χυτοχάλυβα. Άλλες μορφές χάλυβα είναι τα φύλλα ή τα ρολά επιψευδαργυρωμένου-γαλβανισμένου χάλυβα, επικασσιτερωμένου και επιχρωματισμένου χάλυβα.

2) **Αλουμίνιο:** Αποτελεί ένα αργυρόλευκο μέταλλο και η κύρια πηγή για τη βιομηχανική παραγωγή του μετάλλου είναι ο βωξίτης και μετά μετατρέπεται σε αλουμίνα και έπειτα από τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης μετατρέπεται σε μέταλλο αλουμίνιο. Το μεταλλικό αλουμίνιο έχει μεγάλη ικανότητα στο να αντιστέκεται στη διάβρωση και αυτό συμβαίνει λόγω έκθεσης του στην ατμόσφαιρα που εμποδίζει τη βαθύτερη διάβρωσή του. Επίσης, εξαιτίας της σχετικά χαμηλής του πυκνότητας και της μεγάλης του ικανότητας να δημιουργεί μεγάλη ποικιλία κραμάτων γι' αυτό αποτελεί κύριο μέταλλο στην μηχανική. Ιδιαίτερη είναι η χρήση του στα εξωτερικά κουφώματα και καλύπτουν απαιτήσεις τόσο στο σχεδιασμό όσο και στη λειτουργικότητα, αεροστεγάνωση, υδατοστεγάνωση, θερμομόνωση, ασφάλεια καθώς και ηχομόνωση. Επίσης, οι θερμομονωτικές ιδιότητες ενός κουφώματος καθορίζονται τόσο από την ικανότητά του να εμποδίζει το πέρασμα ζεστού ή κρύου αέρα μέσω των αρθρώσεών του όσο και από την ικανότητά του να εμποδίζει την διάδοση της θερμότητας μέσω των υλικών που είναι κατασκευασμένο και εξαρτάται από το βαθμό αεροδιαπερατότητας της επιφάνειας του κουφώματος και από τον τύπο του προφίλ του.

❖ Μανδύας Προβαμμένου Αλουμινίου Γύρω από το Τυπικό Κτιριακό Κέλυφος

Είναι σύστημα αισθητικής και ενεργειακής δόμησης και η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής του κτιρίου συμβαίνει επειδή το αλουμίνιο έχει οπτικοθερμικές ιδιότητες δηλαδή υψηλή ανακλαστικότητα και χαμηλό συντελεστή εκπομπής. Στις στέγες αποθηκευτικών χώρων η χρήση πάνελ με φύλλα αλουμινίου αυξάνει το βαθμό προστασίας για το προσωπικό, διότι το αλουμίνιο λειώνει γύρω στους 600°C και αφήνει έξοδο διαφυγής στους καπνούς, που αποτελεί κίνδυνο για εσωτερικούς χώρους. Έτσι με κατάλληλη βαφή του αλουμινίου επιτυγχάνεται εύκολη προσθήκη επιπλέον θερμομόνωσης από οικολογικά μονωτικά υλικά, και

βελτίωση της απόστασης του μανδύα αλουμινίου από τη τοιχοποιία καθώς και έλεγχο του φυσικού αερισμού του ενδιάμεσου αέρα.

Ο κτιριακός μανδύας αποτελείται από ειδικά προβαμμένα φύλλα συμπαγούς αλουμινίου πάχους μέχρι 3 cm. Επιπλέον η βαφή του μετάλλου είναι τύπου PVDF και μέσω αυτής παρέχεται και ηχομόνωση. Η μέθοδος αυτή είναι οικονομικά συμφέρουσα, ευνοημένη αισθητικά και οικολογικά ενώ προβλέπει μικρές ενεργειακές απαιτήσεις.

3) **Μόλυβδος:** Η παραγωγή του μολύβδου είναι ενεργοβόρα και όσον αφορά την οικολογική του συμπεριφορά παρουσιάζει τοξική επίδραση στους βιολογικούς οργανισμούς. Όταν απορροφάται από τον ανθρώπινο οργανισμό προκαλεί αναιμία και άλλα προβλήματα στα οστά. Η χρήση του πρέπει να αποφεύγεται ιδιαίτερα στην περίπτωση χρωμάτων.
4) **Χαλκός:** Άλατα χαλκού που εισέρχονται μέσω του δικτύου ύδρευσης στο πεπτικό σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού μπορούν να προκαλέσουν δυσφορία, ανωμαλίες ακόμη και φλεγμονές. Ο χαλκός είναι ανακυκλώσιμο υλικό και το κόστος για την ανακύκλωσή του είναι χαμηλό.
5) **Ψευδάργυρος:** Η εξόρυξη ψευδαργύρου προκαλεί εκπομπές καδμίου που είναι ιδιαίτερα επιβλαβές για τον ανθρώπινο οργανισμό. Ο ψευδάργυρος δεν είναι τοξικός, αντίθετα είναι αναγκαίος με τη μορφή ιχνοστοιχείων για τον ανθρώπινο οργανισμό. Είναι ανακυκλώσιμο υλικό όμως το κόστος ανακύκλωσής του είναι πολύ υψηλό και η ανακύκλωση είναι προς το παρόν ασύμφορη.

Η) Γυαλί: Το γυαλί είναι ένα μη ρυπογόνο και ανακυκλώσιμο υλικό φιλικό προς το περιβάλλον που περιέχει διοξείδιο του πυριτίου κατά 70%, οξείδιο του ασβεστίου κατά 14% και το υπόλοιπο είναι οξείδιο του νατρίου. Το μοναδικό του μειονέκτημα είναι ότι τόσο για την παραγωγή του όσο και για την μεταφορά του χρειάζονται μεγάλα ποσά ενέργειας και υψηλό κόστος ενώ επίσης η ανακύκλωση του επιφέρει δεύτερης ποιότητας γυαλί.

Θ) Γύψος: Ο γύψος που προκύπτει από την εξόρυξη του από τη φύση αποτελεί ένα ρυπογόνο και καθόλου φιλικό προς το περιβάλλον υλικό που δεν είναι ανακυκλώσιμο. Για το λόγο αυτό έχει κατασκευαστεί ο βιομηχανικός γύψος που έχει μικρή

περιεκτικότητα σε μέταλλα και ραδιενεργά στοιχεία και είναι χρήσιμο στις οικοδομικές εργασίες.

- **Υλικά που υπόκεινται ανακύκλωση για την επαναχρησιμοποίηση τους στα κτίρια**

Μετά το πέρας του κύκλου ζωής ενός προϊόντος υπόκειται σε ανακύκλωση προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν και να συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και προστασίας του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Τα ανακυκλωμένα υλικά στην αρχιτεκτονική ενός κτιρίου εκτός από το ενεργειακό και οικολογικό τους όφελος επηρεάζονται και από την αισθητική και την λειτουργικότητα του ώστε να είναι ευέλικτος και να μη δημιουργείται ρύπανση στο εσωτερικό του.

Στους εσωτερικούς του χώρους, το κτίριο θα πρέπει να έχει θερμική άνεση και να ελαχιστοποιείται η ενεργειακή του κατανάλωση ενώ στο εξωτερικό του να δημιουργείται βέλτιστο κλίμα στην περιοχή γύρω από αυτό και να μην υποβαθμίζεται το οπτικό του περιβάλλον από φαινόμενα θάμπωσης και υπερφωτισμού.

Τα στάδια που περνάει ένα οικολογικό υλικό στον κύκλο ζωής του είναι:

1) Εξόρυξη - Συλλογή
2) Επεξεργασία
3) Κατασκευή
4) Χρήση Κατασκευής
5) Κατεδάφιση
6) Ανακύκλωση - Επανάχρηση

2.3 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Η ανακύκλωση αποτελεί θετικό παράδειγμα αποτελεσματικής λειτουργίας και σταθερότητας και τα υλικά αυτά που έχουν τη δυνατότητα αυτή είναι δομικά στοιχεία από λίθους χωρίς κονίαμα, μερικά μονωτικά αφού υποστούν γήρανση, ξυλεία φέροντος οργανισμού, είδη υγιεινή, έπιπλα, πόρτες, παράθυρα, και προϊόντα γύψου μπορούν να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν κατάλληλα. Υλικά όπως τούβλα, τσιμέντο και σκυρόδεμα είναι βέβαιο ότι δεν ανακυκλώνονται εύκολα ούτε μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε νέες κατασκευές. Είναι δυνατή όμως η επεξεργασία τους και

η επαναχρησιμοποίηση τους σαν υλικά διαμόρφωσης οριζόντιων επιφανειών και υλικών οδοποιίας.

Η επαναχρησιμοποίηση οικοδομικών υλικών έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να μειώσει κατά 95% την ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών η οποία διαφορετικά θα χανόταν ως απόβλητο.

Η ανακύκλωση των υλικών στη κατασκευή χωρίζεται σε 4 είδη:
Σε πρωτογενή και δευτερογενή, ανάλογα με τον τομέα που χρησιμοποιούνται τα ανακυκλωμένα υλικά, και σε άμεση και έμμεση, ανάλογα το ποσό της επεξεργασία που τα υλικά χρειάζονται για να επαναχρησιμοποιηθούν.

1. Ανακύκλωση σκυροδέματος

Η παραγωγή του από ασβέστη με προσθήκη άμμου και πηλού καταναλώνει μεγάλα ποσά ενέργειας και απαιτεί θερμοκρασίες έως και 2000°C, απελευθερώνοντας διοξείδιο του άνθρακα και συμμετέχοντας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η εξόρυξη αμμοχάλικου και άμμου καταστρέφει το τοπίου ενώ η μεταφορά και η διαχείριση τους έχει αρνητική επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον. Η ανακύκλωση του σκυροδέματος και η τοποθέτηση τους σε νέες κατασκευές προσφέρουν εξοικονόμηση χρόνου στη νέα κατασκευή αφού κατά τη χρήση του έχει δοκιμαστεί, αντοχές του αυξάνονται με το πέρασμα του χρόνου χωρίς να παρουσιάζονται βλάβες.

Μειονέκτημα της επαναχρησιμοποίησης του προς αυτή την κατεύθυνση αποτελεί η δέσμευση στον τρόπο χρήσης του και στήριξης του στη νέα κατασκευή, αφού αν δεν τοποθετηθεί με κατάλληλο τρόπο, θα απαιτείται επιπλέον κατανάλωση ενέργειας στην επεξεργασία του.

Τα πλεονεκτήματα όμως που επιφέρονται από την ανακύκλωση του σκυροδέματος είναι ποικίλα και περιβαλλοντικά και οικονομικά συμφέρουσα αφού η κατασκευή κτιρίου από επαναχρησιμοποιημένες πλάκες είναι 30-40% φθηνότερη από την κατασκευή του από καινούρια υλικά, ενώ επίσης εξοικονομούνται καύσιμα από τη θραύση του σκυροδέματος σε χαλίκι. Το ανακυκλωμένο σκυρόδεμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στα μέρη του κτιρίου όσο και στην θεμελίωση του, ο οπλισμό του να αναδιαμορφωθεί για τοποθέτηση του σε νέα κτίρια ενώ το θρυμματισμένο σκυρόδεμα έχει τη δυνατότητα να αντικαταστήσει κατά 20% το αμμοχάλικο.

2. **Ανακύκλωση Αλουμινίου**

Το αλουμίνιο έχει χαμηλό σημείου τήξης, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραπάνω από μία ανακυκλώσεις του στις κατασκευές διατηρώντας τις φυσικές του ιδιότητες και την οικοδομική του αξία προστατεύοντας το περιβάλλον και αποτελώντας οικονομική λύση. Κύρια χρήση του αλουμινίου μετά την ανακύκλωση του είναι η τοποθέτηση για την κατασκευή προσόψεων κτιρίου από την ανακύκλωση κουφωμάτων αλουμινίου.

3. **Ανακύκλωση Χάλυβα**

Ο χάλυβας αποτελεί ένα 100% ανακυκλώσιμο υλικό και η χρήση του μετά από τη διαδικασία της ανακύκλωσης εξοικονομεί ενέργεια κατά 30% λιγότερη από την πρωτογενή του παραγωγή ελαττώνοντας την εξόρυξη φυσικών πόρων και μετάλλων ενώ επιπλέον ελαττώνεται η παραγωγή αποβλήτων. Ανακυκλωμένος Χάλυβας χρησιμοποιείται σε μεταλλικά πλαίσια, πλάκες από σκυρόδεμα και γυάλινες επιφάνειες μεγάλης έκτασης.

4. **Ανακύκλωση Χαλκού**

Ο χαλκός είναι φυσικό και ανακυκλώσιμο είδος μετάλλου που παραμένει αναλλοίωτο στη διάβρωση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις επικαλύψεις όψεων και τις στέγες των κτιρίων ακόμα και μετά από την ανακύκλωση του. Επίσης λόγω του γεγονότος ότι χρειάζονται τεράστια αποθέματα χαλκού για την υλοποίηση της κτιριακής δόμησης η ανακύκλωση του επιβάλλεται αφού διατηρεί τις ιδιότητες του και τις μεταλλικές του αξίες κατά 95% ακόμα και μετά τη επεξεργασία αυτή.

5. **Ανακύκλωση Γυαλιού**

Το γυαλί αποτελεί μία συμφέρουσα επιλογή κτιριακής δόμησης τόσο για τις προσόψεις των κτιρίων όσο και για τις περιφερειακές και εσωτερικές του χρήσεις στο κτίριο. Η δυνατότητα ανακύκλωσης του γυαλιού χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηχοαπορροφητικών πανέλων με περιεκτικότητα 96% ενώ μία άλλη προσφορά τους είναι ως ακουστικού φράγματος σε γυάλινες προσόψεις. Η ανακύκλωση του προσφέρει δεύτερης ποιότητας γυαλί γι’ αυτό διαφέρει στη μετέπειτα χρήση του από την αρχική.

6. Ανακύκλωση Ξύλου

Το ξύλο ευέλικτα και αρκετά προσαρμόσιμο δομικό υλικό κατασκευών, ανακυκλώσιμο, και ιδιαίτερα οικονομικό και χρησιμοποιείται σε σκελετούς οικοδομών, πατώματα, οροφές, στέγες, τοίχους κ.τ.λ. Το ξύλο που χρησιμοποιείται στις κατασκευές είναι MDF και OSB και αποτελείται από κομμάτια ξύλου και πριονίδια με δέσιμο υψηλής πίεσης με ρητίνες.

Με την ανακύκλωση του επιτυγχάνεται η αποδέσμευση ολόκληρων κομματιών ξύλου από παλαιότερα κτίρια που υπόκεινται επεξεργασία γυαλίσματος, βαψίματος, απομάκρυνσης μεταλλικών αντικειμένων από την επιφάνεια τους, και επάλειψης από μυκητοκτόνα και πυροπροστατευτικά για την τοποθέτηση τους σε νέα κτίρια.

7. Ανακύκλωση Κεραμικών πλακιδίων

Τα κεραμικά πλακίδια αποτελούνται από πηλό, νερό και άμμο και θερμαίνονται στους 1000°C αποκτώντας μεγάλη διάρκεια ζωής και δυνατότητα επανάχρησης εξοικονομώντας ενέργεια και χρήματα. Με την ανακύκλωση τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτόνομα ή σε κομμάτια στις όψεις καινούριων κτιρίων ή σε δάπεδα αφού ελεγχθούν πρώτα από ρωγμές.

8. Ανακύκλωση Χώματος- Πέτρας μετά από δραστηριότητες εκσκαφής

Τα περισσότερα από τα χώματα και πέτρες των εκσκαφών ανακυκλώνονται και επαναχρησιμοποιούνται σε επιχωματώσεις και διαμορφώσεις χώρων, δημιουργία τοίχων που περιέχουν θρυμματισμένες πέτρες και γαλβανισμένο μεταλλικό πλέγμα. Η αντοχή τους είναι ικανοποιητική. Επίσης η εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου δημιουργείται από μεταλλικό πλέγμα με πέτρες διαφόρων μεγεθών, αξιοποιώντας έτσι το τοπικό υλικό και μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας για την μεταφορά διαφορετικού υλικού για διαμόρφωση της όψης. Εναλλακτική τους χρήση είναι η κατασκευή κτιρίου από μακρείς σωληνοειδείς αμμόσακκους που απαιτεί απλά εργαλεία και υλικά και τοποθετούνται μέσα σε κυκλικό αυλάκι που σχηματίζει τη βάση του. Έπειτα τα αυλάκια γεμίζονται με μίγμα από τσιμέντο, ασβέστη και άσφαλτο.

2.4 Θερμομόνωση

1) Μόνωση στα θεμέλια με τη χρήση μόνιμων μονωτικών καλουπιών

Τα θεμέλια μιας κατασκευής αποτελούν μέρος του κτιριακού κελύφους και συνεισφέρουν στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου. Σε πολλά κτίρια παρατηρούνται υψηλές απώλειες θερμότητας μέσω της τσιμεντένιας πλάκας στη βάση του κτιρίου, η οποία έρχεται σε άμεση επαφή με το χώμα. Επομένως είναι επιβεβλημένη η σωστή μόνωση της πλάκας και των θεμελίων του κτιρίου για την ελάττωση των θερμικών απωλειών προς το έδαφος. Οι τεχνικές μόνωσης εξαρτώνται και από το είδος της κατασκευής και των θεμελίων όπως τα επιφανειακά ή τα βαθιά θεμέλια, καθώς επίσης και από τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες. Η σωστή μόνωση της πλάκας στη βάση του κτιρίου συνεισφέρει στην ελάττωση των ενεργειακών και των οικονομικών επιβαρύνσεων, ενώ βελτιώνει και τις συνθήκες άνεσης μέσα στο κτίριο. Οι ψυχρές πλάκες από τσιμέντο μπορούν να επιφέρουν μείωση της εσωτερικής άνεσης σε ένα κτίριο. Με τη μόνωση της πλάκας μειώνονται οι απώλειες θερμότητας προς το έδαφος. Έτσι το κτίριο θερμαίνεται ευκολότερα ενώ οι θερμοκρασιακές συνθήκες εντός του κτιρίου είναι ελεγχόμενες.

2) Μόνωση της κτιριακής πλάκας στη βάση του κτιρίου

Τα συστήματα μονωμένων καλουπιών τσιμέντου ICF είναι ένα είδος καλουπιού, που αποτελείται από αφρό πολυουρεθάνης ή πολυστυρένιου. Τα καλούπια αυτά συναρμολογούνται σχηματίζοντας τοίχους θεμελίων ή αποτελούν ακόμα και το σχεδιασμό ολόκληρου του κτιρίου, είναι μόνιμα και παρέχουν τη δυνατότητα κατασκευής μονωμένων τοίχων με μειωμένο φόρτο εργασίας, και με απλή τοποθέτηση. Η πλήρωση τους γίνεται με τσιμέντο και ατσάλινα πλέγματα για την ενίσχυση της κατασκευής. Τα περισσότερα από τα προϊόντα αυτά παρασκευάζονται από αφρό EPS ενώ άλλου είδους καλούπια παρασκευάζονται από τσιμέντο και απορρίμματα ξύλου ή από EPS και τσιμέντο. Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των τοίχων ICF περιλαμβάνουν υψηλές τιμές θερμικής αντίστασης R και μειωμένες περιεκτικότητες σε τσιμέντο σε σύγκριση με τους συμβατικά κατασκευασμένους τοίχους. Ακόμα, κάποιοι αφροί EPS περιέχουν βορικά άλατα τα οποία προστατεύουν από πιθανή ύπαρξη εντόμων που μπορούν να βλάψουν το ξύλο. Επίσης, παρέχουν τη δυνατότητα για ένα εξαιρετικά αποδοτικό και ανθεκτικό θερμικό κέλυφος το οποίο προσφέρει υψηλότερης ποιότητας εσωτερική άνεση στο κτίριο σε σύγκριση με τους συμβατικούς τρόπους κατασκευής των θεμελίων και γενικότερα της τοιχοποιίας.

3) **Μόνωση των τοίχων με υπόγειο άκαμπτο μονωτικό υλικό**

Το χώμα έχει την ιδιότητα να συγκρατήσει μεγάλες ποσότητες θερμικής ενέργειας, ιδιαίτερα αν είναι υγρό ενώ δεν είναι καλός μονωτής. Αναλόγως με το είδος του χώματος, χρειάζονται 7-11 πόδια χώματος για να παρέχουν την ίδια μόνωση με δύο ίντσες μονωτικού αφρού ή τρείς ίντσες μονωτικού υαλοβάμβακα. Σε ένα επαρκώς θερμομωνομένο κτίριο το 10-20% των συνολικών θερμικών απωλειών μπορεί να προκύψει από τους μη μονωμένους τοίχους του υπογείου. Οι τοίχοι του υπογείου θα πρέπει καλύπτονται εξωτερικά ή εσωτερικά με μόνιμο μονωτικό αφρό από το πέλμα του τοίχου έως την κορυφή. Έτσι προστατεύεται το μονωτικό υλικό που είναι πάνω από το επίπεδο του εδάφους.

Κόστος Κατασκευής Βιοκλιματικού Κτιρίου

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός εξασφαλίζει υψηλή άνεση και ποιότητα ζωής ενώ το κόστος του εξαρτάται από το κόστος σύλληψης της κατασκευής του, το κόστος της μελέτης του, το κόστος κατασκευής, το κόστος λειτουργίας και το κόστος επανάχρησης και κατεδάφισης. Έτσι, πριν από κάθε κατασκευή θα πρέπει να γίνεται ανάλυση του κύκλου ζωής του κτιρίου προκειμένου να υπολογιστούν τα μακροπρόθεσμα οφέλη του. Το κόστος ενός κτιρίου εξαρτάται συνεπώς από το κλίμα της περιοχής, το σχεδιασμό του, το χώρο που θα κατασκευαστεί, τον προσανατολισμό του, το τρόπο λειτουργίας του και τη σωστή συντήρηση του στο βάθος του χρόνου. Γενικά ένα κτίριο κατασκευασμένο με βάσει τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού δεν κοστίζει περισσότερο από ένα συμβατικό κτίριο για να κατασκευαστεί. Αντίθετα, το κόστος λειτουργίας ενός τέτοιου κτιρίου είναι από 30 – 50% χαμηλότερο από ένα συμβατικό κτίριο.

3. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ

3.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Τα συστήματα αυτά εκμεταλλεύονται καθαρές πηγές ενέργειας που είναι ανεξάντλητες, ανανεώσιμες, ήπιες και καθαρές όπως είναι αυτή της ηλιακή ενέργειας προκειμένου να αντισταθμίσουν τις κλιματικές αλλαγές που απειλούν τον πλανήτη και να αποφύγουν τις ρυπαντικές αέριες εκπομπές και άλλους επικίνδυνους ρύπους όπως οξείδια αζώτου, ενώσεις θείου, καρκινογόνα μικροσωματίδια κ.τ.λ. παρέχοντας ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

Η διαδικασία παραγωγής ρεύματος μέσω των φωτοβολταϊκών έχει ως εξής:

Για όσο χρονικό διάστημα διαρκεί η ακτινοβολία παράγεται συνεχές ρεύμα από την δίοδο, το οποίο μπορεί να τροφοδοτήσει ένα οποιοδήποτε φορτίο συνεχούς ρεύματος και κατά συνέπεια να έχουμε παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Όταν διακοπεί η ακτινοβόληση της διόδου, σταματάει και η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Μία τυπική φοτοβολταϊκή συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα φωτοβολταϊκά ηλεκτρικά πλαίσια που ενώνονται μεταξύ τους και όταν εκτεθούν σε ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπουν κατά ποσοστό 5-17% περίπου την προσπίπτουσα ακτινοβολία σε ηλεκτρική. Αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται και είναι σε συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν δηλαδή τη δυνατότητα να μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική και αποτελούνται από:

Α) Ηλιακή γεννήτρια ρεύματος ή φωτοβολταϊκό πλαίσιο

Το βασικό χαρακτηριστικό συστατικό κάθε φωτοβολταϊκής εγκατάστασης είναι η φωτοβολταϊκή γεννήτρια, που αποτελείται από τους ηλιακούς συλλέκτες με τα φωτοβολταϊκά ηλιακά στοιχεία. Τόσο η τάση όσο και η ισχύς ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου είναι πολύ μικρή για να ανταποκριθεί στην τροφοδότηση των συνηθισμένων ηλεκτρικών καταναλώσεων ή τη φόρτιση των συσσωρευτών και για αυτό τοποθετούνται σε ενιαίο πλαίσιο με κοινή ηλεκτρική έξοδο και συνδέονται σε σειρά και σε ομάδες κατάλληλου πλήθους ώστε να αποκτηθεί η επιθυμητή τάση.

Τα πλαίσια είναι προκατασκευασμένα στο εργοστάσιο.

Επίσης, τα ηλιακά στοιχεία στερεώνονται με κολλητική ουσία σε ένα ανθεκτικό φύλλο από μέταλλο όπως αλουμίνιο ή ενισχυμένο πλαστικό. Αυτό αποτελεί την πλάτη

του πλαισίου, ενώ η εμπρός όψη τους καλύπτεται από ένα προστατευτικό φύλλο γυαλιού ή διαφανούς πλαστικού. Το εμπρός και πίσω φύλλο συγκρατούνται μεταξύ τους, στεγανά και μόνιμα, με τη βοήθεια μιας ταινίας από φυσικό ή συνθετικό ελαστικό και συσφίγγονται με ένα περιμετρικό μεταλλικό περίβλημα. Έτσι έχουμε το φωτοβολταϊκό πλαίσιο, που είναι η δομική μονάδα που κατασκευάζεται βιομηχανικά. Χρησιμοποιείται ως συλλέκτης στη συγκρότηση φωτοβολταϊκών γεννητριών. Λόγω των απαιτούμενων υλικών και εργασιών για την κατασκευή του, το κόστος προκύπτει σημαντικά μεγαλύτερο από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία που περιέχουν.

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να τοποθετηθούν σε επίπεδες ή κεκλιμένες επιφάνειες δηλαδή σε οικόπεδα, στέγες ή προσόψεις κτιρίων και μπορεί να γίνει σε συνεργασία με τη Δ.Ε.Η ή ανεξάρτητα από αυτή.

Β) Φωτοβολταϊκό Πανέλο

Συνώνυμο του φωτοβολταϊκού πλαισίου, είναι και το φωτοβολταϊκό πανέλο με τη διαφορά ότι ένα πανέλο μπορεί να αποτελείται από περισσότερα χωριστά πλαίσια, το ένα δίπλα στο άλλο που είναι σε κοινή συσκευασία και κοινή ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ τους. Τα τελευταία χρόνια σχεδόν όλες οι εταιρίες που κατασκευάζουν φωτοβολταϊκά στοιχεία, δεν διαχωρίζουν τα πλαίσια από τα πανέλα. Το προϊόν που παράγεται ονομάζεται φωτοβολταϊκό πλαίσιο και διατίθεται σε ποικιλία, όσον αφορά την ισχύ που παράγει, την τάση και τελικά τις διαστάσεις του.

Γ) Ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλιακή ενέργεια που δέχεται το φωτοβολταϊκό σύστημα

Για την αύξηση της αξιοπιστίας ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι σκόπιμο οι συνδέσεις των φωτοβολταϊκών στοιχείων μέσα στα πλαίσια, αλλά και ανάμεσα στα πλαίσια να μην είναι μόνο στη σειρά αλλά και παράλληλες. Έτσι, αν ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο πάθει κάποια βλάβη δεν θα
μηδενιστεί η ισχύς που παράγει το σύστημα. Έτσι τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ομαδοποιούνται σε συστοιχίες και τοποθετούνται σε κοινή βάση στήριξης, η οποία είναι συνήθως μεταλλική. Η σύνδεση των πλαισίων στη σειρά ή παράλληλα γίνεται έτσι ώστε να η τάση εξόδου της γεννήτριας να αποκτήσει την επιθυμητή τιμή.

Δ) Σύστημα αποθήκευσης ενέργειας – Φωτοβολταϊκοί Συγκεντρωτές

Οι φωτοβολταϊκοί συγκεντρωτές χρησιμοποιούν φακούς ή κάτοπτρα για να συγκεντρώσουν μεγαλύτερη ποσότητα ακτινοβολίας στο ίδιο εμβαδό ενός φωτοβολταικού πλαισίου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της απαιτούμενης επιφάνειας για την παραγωγή ενός δεδομένου ποσού ενέργειας. Στόχος των συγκεντρωτών είναι να μειωθεί το κόστος των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων με την μείωση των απαιτούμενων φωτοβολταϊκών πλαισίων. Επίσης χρησιμοποιούν διαθλαστικούς φακούς ή παραβολικά κάτοπτρα. Φακοί με διάμετρο μεγαλύτερη των 5 cm είναι οικονομικά ασύμφοροι και θα πρέπει να αποφεύγονται.

- **Κατηγορίες Φωτοβολταϊκών Συστημάτων:**

Α) Μονοκρυσταλλικά Φωτοβολταϊκά

Β) Πολυκρυσταλλικά Φωτοβολταϊκά

Γ) Άμορφα Φωτοβολταϊκά

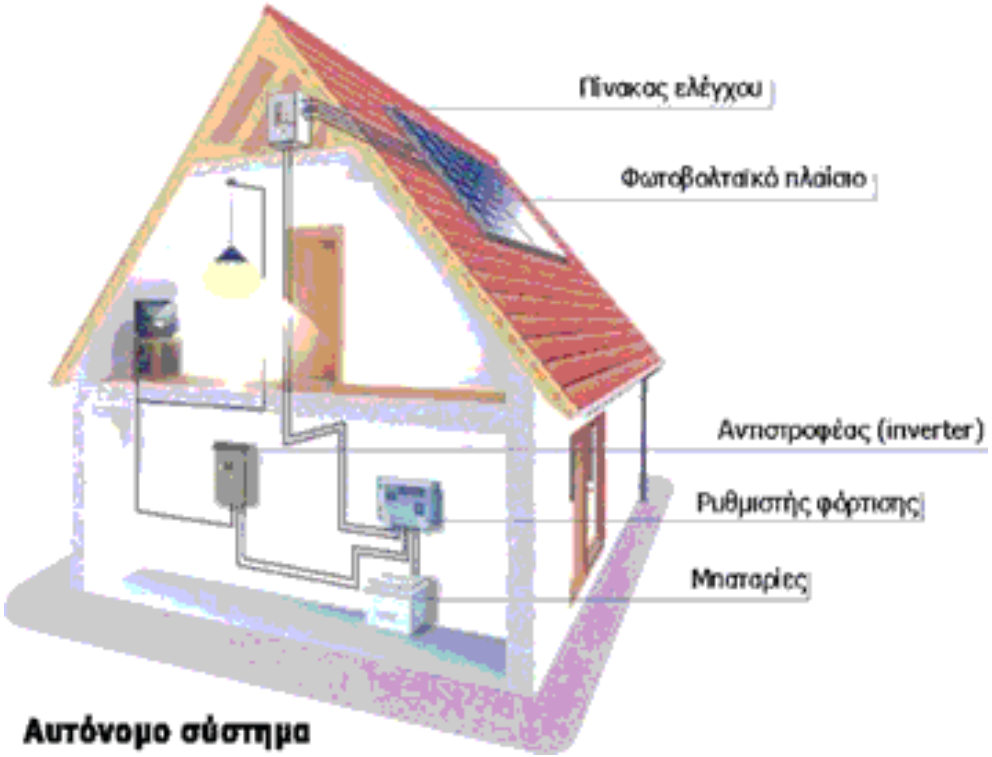
- Τα φωτοβολταϊκά παρέχουν λοιπόν:
  - Αθόρυβη λειτουργία.
  - Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής περίπου 30 χρόνια.
  - Δυνατότητα επέκτασης.
  - Ελάχιστη συντήρηση.
  - Μηδενική Ρύπανση.
  - Απεξάρτηση από τροφοδοσία καυσίμων για απομακρυσμένες περιοχές.

Γι’ αυτό το λόγο σε περίπτωση κατασκευής ενός κτιρίου που θα τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά θα πρέπει η μελέτη εγκατάστασης τους να γίνει εξαρχής ώστε να αποφευχθούν αστοχίες και να έχουμε μικρότερο κόστος.

Οι προϋποθέσεις που θα πρέπει να πληρούνται για την σωστή λειτουργία τους και συνύπαρξη τους με την οικεία είναι:

1) Να υπάρχει επαρκής και ασκίαστος ελεύθερος χώρος γιατί χρειάζεται περίπου για ένα τετραγωνικό μέτρο γύρω στα 100 watt και ασκίαστος γιατί σε αντίθετη περίπτωση θα λειτουργεί με μικρότερη απόδοση.

2) Να είναι προσανατολισμένα προς το νότο γιατί έτσι θα έχουν τη μεγαλύτερη δυνατή απόδοση. Αποκλίσεις έως και 45 μοίρες είναι αποδεκτές.
3) Σωστή κλίση με το οριζόντιο επίπεδο.



Εικόνα 3.1: Φωτοβολταϊκό Πλαίσιο ενσωματωμένο σε κτιριακή μονάδα

3.2 Ηλιοθερμικά Συστήματα

Τα ηλιοθερμικά συστήματα εκμεταλλεύονται ανεξάντλητες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προκειμένου να καλύψουν με ρεύμα τις κτιριακές εγκαταστάσεις. Έχουν δηλαδή τον ίδιο ρόλο με τα φωτοβολταϊκά αλλά υπερέχουν αυτών. Αυτό συμβαίνει λόγω του γεγονότος ότι το κόστος κατασκευής υποθερμικών εγκαταστάσεων είναι σχετικά χαμηλό και μια μεγάλη περιοχή μπορεί κάλλιστα να καλυφθεί με οικονομικά κάτοπτρα παρά με κάποιο άλλο ηλεκτρικό κύτταρο όπως στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών. Επιπλέον, αποδίδουν το μέγιστο δυνατό αποτέλεσμα σε υψηλές θερμοκρασίες ενώ η θερμότητα που παράγουν μπορεί να αποθηκευθεί σε μία ηλεκτρική πηγή χωρίς έντονες αυξομειώσεις ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου. Αυτό υφίσταται με χρήση αλάτων που λιώνουν όταν υπάρχει πλεόνασμα ενέργειας και αποδίδουν τη θερμική τους ενέργεια όταν υπάρχει ανάγκη. Το φώς που συγκεντρώνει μια τέτοια πηγή μεταφέρεται αυτόματα σε κατάλληλες τοποθεσίες μέσω οπτικών ινών (υβριδικός ηλιακός φωτισμός). Επίσης, δε χρησιμοποιούν τοξικά υλικά όπως γίνεται σε κάποιες

περιπτώσεις με τα φωτοβολταϊκά και δε χρειάζονται ειδικούς χειρισμούς για την αποκατάστασή τους στο τέλος της ζωής τους.

Άλλο σημαντικό πλεονέκτημα κατά τη χρήση τους είναι ότι αφού χρησιμοποιούν ένα στρόβιλο προκειμένου να παράγουν ηλεκτρισμό από θερμότητα, οι ηλιοθερμικές πηγές μπορούν εύκολα και με χαμηλό κόστος να εφοδιαστούν με λέβητες φυσικού αερίου πράγμα που τους δίνει τη δυνατότητα να λειτουργούν το ίδιο αξιόπιστα με τις πηγές ορυκτών καυσίμων ελαττώνοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και να αυξάνοντας παράλληλα το ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές.

Αρνητικό τους χαρακτηριστικό είναι ότι τα συστήματα ηλιοθερμικής συγκέντρωσης απαιτούν ηλιακούς ανιχνευτές προκειμένου να διατηρήσουν τη συγκέντρωση φωτός στο συλλέκτη αδυνατώντας να παράσχουν ενέργεια σε περίπτωση διάθλασης του φωτός ενώ επίσης η παραγωγή ενέργειας των συστημάτων συγκέντρωσης μειώνεται σημαντικά σε δυσμενείς συνθήκες εφόσον το διαθλώμενο φως δε δύναται να συλλεχθεί. Επιπλέον, οι απαιτήσεις των συστημάτων σε χώρο και εξοπλισμό είναι πολύ μεγάλες γι αυτό και η οικιακή χρήση δεν είναι εφικτή αλλά παρόλα αυτά μπορούν να διοχετεύσουν τέτοιες εγκαταστάσεις με ρεύμα τις κατοικίες προκειμένου να καλύψουν ή να ενισχύσουν τις ενεργειακές τους ανάγκες.

3.3 Γεωθερμικά Συστήματα και Γεωθερμία

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί ήπια μορφή ενέργειας σε σύγκριση με άλλες συμβατικές μορφές ενέργειας χωρίς οι επιπτώσεις από την εκμετάλλευση της να είναι φυσικά αμελητέες. Τα γεωθερμικά συστήματα αποτελούν συστήματα που εκμεταλλεύονται την ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και βρίσκεται σε μορφή νερού, ατμού, αερίων, μειγμάτων ή ενέργειας από πετρώματα προκειμένου να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου.

Η διάκριση τους γίνεται ανάλογα το κυρίαρχο ρευστό που εκμεταλλεύονται αν είναι νερό σε υγρή φάση ή ρευστό σε μορφή ατμού. Στα συστήματα που χρησιμοποιούν ως κυρίαρχο ρευστό το νερό, η υγρή φάση είναι αυτή που ελέγχει την πίεση ενώ υπάρχουν επίσης και αέρια σε μορφή μικρών φυσαλίδων. Τα γεωθερμικά συστήματα στα οποία οι θερμοκρασίες κυμαίνονται από $125^{o}C$ – $225^{o}C$ είναι τα συνηθέστερα στη χρήση τους και ανάλογα τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, μπορούν να παράγουν θερμό νερό, μίγμα νερού και ατμού, υγρό ατμό, ακόμα και ξηρό ατμό. Ενώ στα

συστήματα όπου το κυρίαρχο ρευστό είναι ο ατμός, το υγρό νερό και ο ατμός συνήθως συνυπάρχουν στον ταμιευτήρα, με τον ατμό να ελέγχει συνεχώς την πίεση. Επίσης ένας άλλος διαχωρισμός των γεωθερμικών συστημάτων είναι αυτός που βασίζεται στην κατάσταση ισορροπίας στον ταμιευτήρα σύμφωνα με τον οποίο λαμβάνονται υπόψη η κυκλοφορία των ρευστών του ταμιευτήρα και ο μηχανισμός μεταφοράς της θερμότητας. Στα δυναμικά συστήματα ο ταμιευτήρας τροφοδοτείται συνεχώς με νερό, το οποίο θερμαίνεται και έπειτα αποφορτίζεται, είτε γιατί το θερμό ρευστό ανέβηκε μέχρι την επιφάνεια είτε γιατί άρχισε να γεμίζει τους υδατοπερατούς υπόγειους σχηματισμούς.

Έτσι η θερμότητα μεταφέρεται στο σύστημα μέσω του μηχανισμού της συναγωγής και της κυκλοφορίας του ρευστού. Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει συστήματα υψηλής δηλαδή >150°C και χαμηλής δηλαδή <100°C θερμοκρασίας. Στα στατικά- στάσιμα συστήματα αποθήκευσης, παρατηρείται ελάχιστη ή μηδενική τροφοδοσία του ταμιευτήρα και η μεταφορά θερμότητας γίνεται μόνο με τη βοήθεια του μηχανισμού της αγωγής.

Η γεωθερμική ενέργεια σαφέστατα αποτελεί μία καθαρή μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον. Ακόμη και όταν υπάρχουν περιορισμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορούν να αντιμετωπισθούν με τη χρήση της τεχνολογίας. Επιπρόσθετα, στις μη ηλεκτρικές χρήσεις της γεωθερμίας που αποτελούν η θέρμανση θερμοκηπίων και κατοικιών, η εξοικονόμηση χρημάτων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να υπερβεί το κόστος τόσο της εγκατάστασης όσο και της λειτουργίας του συστήματος. Επειδή η θερμοκρασία του εδάφους σε μερικά μέτρα βάθος παραμένει σχεδόν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους 15-17°C, ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες, τα γεωθερμικά συστήματα θέρμανσης-ψύξης που συμπεριλαμβάνουν και αντλίες θερμότητας καταναλώνουν μέχρι και 30% λιγότερη ενέργεια από τα κλιματιστικά τελευταίας τεχνολογίας.

Τα προβλήματα από τη διάθεση των ρευστών που χρησιμοποιούνται για άμεσες χρήσεις είναι ρευστά μέσης ή χαμηλής ενθαλπίας και είναι ηπιότερα από ρευστά που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που είναι υψηλής ενθαλπίας. Επίσης σε περίπτωση άμεσης επανεισαγωγής τους στον ταμιευτήρα οι επιπτώσεις είναι ελάχιστες.

- **Κύρια πλεονεκτήματα γεωθερμίας:**
  - Είναι διαθέσιμη μέρα και νύχτα όλο το χρόνο και δεν επηρεάζεται από καιρικές συνθήκες.
  - Προσφέρεται έτοιμη σαν θερμικό προϊόν και έχει τη δυνατότητα να αξιοποιείται επί τόπου από τις παραγωγικές δυνάμεις.
- Έχει περιβαλλοντικά οφέλη:
  - Δεν παράγει επικίνδυνα αέρια καύσης, σωματίδια, τέφρα και καπνό.
  - Μικρό λειτουργικό κόστος πλην του κόστους εγκατάστασης που είναι σημαντικά αυξημένο.
  - Συνεχόμενη παροχή ενέργειας με υψηλό συντελεστή λειτουργίας >90%.
  - Μικρή απαίτηση γης για την αξιοποίηση της συγκριτικά με υδροηλεκτρικούς σταθμούς κτλ.
  - Συμβολή στη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης μιας χώρας, με τον περιορισμό εισαγωγών ορυκτών καυσίμων.
  - Συμβολή στην επίτευξη των στόχων της Λευκής Βίβλου της Ε.Ε. και του πρωτόκολλου του Κιότο.

Εφαρμογές Γεωθερμίας και Γεωθερμικών Συστημάτων σε κτίρια

Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας παρατηρούμε σε διάφορους τομείς της γεωργίας, της κτηνοτροφίας, της βιομηχανίας, της ιχθυοκαλλιέργειας κ.τ.λ.

Όσον αφορά την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου, η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί μία ανανεώσιμη και αρκετά συμφέρουσα επιλογή στην παραγωγή ενέργειας. Η χρήση γεωθερμικών συστημάτων μέσω γεωθερμικών αντλιών θερμότητας εφαρμόζονται προκειμένου να εξασφαλιστεί ψύξη και θέρμανση στους χώρους διαβίωσης καθώς και ζεστού νερού για οικιακές χρήσεις αφαιρώντας θερμότητα από το έδαφος σε βάθος λιγότερο των 100 m και αποθηκεύοντας την στο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου. Το κόστος της είναι αρκετά μικρό σε σχέση με τα οφέλη που παρέχει και ανέρχεται στα 600-1200 euro/ kWh.

Επίσης, τα συστήματα αυτά έχουν τη δυνατότητα να μπορούν να συνδυαστούν με συστήματα θέρμανσης-κλιματισμού χαμηλής θερμοκρασίας καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια 40%–60% λιγότερη από κλιματιστικά τελευταίας τεχνολογίας. Μπορούν να εγκατασταθούν σε μικρά κτίρια και να συνδυαστούν με συμβατικά συστήματα θέρμανσης όπως λέβητες θερμού νερού που καταναλώνουν πετρέλαιο ή

φυσικό αέριο και σχεδιάζονται για να παρέχουν μονάχα θέρμανση. Σε αυτή την περίπτωση δεν μπορεί να γίνει αντίστροφη διαδικασία, όπως ο ψυκτικός κύκλος και χρήζει ιδιαίτερης προσοχής κατά το σχεδιασμό τους ώστε να καθοριστούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της αντλίας θερμότητας και του συμβατικού συστήματος θέρμανσης.

Έτσι διακρίνονται τα απλά συστήματα με αντλία θερμότητας που παρέχουν θερμότητα στο δίκτυο θέρμανσης και η ισχύς της θα πρέπει να είναι ικανή να καλύψει ακόμα και στη μικρότερη του θερμοκρασία σχεδιασμού του το θερμικό φορτίο του κτιρίου, και τα συνδυασμένα συστήματα με αντλία θερμότητας που ένα τμήμα της θερμότητας παρέχεται στο δίκτυο θέρμανσης και ένα άλλο σε κάποια άλλη πηγή όπως λέβητας πετρελαίου ή φυσικού αερίου.

Ενδοδαπέδια θέρμανση και ψύξη

Στο εσωτερικό του δαπέδου τοποθετούνται ειδικές σωληνώσεις που μεταφέρουν ζεστό νερό και θερμαίνουν το εσωτερικό του χώρου ομοιόμορφα χωρίς να απαιτείται η χρήση σωμάτων θέρμανσης. Αυτό προσφέρει τόσο εξοικονόμηση ενέργειας όσο και καλαισθησία στο χώρο. Ενώ επίσης αποτελεί και μέσω ψύξης του δώματος και είναι σπουδαία επιλογή για αλλεργικούς.

Στα Γεωθερμικά Συστήματα διακρίνονται δύο είδη: τα ανοιχτού και τα κλειστού τύπου ή διαφορετικά τα ανοιχτού και τα κλειστού κυκλώματος.

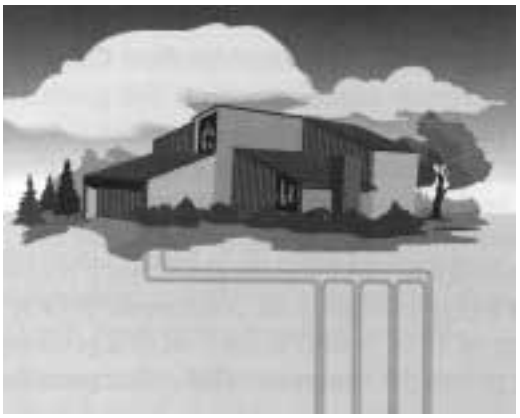
1) Γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος

Τα γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος βασίζονται στην κατασκευή ενός εναλλάκτη στο υπέδαφος που ονομάζεται γεωεναλλάκτης. Ο γεωεναλλάκτης κατασκευάζεται από έναν αριθμό σωληνώσεων μέσα στις οποίες κυκλοφορεί νερό. Το χειμώνα τροφοδοτείται η γεωθερμική αντλία θερμότητας με νερό θερμοκρασίας περίπου 16°C από τον γεωεναλλάκτη, η οποία απορροφά περίπου 4-5°C, πριν το επιστρέψει στην γη και με μικρή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος παράγει έτσι ζεστό νερό χρήσης από 35-45° C κατάλληλο για θέρμανση χώρων με ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης.

Για λειτουργία της γεωθερμικής αντλία θερμότητας καταναλώνουμε μόνο ηλεκτρικό ρεύμα, που χρησιμοποιείται από τον συμπιεστή αυτής και την αντλία νερού, που σε σχέση με την αποδιδόμενη θερμική ενέργεια αυτής που είναι της τάξης του 20%-25%. Δηλαδή για κάθε 100 μονάδες θερμικής ενέργειας που αποδίδει η

γεωθερμική αντλία θερμότητας στο κτίριο για θέρμανση υπάρχει μόνο το κόστος των 25 μονάδων ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει για την λειτουργία της και οι υπόλοιπες 75 μονάδες θερμικές ενέργειας αντλούνται από την φύση. Το καλοκαίρι αντιστρέφεται η λειτουργία της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας έτσι ώστε να απορρίπτει θερμότητα από τους κλιματιζόμενους χώρους στο υπέδαφος με την χρήση του γεωεναλλάκτη. Ο γεωεναλλάκτης μπορεί να τοποθετηθεί σε οριζόντια ή κατακόρυφη διάταξη. Η οριζόντια διάταξη του γεωεναλλάκτη χρησιμοποιείται όταν επαρκεί ο χώρος του οικοπέδου.

Εικόνα 3.2: Γεωεναλλακτής Ορίζοντιος



Εικόνα 3.3: Γεωεναλλακτής Κάθετος

2) Γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού κυκλώματος

Τα γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού κυκλώματος αντλούν νερό από υπόγειο ταμιευτήρα με χρήση γεώτρησης και με την χρήση ενός ενδιάμεσου εναλλάκτη νερού/νερού που παρεμβάλλεται μεταξύ της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας και του ανοικτού κυκλώματος και προσδίδουν ή απορροφούν ενέργεια στο σύστημα πριν το νερό επιστρέψει στον ταμιευτήρα. Το σύστημα αυτό ενδείκνυται σε περιοχές με ρηχό βάθος υδροφόρου ορίζοντα. Και σε αυτή την περίπτωση παρουσιάζεται η ιδιότητα σταθερής θερμοκρασίας που έχουν τα νερά του υπόγειου ταμιευτήρα καθ' όλο τον χρόνο ανεξάρτητα από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν.

Εικόνα 3.4: Ανοικτού Κυκλώματος με χρήση γεωτρήσεων

Γεωθερμικές Αντλίες – Αντλίες Θερμότητας

Η αντλία θερμότητας είναι μία συσκευή που αντλεί θερμότητα από μία πηγή χαμηλής θερμοκρασίας και τη μεταφέρει σε έναν αποδέκτη υψηλότερης θερμοκρασίας. Αποτελείται από 4 κατασκευαστικά μέρη:

- Τον συμπιεστή.
- Τον συμπυκνωτή.
- Τον εξατμιστή.
- Την εκτονωτική βαλβίδα.

Η μεταφορά θερμότητας από τη χαμηλή στην υψηλή θερμοκρασία γίνεται με κατανάλωση μηχανικής ενέργειας για την λειτουργία του συμπιεστή της συσκευής, και προέρχεται είτε από ηλεκτρικό κινητήρα είτε από μία μηχανή εσωτερικής καύσης που καταναλώνει πετρελαίου ή φυσικού αερίου.

Το μηχανικό έργο που δαπανάται για την λειτουργία της αντλίας θερμότητας χρησιμεύει για την μεταφορά μιας ποσότητας θερμότητας, που υπάρχει στον αέρα, το νερό και το έδαφος, σε υψηλότερης θερμοκρασίας. Η μεταφορά της θερμότητας μεταξύ των δύο χώρων διαφορετικής θερμοκρασίας γίνεται με τη βοήθεια ψυκτικών ρευστών τα οποία ακολουθούν μία κυκλική λειτουργία σε ένα θερμοδυναμικό κύκλο, και απορροφούν θερμότητα όταν εξατμίζονται ή αποβάλλουν θερμότητα όταν συμπυκνώνονται.

Οι απαιτήσεις στην εγκατάσταση τους είναι ότι είναι απαραίτητη η εξασφάλιση υπόγειου νερού σε θερμοκρασία 10 – 25° C και το φρεάτιο απαιτεί μονάχα λίγα m2 χώρου. Έτσι το υπόγειο νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε μεταλλικά άλατα και

πρέπει να χρησιμοποιήσει εναλλακτή θερμότητας υψηλών προδιαγραφών και να τηρηθούν τοπικοί κανόνες διάθεσης που μπορεί να απαιτούν ακόμα και την επιστροφή του νερού σε ένα υδροφόρο ορίζοντα. Μικρές τοπικές αντλίες θερμότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση και ψύξη μικρών χώρων όπως κατοικιών, γραφείων , καταστημάτων κ.λ.π.

3.4 Τηλεθέρμανση – Ενέργεια από βιομάζα

Η βιομάζα αποτελεί μία ανεξάντλητη φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας που συμβάλλει στην παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού και μπορεί να ηλεκτροδοτήσει τόσο κτίρια όσο και ολόκληρους οικισμού για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Η βιομάζα προέρχεται από ύλη που περιέχει οργανικό φορτίο κάθε είδους μη τοξικών τροφικών και γεωργικών υπολειμμάτων ή ίλυ από βιολογικό καθαρισμό αντικαθιστώντας τα αποθέματα ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας. Αυτό συμβάλλει στη μείωση των ρυπογόνων αέριων εκπομπών και στην εξοικονόμηση ενέργειας προστατεύοντας το περιβάλλον. Όσον αφορά την προσφορά στις κτιριακές μονάδες συμβάλλει στη θέρμανση θερμοκηπίων και στην τηλεθέρμανση των κατοικιών.

Τα θερμοκήπια μπορούν να θερμανθούν με την αξιοποίηση της ενέργειας από βιομάζα και αυτή η δυνατότητα που τους παρέχεται είναι μία αρκετά οικονομική και οικολογική λύση αφού εξοικονομούνται συμβατικά καύσιμα στις μονάδες παραγωγής θερμότητας.

Όσον αφορά την τηλεθέρμανση, παρέχεται θέρμανση στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων μέσω εξασφάλισης ζεστού νερού από κεντρικούς σταθμούς παραγωγής θερμότητας.

Οι εγκαταστάσεις της κεντρικής θέρμανσης στα κτίρια σχεδιάζονται ώστε να αποδίδεται το ονομαστικό θερμικό φορτίο στους χώρους μέσω μονάδων εναλλαγής όπως είναι τα θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας με δισωλήνια συστήματα ζεστού νερού, θερμοκρασιών της τάξης 70 – 80°C. Στα κτίρια που διαθέτουν κεντρική θέρμανση χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θερμότητας κατάλληλοι πιεστικοί λέβητες θερμού νερού με καυστήρα πετρελαίου υψηλής πίεσης.

Οι εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης των κτιρίων διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες σε ότι αφορά τη μεθοδολογία ημερήσιας ρύθμισης και διανομής της θερμότητας στα διαμερίσματα:

1. Α’ κατηγορία: Διαθέτει ενιαίο σύστημα διανομής στα διαμερίσματα με ρύθμιση μέσω χρονοδιακόπτη που επενεργεί στον καυστήρα
2. Β’ κατηγορία: Διαθέτει αυτόνομα συστήματα διανομής μέσω ηλεκτροκίνητων δικλείδων και θερμοστατών χώρου για κάθε διαμέρισμα του κτιρίου.

Σε κάθε περίπτωση εξ’ αυτών η κυκλοφορία θερμού νερού στα κτίρια επιτυγχάνεται μέσω εγκατεστημένων αντλιών – κυκλοφορητών και οι διατάξεις ασφάλειας, παραλαβής διαστολών και πλήρωσης είναι ανοιχτού ή κλειστού τύπου. Η κατασκευή των δικτύων τηλεθέρμανσης γίνεται με υπόγειο δίκτυο από προμονωμένους σωλήνες τηλεθέρμανσης εγκατεστημένους απευθείας στο έδαφος.

3.5 Υδροηλεκτρική Ενέργεια – Υδροηλεκτρικά Συστήματα

Κτίρια τα οποία βρίσκονται κοντά σε εργοστάσια υδροηλεκτρικής ενέργειας, μπορούν να εκμεταλλευτούν την ενέργεια ως μέσο για την ηλεκτρική τους κάλυψη σε ρεύμα των δωμάτων ενώ το νερό που αποταμιεύεται στις εγκαταστάσεις αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση και πότισμα του περιβάλλοντα χώρου του κτιρίου.

Τα υδροηλεκτρικά συστήματα παράγουν άριστης ποιότητας ηλεκτρική ενέργεια, ανανεώσιμη με μεγάλη διάρκεια ζωής, χωρίς διακυμάνσεις και χαμηλό κόστος και μπορεί να αξιοποιηθεί εξίσου εύκολα από τις κτιριακές εγκαταστάσεις. Αποτελούνται από:

- Πηγή ύδατος.
- Υδροστρόβιλος.
- Σωληνώσεις όδευσης για μεταφορά του νερού από την πηγή στον υδροστρόβιλο.
- Σύστημα Ελέγχου ροής του νερού.
- Γεννήτρια ρεύματος.
- Ρυθμιστής Γεννήτριας.
- Καλωδίωση διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στα κτίρια .

3.6 Αιολική Ενέργεια – Ανεμογεννήτριες ή Αεροκινητήρες

Κτίρια που βρίσκονται κοντά σε αιολικά πάρκα μπορούν να συνδεθούν και να αξιοποιήσουν ηλεκτρική ενέργεια για κάλυψη ρεύματος για οικιακές χρήσεις και για θέρμανση θερμοκηπίων από ανεμογεννήτριες. Διακρίνονται σε μικρές μεσαίες και μεγάλες και μπορούν να συνδεθούν ακόμα και με το εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο της

χώρας ώστε να καλύψουν τις ενεργειακές της απαιτήσεις. Αποτελούνται και διαφοροποιούνται ανάλογα:

- Άξονας Περιστροφής (κάθετος και οριζόντιος)
- Ρότορας (τοποθέτηση πτερυγίων σε σχέση με την κατεύθυνση του ανέμου και τον πύργο στήριξης- ανάντη και κατάντη)
- Αριθμός πτερυγίων (μονοπτέρυγες, διπτέρυγες, τριπτέρυγες, πολυπτέριγες)
- Ύψος Πύργου – Διάμετρο Πτερυγίων (30m-110m και 27m-80m διάμετρο)
- Τοποθέτηση (ξηρά ή θάλασσα)

Καινοτομία τους αποτελούν οι γεννήτριες που μπορούν να κατασκευαστούν υποθαλάσσια και μπορούν να παράγουν ακόμα και 40% περισσότερο ρεύμα από τις ανεμογεννήτριες εδάφους. (Θαλάσσια Αιολικά Πάρκα – Θαλάσσιες Ανεμογεννήτριες)

3.7 Υβριδικά Συστήματα

Το υβριδικό δυναμικό σύστημα είναι ένα δυναμικό σύστημα του οποίου η συμπεριφορά καθορίζεται από αλληλεπιδρούσες συνεχείς και διακριτές δυναμικές συνιστώσες και ορίζεται από διεργασίες ή εισόδους με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Τα υβριδικά συστήματα σαν επιστημονικός κλάδος γεφυρώνουν έννοιες μηχανικής, μαθηματικών μοντέλων και υπολογιστών προκειμένου να αναπτυχθούν συστήματα ελέγχου και επίβλεψης σε διάφορους τομείς. Στη λειτουργία μίας κτιριακής εγκατάστασης έχουν τη δυνατότητα να ενεργοποιήσουν διακοπτικά συστήματα, κτιριακά συστήματα δεδομένων καθώς επίσης και ρομποτικά.

Στα συστήματα ελέγχου ενός υβριδικού συστήματος κάθε επιμέρους σύστημα περιγράφεται με διαφορικές εξισώσεις που περιλαμβάνουν μεταβλητές συνεχών τιμών και εξαρτώνται από συνεχή χρόνο. Το σύστημα ελέγχεται από έναν ελεγκτή συνεχούς χρόνου και περιγράφεται από συνεχούς χρόνου μεταβλητές που εξαρτώνται από διακριτό χρόνο. Αν οι μεταβλητές συνεχών τιμών διακριτοποιηθούν τότε το υβριδικό σύστημα περιέχει και μεταβλητές συνεχών τιμών που προκύπτουν από συνεχή και διακριτό χρόνο καθώς και από σήματα διακριτών τιμών.

Έτσι η χρήση τους σε κτίρια όσον αφορά την χρήση τους σε διακοπτώμενο σύστημα, παρατηρείται η δυναμική τους συμπεριφορά τους που περιγράφεται από ένα πεπερασμένο αριθμό δυναμικών μοντέλων. Τα μοντέλα αυτά αποτελούνται από ένα σύνολο διαφορικών εξισώσεων και ένα σύνολο μετάβασης από το ένα μοντέλο στο

άλλο. Οι κανόνες αυτοί περιγράφονται από με λογικές διατυπώσεις ή με ένα σύστημα διακριτών γεγονότων με χρήση αυτομάτων ή δικτύων.

Όσον αφορά τη χρήση τους στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης ενός κτιρίου, ο καυστήρας, το σύστημα κλιματισμού και τα χαρακτηριστικά ροής θερμότητας στο κτίριο σχηματίζουν ένα σύστημα συνεχούς χρόνου που απαιτεί έλεγχο. Ο θερμοστάτης αποτελεί ένα απλό ασύγχρονο σύστημα διακριτών γεγονότων που χειρίζεται σύμβολα όπως "κανονική θερμοκρασία", "πολύ ζέστη" και "πολύ κρύο" και έτσι η θερμοκρασία δωματίου μεταφράζεται με αυτές τις αναπαραστάσεις ενώ η απόκριση του με ηλεκτρικό ρεύμα που ελέγχει τους ανεμιστήρες, τα κλιματιστικά κ.τ.λ. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η μείωση της πολυπλοκότητας και ο θερμοστάτης παρακολουθεί ένα πολύ απλό αλλά ικανοποιητικό μοντέλο πολύπλοκων δυναμικών της ροής θερμότητας. Επίσης ο υβριδικός αερισμός συνεισφέρει στην επίτευξη θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου.

Τα ηλεκτρονικά αυτά συστήματα ενεργειακής και περιβαλλοντικής διαχείρισης κτιρίων παρέχουν τις καλύτερες δυνατές περιβαλλοντικές συνθήκες λαμβάνοντας υπόψη τις τεχνικές προδιαγραφές και ιδιαιτερότητες του κάθε κτιρίου καθώς επίσης και την εξοικονόμηση ενέργειας από μονάδες θέρμανσης, ψύξης, αερισμού και φωτισμού.

Στα υβριδικά συστήματα συγκαταλέγεται και η ηλιακή καμινάδα με ανεμιστήρα. Η εγκατάσταση αυτή αποτελείται από μία καμινάδα μέσω της οποίας μεταφέρεται ο φυσικός φωτισμός προς υποκείμενους ορόφους του κτιρίου και έτσι επιταχύνεται φυσικός αερισμός. Στην ύπαρξη ζεστού κλίματος η χρήση ανεμιστήρων επιφέρει τη μετακίνηση των αέριων μαζών και τη δημιουργία αίσθησης άνεσης στους διαμένοντες αυξάνοντας την εξάτμιση της υγρασίας από το σώμα τους. Όσο υπάρχει κίνηση του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου, οι άνθρωποι που βρίσκονται στο χώρο μπορούν να αντέξουν σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες. Η κίνηση του αέρα που προκαλείται από τον ανεμιστήρα διαφέρει από τη θέση του, την ισχύ του κινητήρα του, το μέγεθος της πτερωτής του, και τον αριθμό των ανεμιστήρων που χρειάζονται στο χώρο. Επιπρόσθετα η ταχύτητα του αέρα διαφέρει και από την απόσταση του ανεμιστήρα από τον άνθρωπο ενώ η μέση ισχύς του ανεμιστήρα κυμαίνεται από 15 W - 115 W για υψηλές ταχύτητες.

Οι ηλιακές καμινάδες με χρήση ανεμιστήρων εφαρμόζονται σε χώρους διαφορετικών χρήσεων και σε περιοχές που απαιτείται ψύξη ενώ επίσης οι ανεμιστήρες δεν βρίσκουν εφαρμογή σε περίπτωση που δεν θέλουμε να έχουμε μετακίνηση του

αέρα ή να εφαρμόσουμε το φαινόμενο της καμινάδας. Ο συνδυασμός φυσικού αερισμού και ανεμιστήρα έχει τη δυνατότητα να εξαλείψει εντελώς την ανάγκη για κλιματισμό.

Αρχές σχεδιασμού για την επίτευξη καλύτερου φυσικού αερισμού:

- Οι ανεμιστήρες απαιτείται να χρησιμοποιούνται σε χώρους που υπάρχει ανθρώπινη δραστηριότητα, γιατί σε αντίθετη περίπτωση η κίνηση του κινητήρα παράγει θερμότητα χωρίς να υπάρχει ψυκτικό όφελος. Η κίνηση του ανεμιστήρα δημιουργεί συνθήκες ψύξης για τους ανθρώπους και όχι για το χώρο.
- Η χρήση ανεμιστήρων με μεγάλα πτερύγια αυξάνει την ροή του αέρα σε μεγαλύτερες επιφάνειες, με μικρότερες ταχύτητες και με μικρότερο θόρυβο.
- Οι ανεμιστήρες λειτουργούν αποδοτικότερα όταν τα πτερύγια βρίσκονται 2.5 m περίπου πάνω από το δάπεδο, και 3.5 m κάτω από την οροφή. Επίσης απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί το γεγονός ότι το άκρο του πτερυγίου θα πρέπει να έχει ελαχίστη απόσταση 5.5 m από τον τοίχο.
- Ο ανεμιστήρας που επιλέγεται πρέπει να είναι κατ' ελάχιστο δύο ταχυτήτων για καλύτερη ρύθμιση της κίνησης του αέρα.

4.ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Δομημένη Υάλωση: Τεχνολογία τοποθέτησης μιας δομής υαλοπινάκων στον σκελετό του κτιρίου, όπου η σιλικόνη χρησιμεύει ως ο συνδετικός κρίκος μεταξύ των κομματιών. Οι στεγανωτικές ουσίες πρέπει να είναι ανθεκτικές στην υπεριώδη ακτινοβολία και τις μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες. Είδη δομημένης υάλωσης ανάλογα τις μεθόδους κατασκευής:

Εικόνα 4.1: Υαλοπίνακες

- Συστήματα δύο πλευρών που χρησιμοποιούν την τεχνική τοποθέτησης δύο πλευρών του υαλοπίνακα. Οι κάθετες ή οι οριζόντιες πλευρές χρησιμοποιούνται στο δέσιμο με τον σκελετό.
- Συστήματα τεσσάρων πλευρών κάνουν χρήση ενός πλαισίου, όπου καμία μηχανική συγκράτηση δεν απαιτείται.

- Συστήματα σημειακών συνδέσμων (αράχνη):όπου οι σημειακοί σύνδεσμοι βιδώνονται επάνω στον υαλοπίνακα μέσω μιας κυκλικής σφράγισης σιλικόνης.
- Συστήματα τοποθέτησης γυάλινων πτερυγίων: η τεχνική αυτή χρησιμοποιεί υαλοπίνακες που βγαίνουν από τον σκελετό του κτιρίου, κάθετα στην πρόσοψη, η οποία με τη σειρά της συνδέεται με τα πτερύγια αυτά χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες δομικές στεγανωτικές σιλικόνες.
- Τοποθέτηση σημειακών συνδέσμων: Αποτελεί σύστημα για τη τοποθέτηση υαλοπινάκων ασφαλείας σε μια φέρουσα δομή με τη βοήθεια μπουλονιών χάλυβα που περνούν από το γυαλί και που τοποθετούνται στις ειδικά σχεδιασμένες τρύπες. Οι σημειακοί σύνδεσμοι επιτρέπουν στους σχεδιαστές να δημιουργήσουν ομαλές και διαφανείς προσόψεις που δημιουργούν ουσιαστικά ένα αόρατο τοίχο μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού ενός κτιρίου. Δεν επιβάλλουν κανέναν περιορισμό όσον αφορά το ύψος του κτιρίου δίνοντας έτσι σχεδόν απεριόριστη σχεδιαστική δυνατότητα χάρη στην άμεση τοποθέτηση των υαλοπινάκων πάνω στη φέρουσα δομή. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλα τα είδη υαλοπινάκων π.χ. διάφανα, ηλιακού ελέγχου- απορροφητικά και αντανακλαστικά, χαμηλής εκπομπής (low-e). Οποιοσδήποτε τύπος γυαλιού χρησιμοποιείται θα πρέπει να υποβληθεί σε θερμική επεξεργασία για μεγαλύτερη αντίσταση στις θερμικές πιέσεις.

4.1 ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

I. **Ηλεκτροχρωμικοί Υαλοπίνακες:** Τα ηλεκτροχρωμικά παράθυρα είναι συσκευές ενεργού ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας. Εκμεταλλεύονται την ιδιότητα διαφόρων οξειδίων μετάλλων (WO3, MoO3, V2O5) να χρωματίζονται αντιστρεπτά με την εισαγωγή- εξαγωγή ευκίνητων ιόντων (H+, Li+, Na+) στο πλέγμα τους. Με την εφαρμογή ηλεκτρικού δυναμικού (περί τα 3-5 Volt DC) τα ηλεκτροχρωμικά παράθυρα μεταβάλλουν αντιστρεπτά τη διαπερατότητά τους στο ορατό και εγγύς υπέρυθρο. Μια τυπική ηλεκτροχρωμική συσκευή έχει δομή 5 στρωμάτων και αποτελείται από:

1) Διαφανές και ηλεκτρικά αγώγιμο υμένιο (συνήθως οξείδιο του κασσιτέρου με προσμίξεις ινδίου, σε υπόστρωμα γυαλί.

2) Ηλεκτροχρωμικό υμένιο, που είναι το οπτικά ενεργό τμήμα της συσκευής (συνήθως WO3).
3) Ηλεκτρολύτη (πολυμερή ή στερεό) με υψηλή ιοντική αγωγιμότητα.
4) Υμένιο αποθήκη ιόντων (V2O5, NiO2 και άλλα).
5) Ένα δεύτερο διαφανές και αγώγιμο υμένιο.

Αποτελούν λοιπόν υαλοπίνακες των οποίων οι ιδιότητες όπως οπτικά χαρακτηριστικά και διαπερατότητα μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος. Οι ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες μετατρέπονται από αδιαφανείς σε διαφανείς και αντίστροφα, μέσω της εφαρμογής ηλεκτρικής τάσης. Εμπεριέχουν ένα φιλμ υγρών κρυστάλλων, οι οποίοι όντας σε άτακτη διάταξη, επιτρέπουν μεν τη δίοδο του φωτός, προκαλούν τη διάχυση του, με αποτέλεσμα ο υαλοπίνακας να καθίσταται αδιαφανής. Η εφαρμογή ηλεκτρικής τάσης συνεπάγεται τον προσανατολισμό των κρυστάλλων και κατ' επέκταση τη διαφάνεια του υαλοπίνακα. Μία ακόμη μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των υαλοπινάκων, είναι η εφαρμογή των ολογραφικών φιλμ. Τα συγκεκριμένα μέσω των ανακλαστικών ιδιοτήτων τους, έχουν τη δυνατότητα να φωτίζουν και να θερμαίνουν ακόμη και τα πλέον απομακρυσμένα σημεία ενός χώρου.

Υπάρχουν πολλές χρήσεις για υλικά, των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται αντιστρεπτά, με την εφαρμογή χαμηλής τάσης. Τέσσερις είναι οι βασικές εφαρμογές των ηλεκτροχρωμικών συσκευών: για απεικόνιση πληροφοριών σε συσκευές οπτικής απεικόνισης, σαν καθρέφτες μεταβαλλόμενης ανακλαστικότητας όπως αντιθαμβωτικούς καθρέπτες για αυτοκίνητα, ως επιφάνεια με μεταβαλλόμενο συντελεστή εκπομπής όπως για έλεγχο θερμοκρασιών στα διαστημόπλοια, όπου έχουμε κυρίως ανταλλαγή θερμότητας με ακτινοβολία και τέλος η σημαντικότερη εφαρμογή τους, που είναι τα "έξυπνα" παράθυρα. Με εφαρμογή συνεχούς τάσης μερικών βολτ αυτά τα παράθυρα μεταβάλλουν τη διαπερατότητά τους και από διαφανή μετατρέπονται σε αδιαφανή και συνεπώς δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να ελέγχει δυναμικά το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στο εσωτερικό του κτιρίου. Τέτοια παράθυρα εξοικονομούν ενέργεια και δημιουργούν ευχάριστο κλίμα στο εσωτερικό των χώρων που τα χρησιμοποιούν.

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας ενός ηλεκτροχρωμικού υαλοπίνακα μεταβάλλεται η οπτική διαπερατότητας και η ροή θερμότητας. Όταν η διάταξη βρίσκεται στην

αποχρωματισμένη κατάσταση, ένα ποσοστό του ορατού φωτός διαπερνά το παράθυρο. Η τιμή της διαπερατότητας στην αρχική κατάσταση εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της ηλεκτροχρωμικής διάταξης: είδος και πάχος υλικών, είδος ηλεκτρολύτη, είδος κρυστάλλου που χρησιμοποιείται κλπ. Κατά το χρωματισμό της διάταξης η διαπερατότητα μειώνεται σημαντικά και ταυτόχρονα το ποσοστό του ορατού φωτός που διέρχεται από τη διάταξη μειώνεται. Το ποσοστό αυτής της ελάττωσης εξαρτάται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της ηλεκτροχρωμικής διάταξης και μπορεί να φτάσει μέχρι το 90% (μεταβολή της οπτικής διαπερατότητας από το 0.80 στο 0.10). Ένα ποσοστό της θερμικής ακτινοβολίας ανακλάται από τα υμένια και τα κρύσταλλα της διάταξης. Το ενεργό ηλεκτροχρωμικό υμένιο, όταν βρίσκεται στη χρωματισμένη του κατάσταση, απορροφά σημαντικό ποσοστό της υπέρυθρης ηλιακής ακτινοβολίας και με αυτόν τον τρόπο θερμαίνεται. Έτσι ο συντελεστής θερμοπερατότητας του παραθύρου αυξάνεται σημαντικά, ενώ η υπερθέρμανση του υμενίου κυρίως τις θερμές καλοκαιρινές ημέρες μπορεί να οδηγήσει στην καταστροφή του. Γι’ αυτό η χρήση ειδικών επιστρώσεων με χαμηλό συντελεστή εκπομπής (είτε ως διάφανα ηλεκτρόδια ή ως προστατευτικά υμένια) θεωρείται απαραίτητη για την αύξηση της διάρκειας ζωής της διάταξης, αλλά και τη μείωση των θερμικών κερδών μέσω του παραθύρου και κυρίως το καλοκαίρι.

Πιθανοί χρήστες των παραθύρων είναι οι κατασκευαστές μεγάλων κτιρίων, όπου τα ηλεκτροχρωμικά παράθυρα μπορούν να ενσωματωθούν στο κεντρικό σύστημα ελέγχου του κτιρίου, οι κατασκευαστές βιοκλιματικών χώρων, στους οποίους δίδεται μια επιπλέον δυνατότητα ρύθμισης της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας, αλλά και ιδιώτες που μπορούν να τοποθετήσουν στις οικίες τους "έξυπνα" παράθυρα για μείωση των εξόδων κλιματισμού το καλοκαίρι, θέρμανσης το χειμώνα και τεχνητού φωτισμού σε όλη τη διάρκεια του έτους. Τα ηλεκτροχρωμικά παράθυρα έχουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με αντίστοιχες συμβατικές παθητικές συσκευές.

Τα πλεονεκτήματα τους λοιπόν είναι ότι:

1) Δεν εμποδίζουν την ορατότητα όπως οι κουρτίνες ή οι περσίδες, ενώ ταυτόχρονα προσφέρουν έλεγχο της οπτικής όχλησης που προέρχεται από τις διάχυτες ηλιακές ακτίνες και μπορούν να συμβάλουν στη δημιουργία κατάλληλου μικροκλίματος στον εσωτερικό χώρο των κτιρίων.
2) Δεν έχουν κινητά μέρη και το κόστος συντήρησής τους είναι ελάχιστο.

3) Απαιτούν μικρή κατανάλωση ενέργειας και ο έλεγχος της λειτουργίας τους μπορεί να ενσωματωθεί στο σύστημα κεντρικής διαχείρισης ενέργειας του κτιρίου.
4) Μπορούν να έχουν άπειρες καταστάσεις ανάμεσα στη διαφανή και τη χρωματισμένη κατάσταση.
5) Εμποδίζουν την είσοδο τόσο της άμεσης, όσο και της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας σε αντίθεση με τα παθητικά συστήματα σκίασης.
6) Προσφέρουν σημαντικά πρωτογενή ενεργειακά κέρδη:

- Μειωμένα ενεργειακά φορτία για ψύξη, θέρμανση και εξαερισμό, καθώς και
- Μείωση της χρήσης τεχνητού φωτισμού με κατάλληλη μεταβολή των οπτικών ιδιοτήτων του παραθύρου και διαχείριση του εισερχόμενου ηλιακού φωτός.

7) Η αισθητική έλξη που προσφέρει η δυνατότητα ενός δυναμικά μεταβαλλόμενου μανδύα σε αρχιτεκτονικές εφαρμογές, καθώς πολλές σχεδιαστικές αποφάσεις λαμβάνονται με βασικό γνώμονα όχι τα οικονομικά οφέλη ή το κόστος της εγκατάστασης, αλλά με βάση το στυλ και την εμφάνιση. Τα ενεργειακά οφέλη από τη χρήση των ηλεκτροχρωμικών παραθύρων απορρέουν από τη δυνατότητα ελέγχου των θερμικών απωλειών. Στους μηχανισμούς ελάττωσης των θερμικών απωλειών/κερδών ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες θα πρέπει να προστεθεί και η χρήση τριπλών υαλώσεων.

II. **Ανακλαστικοί υαλοπίνακες:** Ανακλούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτίρια. Ανακλούν το 50-70% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και είναι κατάλληλοι για νότιους προσανατολισμούς με κλίση προς τα έξω.

Ανακλαστικό γυαλί μαλακής επίστρωσης και μαγνητικώς επιστρωμένα: Έχουν πολύ ελκυστική εμφάνιση παρέχοντας ευρεία επιλογή επιπέδου οπτικής διαπέρασης, και αντανάκλασης καθώς και μεγάλη ποικιλία επιλογής χρωμάτων δίνοντας έτσι την ελευθερία στους αρχιτέκτονες να σχεδιάσουν χωρίς περιορισμούς. Το πιο σημαντικό τους χαρακτηριστικό είναι η βελτιωμένη θερμική τους μόνωση. Η προσεκτική επιλογή του πιο κατάλληλου τύπου για κάθε

εφαρμογή τα καθιστά ικανά να ικανοποιήσουν πολλά σχεδιαστικά κριτήρια ταυτοχρόνως όπως:

- Ηλιακό έλεγχο και πιο οικονομική χρήση του συστήματος air -condition.
- Αισθητική εμφάνιση όσον αφορά το χρώμα και την αντανάκλαση.
- Οπτική διαπερατότητα.

Το συνολικό αποτέλεσμα εξαρτάται από τον προσανατολισμό, καθώς και την περιβαλλοντική και γεωγραφική θέση του κτιρίου. Συστήνεται ιδιαίτερα για χρήση σε πολύ υψηλές προσόψεις, εξωτερικές δομικές μονωτικές υαλώσεις ή όπου απαιτείται ιδιωτικότητα ή/και οι πολλαπλές δυνατότητες και ιδιότητες ηλιακού ελέγχου. Οι χρωματικές δυνατότητες είναι πρακτικά πολυάριθμες.

Στην αγορά βρίσκονται σε διάφορες διαστάσεις:

- 5mm: 600x321
- 6mm: 600x321
- 510x321
- 252x321
- 220X321

Επίσης όσον αφορά τους **θερμοανακλαστικούς υαλοπίνακες** αποτελούν διπλούς ανακλαστικούς υαλοπίνακες που αποτελούνται από ένα εξωτερικό διαφανές φύλλο υαλοπίνακα και ένα εσωτερικό φύλλο που φέρει ειδική επικάλυψη με ιδιότητες χαμηλής εκπομπής στην υπέρυθρη ακτινοβολία, με την επιφάνεια που φέρει την επικάλυψη τοποθετημένη προς το διάκενο μεταξύ των υαλοπινάκων. Οι επικαλυπτικές στρώσεις μειώνουν την θερμική ανταλλαγή διά ακτινοβολίας μεταξύ των φύλλων των υαλοπινάκων και έτσι επιτυγχάνεται μείωση της θερμοπερατότητας κατά περίπου 40%. Πρόσθετη μείωση της τάξης του 20% περίπου μπορεί να επιτευχθεί με πλήρωση του διακένου με μείγμα αέρα και ευγενών αερίων, όπως Αργόν ή Κρυπτόν, τα οποία έχουν χαμηλότερη αγωγιμότητα από τον αέρα. Σημαντικό ρόλο όμως παίζει και το πλαίσιο του παραθύρου, καθώς επηρεάζει τη γενική θερμοπερατότητα του συστήματος του ανοίγματος αναλόγως της σχέσης πλαισίου και γυάλινης επιφάνειας.

Πίνακας 4.1: Τιμές συντελεστή U για διάφορα είδη πλαισίων

Τιμές συντελεστή U για διάφορα είδη πλαισίων Υλικό πλαισίου	Uf (w/m^{2}K)
Αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή	7
Αλουμίνιο με θερμοδιακοπή	3,5
Πλαστικό	2,5
Ξύλο	1,7

Εικόνα 4.2: Ανακλαστικοί Υαλοπίνακες

Η επιλογή συνεπώς πλαισίων και υαλοπινάκων με χαμηλούς συντελεστές θερμοπερατότητας συμβάλλει στη μείωση των θερμικών ανταλλαγών με το περιβάλλον. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η επιφανειακή θερμοκρασία να μην διαφέρει σημαντικά από αυτήν των άλλων επιφανειών του χώρου και με αυτόν τον τρόπο να περιορίζονται τα ρεύματα του αέρα κοντά στα παράθυρα. Γενικά η μείωση της διαστρωμάτωσης του αέρα συντελεί στη μείωση του όγκου του αέρα που πρόκειται να θερμανθεί κατά τη χειμερινή περίοδο, δηλαδή στη μείωση του θερμικού φορτίου. Ένας άλλος παράγοντας που συμβάλλει σε αυτό είναι η μείωση του ύψους του χώρου.

III. **Έγχρωμοι υαλοπίνακες:** Με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα, αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου.

- **Float Έγχρωμοι - SGG PARSOL (Body -tinted Glass)**: Υαλοπίνακας υψηλής ποιότητας με έγχρωμη μάζα που παράγεται με την τεχνολογία float. Η

απόχρωση προσδίδει στον υαλοπίνακα βασικές ιδιότητες ελέγχου ηλιακής ακτινοβολίας (π.χ. μετάδοση/ανάκλαση ηλιακού φωτός, μετάδοση/ανάκλαση ηλιακής ενέργειας). Χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές είτε ως ελκυστική εμφάνιση υαλοπίνακα είτε απαιτούνται ελάχιστες βασικές ιδιότητες ελέγχου ηλιακής ακτινοβολίας (π.χ. μειωμένη διαπερατότητα φωτός). Διατίθεται σε μια μεγάλη ποικιλία πάχους και διαστάσεων. Επίσης, τα τυπικά χρώματα υαλοπινάκων που χρησιμοποιούνται στη χώρα μας είναι το μπρονζέ που είναι απόχρωση του καφέ και το φιμέ που είναι απόχρωση του πρασίνου.

IV. **Απορροφητικοί υαλοπίνακες**: 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 δε δημιουργούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου. Οι απορροφητικοί υαλοπίνακες με προσθήκη οξειδίων του σιδήρου απορροφούν την ακτινοβολία υπερθερμαίνοντας τον εσωτερικό χώρο καθώς και την ατμόσφαιρα ενώ αλλοιώνουν τον εσωτερικό φωτισμό.

Με τους απορροφητικούς υαλοπίνακες επιτυγχάνεται περίπου μείωση του συνολικού φορτίου για κλιματισμό των εσωτερικών χώρων του κτιρίου κατά περίπου 7% υλοποιώντας μία πιο αποδοτική στρατηγική σκίασης. Έτσι επιφέρουν σημαντικές μειώσεις των φορτίων στο κτίριο που απαιτούνται για ψύξη.

Όσον αφορά τον απορροφητικό μονολιθικό υαλοπίνακα, είναι επίπεδος και διαφανής ενώ η απόχρωση του ποικίλλει: μπλε, καφετιά, γκρίζα ή πράσινη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μονή ή διπλή υάλωση ενώ βρίσκει εφαρμογή όπου χρειάζεται να μειωθεί η μετάδοση της ηλιακής ενέργειας.

V. **Φωτοχρωμικοί υαλοπίνακες:** 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. Είναι αντίστοιχης φιλοσοφίας με τους θερμοχρωμικούς υαλοπίνακες, με τη διαφορά ότι η όποια μεταβολή πραγματοποιείται στο βαθμό διαφάνειάς τους, σχετίζεται με την ένταση του φυσικού φωτός.

Η παρατεταμένη έκθεση ενός γυαλιού σε ηλιακή UV ακτινοβολία παράγει χρωματισμό που οφείλεται σε μεταβολές στο σθένος ορισμένων κεντρικών ιόντων ή σε συνδυασμό από ιόντα. Αν το γυαλί περιέχει Μη και Fe, το ηλιακό κέντρο χρώματος σταθεροποιείται και το γυαλί λαμβάνει ένα ιώδες χρώμα που οφείλεται στην παρουσία του Mn^{3+} Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται σε παλιό γυαλί το οποίο έχει εκτεθεί για μεγάλο διάστημα σε ηλιακή ακτινοβολία. Τα πυριτικά γυαλιά που περιέχουν ιόντα Eu^{2+} και Ti^{4+} και υφίστανται την επίδραση του φωτός αναπτύσσουν κέντρα χρώματος που σταδιακά εξαφανίζονται όταν η πηγή φωτός απομακρύνεται. Τέτοια γυαλιά ονομάζονται φωτοχρωμικά και το κέντρο που ευθύνεται για το χρώμα είναι το ιόν του Ti^{3+}. Άλλοι μηχανισμοί παρόμοιοι λαμβάνουν χώρα και με κρυσταλλικά σωματίδια που σχηματίζουν διασπαρμένες φάσεις στο γυαλί. Χρώμα μπορεί να παραχθεί ως αποτέλεσμα απορρόφησης του φωτός που είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασής του με ηλεκτρόνια που συνδέονται με ατέλειες του πλέγματος. Το χρώμα που παράγεται είναι ένα ομοιόμορφο γκρι που οφείλεται σε μια ομοιόμορφη επίσης κατανομή των μεταβάσεων. Ο βομβαρδισμός του γυαλιού με σωματίδια υψηλής ενέργειας ή ακτινοβολία προκαλεί επίσης μια μεταβολή της διαπερατότητας του γυαλιού που μπορεί να εξαλειφθεί με θερμική επεξεργασία. Μερικές φορές η σταδιακή μεταβολή στην διαπερατότητα των γυαλιών με την έκθεση στην ακτινοβολία αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για τη χρήση τους σε ορισμένες τεχνολογικές εφαρμογές αλλά σε αντίθεση σε άλλες περιπτώσεις είναι η βασική ιδιότητα για την εφαρμογή τους. Από τη άλλη μεριά το γυαλί μπορεί να αποτελέσει ένα μέσο στο οποίο μπορούν να γίνουν διάφορες αντιδράσεις που οδηγούν σε δημιουργία συσσωματωμάτων με την επίδραση του φωτός. Το φημισμένο gold ruby glass παράγεται διαλύοντας στο γυαλί μια μικρή ποσότητα χρυσού (0.01-0.02% κ.β).

VI. **Θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες:** Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα την εξωτερική θερμοκρασία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμους. Οι θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες φέρουν διαφανές φιλμ, το οποίο όταν αποκτήσει θερμοκρασία μεγαλύτερη από αυτή του εσωτερικού χώρου μετατρέπεται σε αδιαφανές, αντανακλώντας την ηλιακή ακτινοβολία και επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση μόνο όταν η θερμοκρασία αποκτήσει το δέον επίπεδο.

Τα θερμοχρωμικά υλικά που χρησιμοποιούνται λοιπόν αλλάζουν το χρώμα τους με το βαθμό θερμότητας που δέχονται. Τα ρευστά θερμοχρωμικά χρησιμοποιούν τζελ ή ρευστές ουσίες όπου το κύριο συστατικό τους αντιδρά άμεσα στο φυσικό φωτισμό όπως τα περισσότερα βιολογικά πολυμερή.

VII. **Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων:** Με την εφαρμογή τάσης μετατρέπονται από γαλακτόχρωμοι σε διαφανείς.

- Υαλοπίνακας υψηλής τεχνολογίας που διασφαλίζει απόλυτα τον έλεγχο ορατότητας, επιτρέποντας του να αλλάζει στιγμιαία από διάφανο υαλοπίνακα απλής θέασης σε αδιάφανο: Είναι ένας ελασματοποιημένος υαλοπίνακας (laminated) που περιέχει κατ' ελάχιστο δύο λευκά ή έγχρωμα γυαλιά και μία μεμβράνη υγρών κρυστάλλων ενσωματωμένη ανάμεσα σε τουλάχιστον δύο πλαστικά διαστρώματα. Χρειάζεται μόνο ένας απλός ηλεκτρικός διακόπτης που διενεργεί τη μετάβαση από το διάφανο στο αδιάφανο. Στη θέση OFF, οι υγροί κρύσταλλοι δεν είναι προσανατολισμένοι κι ευθυγραμμισμένοι κάνοντας έτσι το γυαλί ημιδιαφανές. Αυτό εμποδίζει τη θέαση, αλλά επιτρέπει φως να περάσει μέσα από το γυαλί. Όταν συνδέεται με ηλεκτρικό ρεύμα και τίθεται όμως σε θέση ON, οι υγροί κρύσταλλοι προσανατολίζονται κι ευθυγραμμίζονται μετατρέποντας το γυαλί σε διαφανές κι επιτρέποντας τη θέαση μέσα από αυτό.

  Είναι σχεδιασμένο για εσωτερικές εφαρμογές όπου απαιτείται κατά περίπτωση διαφάνειας ή παρεμπόδισης ορατότητας όπως: διαχωριστικά γραφείων, τηλεοπτικών αιθουσών, εκθεσιακών πλαισίων και προκαλυμμάτων τραπεζών. Μπορεί να ενσωματωθεί και σε διπλή υάλωση για εξωτερικές εφαρμογές.

Πλεονεκτήματα:

- Διαφάνεια ή ιδιωτικότητα κατά βούληση.
- Προστασία και ασφάλεια από τραυματισμούς.
- Ενισχυμένη μείωση θορύβου.
- Χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.
- Εύκολο στη συντήρηση όπως το κοινό γυαλί.

❖ Αυτοκαθοριζόμενοι υαλοπίνακες Pilkington ActivTM Clear

Η Pilkington είναι η πρώτη εταιρία στον κόσμο που εισήγαγε το ActivTM: το πρώτο αυτοκαθαριζόμενο γυαλί στον κόσμο. Είναι ένας διάφανος υαλοπίνακας που χρησιμοποιεί μια μικροσκοπική επίστρωση με μοναδική διπλή δράση: στο πρώτο στάδιο είναι φωτοκαταλυτική δηλαδή η επίστρωση αντιδρά με το ηλιακό φως για να διασπάσει την οργανική βρωμιά, και το δεύτερο στάδιο είναι υδροφυλλικό δηλαδή αντί να σχηματίζει σταγόνες αφήνει το νερό της βροχής να κυλάει και να εξαπλώνεται ομοιόμορφα στην επιφάνεια του γυαλιού ώστε να συμπαρασύρει τη βρωμιά. Επίσης βοηθά στο να στεγνώσει γρήγορα χωρίς να αφήνει ίχνη.

Πλεονεκτήματα:

➢ Εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος για το πλύσιμο των παραθύρων/υαλοπετασμάτων.

➢ Έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί σε σχεδόν οποιαδήποτε οικιακή εφαρμογή εξωτερικού χώρου.

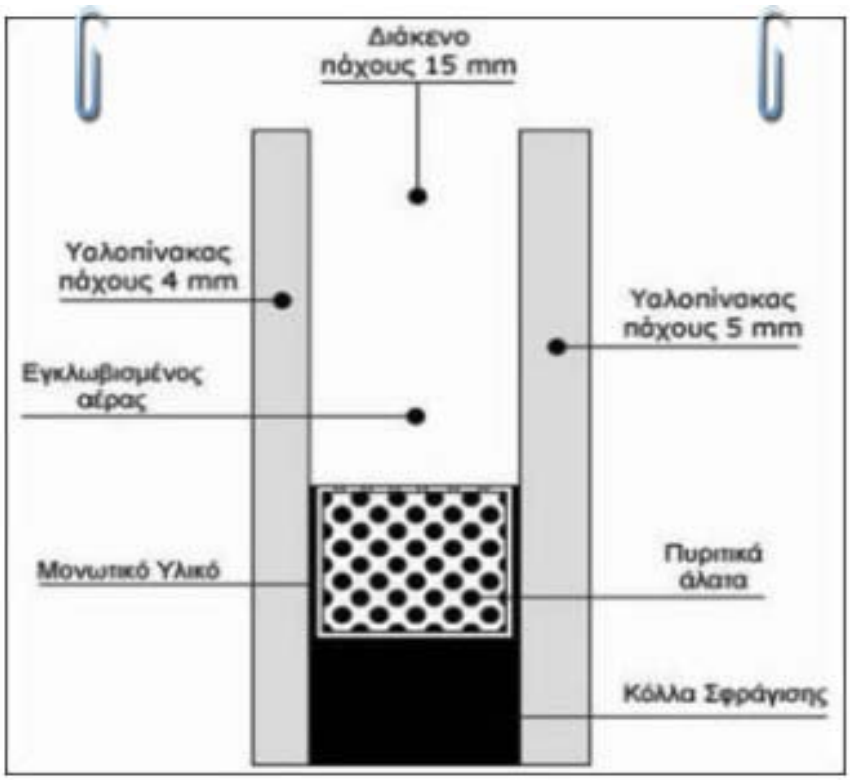
➢ Η επίστρωση μένει ανέπαφη, με διάρκεια ζωής όση και ο υαλοπίνακας.

➢ Είναι εύκολος στο καθάρισμα.

❖ SGG SUPERCONTRYX (Μολυβδύαλος)

Αποτελεί ένα υψηλής προστασίας γυαλί κατά της ακτινοβολίας X. Είναι γυαλί κεχριμπαρένιου χρώματος που περιέχει 70% οξείδιο του μολύβδου το οποίο μειώνει δραστικά την ιονίζουσα ακτινοβολία. Βρίσκει εφαρμογές σε εσωτερικά περάσματα, πόρτες, διαχωριστικά και παράθυρα σε ιατρικούς ή βιομηχανικούς ακτινολογικούς χώρους που χρειάζονται προστασία από ακτινοβολία.

VIII. **Θερμομονωτικοί υαλοπίνακες**: Εκτός από τους συνήθεις διπλούς (ή τριπλούς) υαλοπίνακες, αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα έχουν υαλοπίνακες που στο διάκενό τους περιέχουν άλλο αέριο (π.χ. αργό) αντί για αέρα. Συνιστώνται σε κτίρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους.



Εικόνα 4. 3: Σύνθεση Θερμομονωτικού Υαλοπίνακα

❖ Διπλοί ενεργειακοί θερμομονωτικοί υαλοπίνακες

Περιλαμβάνουν δύο υαλοπίνακες που είναι χωρισμένοι με διάκενο, με στόχο την βελτίωση της μόνωσης από την μετάδοση της θερμότητας και του ήχου. Ο αέρας που εγκλωβίζεται ανάμεσα στα φύλλα γυαλιού ξηραίνεται με τη χρήση ειδικών πυριτικών αλάτων, ενώ ο διάκενος χώρος στεγανοποιείται εξαλείφοντας πιθανή υγροποίηση. Έτσι παρέχονται υπέρτερες μονωτικές ιδιότητες, οι οποίες μπορούν να ενισχυθούν σημαντικά με τη αντικατάσταση του ατμοσφαιρικού αέρα με αδρανή αέρια.

Η θερμική άνεση εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους κάποιες από τις οποίες αναφέρονται στο άτομο και κάποιες στον περιβάλλοντα χώρο. Μια από τις πιο σημαντικές φυσικές παραμέτρους είναι η επιφανειακή θερμοκρασία των στοιχείων που περικλείουν ένα χώρο. Η θερμοκρασία στην επιφάνεια του υαλοπίνακα είναι συνήθως διαφορετική από την θερμοκρασία αέρα του εσωτερικού χώρου. Η διαφορά αυτή εξαρτάται από την θερμική συμπεριφορά του υαλοπίνακα και επηρεάζει σημαντικά το αίσθημα της άνεσης των ατόμων που βρίσκονται κοντά στους_υαλοπίνακες. Σε ένα διαμέρισμα μπορούν να τοποθετηθούν:

- Συμβατικοί μονοί υαλοπίνακες

  Χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά στην Ελλάδα και η θερμική τους συμπεριφορά δεν συμφωνεί με τον ελληνικό κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων. Σε σύγκριση με άλλους τύπους υαλοπινάκων παρουσιάζει την υψηλότερη ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος επιτρέποντας τη μέγιστη εισχώρηση στο φυσικό φως.
- Συμβατικοί διπλοί υαλοπίνακες: Αποτελούνται από δυο υαλοπετάσματα τα οποία διαχωρίζονται από ένα στρώμα αέρα. Σε σύγκριση με το σύστημα μονής υάλωσης οι διπλοί υαλοπίνακες περιορίζουν τις θερμικές απώλειες λόγω της θερμομονωτικής ιδιότητας του αέρα στο διάκενο. Επιπλέον παρουσιάζουν υψηλή διαπερατότητα σε φυσικό φως. Οι διπλοί ενεργειακοί_υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής αποτελείται από δύο υαλοπετάσματα. Το εσωτερικό υαλοπέτασμα είναι ένας συμβατικός μονός υαλοπίνακας (clear float) ενώ στην εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού υαλοπίνακα έχει επιστρωθεί μια χαμηλής εκπεμψιμότητας επίστρωση η οποία εμφανίζει υψηλή ανακλαστικότητα στο υπέρυθρο τμήμα της ακτινοβολίας. Έτσι η μετάδοση της υπέρυθρης ακτινοβολίας διαμέσου του υαλοπίνακα περιορίζεται σημαντικά οδηγώντας σε χαμηλότερες θερμικές απώλειες από το εσωτερικό προς το εξωτερικό κατά την χειμερινή περίοδο καθώς και τον περιορισμό των ηλιακών κερδών το καλοκαίρι.

Οφέλη του ενεργειακού γυαλιού:_Από τη θερμοδιαρροή σε ένα συμβατικό κτίριο συμπεραίνεται ότι οι ευθύνες που υπάρχουν από τα δομικά στοιχεία είναι:

- 20% της θερμικής απώλειας οφείλεται στη σκεπή
- 25% της θερμικής απώλειας οφείλεται στους τοίχους
- 20 % της θερμικής απώλειας οφείλεται στο δάπεδο
- 35% της θερμικής απώλειας οφείλεται στα παράθυρα

Αθροίζοντας όλα τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι ο οικονομικότερος, οικολογικότερος και αποδοτικότερος τρόπος μείωσης των απωλειών θερμότητας ψύξης και θέρμανσης, επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση ενεργειακών υαλοπινάκων μαλακής επίστρωσης.

Σε θερμό κλίμα, το ενεργειακό γυαλί:

Αντανακλά το υπέρυθρο φως του ήλιου (θερμότητα)

Δρα σαν ασπίδα στην έμμεση θερμότητα από τον περιβάλλοντα χώρο
Μειώνει το κόστος ψύξης

Επίσης έχει την ιδιότητα να αντανακλά το υπέρυθρο φως του ήλιου-θερμότητα και να επιτρέπει τη διέλευση μόνο στο ορατό φως. Όταν το ηλιακό φως χτυπά ένα αντικείμενο, αυτό θερμαίνεται και εκπέμπει με τη σειρά του έμμεση θερμότητα η οποία προσπαθεί να εισέλθει στον χώρο. Το ενεργειακό γυαλί δρα σαν ασπίδα σε αυτού του είδους τη θερμότητα και δεν της επιτρέπει να περάσει στον εσωτερικό του χώρου. Έτσι διατηρείται το κτίριο δροσερότερο το καλοκαίρι, καθώς η θερμότητα από το περιβάλλον και αυτή που εκπέμπεται από τα διάφορα αντικείμενα δεν περνά στο εσωτερικό του διατηρώντας έτσι τον χώρο δροσερό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να έχουμε μειωμένο κόστος ψύξης.

Σε ψυχρό κλίμα, το ενεργειακό γυαλί:

- Μεγιστοποιεί την ευεργετική ενέργεια του ήλιου.
- Δρα σαν ασπίδα στη θερμότητα που προσπαθεί να διαφύγει από τον εσωτερικό χώρο.
- Μειώνει το κόστος θέρμανσης.

Το ενεργειακό γυαλί μεγιστοποιεί την ευεργετική ενέργεια του ήλιου. Η ενέργεια από το φως του ηλίου απορροφάται από τα αντικείμενα στο εσωτερικό του χώρου και μετατρέπεται σε θερμότητα. Επίσης, δρα σαν ασπίδα σε αυτή τη θερμότητα και δεν της επιτρέπει να διαφύγει από το χώρο. Άλλωστε η θερμότητα που υφίσταται στον εσωτερικό χώρο κινείται προς τα ψυχρότερα σημεία και έτσι το ενεργειακό γυαλί λειτουργεί σαν καθρέφτης που αντανακλά τη θερμότητα που πάει να διαφύγει πίσω στον χώρο, διατηρώντας τον ζεστό. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι το μειωμένο κόστος θέρμανσης.

Συνολικά οφέλη του ενεργειακού γυαλιού είναι:

- Αποδοτικότερη θερμομόνωση τον χειμώνα.
- Ευκολότερη ψύξη το καλοκαίρι.
- Μείωση του ετήσιου κόστους θέρμανσης και ψύξης έως και 35%.
- Ουσιαστική συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος.
- Μείωση έως και 70% της εισερχόμενης υπεριώδους ακτινοβολίας που φθείρει τα διάφορα αντικείμενα του χώρου.
- Ελάχιστη διαφορά κόστους από το διπλό γυαλί.
- Όμοια όψη με το απλό γυαλί.

IX. **Υαλοπίνακες e-low:** Οι χαμηλής εκπομπής διπλοί υαλοπίνακες αποτελούνται από δύο κομμάτια γυαλιού εκ των οποίων το ένα γυαλί περιέχει αόρατη σύνθεση μεταλλικών στοιχείων την αποκαλούμενη χαμηλής εκπομπής επίστρωση. Αποτελείται από ένα λεπτό στρώμα που αφήνει να διαχυθεί στο εσωτερικό το φως και η ηλιακή ενέργεια αλλά παράλληλα αποτρέπει την έξοδο της θερμότητας. Στο κενό που υπάρχει μεταξύ των δύο υαλοπινάκων γεμίζεται με ευγενές αέριο προκειμένου να μειωθεί περαιτέρω ο συντελεστής μεταφοράς της θερμότητας.

Οι νέες κλιματολογικές συνθήκες δημιουργούν αυξημένες ανάγκες θερμομόνωσης των κτιρίων για αυτό απαιτούν νέους υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής. Οι υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής low-e με ειδικές επιστρώσεις επιτυγχάνουν απίστευτα αποτελέσματα όπως οικονομίες κλίματος στον τομέα της θερμομόνωσης. Η low-e επίστρωση στους υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής αντανακλά τη θερμότητα απ' όπου και αν αυτή προέρχεται. Το χειμώνα προς το εσωτερικό του κτιρίου κρατώντας τη ζέστη στον εσωτερικό χώρο και το καλοκαίρι προς το εξωτερικό του απομονώνοντας την εκεί. Επίσης έχει τη δυνατότητα να μειώνει την προς το εσωτερικό περατότητα της υπεριώδους (UV) ακτινοβολίας και έτσι αποφεύγονται ξεθωριάσματα στα αντικείμενα στο εσωτερικό του κτιρίου και παράλληλα προστατεύεται η υγεία των ανθρώπων. Οι υαλοπίνακες low-e τοποθετούνται υποχρεωτικά διπλοί.

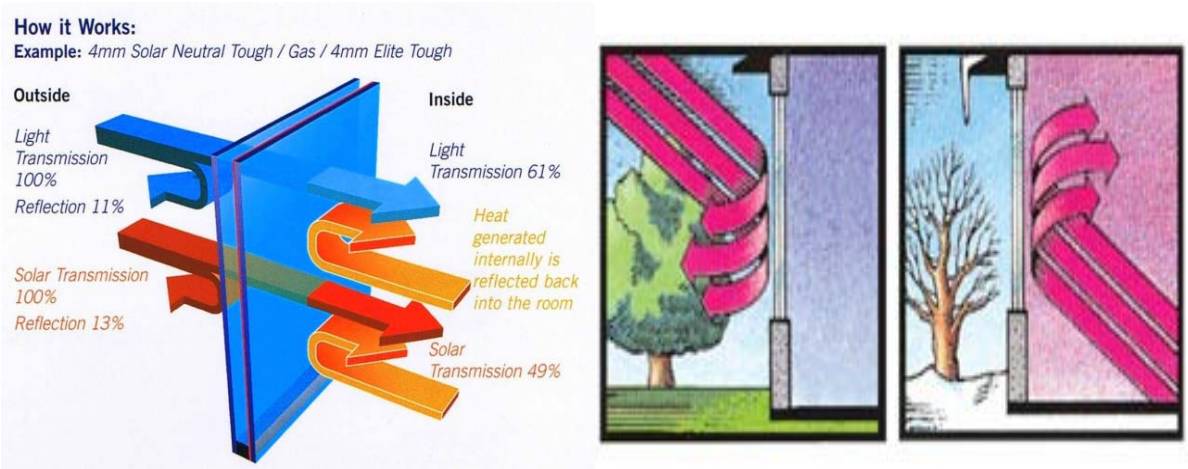
Η μεταφορά θερμότητας στην κατηγορία αυτή των υαλοπινάκων υφίσταται με τρεις διαφορετικούς τρόπους όπως: εξ επαγωγής, δια μεταφοράς μέσω ρευμάτων και με ακτινοβολία.

Υαλώσεις που συμπεριλαμβάνουν υαλοπίνακες με low-e επίστρωση σταματάνε τη μεταφορά θερμότητας και με τους τρεις δυνατούς τρόπους. Τα χαρακτηριστικά τους είναι ότι όλα τα πυρολυτικού τύπου επίπεδα γυαλιά ικανοποιούν τις κατασκευαστικές ανοχές των εφαρμοσμένων διατάξεων του ASTM C 1036-91 Στάνταρ Προδιαγραφές Για Επίπεδες Υαλώσεις (Standard Specification For Flat Glass).

Επίσης είναι κατάλληλοι για γυάλινες προσόψεις υψηλών γραφείων, εμπορικών εκπαιδευτικών, βιομηχανικών κτιρίων, πολυκατοικιών, ουρανοξυστών και οπουδήποτε απαιτούνται ιδιότητες ηλιακού ελέγχου. Τα χρώματα που μπορούν να επιλεχθούν από αυτά που βρίσκονται στην αγορά είναι: λευκό - διάφανο, μπρονζέ, φιμέ, πράσινο, μπλε, ροζ, abra ενώ οι διαστάσεις και τα πάχη ποικίλουν ανάλογα τη χρήση τους:

- 4mm: 5100x3210, 4500x3210, 2250x3210
- 5mm: 6000x3210, 5100x3210, 4500x3210, 2250x3210
- 6mm: 6000x3210, 4500x3210, 2400x3210, 2250x3210
- 8mm: 5100x3210, 2250x3210

Πέρα από τις παραπάνω κατηγορίες υαλοπινάκων υπάρχει σημαντική ποικιλία για εξειδικευμένες χρήσεις όπως υαλοπίνακες που καλύπτουν υψηλές προδιαγραφές πυροπροστασίας και παρέχουν ακτινοπροστασία και ηλεκτρομαγνητική θωράκιση, οι αντιβαλλιστικοί που χρησιμοποιούνται όπου υπάρχει απαίτηση για παροχή υψηλού βαθμού ασφαλείας αλλά επίσης και αυτοί που δύνανται να φέρουν ενσωματωμένο συναγερμό. Τέλος υπάρχουν και οι μορφοποιημένοι υαλοπίνακες σχήματος U που διακρίνονται για την ικανότητά τους στην κάλυψη μεγάλων ανοιγμάτων χωρίς την παρεμβολή ενδιάμεσων στοιχείων στήριξης. Αυτό το είδος εφαρμόζεται συχνά όπου απαιτείται στέγαση χώρου με διαφανή στοιχεία.



Εικόνα 4.4: Τρόπος Λειτουργίας Υαλοπινάκων τόπου e-low

X. **Βελτιωμένοι Υαλοπίνακες με αέριο Αργό και Κρυπτό:** Μια βελτίωση που μπορεί να γίνει με τη θερμική συμπεριφορά των μονωτικών υαλοπινάκων είναι η μείωση της αγωγιμότητας του διάκενου που υπάρχει αέρας χώρου μεταξύ των στρωμάτων.

Αρχικά, ο χώρος γεμίζει με αέρα ή ξεπλένεται με ξηρό άζωτο λίγο πριν από τη σφράγιση. Σε μια σφραγισμένη γυάλινη μονωτική μονάδα, ρεύματα αέρα μεταξύ των δύο υαλοπινάκων μεταφέρουν θερμότητα από την κορυφή της μονάδας στο κάτω μέρος της. Στην περίπτωση όπου το κενό μεταξύ των υαλοπινάκων γεμίζεται με ένα λιγότερο αγώγιμο, πιο παχύρρευστο ή αργοκίνητο αέριο ελαχιστοποιούνται τα

ρεύματα μεταφοράς θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου αυτού, ενώ μειώνεται η αγωγιμότητα μέσω του φυσικού αερίου. Επίσης σε μείωση υπόκειται και η συνολική μεταφορά της θερμότητας μεταξύ του εξωτερικού περιβάλλοντος και του κτιρίου. Για αυτό το λόγο οι κατασκευαστές έχουν εισαγάγει τη χρήση του αργού και κρυπτού αερίου γιατί με αυτόν τον τρόπο βελτιώνεται η θερμική απόδοση του κτιρίου. Το αργό αποτελεί ένα ανέξοδο, μη τοξικό, αδρανές και άοσμο αέριο. Η βέλτιστη απόσταση των υαλοπινάκων που το περικλείουν είναι η ίδια με αυτήν του αέρα δηλαδή είναι περίπου 1 / 2 ιντσών (11-13mm). Συνιστώνται σε κτίρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους.

Επίσης, το κρυπτό αποτελεί ένα μη τοξικό, αδρανές και άοσμο αέριο που έχει καλύτερη θερμική απόδοση, αλλά είναι πιο δαπανηρό. Φέρει ιδιαίτερης χρησιμότητας και σπουδαιότητας όταν ο χώρος μεταξύ των υαλοπινάκων πρέπει να είναι λεπτότερος από ότι συνηθίζεται, για παράδειγμα 1 / 4 ίντσας (6 mm). Το βέλτιστο χάσμα μεταξύ των υαλοπινάκων για το κρυπτό είναι 3 / 8"(9mm). Η μίξη κρυπτού και αργού αερίου χρησιμοποιείται εκτενέστερα για να συνδυάσει τη βέλτιστη θερμική απόδοση με το χαμηλό κόστος.

XI. **Υαλότουβλα**: Είναι δομικά στοιχεία από χυτοπρεσσαριστή ύαλο σε δύο τύπους με διάκενο αέρα και συμπαγή και κατασκευάζονται από σύντηξη δύο κομματιών υπό πίεση, ενώ είναι φωτοδιαπερατά αλλά όχι διαφανή.

Εικόνα 4.5: Διάφορα είδη Υαλότουβλων

Ο πρώτος τύπος με διάκενο αέρα, κατασκευάζεται με συγκόλληση δύο χυτοπρεσσαριστών τεμαχίων υάλου με θέρμανση και πίεση. Κατά τη διάρκεια της ψύξης δημιουργείται ανάμεσα στα δύο τεμάχια της υάλου στρώμα ξηρού αέρα μερικώς αραιωμένου. Κατασκευάζονται τετράγωνοι ή μακρόστενοι και παρουσιάζουν εξαιρετική θερμομονωτική και ηχομονωτική ικανότητα. Χρησιμοποιούνται στην κατασκευή μη φέρουσας εξωτερικής τοιχοποιίας, όταν απαιτείται η δίοδος του φωτός. Η δόμηση γίνεται με τσιμεντοκονίαμα ή με ειδική μαστίχη. Για ενίσχυση ο τοίχος από υαλότουβλα είναι δυνατόν να φέρει οπλισμό. Ο δεύτερος τύπος, οι συμπαγείς έχει ομοιότητες με τις υαλόπλακες και ενσωματώνονται στο σκυρόδεμα. Επίσης χρησιμοποιούνται στην κατασκευή εσωτερικών τοίχων, όταν απαιτείται δίοδος του φωτός χωρίς να υπάρχει ο κίνδυνος να υγροποιηθούν οι υδρατμοί στην επιφάνεια των υαλοπινάκων.

5. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΕΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΟΥΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Τα παράθυρα ως μέρος του περιβλήματος ενός κτιρίου εμπίπτουν στη νομοθεσία για τις απαιτήσεις και την πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η σχετική νομοθεσία περιλαμβάνει την Οδηγία 2002/91/ΕΚ της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και την Απόφαση αριθ. 1230/2003/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 26ης Ιουνίου 2003 για θέσπιση πολυετούς προγράμματος δράσης στο πεδίο της ενέργειας: «Ευφυής ενέργεια - Ευρώπη» (έτη 2003-2006). Σύμφωνα με τα στοιχεία της Επιτροπής για την κατανάλωση ενέργειας και τις δυνατότητες εξοικονόμησης στον τομέα των κτιρίων, η συνολική ενεργειακή κατανάλωση στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 1997 ανήλθε περίπου σε 930 Mtoe (εκατομμύριοι τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου). Επίσης, το 40,7% της συνολικής ενεργειακής ζήτησης αφορά τον τομέα της κατοικίας και τον τριτογενή τομέα, ενώ το μεγαλύτερο μέρος αυτής της κατανάλωσης ενέργειας αφορά τον τομέα των κτιρίων.

Η θέρμανση χώρων κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό χρήσης στον οικιακό τομέα στα κράτη μέλη (57%), και ακολουθεί το ζεστό νερό (25%). Οι ηλεκτρικές συσκευές και ο φωτισμός καλύπτουν το 11% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας του τομέα. Όσον αφορά τον τριτογενή τομέα, η σημασία της θέρμανσης των χώρων είναι κάπως χαμηλότερη (52% της συνολικής κατανάλωσης στον εν λόγω τομέα), ενώ η ενεργειακή κατανάλωση για ηλεκτροφωτισμό και τον γραφειακό και λοιπό εξοπλισμό (κυρίως γραφειακός) είναι αντιστοίχως 14% και 16%. Περίπου το 10% της καταναλισκόμενης ενέργειας στα κτίρια προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Όσον αφορά την ενέργεια στα κτίρια που χρησιμοποιείται για θέρμανση, ζεστό νερό, κλιματισμό ή φωτισμό, η Επιτροπή εκτιμά ότι οι δυνατότητες εξοικονόμησης φθάνουν το 22% της σημερινής κατανάλωσης και μπορεί να επιτευχθεί πλήρως μέχρι το 2010, με κανονικό ρυθμό ανακαίνισης και αποκατάστασης των υπαρχόντων κτιρίων, καθαρή αύξηση των κτιρίων περί το 1,5% ετησίως και σταδιακά αυξανόμενο μερίδιο της χρήσης των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνολογιών στα κτίρια.

Επιπλέον, η αυξημένη διάδοση των συσκευών κλιματισμού στις χώρες της Ν.Ευρώπης, που προκαλεί προβλήματα σε ώρες αιχμής φορτίου (αύξηση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας, διατάραξη της ενεργειακής ισορροπίας στις χώρες αυτές) κάνει επιτακτική τη βελτίωση της θερμικής συμπεριφοράς των κτιρίων το καλοκαίρι. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να αναπτυχθούν περισσότερο οι τεχνικές παθητικής ψύξης των κτιρίων, και πρωτίστως εκείνες που συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας του κλίματος στο εσωτερικό των κτιρίων, καθώς και του μικροκλίματος πέριξ του κτιρίου. Επίσης πρέπει να ληφθεί υπόψη και η συνολική αύξηση της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσης στην ΕΕ, το 50% της οποίας εισάγεται, ενώ υπολογίζεται ότι το 2020 η εισαγόμενη ενέργεια θα φτάσει τα 2/3 της απαιτούμενης.

Στην Οδηγία 2002/91/ΕΚ της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων η «ενεργειακή απόδοση του κτιρίου» ορίζεται ως «η ποσότητα ενέργειας που πράγματι καταναλώνεται ή εκτιμάται ότι ικανοποιεί τις διάφορες ανάγκες που συνδέονται με τη συνήθη χρήση του κτιρίου, οι οποίες μπορούν να περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη θέρμανση, την παραγωγή ζεστού νερού, την ψύξη, τον εξαερισμό και το φωτισμό. Η ποσότητα αυτή εκφράζεται με έναν ή περισσότερους αριθμητικούς δείκτες, οι οποίοι έχουν υπολογισθεί λαμβάνοντας υπόψη τη μόνωση, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, το σχεδιασμό και τη θέση σε σχέση με κλιματικούς παράγοντες, την έκθεση στον ήλιο και την επίδραση γειτονικών κατασκευών, την παραγωγή ενέργειας του ιδίου του κτιρίου και άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση, στους οποίους περιλαμβάνονται και οι κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό του κτιρίου».

Ο βασικός στόχος της οδηγίας είναι να προαγάγει τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων σε όλα τα κράτη μέλη της Ε.Ε, διασφαλίζοντας στο μέτρο του δυνατού, ότι τα λαμβανόμενα μέτρα είναι τα πλέον αποτελεσματικά από απόψεως κόστους, περιλαμβάνοντας και ορισμένα μέτρα για τα ήδη υπάρχοντα κτίρια. Η προτεινόμενη οδηγία καθορίζει το πλαίσιο εντός του οποίου θα επιτευχθεί μεγαλύτερος συντονισμός των νομοθεσιών των κρατών μελών στον τομέα αυτό και καλύπτει ολόκληρο τον κλάδο των κτιρίων, όπου συμπεριλαμβάνονται τα παράθυρα αλλά και ο εγκατεστημένος εξοπλισμός, όπως οι εγκαταστάσεις θέρμανσης, κλιματισμού και εξαερισμού.

Με την οδηγία αυτή θεσπίζονται οι απαιτήσεις που αφορούν:

- Το γενικό πλαίσιο για μια μεθοδολογία υπολογισμού της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, η οποία ακολουθείται ήδη σε ορισμένα κράτη μέλη της ΕΕ, όπως η Γερμανία, η Γαλλία, το ΗΒ, η Ιταλία και οι Κάτω Χώρες, αλλά και εκτός ΕΕ (π.χ. ΗΠΑ, Αυστραλία, Καναδάς και Νέα Ζηλανδία).
- Την επιβολή ελαχίστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων και μεγάλων υφισταμένων κτιρίων, στα οποία γίνεται μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση.
- Την ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων, που επί του παρόντος είναι υποχρεωτική στη Δανία, τη Γερμανία και το ΗΒ για νέα κτίρια, ενώ για τα υπάρχοντα κτίρια πολλά κράτη-μέλη έχουν εθελοντικά προγράμματα. Μόνο η Δανία έχει υποχρεωτικό σχέδιο, που σε συνδυασμό με την εφαρμογή αναγνωρισμένων μέτρων, εξασφαλίζει απόδοση των επενδύσεων που υπερβαίνει το 13%.
- Την τακτική επιθεώρηση των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων και αξιολόγηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης, των οποίων οι λέβητες είναι παλαιότεροι των 15 ετών.

Σύμφωνα με την οδηγία, η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων θα πρέπει να υπολογίζεται με βάση τη μεθοδολογία που μπορεί να διαφοροποιείται σε περιφερειακό επίπεδο και η οποία περιέχει, εκτός της θερμομόνωσης, και άλλους παράγοντες που διαδραματίζουν ολοένα και περισσότερο σημαντικό ρόλο, όπως π.χ. οι εγκαταστάσεις θέρμανσης/κλιματισμού, η εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ο σχεδιασμός του κτιρίου. Η προσέγγιση αυτή εντάσσεται στις προσπάθειες που καταβάλλονται στα κράτη-μέλη για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτηριακό τομέα και θα εισαγάγει διαφάνεια για τους υποψήφιους ιδιοκτήτες ή χρήστες αναφορικά με την ενεργειακή απόδοση στην κοινοτική αγορά ακινήτων, τα οποία θα συνοδεύονται από ενεργειακά πιστοποιητικά. Σε πολλά κτίρια υπάρχουν μεγάλα περιθώρια μείωσης των εκπομπών CO_2 λόγω ολοκληρωμένης εστίασης, προκειμένου οι παραδοσιακές δυνατότητες εξοικονόμησης να συνδυαστούν με την καθιέρωση λιγότερο ρυπογόνων εναλλακτικών μεθόδων παραγωγής ενέργειας.

Τέλος με την πιο πρόσφατη Απόφαση αριθ. 1230/2003/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 26ης Ιουνίου 2003, θεσπίζεται πολυετές

πρόγραμμα δράσεων στον τομέα της ενέργειας «Ευφυής ενέργεια - Ευρώπη» (2003-2006), το οποίο υποστηρίζει την αειφόρο ανάπτυξη στον τομέα της ενέργειας, παρέχοντας ισορροπημένη συμβολή στην επίτευξη των ακόλουθων γενικών στόχων: ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, ανταγωνιστικότητα και προστασία του περιβάλλοντος.

Η Απόφαση περιλαμβάνει ειδικό πεδίο, που αφορά τη βελτίωση της ενεργειακής αποτελεσματικότητας και την ορθολογική χρήση της ενέργειας και στον οικοδομικό τομέα (πρόγραμμα «Save» (93/76/ΕΟΚ)). Επιπλέον υποστηρίζεται η προώθηση συστημάτων και εξοπλισμών αειφόρου ενέργειας με σκοπό την επιτάχυνση της εισαγωγής τους στην αγορά και την ενθάρρυνση των επενδύσεων που διευκολύνουν τη μετάβαση από την επίδειξη στην εμπορία των πλέον αποδοτικών τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένων της διάδοσης των βέλτιστων πρακτικών και των νέων διατομεακών τεχνολογιών, των εκστρατειών ευαισθητοποίησης και της δημιουργίας θεσμικών δομών που αποσκοπούν στην υλοποίηση του μηχανισμού καθαρής ανάπτυξης και της κοινής εφαρμογής βάσει του πρωτοκόλλου του Κιότο.

5.1. ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΟΥΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Ως αποτέλεσμα στην αξιολόγηση των προϊόντων του κτιριακού τομέα εκτός από τις επιδόσεις, την καταλληλότητα χρήσης και την ανθεκτικότητα, θα πρέπει να περιλαμβάνονται και περιβαλλοντικά κριτήρια ποιότητας. Ο κτιριακός τομέας έχει ένα σημαντικό μερίδιο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις ανθρώπινες δραστηριότητες όπως τη χρήση των φυσικών πόρων, τις εκπομπές CO_2 μέσω της ψύξης και της θέρμανσης, τα απόβλητα από τις κατασκευές και τις κατεδαφίσεις. Είναι ένας από τους σημαντικούς οικονομικά βιομηχανικούς τομείς και ταυτόχρονα και κύριο τμήμα του οικογενειακού προϋπολογισμού. Επίσης έχει έναν καθοριστικό ρόλο στο κοινωνικό πεδίο, για την ποιότητα ζωής, την υγεία, τους πολιτιστικούς παράγοντες, την απασχόληση κλπ.

Ο κατασκευαστικός τομέας παρουσιάζει καθυστέρηση ως προς την υιοθέτηση περιβαλλοντικών κριτηρίων λόγω των παρακάτω:

- Οικονομικών δυσκολιών που δεν επέτρεπε επενδύσεις σε νέες μακροπρόθεσμες προσεγγίσεις για τα κτίρια στις περισσότερες χώρες.
- Στις μεγάλες ιδιομορφίες και στην πολυπλοκότητα του κτιριακού τομέα και των δομικών προϊόντων, που δυσχεραίνει την εφαρμογή νέων προσεγγίσεων. Όμως

ήδη από το 1992 (Earth Summit, Rio de Janeiro) οι κατασκευές αναγνωρίζονται ως ένας από τους τομείς που σχετίζονται με τη ζωή του ανθρώπου που πρέπει να ληφθούν υπόψη και η Ατζέντα 21 καθιερώνει για τις Βιώσιμες Κατασκευές ένα σύστημα σχετικών δεικτών. Ακόμα, η νέα Ευρωπαϊκή προσέγγιση για την εκτίμηση των κτιριακών προϊόντων στο πλαίσιο της ελεύθερης αγοράς, που εκφράζεται με την Οδηγία για τα δομικά προϊόντα (CPD), περιλαμβάνει το περιβάλλον, την οικονομία ενέργειας και διατήρηση της θερμότητας μαζί με την ασφάλεια, τη δομική σταθερότητα, την υγιεινή κλπ. στις προϋποθέσεις που πρέπει να ικανοποιούν κατά τη λειτουργία τους.

Οι υαλοπίνακες και τα παράθυρα είναι και τα δυο δομικά προϊόντα, που όμως στο κτίριο επιτελούν λειτουργία από κοινού, οπότε εξετάζονται μαζί σαν σύνολο. Το παράθυρο έχει σαφώς πολλές λειτουργίες:

- την εξοικονόμηση ενέργειας
- την είσοδο του φωτός (τα οποία μπορεί να είναι αντιφατικά)
- τη διατήρηση της στερεότητας του περιβλήματος του κτιρίου κλπ.

Το παράθυρο είναι ίσως το πιο περίπλοκο δομικό προϊόν σε ότι αφορά την περιβαλλοντική του εκτίμηση λόγω των διαφορετικών υλικών που περιλαμβάνει και επίσης επειδή απαιτεί πολλές διαδοχικές φάσεις συναρμολόγησης. Επιπλέον πρόβλημα προκύπτει εξαιτίας του ότι το παράθυρο θεωρείται ότι συνεισφέρει στη θερμική μόνωση του κτιρίου, και γι' αυτό κατά τη διάρκεια της ζωής του έχει ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας του κτιρίου.

5.2.ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί πρωταρχικό μέτρο για την προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και για τον περιορισμό της εκροής συναλλάγματος από την εθνική οικονομία, προς εξασφάλιση της απαιτούμενης ποσότητας ρυπογόνων ορυκτών καυσίμων, κυρίως του πετρελαίου. Ειδικότερα, η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είναι πολύ εμφανής στα ελληνικά κτίρια τόσο του οικιακού όσο και του τριτογενούς τομέα, όπου η χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και συσκευών καλύπτει ένα ποσοστό 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στη χώρα, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 3% από τις αρχές της δεκαετίας του '90.

Επιπλέον, η λειτουργία των κτιριακών ενεργειακών συστημάτων προκαλεί το 40% περίπου των συνολικών εκπομπών CO_2 στην ατμόσφαιρα, ενός αερίου που ως γνωστόν ευθύνεται για τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Η Οδηγία 2002/91/ΕΚ (EPBD, 2003) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων, που τέθηκε σε ισχύ την 4η Ιανουαρίου του 2003, θεωρείται ένα σημαντικότατο εργαλείο της Ευρωπαϊκής ένωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας, που σχεδιάστηκε για να απαντήσει στις δεσμεύσεις του Κιότο και στα ζητήματα που τέθηκαν στην Πράσινη Βίβλο για την Ευρωπαϊκή στρατηγική ασφαλείας του ενεργειακού σχεδιασμού.

Όπως γίνεται αντιληπτό, είναι επιτακτική η ανάγκη για ένα ολοκληρωμένο θεσμικό πλαίσιο κινήτρων και ενεργειακού σχεδιασμού κτιρίων καθώς και ενός ρεαλιστικού εθνικού προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας. Απώτερος σκοπός αυτών θα ήταν τόσο η βελτίωση της ποιότητας κατασκευής των κτιρίων όσο και η ευαισθητοποίηση του χρήστη σε εθνικά θέματα.

Η Ελλάδα ωστόσο, αν και έχει ήδη δεσμευθεί για την προώθηση σχετικών θεσμικών, διοικητικών και οργανωτικών μέτρων, εντούτοις δεν έχει εναρμονιστεί η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου.

Η νέα Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) των Υπουργών Εσωτερικών, Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης αποσκοπεί στην επικαιροποίηση του υφιστάμενου ρυθμιστικού πλαισίου καθώς και στη συνολική και ενιαία ρύθμιση του θέματος της εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια του δημοσίου και ευρύτερου δημοσίου τομέα.

Με το Νόμο 3661-‘Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων θεσμοθετούνται υποχρεωτικά μέτρα για τη ρύθμιση του φωτισμού, του αερισμού, της ψύξης και θέρμανσης καθώς και της αντιστάθμισης της αέργου ισχύος.

Για την εξασφάλιση εξοικονόμησης ενέργειας σε νέα και υφιστάμενα κτίρια, απαιτείται η εφαρμογή των αρχών του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων, ο οποίος επιτυγχάνεται μέσω της Ενεργειακής Επιθεώρησης.

Η Ενεργειακή Επιθεώρηση εκπονείται τόσο για νέα όσο και για υφιστάμενα ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια άνω των 1.000 τμ. του οικιακού και του τριτογενή τομέα και πραγματοποιείται καταρχάς για το κτιριακό κέλυφος και εν συνεχεία για τις Η/Μ εγκαταστάσεις.

- Ο ενεργειακός σχεδιασμός του κτιριακού κελύφους θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη: τη θέση και τον προσανατολισμό του κτιρίου, τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών του στοιχείων, την αεροστεγανότητα, το φυσικό αερισμό και εξαερισμό, τα παθητικά ηλιακά συστήματα και την ηλιακή προστασία, καθώς και τις επιδιωκόμενες εσωτερικές κλιματικές συνθήκες.

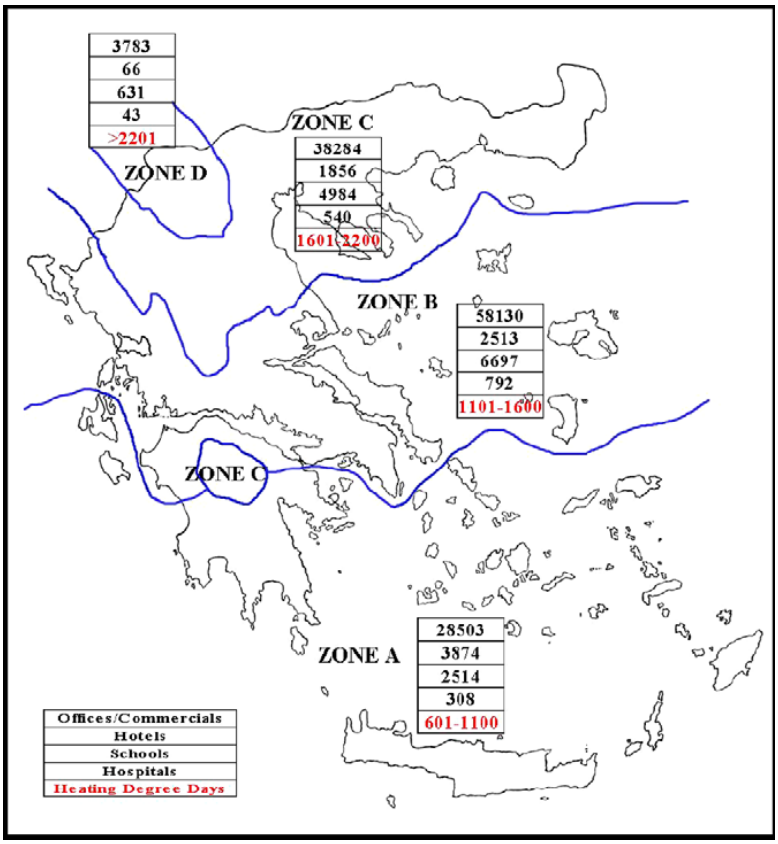
- Ο ενεργειακός σχεδιασμός των Η/Μ εγκαταστάσεων αφορά:

  - Συστήματα Θέρμανσης και Ψύξης, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού κελύφους (με τις μέσες ελάχιστες και μέσες μέγιστες ωριαίες τιμές θερμοκρασίας εξωτερικού περιβάλλοντος της περιοχής),
  - Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ),
  - Σύστημα τεχνητού φωτισμού.

Πέραν των ανωτέρω μπορεί να υπολογίζονται κατά περίπτωση τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, άλλα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και ηλεκτροπαραγωγής που βασίζονται σε ΑΠΕ, τα συστήματα ΣΗΘ καθώς και η συμβολή του φυσικού φωτισμού.

- Πρότυπες καταναλώσεις κτιρίων

Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστών θερμικής διαπερατότητας δομικών στοιχείων. Τα όρια για τους συντελεστές θερμικής διαπερατότητας των δομικών στοιχείων ποικίλουν ανάλογα με τις κλιματικές ζώνες. Οι κλιματικές ζώνες διαχωρίζονται με τον εξής τρόπο. Τα σύνορα κάθε κλιματικής ζώνης συνίστανται από ισοθερμικές καμπύλες της ετήσιας μέσης θερμοκρασίας περιβάλλοντος που διαφέρει τουλάχιστον κατά 4 ^{o}C. Κατά αυτόν τον τρόπο διακρίνονται 4 κλιματικές ζώνες (Α, Β, Γ, Δ) για τον ελλαδικό χώρο, όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο σχήμα.



Εικόνα 5.1. Διάκριση των κλιματικών ζωνών στην Ελλάδα (Πηγή: "Empirical assessment of the Hellenic non-residential building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings", Energy Conversion and Management, έτος 2007)

Το παραπάνω σχήμα, παράλληλα με τη διάκριση των κλιματικών ζωνών, υποδεικνύει και την κατανομή βασικών κτιριακών μονάδων εγκατεστημένων σε αυτές. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται το σύνολο των γραφείων, ξενοδοχείων, σχολείων και νοσοκομείων σε κάθε κλιματική ζώνη. Επιπλέον, διακρίνονται και οι βαθμοημέρες θέρμανσης σε κάθε ζώνη.

Στην ουσία παρατηρείται ότι η διάκριση είναι γεωγραφική. Ειδικότερα, η Α κλιματική ζώνη περιλαμβάνει την Κρήτη, τις Κυκλάδες και τα Δωδεκάνησα, ένα μέρος των Ιονίων νήσων καθώς και το μεγαλύτερο μέρος της Πελοποννήσου. Στη Β κλιματική ζώνη περιέχεται η Κεντρική και Δυτική Ελλάδα, οι Σποράδες, τμήμα της Ηπείρου και της Θεσσαλίας καθώς και το εναπομείναν μέρος των Ιονίων. Η τρίτη κλιματική ζώνη περιλαμβάνει την Αρκαδία και ένα μέρος της Αχαΐας από την Πελοπόννησο, τη Θεσσαλία, την Ήπειρο, την Κεντρική και Ανατολική Μακεδονία και τα νησιά Βορείου Αιγαίου. Τέλος, στη Δ κλιματική ζώνη ανήκει η Δυτική Μακεδονία.

Στους πίνακες που ακολουθούν, δίνονται τα όρια των συντελεστών θερμικής διαπερατότητας δομικών διατάξεων του κτιριακού κελύφους, για κάθε κλιματική ζώνη και για κάθε δομική διάταξη (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο, ανοίγματα).

Πίνακας 5.1. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστών θερμικής διαπερατότητας τοιχοποιίας για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες

ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	U_T ($Wm^{-2}K^{-1}$)
Α κλιματική ζώνη	≤0,7
Β κλιματική ζώνη	≤0,6
Γ κλιματική ζώνη	≤0,5
Δ κλιματική ζώνη	≤0,4

Πίνακας 5.2 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστών θερμικής διαπερατότητας οροφής για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες

ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	U_O ($Wm^{-2}K^{-1}$)
Α κλιματική ζώνη	≤0,5
Β κλιματική ζώνη	≤0,5
Γ κλιματική ζώνη	≤0,4
Δ κλιματική ζώνη	≤0,35

Πίνακας 5.3. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστών θερμικής διαπερατότητας εσωτερικής τοιχοποιίας ή δαπέδου που διαχωρίζει κλιματιζόμενο με μη κλιματιζόμενο χώρο για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	U_Δ ($Wm^{-2}K^{-1}$)
Α κλιματική ζώνη	≤2,0
Β κλιματική ζώνη	≤1,5
Γ κλιματική ζώνη	≤0,7
Δ κλιματική ζώνη	≤0,5

Πίνακας 5.4 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστών θερμικής διαπερατότητας ανοιγμάτων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες

ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	U_{YA} ($Wm^{-2}K^{-1}$)
Α κλιματική ζώνη	≤3,8
Β κλιματική ζώνη	≤3,2
Γ κλιματική ζώνη	≤2,8
Δ κλιματική ζώνη	≤2,8

Απαιτήσεις ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίων

Για τον καθορισμό των απαιτήσεων ενεργειακής κατανάλωσης για τα νέα και τα ανακαινιζόμενα κτίρια και των κατηγοριών για την κατάταξη των κτιρίων, βάσει της ενεργειακής τους κατανάλωσης, χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία του προτύπου prEN 15217:2006 και το Σχέδιο Κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των κτιρίων-ΚΕΝΑΚ.

Σύμφωνα με το πρότυπο, βάσει της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου ("ΕΚ"), για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ) και φωτισμό, εκφρασμένης σε kWh/(m^2*έτος), ορίζονται κατηγορίες ενεργειακών ορίων, από το Α έως το Η, συναρτήσει:

- του δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κανονισμού, R_r. Αυτός αντιστοιχεί στη μέγιστη επιτρεπόμενη από τον κανονισμό τιμή ενεργειακής κατανάλωσης, τόσο για τα νέα κτίρια, όσο και για τα υφιστάμενα άνω των 1.000 τ.μ. που υφίστανται ριζική ανακαίνιση.

- του δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κτιριακού αποθέματος, R_s. Αυτός αντιστοιχεί στην ενεργειακή κατανάλωση που αγγίζει περίπου το 50% του εθνικού κτιριακού αποθέματος (μέση τιμή).

Οι δείκτες R_r και R_s αφορούν στο σύνολο των ενεργειακών απαιτήσεων (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης). Και οι δύο δείκτες είναι εκφρασμένοι σε kWh/(m^2*έτος).

Βάσει του προτύπου, ο δείκτης R_r τοποθετείται στα όρια μεταξύ των κλάσεων Β και Γ, ενώ αντίστοιχα ο δείκτης R_s τοποθετείται ανάμεσα στις κλάσεις Δ και Ε.

Για την περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων που κατατάσσονται στις κατηγορίες Α και Β, θεσπίστηκαν οι κατηγορίες Α+ και Β+. Έτσι, τα όρια των ενεργειακών κατηγοριών που προκύπτουν, έχουν ως εξής:

Πίνακας 5.5 Όρια ενεργειακών κατηγοριών ΚΕΝΑΚ

Ενεργειακή Κατηγορία	**Όρια κατηγορίας**
Α+	Για ΕΚ $\leq$ 0,33 R_r
Α	Για 0,50 R_r $\leq$ ΕΚ $\leq$ 0,33 R_r
Β+	Για 0,50 R_r $\leq$ ΕΚ $\leq$ 0,75 R_r
Β	Για 0,75 R_r $\leq$ ΕΚ $\leq$ R_r
Γ	Για R_r $\leq$ ΕΚ $\leq$ 0,50 (R_r+R_s)
Δ	Για 0,50 (R_r+R_s) $\leq$ ΕΚ $\leq$ R_s
Ε	Για R_s $\leq$ ΕΚ $\leq$ 1,25 R_s
Ζ	Για 1,25 R_s $\leq$ ΕΚ $\leq$ 1,50 R_s
Η	Για 1,50 R_s $\leq$ ΕΚ

Προκειμένου να ορισθούν τα όρια των ενεργειακών κατηγοριών (σε απόλυτες τιμές) ανά χρήση κτιρίου και ανά κλιματική ζώνη, συλλέχθηκαν στοιχεία από υπάρχουσες ενεργειακές μελέτες, επιθεωρήσεις και καταγραφές, από τις οποίες προέκυψε ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού αποθέματος (R_s) της χώρας, ανά χρήση κτιρίων και κλιματική ζώνη. Ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κανονισμού (R_r) λήφθηκε ως το 75% του Rs.

Στους πίνακες που ακολουθούν, δίνεται η κλίμακα ενεργειακής βαθμολόγησης του κτιρίου, αναλόγως της ενεργειακής του κατανάλωσης, ανά κατηγορία χρήσης κτιρίου και ανά κλιματική ζώνη. Όλα τα νέα κτίρια, καθώς και τα υφιστάμενα άνω

των 1.000 τ.μ. που υφίστανται ριζική ανακαίνιση, θα πρέπει να βρίσκονται -κατ΄ ελάχιστον εντός του εύρους ενεργειακής κατανάλωσης της κατηγορίας Β.

Πίνακας 5.6 Όρια ενεργειακών κατηγοριών γραφείων για τις 4 κλιματικές ζώνες

	ΓΡΑΦΕΙΟ **Μέγιστες και ελάχιστες τιμές ενεργειακής κατανάλωσης [(kWh/m^2*έτος)]**											
	Κλιματική Ζώνη											
		Α			**Β**			**Γ**			**Δ**	
Α+		***ΕΚ<***	40		***ΕΚ<***	45		***ΕΚ<***	50		***ΕΚ<***	55
Α	40	***≤ ΕΚ<***	60	45	***≤ ΕΚ<***	70	50	***≤ ΕΚ<***	75	55	***≤ ΕΚ<***	85
Β+	60	***≤ ΕΚ<***	90	70	***≤ ΕΚ<***	100	75	***≤ ΕΚ<***	110	85	***≤ ΕΚ<***	125
Β	90	***≤ ΕΚ<***	120	100	***≤ ΕΚ<***	135	110	***≤ ΕΚ<***	145	125	***≤ ΕΚ<***	165
Γ	120	***≤ ΕΚ<***	140	135	***≤ ΕΚ<***	155	145	***≤ ΕΚ<***	170	165	***≤ ΕΚ<***	195
Δ	140	***≤ ΕΚ<***	160	155	***≤ ΕΚ<***	175	170	***≤ ΕΚ<***	195	195	***≤ ΕΚ<***	220
Ε	160	***≤ ΕΚ<***	200	175	***≤ ΕΚ<***	220	195	***≤ ΕΚ<***	240	220	***≤ ΕΚ<***	275
Ζ	200	***≤ ΕΚ<***	240	220	***≤ ΕΚ<***	265	240	***≤ ΕΚ<***	290	275	***≤ ΕΚ<***	330
Η	240	***≤ ΕΚ***		265	***≤ ΕΚ***		290	***≤ ΕΚ***		330	***≤ ΕΚ***	

Πίνακας 5.7 Όρια ενεργειακών κατηγοριών μονοκατοικιών για τις 4 κλιματικές ζώνες.

	ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ **Μέγιστες και ελάχιστες τιμές ενεργειακής κατανάλωσης [(kWh/m^2*έτος)]**											
	Κλιματική Ζώνη											
		Α			**Β**			**Γ**			**Δ**	
Α+		***ΕΚ<***	60		***ΕΚ<***	60		***ΕΚ<***	65		***ΕΚ<***	75
Α	60	***≤ ΕΚ<***	80	60	***≤ ΕΚ<***	80	65	***≤ ΕΚ<***	90	75	***≤ ΕΚ<***	100
Β+	80	***≤ ΕΚ<***	110	80	***≤ ΕΚ<***	115	90	***≤ ΕΚ<***	125	100	***≤ ΕΚ<***	140
Β	110	***≤ ΕΚ<***	140	115	***≤ ΕΚ<***	145	125	***≤ ΕΚ<***	160	140	***≤ ΕΚ<***	180
Γ	140	***≤ ΕΚ<***	155	145	***≤ ΕΚ<***	165	160	***≤ ΕΚ<***	180	180	***≤ ΕΚ<***	205
Δ	155	***≤ ΕΚ<***	175	165	***≤ ΕΚ<***	185	180	***≤ ΕΚ<***	205	205	***≤ ΕΚ<***	230
Ε	175	***≤ ΕΚ<***	215	185	***≤ ΕΚ<***	225	205	***≤ ΕΚ<***	250	230	***≤ ΕΚ<***	285
Ζ	215	***≤ ΕΚ<***	255	225	***≤ ΕΚ<***	265	250	***≤ ΕΚ<***	300	285	***≤ ΕΚ<***	335
Η	255	***≤ ΕΚ***		265	***≤ ΕΚ***		300	***≤ ΕΚ***		335	***≤ ΕΚ***	

Πίνακας 5.8 Όρια ενεργειακών κατηγοριών πολυκατοικιών για τις 4 κλιματικές ζώνες

	ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑ **Μέγιστες και ελάχιστες τιμές ενεργειακής κατανάλωσης [(kWh/m^2*έτος)]**											
	Κλιματική Ζώνη											
		Α			**Β**			**Γ**			**Δ**	
Α+		***ΕΚ*<**	55		***ΕΚ*<**	60		***ΕΚ*<**	65		***ΕΚ*<**	70
Α	55	**≤ *ΕΚ*<**	70	60	**≤ *ΕΚ*<**	75	65	**≤ *ΕΚ*<**	80	70	**≤ *ΕΚ*<**	90
Β+	70	**≤ *ΕΚ*<**	95	75	**≤ *ΕΚ*<**	105	80	**≤ *ΕΚ*<**	110	90	**≤ *ΕΚ*<**	125
Β	95	**≤ *ΕΚ*<**	120	105	**≤ *ΕΚ*<**	130	110	**≤ *ΕΚ*<**	140	125	**≤ *ΕΚ*<**	160
Γ	120	**≤ *ΕΚ*<**	135	130	**≤ *ΕΚ*<**	150	140	**≤ *ΕΚ*<**	160	160	**≤ *ΕΚ*<**	185
Δ	135	**≤ *ΕΚ*<**	155	150	**≤ *ΕΚ*<**	165	160	**≤ *ΕΚ*<**	180	185	**≤ *ΕΚ*<**	205
Ε	155	**≤ *ΕΚ*<**	185	165	**≤ *ΕΚ*<**	200	180	**≤ *ΕΚ*<**	220	205	**≤ *ΕΚ*<**	255
Ζ	185	**≤ *ΕΚ*<**	220	200	**≤ *ΕΚ*<**	240	220	**≤ *ΕΚ*<**	260	255	**≤ *ΕΚ*<**	300
Η	220	**≤ *ΕΚ***		240	**≤ *ΕΚ***		260	**≤ *ΕΚ***		300	**≤ *ΕΚ***	

Από τους παραπάνω πίνακες μπορούν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα. Καταρχάς, παρατηρείται ότι οι αυστηρότερες τιμές αναφοράς για την ενεργειακή κατανάλωση εμφανίζονται όπως είναι λογικό στα γραφεία. Είναι γεγονός ότι τα γραφεία είναι μετά τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις, ο πιο ενεργοβόρος τύπος κτιρίων και επομένως έχουν θεσπιστεί τα αυστηρότερα μέτρα. Ακολουθούν οι πολυκατοικίες και τελευταίες οι μονοκατοικίες που έχουν τη μικρότερη κατανάλωση (σε kWh), και με τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές ενεργειακής κατανάλωσης να είναι ελαστικότερες. Επιπλέον, είναι αξιοσημείωτη η διάκριση που γίνεται ανάμεσα στις κλιματικές ζώνες. Ειδικότερα παρατηρείται ότι αυξανομένης της κλιματικής ζώνης από Α σε Δ, αυξάνονται και τα όρια ενεργειακής κατανάλωσης.

Είναι δεδομένο, ότι η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας ολοένα και αυξάνεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση ηλεκτρικής κατανάλωσης και στα κτίρια.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονιστεί ότι πρότυποι ενεργειακοί δείκτες για επιμέρους καταναλώσεις σε φωτισμό, θέρμανση, ψύξη κλπ, δεν έχουν καθοριστεί επίσημα για την Ελλάδα παρά μόνο για το σύνολο του κτιρίου.

5.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ

Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για τους υαλοπίνακες και τα παράθυρα κάνουν τώρα εφικτή την κατασκευή παραθύρων με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, τα οποία να παρέχουν αυξημένη άνεση στους ένοικους. Αυτές οι τεχνολογίες είναι πρακτικές και οικονομικά αποδοτικές επιλογές, εφόσον επιλεχθούν και εγκατασταθούν σωστά, ενώ για την καλύτερη χρήση τους απαιτείται μια μέθοδος σύγκρισης. Σε διεθνές επίπεδο έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης των παραθύρων και έχουν διαμορφωθεί συστήματα ενεργειακής ταξινόμησης που χαρακτηρίζονται συνήθως από ένα αναγνωρίσιμο σήμα.

Ευρωπαϊκό σύστημα ενεργειακής ταξινόμησης παραθύρων

Το 2001 οκτώ ευρωπαϊκές χώρες εντάχθηκαν στο πρόγραμμα SAVE, προκειμένου να αναπτύξουν ένα σύστημα ενεργειακής ταξινόμησης παραθύρων για όλη την Ευρώπη, το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Ταξινόμησης Παραθύρων EWERS (European Window Energy Rating System). Το σύστημα ταξινόμησης και το σχετικό σύστημα σήμανσης έχουν σκοπό να βοηθήσουν τους καταναλωτές, τους πωλητές, τους αρχιτέκτονες και άλλους που εμπλέκονται στη λήψη αποφάσεων στον κτιριακό τομέα, να επιλέξουν τα πιο ενεργειακά αποδοτικά παράθυρα. Στόχοι του προγράμματος είναι η αύξηση της ποσότητας των παραθύρων που προσφέρουν υψηλή απόδοση στα Ευρωπαϊκά κτίρια, η μείωση της ποσότητας ενέργειας που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των κτιριακών κλιματικών συνθηκών, καθώς και η μείωση της ποσότητας CO2 που εκπέμπεται κατά την παραγωγή ενέργειας.

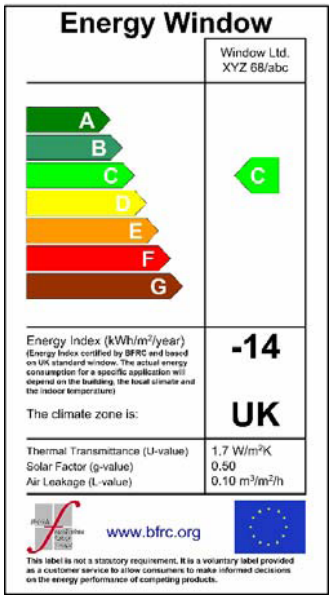
Με ένα πανευρωπαϊκό σύστημα ενεργειακής ταξινόμησης αναμένεται, ότι η αγορά θα μετασχηματιστεί προς πιο ενεργειακά αποδοτικά παράθυρα, με μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη και οφέλη από το χρόνο αποπληρωμής του κύκλου ζωής. Η μέθοδος υπολογισμού είναι σύμφωνη με τα υπάρχοντα CEN/ISO πρότυπα. Στο παρόν στάδιο ανάπτυξης, η ταξινόμηση είναι εφαρμόσιμη μόνο για υπολογισμούς για την περίοδο θέρμανσης και δεν έχει σχεδιαστεί ως απόλυτο μέτρο του ενεργειακού ισοζυγίου ενός συγκεκριμένου παραθύρου, που θα χρησιμοποιηθεί σε συγκεκριμένη τοποθεσία, αλλά είναι το ενεργειακό ισοζύγιο για το σχεδιασμό του παραθύρου.

Το EWERS υιοθετήθηκε αμέσως από ορισμένες από τις συμμετέχουσες στο πρόγραμμα χώρες. Η Φινλανδία, η Δανία, η Σουηδία, η Νορβηγία έχουν ήδη σε εξέλιξη εθνικά προγράμματα εφαρμογής, ενώ στη Βρετανία υποστηρίχθηκε αμέσως η είσοδός του στην αγορά των παραθύρων και το British Fenestration Rating Council (BFRC)

ανέλαβε την εφαρμογή του. Το BFRC είναι ένας ανεξάρτητος φορέας για τον έλεγχο της ενεργειακής ταξινόμησης παραθύρων, ενώ το σύστημα ενεργειακής ταξινόμησης των παραθύρων του BFRC, σε συμφωνία με EWERS, επιτρέπει στους ειδικούς να συγκρίνουν γρήγορα την ενεργειακή απόδοση διαφορετικών προϊόντων για τη Βρετανία, δηλαδή με εφαρμογή σε περιοχές που απαιτείται κυρίως θέρμανση των κτιρίων. Παράθυρα που φέρουν το σήμα του BFRC μπορούν να συγκριθούν άμεσα ως προς τη σχετική ενεργειακή τους απόδοση με ένα μόνο εύκολα προσδιορίσιμο γράμμα και αριθμό, για να ταξινομήσει την ενεργειακή απόδοση ενός συγκεκριμένου τύπου παραθύρου. Η κλίμακα από A ως G είναι εύκολο να χρησιμοποιηθεί: επιλέγουμε το υψηλότερο στον πίνακα γράμμα για το πιο ενεργειακά αποδοτικό παράθυρο.

Για τον υπολογισμό αυτού του δείκτη χρησιμοποιείται η εξίσωση που δίνεται παρακάτω στον πίνακα όπου:

a) Ο δείκτης εκφράζεται σε kWh/m^2/year.
b) gwindow είναι η συνολική διαπερατότητα στην ηλιακή ενέργεια ολόκληρου του παραθύρου.
c) Uwindow[W/m^2.K] είναι η τιμή του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας του παραθύρου.
d) Ο συντελεστής Effective L50 [m^3/h/m^2] εκφράζει τις τυποποιημένες απώλειες ενέργειας λόγω διήθησης αέρα (air infiltration).



Κλίμακα Ταξινόμησης BFRC	BFRC ταξινόμηση (kWh/m^2/year)
A	>0
B	-10 έως < 0
C	20 έως < -10
D	-30 έως < -20
E	-50 έως < -30
F	-70 έως < -50
G	<-70

Εικόνα 5.2: Κλίμακα Ταξινόμησης ΥαλοπινάκωνBFRC

6. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ REFSEN

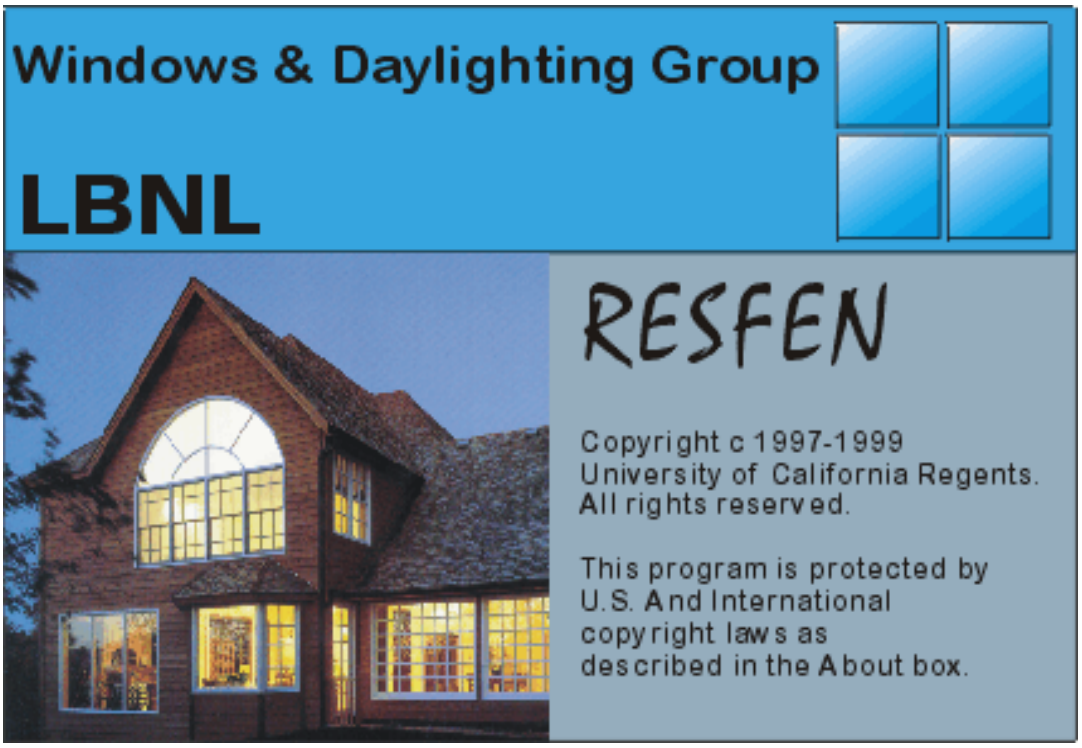
Το RESFEN αποτελεί πρόγραμμα υπολογισμού της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση και το δροσισμό αλλά και τον υπολογισμό του κόστους (απωλειών) που προκαλείται από τη δημιουργία ανοιγμάτων (παραθύρων) σε κτίρια κατοικιών. Είναι ένα εργαλείο λογισμικού που υπολογίζει την κατανάλωση ενέργειας για ψύξη και θέρμανση σε κτίρια. Υπολογίζει τις επιβαρύνσεις σε ενέργεια και το κόστος εξαιτίας των παραθύρων σε σύγκριση με ένα μονωμένο τοίχο. Έτσι μπορούν να συγκριθούν οι σχετικές επιπτώσεις ενέργειας και κόστους πολλών διαφορετικών παραθύρων. Δημιουργήθηκε από το Lawrence Berkeley Laboratory και αποτελεί ελεύθερο λογισμικό. Δίνει την δυνατότητα να επιτευχθεί η μικρότερη κατανάλωση ενέργειας, και η μέγιστη άνεση σε ένα ήδη υπάρχον κτίριο.

Το RESFEN μπορεί να βοηθήσει τους καταναλωτές και τους κατασκευαστές να επιλέξουν εκείνα τα ενεργειακώς και οικονομικώς αποδοτικότερα παράθυρα για μια συγκεκριμένη εφαρμογή, είτε πρόκειται για ένα νέο σπίτι, για μια προσθήκη ή για μια αντικατάσταση παραθύρου. Υπολογίζει τη κατανάλωση θέρμανσης και ψύξης καθώς και τη μέγιστη θέρμανση και ψύξη που απαιτεί ένα συγκεκριμένο παράθυρο. Οι χρήστες ορίζουν ένα συγκεκριμένο «σενάριο» επιλέγοντας το τύπο του σπιτιού, τη γεωγραφική θέση αυτού, τον προσανατολισμό του, το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και άλλα στοιχεία όπως χαρακτηριστικά τοίχου, δαπέδου και το είδος του HVAC που χρησιμοποιείται.

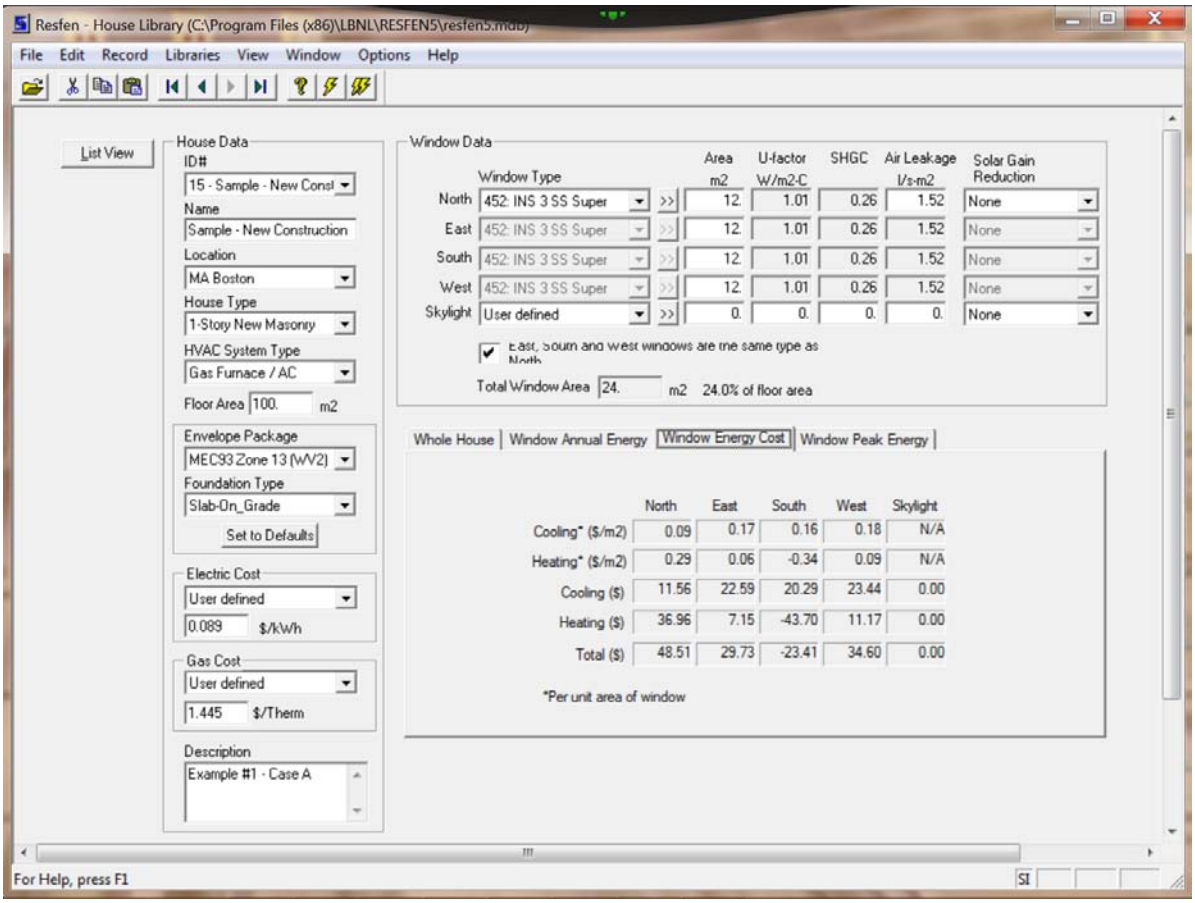
Οι χρήστες μπορούν επίσης να προσδιορίσουν το μέγεθος, τη σκίαση, και τις θερμικές ιδιότητες του παραθύρου που επιθυμούν να ερευνήσουν. Οι θερμικές ιδιότητες που απαιτεί το RESFEN είναι: U-factor, η Solar Heat Gain και την απόδοση διαφόρων τύπων υαλοπινάκων, το κόστος και τις επιπτώσεις της ενέργειας του παραθύρου σε σύγκριση με ένα μονωμένο τοίχο. Η σχετική κατανάλωση ενέργειας και οι επιπτώσεις του κόστους από δύο διαφορετικά παράθυρα μπορούν να συγκριθούν.

6.1. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Το κύριο παράθυρο-Main Window είναι αυτό που βλέπει ο χρήστης όταν ανοίγει το πρόγραμμα. Όπως και τα άλλα MS-Windows προγράμματα, αποτελείται από μια σειρά πτυσσόμενων menu, διάφορες εργαλειοθήκες και ένα ή περισσότερα ενεργά παράθυρα.



Εικόνα 6.1: Πρόγραμμα Refsen



Εικόνα 6.2: Κεντρικό menu του προγράμματος Refsen

6.2.ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η διαδικασία της προσομοίωσης της λειτουργίας ενός κτιρίου και η εξαγωγή των ζητούμενων αποτελεσμάτων περιλαμβάνει την υλοποίηση μιας σειράς βημάτων. Τα βήματα αυτά συνοπτικά παρουσιάζονται στη συνέχεια και γίνονται περισσότερο αντιληπτά με την εφαρμογή τους στο κτίριο που εξετάζεται.

Βήματα προσομοίωσης

Τα βήματα προσομοίωσης είναι τα ακόλουθα:

1. Περιγραφή του κτιρίου και του χώρου στον οποίο βρίσκεται με έμφαση στα στοιχεία που χρησιμεύουν στην προσομοιωτική διαδικασία όπως διαστάσεις, εμβαδά και προσανατολισμοί επιφανειών, κλπ. και προσδιορισμός των παραμέτρων του προγράμματος.
3. Εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα RESFENT και κατηγοριοποίηση προσομοιώσεων .
4. Τρέξιμο της προσομοίωσης και εξαγωγή των αποτελεσμάτων.
5. Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και εξαγωγή συμπερασμάτων.

1. **Περιγραφή Κτιρίου και Χαρακτηριστικά του και προσδιορισμός παραμέτρων προγράμματος**

Στη μελέτη αυτή προσομοιώνουμε ένα βιοκλιματικό κτίριο 100 m^2 . Οι προδιαγραφές του κτιρίου όπως αυτές ζητήθηκαν από το πρόγραμμα REFSEN είναι οι εξής:

1. Ο τύπος κατασκευής είναι οπλισμένο σκυρόδεμα με ταρατσοσκεπή. Οι τοίχοι και η ταράτσα του κτιρίου έχουν αυξημένη μόνωση.
2. Η μονάδα υπολογισμού της ηλεκτρικής ενέργειας θεωρείται ίση με 0.089 ευρώ/kWh.
3. Στο κτίριο χρησιμοποιείται αερολέβητας φυσικού αερίου, του οποίου η μονάδα υπολογισμού θεωρείται ίση με 0.04932 ευρώ/kWh (προ ΦΠΑ). Η τιμή του φυσικού αερίου προκύπτει με βάση την μέση τιμή του πετρελαίου θέρμανσης, εφαρμόζοντας σ’ αυτήν έκπτωση 20%.
4. Το πρόγραμμα αυτό εμπεριέχει τα μετεωρολογικά δεδομένα διαφόρων αμερικανικών πόλεων. Η Ελλάδα, σύμφωνα με τον ισχύοντα Κανονισμό

Θερμομόνωσης χωρίζεται σε τρεις κλιματικές ζώνες: ζώνη ψύξης, ζώνη θέρμανσης και μέση ζώνη. Οι ζώνες ψύξης (cooling dominated) και θέρμανσης (heating dominated), αντιστοιχούν σε περιοχές, όπου τα κτίρια κυρίως καταναλώνουν ενέργεια για ψύξη και θέρμανση αντίστοιχα κατά τη διάρκεια του χρόνου. Από την άλλη πλευρά, στις μέσες ζώνες (moderate) θεωρείται ότι τα κτίρια έχουν μεικτές ανάγκες σε φορτία ψύξης και θέρμανσης κατά τη διάρκεια του έτους. Θέλοντας να προσομοιώσουμε το κτίριο σε δεδομένα που πλησιάζουν αυτά της Ελλάδας επιλέξαμε τρεις αντίστοιχες αμερικανικές πόλεις που βρίσκονται στις τρεις διαφορετικές κλιματικές ζώνες.Οι πόλεις αυτές αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.1: Αντιστοιχίες πόλεων

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	**ΠΟΛΗ**
ΨΥΧΡΗ	Foinix
ΜΕΣΗ	Saint Luis
ΘΕΡΜΗ	Boston

5. Στην παρούσα μοντελοποίηση χρησιμοποιούνται έξι είδη υαλοπινάκων, τα χαρακτηριστικά των οποίων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.2: Χαρακτηριστικά Υαλοπινάκων που προσομοιώθηκαν

U-factor : συντελεστής θερμοπερατότητας, SHGC : συντελεστής θερμικών ηλιακών κερδών και VT: συντελεστής οπτικής διαπερατότητας

ΕΙΔΟΣ ΥΑΛ/ΚΑ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΔΙΑΣ/ΜΑ	ΠΛΑΙΣΙΟ	ΑΕΡΙΟ	U-factor	SHGC	VT
AL 1 Bronze	ΜΟΝΟΣ	-	ΑΛ/ΝΙΟ	-	6,578	0,647	0,56
AL 2 Bronze	ΔΙΠΛΟΣ	0,375	ΑΛ/ΝΙΟ	ΑΕΡΑΣ	4,324	0,562	0,51
INS 2 Bronze	ΔΙΠΛΟΣ	0,5	ΜΟΝΩΜΕΝΟ	ΑΕΡΑΣ	2,523	0,492	0,48
AL 2 SS Low-e	ΔΙΠΛΟΣ	0,5	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	ΑΡΓΟ	3,321	0,367	0,59
INS 2 SS Low-e	ΔΙΠΛΟΣ	0,5	ΜΟΝΩΜΕΝΟ	ΑΡΓΟ	1,47	0,31	0,55
INS 3 SS Super	ΤΡΙΠΛΟΣ	0,5	ΜΟΝΩΜΕΝΟ	ΑΡΓΟ	1,006	0,264	0,43

6. Η διείσδυση του αέρα έχει μονάδα μέτρησης την αλλαγή αέρα ανά ώρα (air change per hour - ach). Η μονάδα αυτή δείχνει πόσες φορές άλλαξε ο αέρας που περιέχεται στο χώρο με νωπό αέρα μέσα σε μια ώρα. Στην παρούσα προσομοίωση η διείσδυση αέρα παίρνει την τιμή 0,6 και παραμένει σταθερή καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας. Η ενέργεια αυτή αποτελεί παραδοχή μια και η τιμή αυτή μεταβάλλεται και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η διακύμανση της θερμοκρασίας και της ταχύτητας του ανέμου.

7. Ο λόγος παραθύρου ανά επιφάνεια δαπέδου είναι 24% (window to floor ratio, WFR). Ο προσανατολισμός των παραθύρων έχει κατανεμηθεί σε όλους τους προσανατολισμους και το εμβαδόν του κάθε παραθύρου ισούται με 12 m^2 το καθένα.

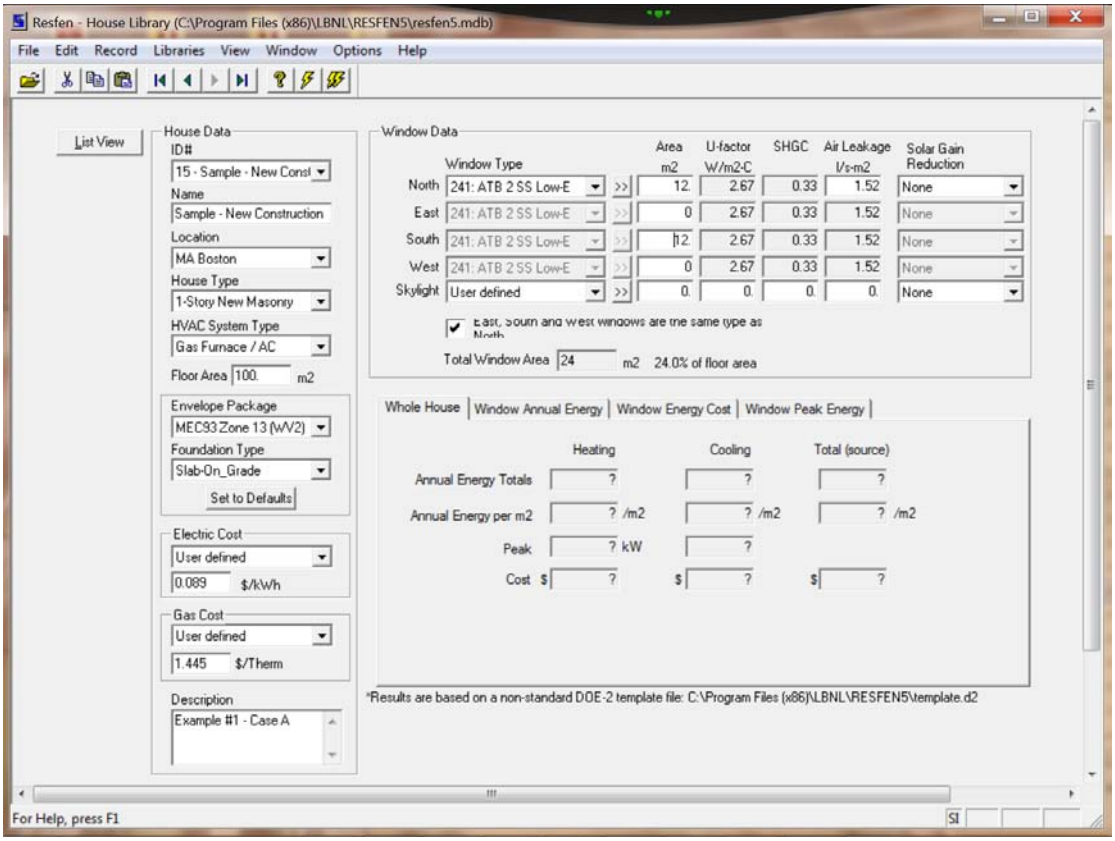
8. Ο αερισμός αναφέρεται στη διαδικασία παροχής ή αφαίρεσης αέρα με φυσικά ή μηχανικά μέσα προς και από οποιοδήποτε χώρο. Ο αέρας αυτός μπορεί να κλιματίζεται ή όχι. Στην παρούσα μελέτη θεωρείται ότι το κτίριο έχει μόνο φυσικό αερισμό οπότε η θερμοκρασία της ροής του αέρα και η σχετική του υγρασία τίθενται ίσες με αυτές του εξωτερικού περιβάλλοντος. Η αλλαγή των θερμοκρασιών του περιβάλλοντος γίνονται από το πρόγραμμα με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα της εκάστοτε ζώνης.

9. Στην προσομοίωση επιλέχθηκε η μη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων έμμεσου κέρδους για να δούμε καλύτερα την επίδραση των παραθύρων μεμονωμένα.

10. Απώλειες αγωγών: Θέρμανση 10% και Δροσισμός 10% .

2. Εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα RESFEN και κατηγοριοποίηση προσομοιώσεων

Επιλέξαμε 6 κατηγορίες υαλοπινάκων τις οποίες προσομοιώσαμε για τρεις κλιματικές ζώνες. Εισχωρήσαμε τα δεδομένα και τα αποτελέσματα του προγράμματος φαίνονται στην εικόνα 6.3.



Εικόνα 6.3: Αρχικό παράθυρο προγράμματος(main window resfen)

Πίνακας 6.3: Κατηγορίες Υαλοπινάκων που προσομοιώθηκαν.

ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ	**ΤΥΠΟΣ**	**ΠΛΑΙΣΙΟ**	**ΙΔΙΟΤΗΤΑ**	**ΑΠΟΧΡΩΣΗ**
AL 1 Bronze	ΜΟΝΟΣ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	ΑΠΛΟΣ	------
AL 2 SS Low-e	ΔΙΠΛΟΣ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΣ	------
AL 2 Bronze	ΔΙΠΛΟΣ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	ΑΠΛΟΣ	ΜΠΡΟΝΖΕ
INS 2 Bronze	ΔΙΠΛΟΣ	-----	ΜΟΝΩΜΕΝΟΣ	ΜΠΡΟΝΖΕ
INS 2 SS Low-e	ΔΙΠΛΟΣ	-----	ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΣ	-----
INS 3 SS Super	ΤΡΙΠΛΟΣ	-----	ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΣ	-----

Οι παραδοχές που πήραμε στο συγκεκριμένο πρόγραμμα προκειμένου να γίνουν όλες οι προσομοιώσεις μας είναι:

1. Το κτιριακή επιφάνεια θεωρήθηκε 100m^2 και κτισμένο πάνω σε πλάκα.

2. Τύπος σπιτιού είναι συμβατικός και στη συνέχεια επεμβήκαμε με βιοκλιματικές ενέργειες.

3. Τα θεμέλια βασίζονται στον τύπο δόμησης της εκάστοτε περιοχής και υπάρχουν το πολύ τρεις επιλογές για κάθε κλιματική ζώνη που βασίζονται στη μορφή των κτιρίων: υπόγειο, κτίριο πάνω σε πλάκα και υπερυψωμένο.

4. Συστήματα Ενεργειακής Κατανάλωσης: Αρχικά καμία επιλογή και εν συνεχεία συστήματα ηλιοπροστασίας και σκιασμού όπως σκίαστρα και γεισώματα 2 ιντσών.

5. Το εμβαδόν των παραθύρων σε σύγκριση με το εμβαδόν δαπέδου καλύπτει το 24% .

6. Τύποι υαλοπινάκων που επιλέχθηκαν είναι μονός, διπλός, διπλός Low-e και τριπλός με ή χωρίς μόνωση.

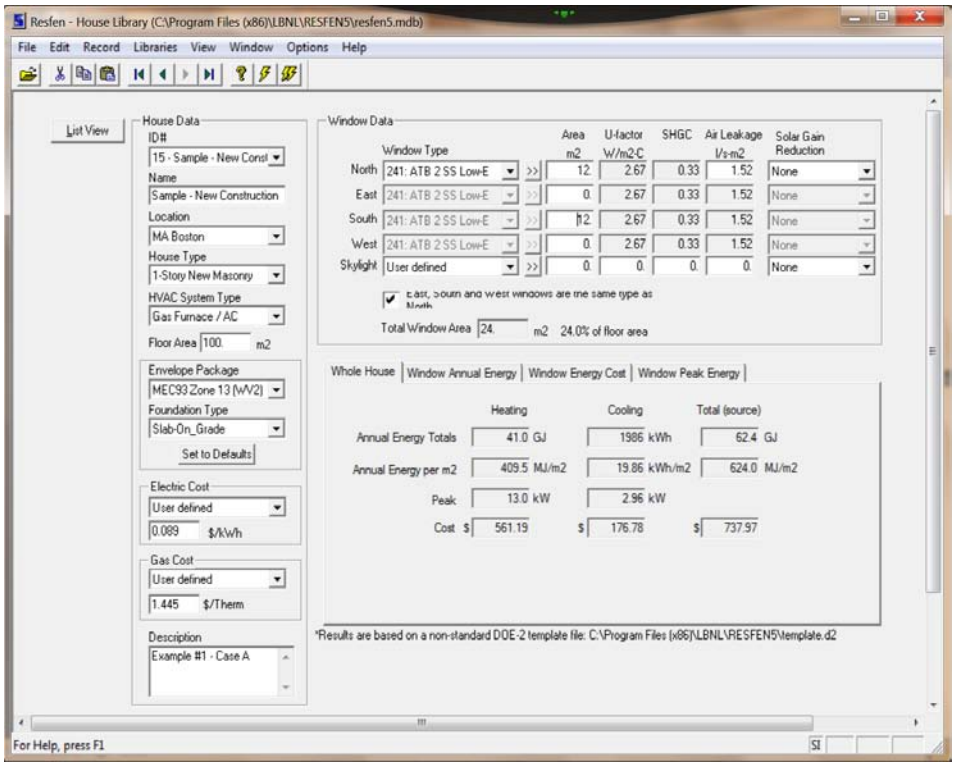
7. Κατανομή παραθύρων σε όλους τους προσανατολισμούς βόρειο, νότιο, ανατολικό και δυτικό.

8. Συστήματα Θέρμανσης και Ψύξης: Αερολέβητα Φυσικού Αερίου και Κλιματιστικά Συστήματα τα οποία προσαρμόζονται ανάλογα την επιλογή του παραθύρου. Η αποδοτικότητα των συστημάτων στην υπάρχουσα κατασκευή είναι AFUE=0.70 και AC SEER= 8 .

9. Απώλειες Αγωγών: από Θέρμανση 10% και από ψύξη 10%.

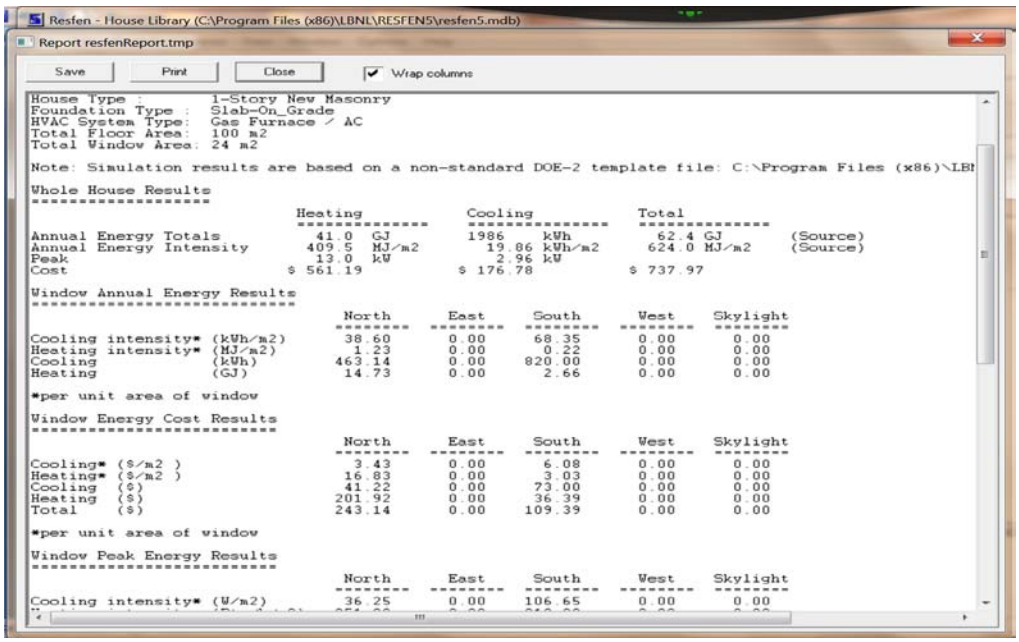
10. Επιλογές Θερμοστάτη: Θέρμανση: 70°F και για ψύξη 78° F.

11. Φυσικός Αερισμός: 78°F / 72°F.



Εικόνα 6.4: Αποτελέσματα προσομοιώσεων.

Τα αποτελέσματα μπορούν να εμφανιστούν καθώς και να αποθηκευτούν και στην ακόλουθη μορφή:



Εικόνα 6.5: Αναφορά αποτελεσμάτων

6.3 Αποτελέσματα προσομοιώσεων και διεξαγωγή συμπερασμάτων

Για την καλύτερη ανάλυση και για την αποφυγή παρανοήσεων τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων δέχτηκαν περαιτέρω επεξεργασία με τη χρήση του προγράμματος Microsoft Office Excel.

Πρέπει να σημειωθεί όσον αφορά τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης σε θέρμανση και δροσισμό του κτιρίου ότι η συνολική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου δεν αποτελεί το άθροισμα της κατανάλωσης σε θέρμανση και δροσισμό γιατί το λογισμικό Resfen υπολογίζει μονάχα:

Α)Την ενέργεια που καταναλώνεται από τα παράθυρα του κτιρίου.

Β) Την ενέργεια που καταναλώνεται από τους τοίχους.

Γ)Την ενέργεια που καταναλώνεται από τη στέγη.

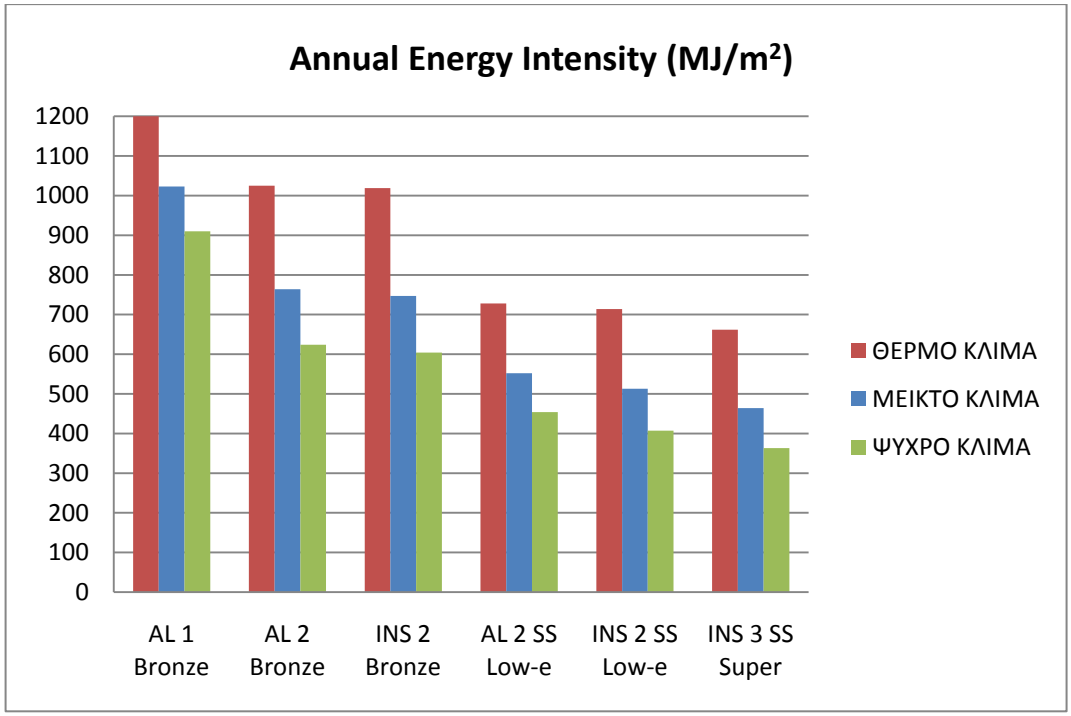
Δ)Την ενέργεια που καταναλώνεται από τα θεμέλια.

Δεν υπολογίζει δηλαδή:

Α)Την ενέργεια που καταναλώνεται για φωτισμό του κτιρίου.

Β)Την κατανάλωση που απαιτείται για την θέρμανση του ζεστού νερού.

Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και δροσισμό για όλο το κτίριο ανά m^2 δαπέδου κατά την διάρκεια ενός χρόνου φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



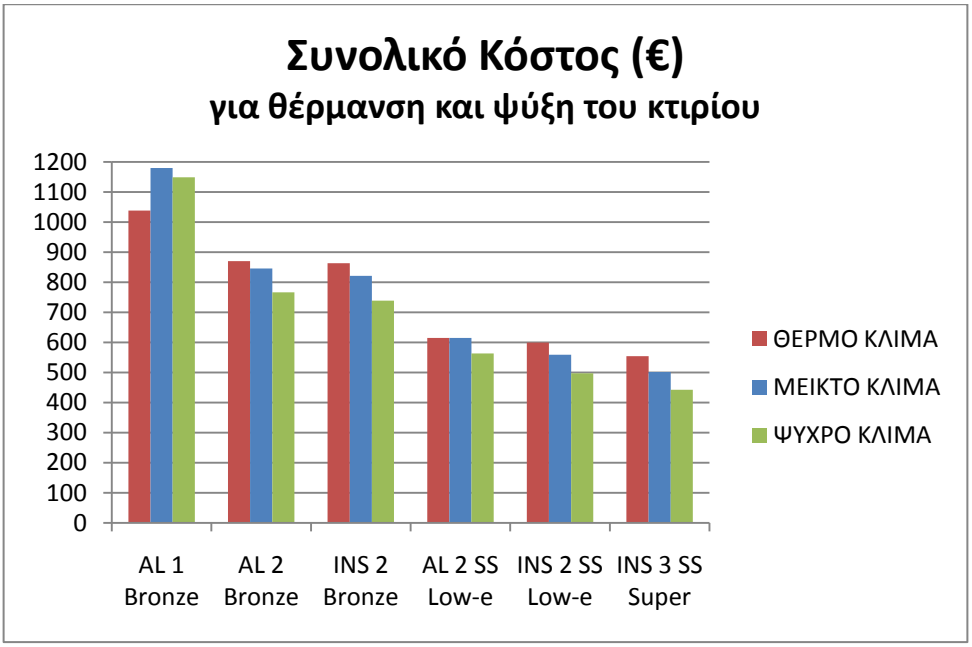
Διάγραμμα 6.1: Ενεργειακή Ένταση ανά m^2 δαπέδου

Ο δείκτης της ενεργειακής έντασης μετράει το μέγεθος των ενεργειακών αναγκών ανά μονάδα δραστηριότητας. Έχει ως αριθμητή την ποσότητα ενέργειας (τελική ή ωφέλιμη) και ως παρονομαστή τη δραστηριότητα (σε ειδικές μονάδες).

Στην συγκεκριμένη περίπτωση όλα τα χαρακτηριστικά του κτιρίου που προσομοιώνεται παραμένουν και στα έξι σενάρια που υπολογίστηκαν ίδια εκτός από την τοποθεσία του και το ειδος υαλοπινάκων που χρησιμοποιήσαμε.

Στο διάγραμμα 6.1 όπως είναι φυσικό παρατηρείται ότι μεγαλύτερη ενεργειακή ένταση υπάρχει στο θερμό κλίμα και ακολουθεί το μικτό και εν συνεχεία το ψυχρό.

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

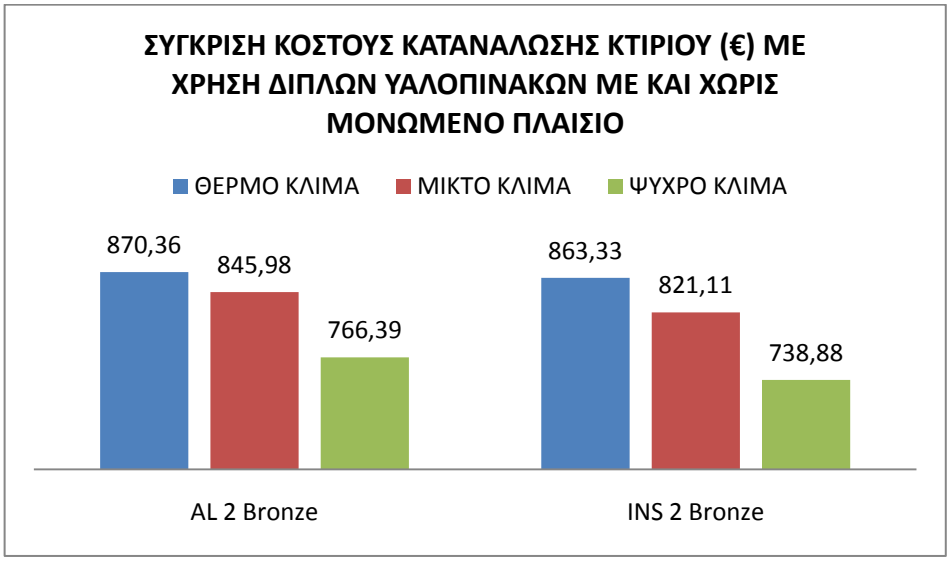


Διάγραμμα 6.2: Συνολικού Κόστους ενεργειακών αναγκών του κτιρίου.

Το Συνολικό Κόστος υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την συνολική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου επί την τιμή της kWh (0,089 Euro) καθώς και την τιμή του φυσικού αερίου (0,049 Euro/kWh).

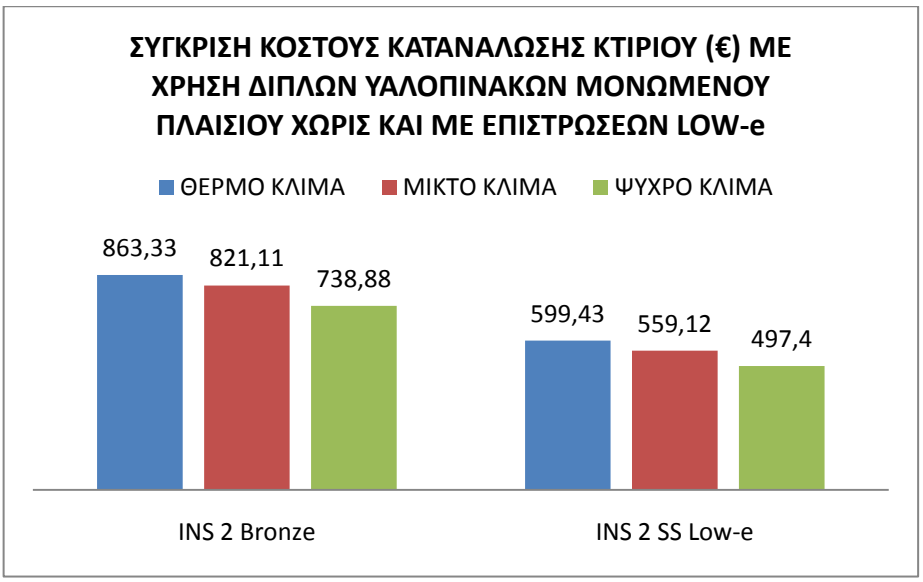
Στο Διάγραμμα 6.2 βλέπουμε ότι ο μονός υαλοπίνακας σε σύγκριση με τους υπολοίπους επιβαρύνει περισσότερο το κόστος κάλυψης των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου σε αντίθεση με τους ενισχυμένους υαλοπίνακες που λόγω των ιδιοτήτων τους αποφέρουν μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας.

Συγκρίνοντας τους διπλούς υαλοπίνακες μεταξύ τους παρατηρήσαμε πως οι διπλοί υαλοπίνακες με μόνωση στο πλαίσιο τους έχουν μικρότερη κατανάλωση όπως φαίνεται και στο παρακάτω Διάγραμμα 6.3.



Διάγραμμα 6.3: Σύγκριση κόστους κατανάλωσης κτιρίου με χρήση διπλών υαλοπινάκων με και χωρίς μονωμένο πλαίσιο.

Η κατανάλωση αυτή είναι μικρότερη στο Θερμό κλίμα και μεγαλώνει βαθμιαία όσο περνάμε από το μικτό στο ψυχρό. Από την σύγκριση μεταξύ των διπλών υαλοπινάκων με ίδιου τύπου πλαίσιο αλλά με διαφορετική επίστρωση η διαφορά είναι αισθητή σε όλες τις κλιματικές ζώνες (Διάγραμμα 6.4).



Διάγραμμα 6.4: Σύγκριση κόστους κατανάλωσης κτιρίου με χρήση διπλών υαλοπινάκων μονωμένου πλαισίου χωρίς και με επιστρώσεις low-e.

Α. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΣΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ

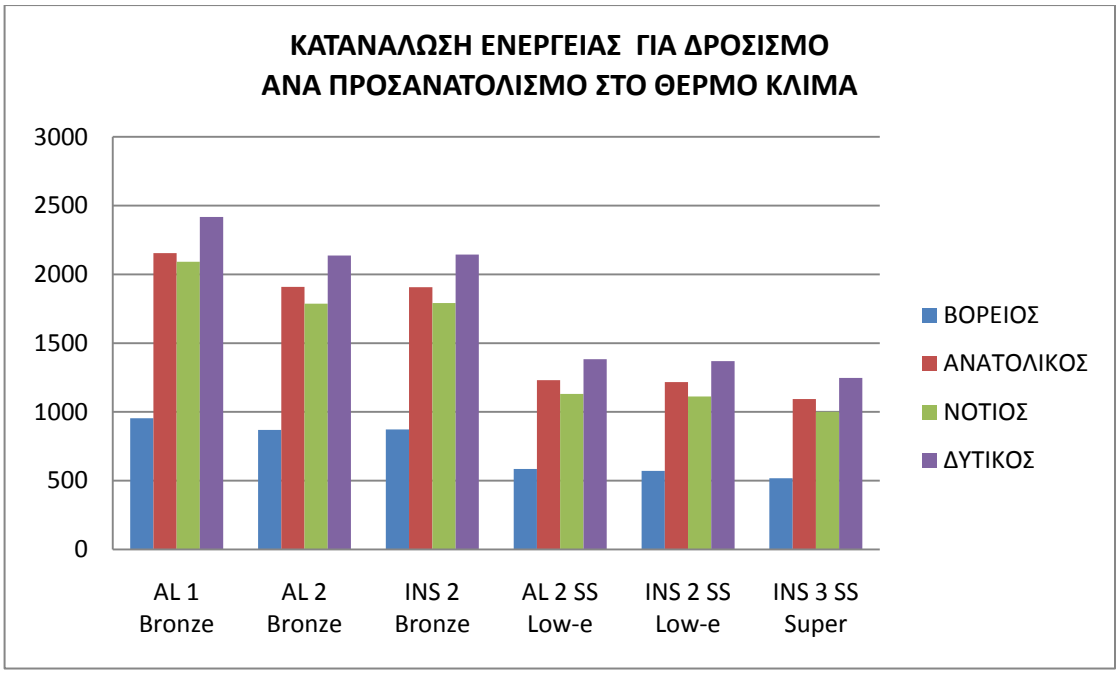
Η κατανάλωση ενέργειας για δροσισμό δείχνει το τμήμα της ενέργειας που καταναλώθηκε για την λειτουργιά του κτιρίου κατά τη διάρκεια ενός χρόνου που αποδίδεται στην χρήση των παραθύρων που προσομοιώνονται κάθε φορά.

Οι θετικές τιμές μας δείχνουν τι πόσο ενέργειας προστίθεται στην συνολική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου από το συγκεκριμένο παράθυρο για ένα χρόνο.

12.ΨΥΧΡΗ ΖΩΝΗ (ΘΕΡΜΟ ΚΛΙΜΑ)

Πίνακας 6.4: Κατανάλωση ενέργειας λόγω παραθύρων για δροσισμό στην ψυχρή ζώνη

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΓΙΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟ				
ΕΙΔΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ			
	ΒΟΡΕΙΟΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ	ΔΥΤΙΚΟΣ
AL 1 Bronze	953,85	2154	2092	2418
AL 2 SS Low-e	585,38	1231	1131	1383
AL 2 Bronze	868,32	1909	1787	2137
INS 2 Bronze	872,85	1907	1791	2144
INS 2 SS Low-e	571,41	1217	1112	1369
INS 3 SS Super	518,05	1093	1000	1247



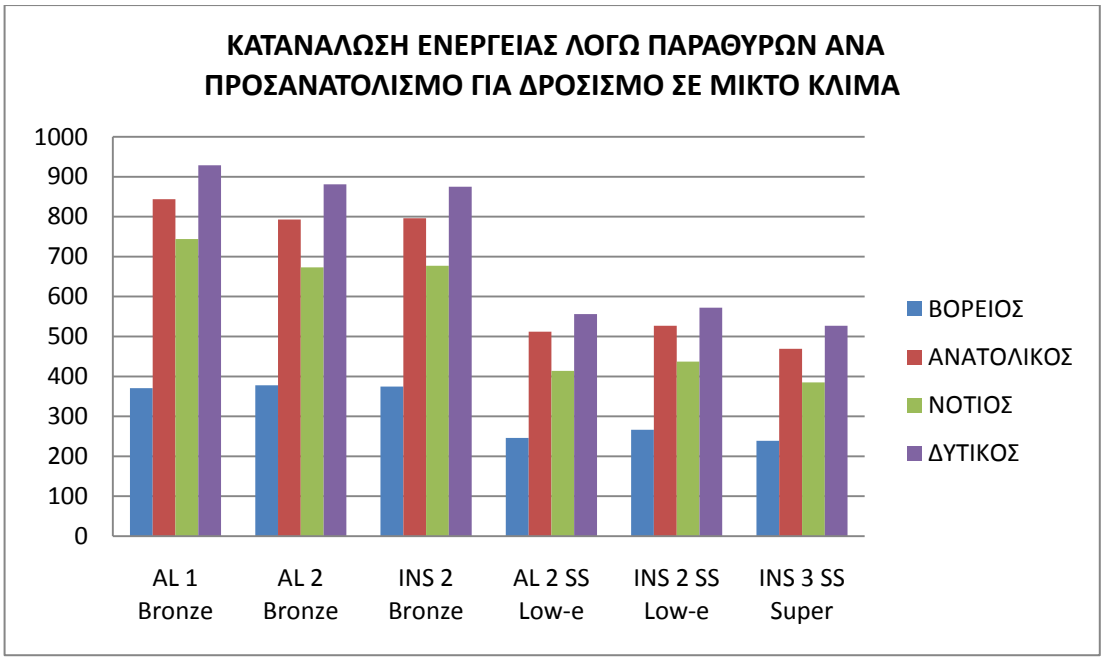
Διάγραμμα 6.5: Κατανάλωση ενέργειας για δροσισμό ανά προσανατολισμό στο θερμό κλίμα

Παρατηρούμε από το παραπάνω διάγραμμα ότι το παράθυρο με βορινό προσανατολισμό απαιτεί μικρότερη κατανάλωση ενέργειας για τον δροσισμό του κτιρίου σε αντίθεση με το δυτικό που καταλαμβάνει την πρώτη θέση στην κατανάλωση ενέργειας.

13. ΜΙΚΤΗ ΖΩΝΗ (ΜΙΚΤΟ ΚΛΙΜΑ)

Πίνακας 6.5: Κατανάλωση ενέργειας λόγω παραθύρων για δροσισμό στη μικτή ζώνη

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΓΙΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟ				
ΕΙΔΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ			
	ΒΟΡΕΙΟΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ	ΔΥΤΙΚΟΣ
AL 1 Bronze	370,58	844	744	929
AL 2 SS Low-e	245,92	512	414	556
AL 2 Bronze	377,79	793	673	881
INS 2 Bronze	374,63	796	677	875
INS 2 SS Low-e	266,52	527	437	572
INS 3 SS Super	238,84	469	385	527



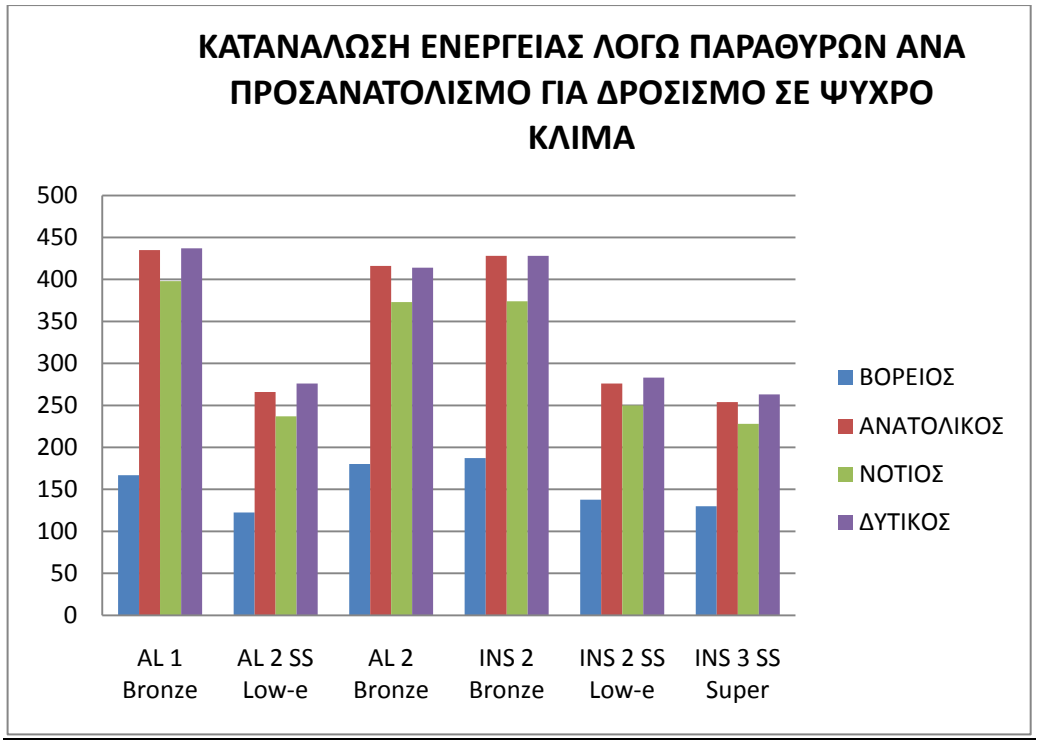
Διάγραμμα 6.6: Κατανάλωση ενέργειας λόγω παραθύρων για δροσισμό στο μικτό κλίμα

Ομοίως και στην μεικτή ζώνη παρατηρείται η τάση της μείωσης κατανάλωσης ενέργειας όσο αλλάζουμε τα είδη υαλοπινάκων από τον μονό υαλοπίνακα προς τον τριπλό και αυτό υφίσταται λόγω αύξησης και ενίσχυσης της υάλωσης. Η ενίσχυση αυτή των υαλώσεων δημιουργεί αποδοτικότερους υαλοπίνακες που καταφέρνουν να πραγματοποιούν καταλληλότερες συνθήκες εσωκλίματος στα κτίρια.

14.ΘΕΡΜΗ ΖΩΝΗ (ΨΥΧΡΟ ΚΛΙΜΑ)

Πίνακας 6.6: Κατανάλωση ενέργειας λόγω παραθύρων στην θερμή ζώνη

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΓΙΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟ				
ΕΙΔΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ			
	ΒΟΡΕΙΟΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ	ΔΥΤΙΚΟΣ
AL 1 Bronze	122,52	266	237	276
AL 2 SS Low-e	166,93	435	398	437
AL 2 Bronze	180,14	416	373	414
INS 2 Bronze	187,23	428	374	428
INS 2 SS Low-e	137,65	276	250	283
INS 3 SS Super	129,84	254	228	263



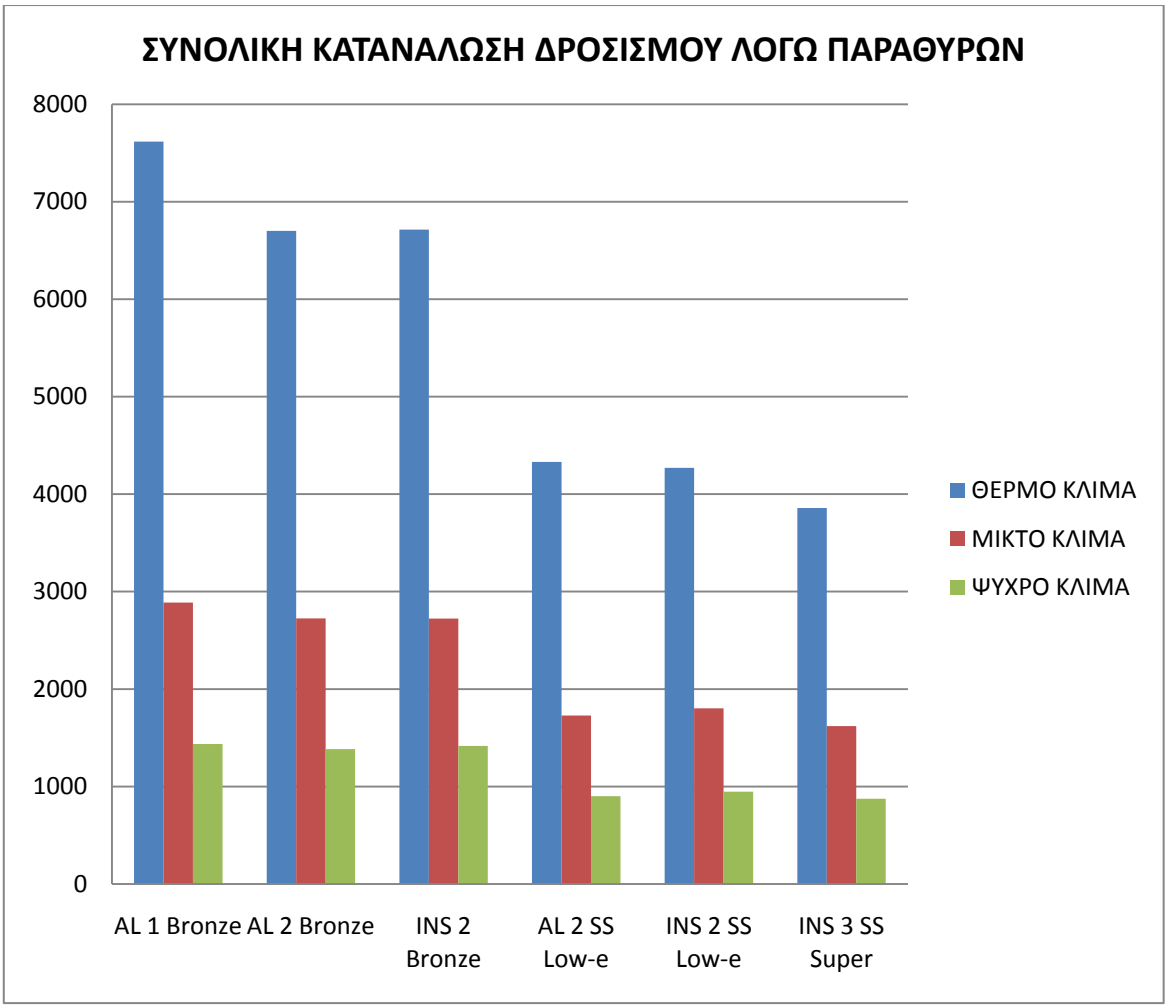
Διάγραμμα 6.7: Κατανάλωση ενέργειας για δροσισμό ανά προσανατολισμό σε ψυχρό κλίμα

Στο διάγραμμα 6.7 η κατανάλωση ενέργειας για δροσισμό σε ψυχρό κλίμα λόγω των παραθύρων είναι βέλτιστη στον τριπλό ενισχυμενό υαλοπίνακα. Παρατηρούμε επίσης ότι στην περίπτωση του AL 2 SS Low-E με βόρειο προσανατολισμό έχουμε την μικρότερη κατανάλωση ενέργειας. Αυτό υφίσταται γιατί ο Low-E υαλοπίνακας στο ψυχρό κλίμα δεσμεύει την ηλιακή ακτινοβολία ώστε να την αποθηκεύσει στο εσωτερικό του καταναλώνοντας μικρότερα ποσά θερμότητας σε σύγκριση με τις άλλες κατηγορίες.

3. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΔΡΟΣΙΜΟΥ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ

Πίνακας 6.7: Συνολική κατανάλωση δροσισμού λόγω παραθύρων

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ			
ΕΙΔΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	ΘΕΡΜΟ ΚΛΙΜΑ	ΜΙΚΤΟ ΚΛΙΜΑ	ΨΥΧΡΟ ΚΛΙΜΑ
AL 1 Bronze	7617,85	2887,58	1436,93
AL 2 Bronze	6701,32	2724,79	1383,14
INS 2 Bronze	6714,85	2722,63	1417,23
AL 2 SS Low-e	4330,38	1727,92	901,52
INS 2 SS Low-e	4269,41	1802,52	946,65
INS 3 SS Super	3858,05	1619,84	874,84



Διάγραμμα 6.8: Συνολική κατανάλωση δροσισμού λόγω παραθύρων

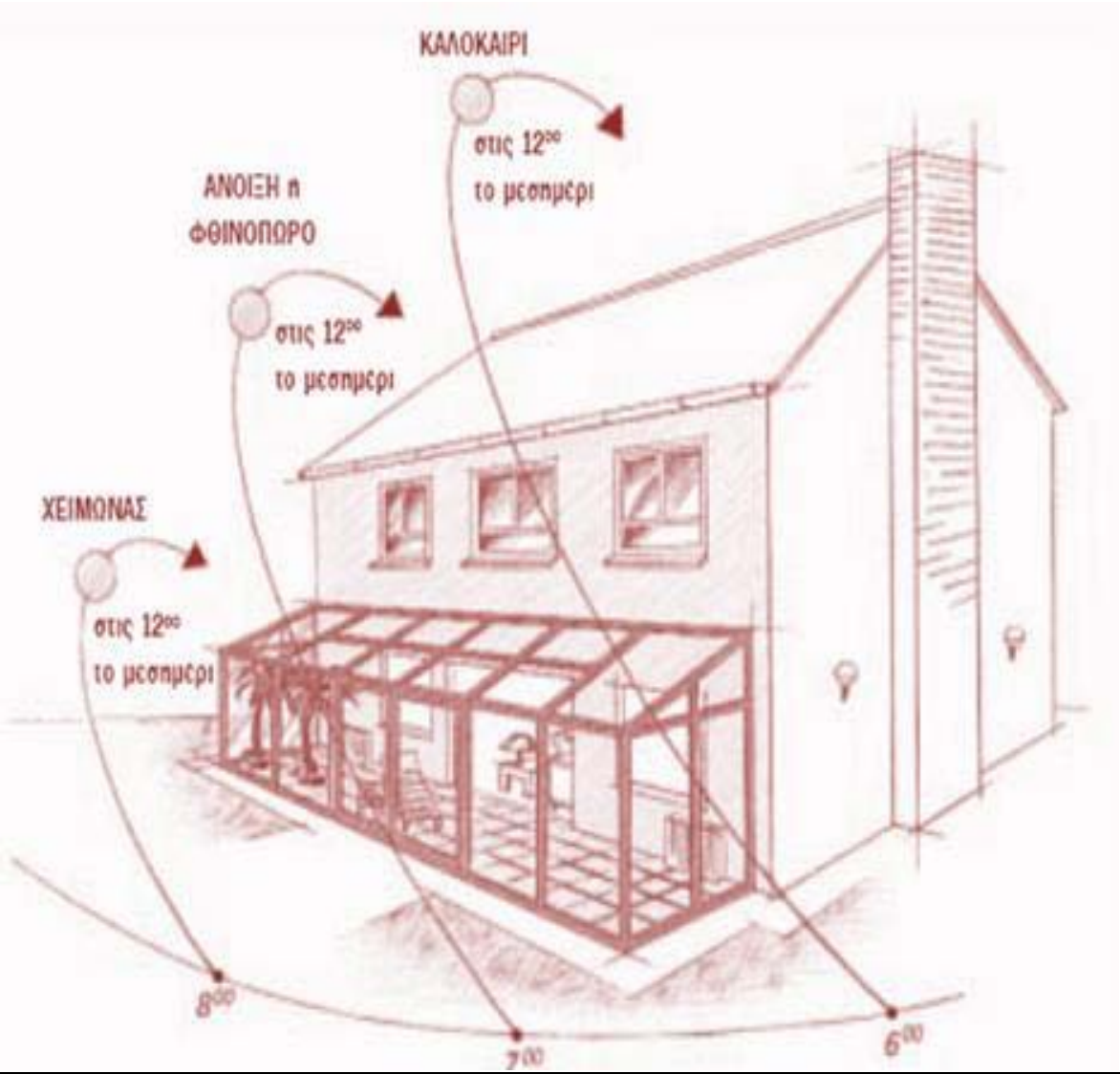
Β. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΣΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ

Όπως και στην περίπτωση της κατανάλωσης ενέργειας για δροσισμό λόγω παραθύρων οι θετικές τιμές δηλώνουν τι πόσο ενέργειας προστίθεται στην συνολική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου από το συγκεκριμένο παράθυρο για ένα χρόνο.

Αντίθετα οι αρνητικές τιμές δηλώνουν το ποσό ενέργειας που προστίθεται από το παράθυρο λόγω ηλιακών κερδών. Με άλλα λόγια οι τιμές αυτές υποδηλώνουν το ενεργειακό κέρδος που προσφέρεται από το παράθυρο. Οι αρνητικές αυτές τιμές έχουν μαρκαριστεί για να είναι πιο ευδιάκριτες.

Οι αρνητικές τιμές παρατηρούνται στον νότιο προσανατολισμό του κτιρίου που υποδεικνύει ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός γιατί λόγω της περιστροφής της Γης γύρω από τον ήλιο παρατηρείται ότι κατά τη διάρκεια του χειμώνα ο ήλιος βρίσκεται πολύ κοντά στα παράθυρα και με αυτόν τον τρόπο μπορεί να δέχεται μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ενέργειας για να καλύψει το κτίριο τις ενεργειακές του ανάγκες για θέρμανση.

Από την άλλη πλευρά, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ο ήλιος βρίσκεται πολύ πιο ψηλά από τη θέση των παραθύρων και με αυτόν τον τρόπο δεν δέχεται τις ακτίνες του ηλίου σε τόσο μεγάλη ποσότητα και διάρκεια αποφεύγοντας την υπερθέρμανση του και καλύπτοντας τις ενεργειακές ανάγκες για δροσισμό. Η διαδικασία αυτή φαίνεται πιο αναλυτικά στην παρακάτω εικόνα 6.6.



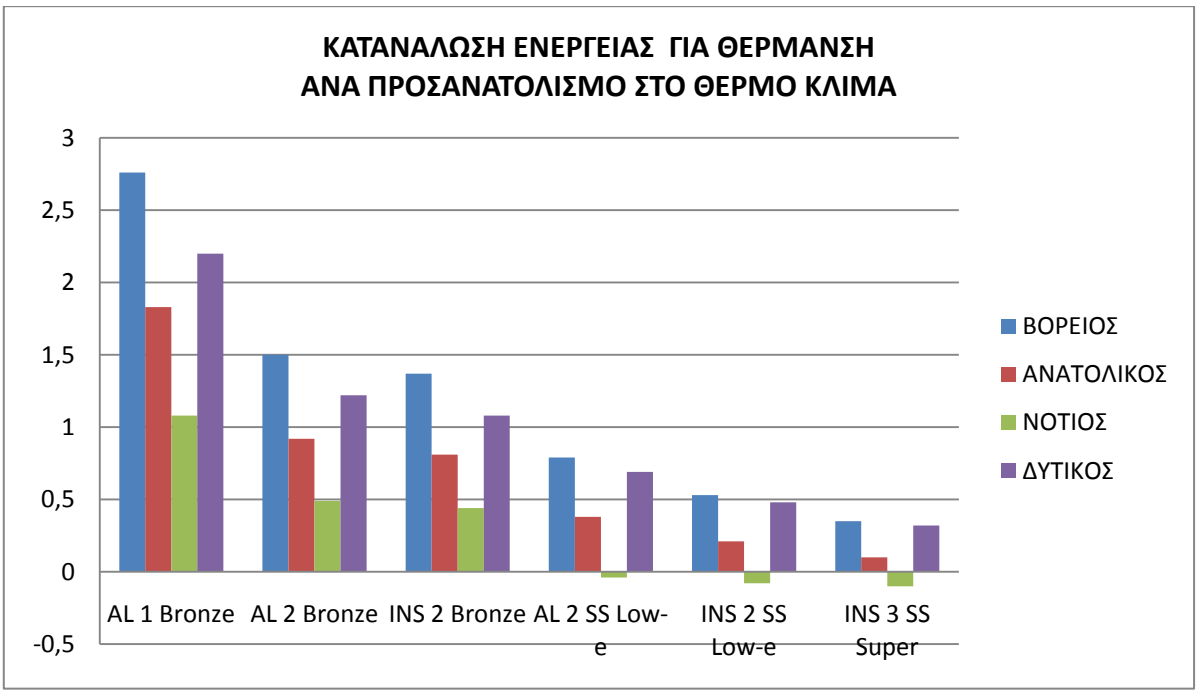
Εικόνα 6.6: Πορεία του ήλιου κατά τη διάρκεια ενός έτους.

1.ΨΥΧΡΗ ΖΩΝΗ (ΘΕΡΜΟ ΚΛΙΜΑ)

Πίνακας 6.7: Κατανάλωση ενέργειας λόγω παραθύρων στην ψυχρή ζώνη

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ				
ΕΙΔΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ			
	ΒΟΡΕΙΟΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ	ΔΥΤΙΚΟΣ
AL 1 Bronze	2,76	1,83	1,08	2,2
AL 2 Bronze	1,5	0,92	0,49	1,22
INS 2 Bronze	1,37	0,81	0,44	1,08
AL 2 SS Low-e	0,79	0,38	-0,04	0,69
INS 2 SS Low-e	0,53	0,21	-0,08	0,48
INS 3 SS Super	0,35	0,1	-0,1	0,32

Στα θερμά κλίματα η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας οφείλεται κυρίως στην απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από την οροφή λόγω έλλειψης μόνωσης με αποτέλεσμα η λειτουργική θερμοκρασία να είναι αρκετά υψηλότερη της εξωτερικής.



Διάγραμμα 6.9: Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση ανά προσανατολισμό στο θερμό κλίμα.

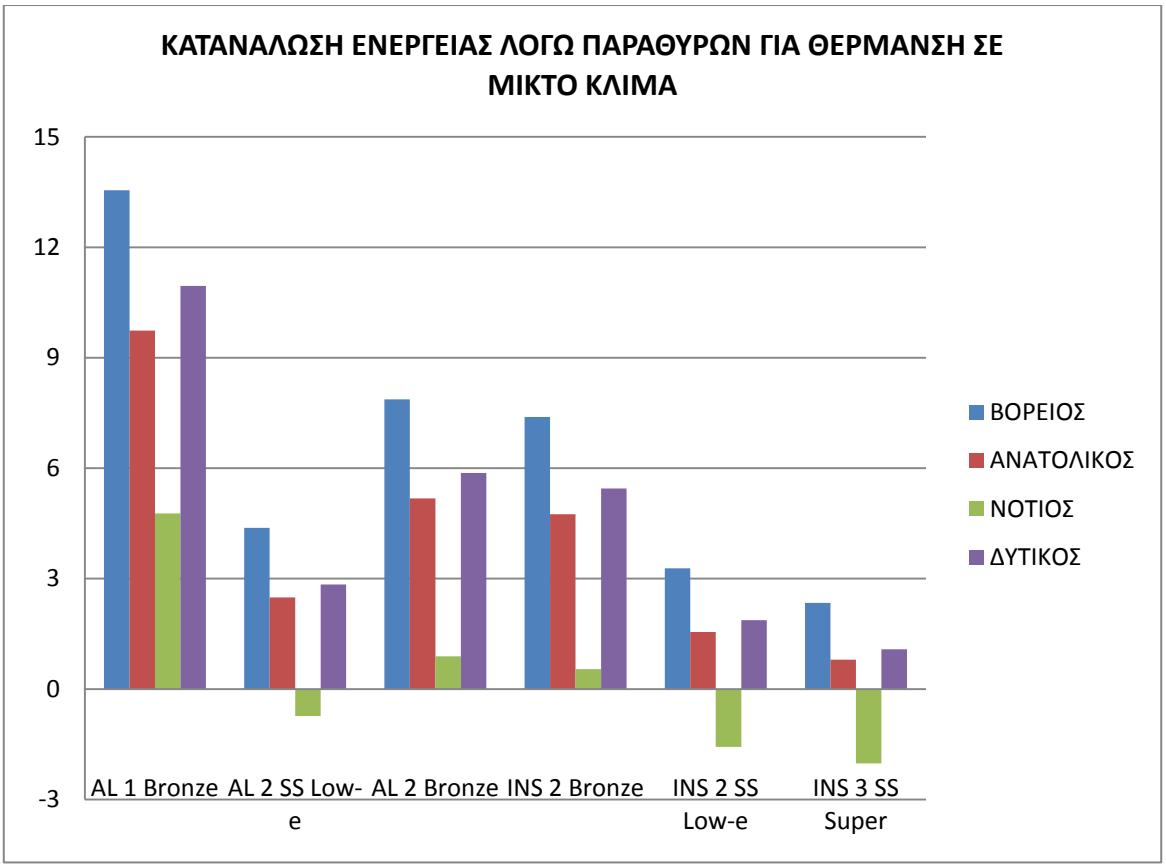
Η ψυχρή ζώνη έχει αυξημένες απαιτήσεις για δροσισμό σε σύγκριση με τις ενεργειακές απαιτήσεις της για θέρμανση. Και αυτό είναι εμφανές στο παραπάνω διάγραμμα που με τη προσθήκη ενισχυμένων υαλοπινάκων φτάνει σχεδόν τις μηδενικές τιμές η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση. Στην περίπτωση του διπλού υαλοπίνακα με αλουμίνιο στο πλαίσιο του, του διπλού Low-E και του τριπλού με μόνωση έχουμε βαθμιδωτά εξοικονόμηση ενέργειας στους νότιους προσανατολισμούς. Αυτό συμπεραίνεται λόγω των αρνητικών τιμών. Επιπλέον βέλτιστη επιλογή στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι ο τριπλός υαλοπίνακας με μόνωση που μειώνει την ενεργειακή κατανάλωση ενέργειας στο ελάχιστο.

2.ΜΙΚΤΗ ΖΩΝΗ (ΜΙΚΤΟ ΚΛΙΜΑ)

Πίνακας 6.8: Κατανάλωση ενέργειας λόγω παραθύρων για θέρμανση στη μικτη ζώνη

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ				
ΕΙΔΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ			
	ΒΟΡΕΙΟΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ	ΔΥΤΙΚΟΣ
AL 1 Bronze	13,55	9,74	4,77	10,95
AL 2 SS Low-e	4,38	2,49	-0,73	2,84
AL 2 Bronze	7,87	5,18	0,89	5,87
INS 2 Bronze	7,39	4,75	0,54	5,45
INS 2 SS Low-e	3,28	1,55	-1,57	1,87
INS 3 SS Super	2,34	0,8	-2,02	1,08

Στη Μικτή Ζώνη παρατηρούμε ότι οι εξοικονομήσεις λόγω προσανατολισμού των παραθύρων αλλά και λόγω των χαρακτηριστικών των ενισχυμένων υαλοπινάκων υπάρχουν μεγαλύτερες εξοικονομήσεις για τους Low-E και τον τριπλό αντίστοιχα. Επίσης οι ανάγκες για θέρμανση του κτιρίου είναι μεγαλύτερες από την Ψυχρή Ζώνη ενώ επίσης ο μονός σε σύγκριση με τους διπλούς απαιτεί κατά πολύ περισσότερο κατανάλωση ενέργειας τόσο στο βόρειο όσο και στους άλλους προσανατολισμούς των παραθύρων.



Διάγραμμα 6.10: Κατανάλωση ενέργειας λόγω παραθύρων για θέρμανση σε μικτό κλίμα

Στο ραβδόγραμμα λοιπόν οι πράσινες μπάρες που βρίσκονται κάτω από το Χ άξονα αποτελούν την εξοικονόμηση ενέργειας λόγω παραθύρων για θέρμανση στο μικτό κλίμα και αποτελούν παράθυρα που βρίσκονται επί νοτίου προσανατολισμού. Πρέπει να σημειωθεί ότι η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση βάσει του προγράμματος συγκρίνεται με βάση ένα μονωμένο τοίχο χωρίς ανοίγματα, δηλαδή με την κατανάλωση ενέργειας που θα είχε ένας μονωμένος τοίχος. Έτσι αν η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση είναι θετική τότε τα παράθυρα στην κάθε περίπτωση χρησιμοποιούν περισσότερη ενέργεια από έναν μονωμένο τοίχο. Σε αντίθετη περίπτωση καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από τον μονωμένο τοίχο.

1. ΘΕΡΜΗ ΖΩΝΗ (ΨΥΧΡΟ ΚΛΙΜΑ)

Από τον πίνακα παρατηρούμε ότι μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω ύπαρξης παραθύρων και μάλιστα με νότιο προσανατολισμό είναι ο τριπλός με μόνωση έπειτα ο Low-E με μόνωση και στη συνέχεια ο διπλός Low-E με μόνωση , ο Low-E χωρίς μόνωση και τέλος ο διπλός μπρονζέ. Τέλος ο πιο απλός τύπος υαλοπίνακα που είναι ο μονός δεν παρουσιάζει καμία εξοικονόμηση ενέργειας.

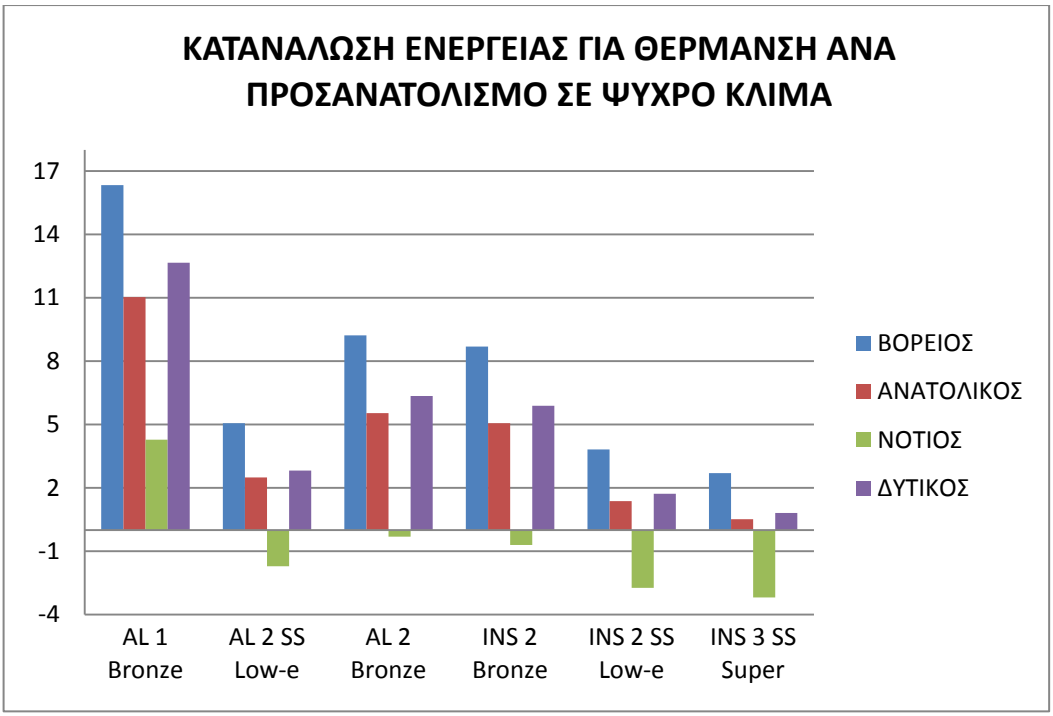
Πίνακας 6.9: Κατανάλωση ενέργειας λόγω παραθύρων στην θερμή ζώνη

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ				
ΕΙΔΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ			
	ΒΟΡΕΙΟΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ	ΔΥΤΙΚΟΣ
AL 1 Bronze	16,33	11,03	4,28	12,66
AL 2 SS Low-e	5,06	2,49	-1,71	2,82
AL 2 Bronze	9,22	5,54	-0,31	6,35
INS 2 Bronze	8,69	5,06	-0,7	5,89
INS 2 SS Low-e	3,82	1,37	-2,73	1,72
INS 3 SS Super	2,7	0,52	-3,19	0,81

Από τον πίνακα παρατηρούμε ότι μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω ύπαρξης παραθύρων και μάλιστα με νότιο προσανατολισμό είναι ο τριπλός με μόνωση έπειτα ο Low-E με μόνωση και στη συνέχεια ο διπλός Low-E με μόνωση , ο Low-E χωρίς μόνωση και τέλος ο διπλός μπρονζέ. Τέλος ο πιο απλός τύπος υαλοπίνακα που είναι ο μονός δεν παρουσιάζει καμία εξοικονόμηση ενέργειας.

Οι Low-E υαλοπίνακες σε σύγκριση με τους άλλου είδους διπλούς επιτρέπουν τη διάχυση του φωτός και της θερμότητας αποτρέποντας στη συνέχεια την έξοδο της θερμότητας από το κτίριο. Άρα με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνονται απίστευτα αποτελέσματα όπως οικονομίες κλίματος. Συνεπώς στη θερμή ζώνη που χαρακτηρίζεται από ψυχρό κλίμα δεσμεύουν τη θερμότητα στο εσωτερικό τους προκειμένου να καλύψουν τις ανάγκες και έτσι η εξοικονόμηση ενέργειας από τους υαλοπίνακες αυτούς σε σύγκριση με τους διπλούς και διπλούς μονωμένους είναι μεγαλύτερη. Ο τριπλός ενισχυμένος παρατηρείται επίσης από το διάγραμμα ότι παρουσιάζει και πάλι μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας.

Στα ψυχρά κλίματα παρατηρείται μεγάλη πτώση της εξωτερικής θερμοκρασίας με την εσωτερική αυτή του κτιρίου με αποτέλεσμα την ταυτόχρονη πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας. Έτσι βρίσκεται κάτω από τα επιθυμητά όρια θερμικής άνεσης με αποτέλεσμα την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση.



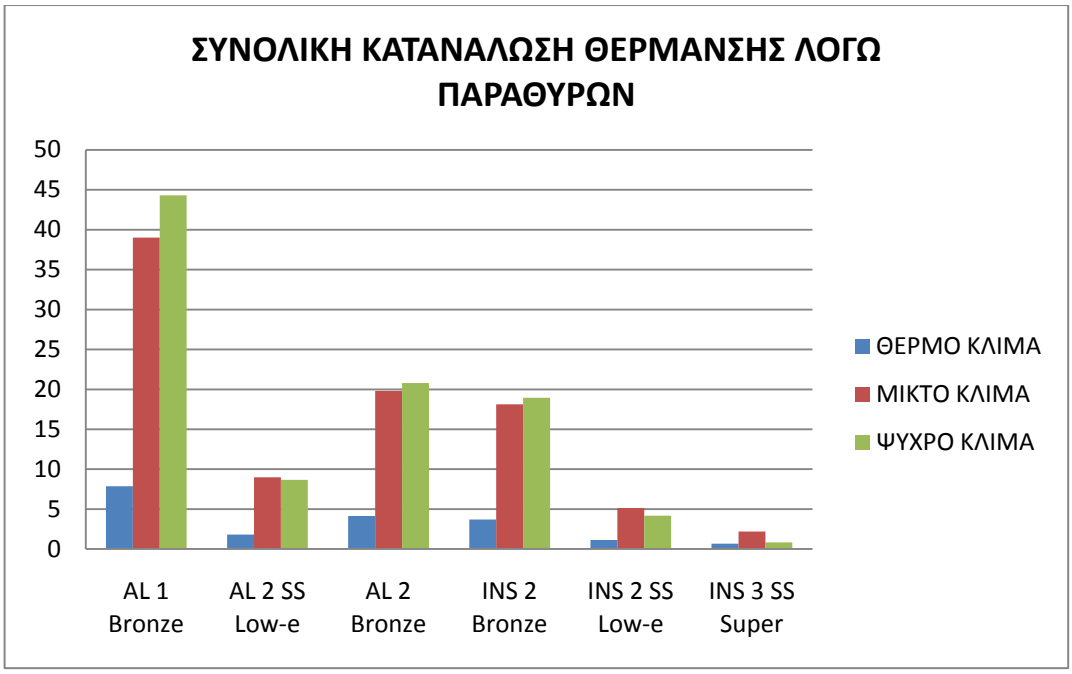
Διάγραμμα 6.11: Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση ανά προσανατολισμό σε ψυχρό κλίμα.

Η Θερμή Ζώνη χαρακτηρίζεται από μεγάλες απαιτήσεις των κτιρίων για θέρμανση προκειμένου να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες. Αυτό είναι εμφανές από τις μεγάλες τιμές στο παραπάνω διάγραμμα. Όσον αφορά τον προσανατολισμό των παραθύρων οι εξοικονομήσεις ενέργειας των διπλών Low-E και του τριπλού είναι ευδιάκριτες. Στη συγκεκριμένη ζώνη επίσης παρατηρείται εξοικονόμηση από την κατανάλωση ενέργειας για ψύξη και στην περίπτωση των διπλών υαλοπινάκων στον νότιο προσανατολισμό φυσικά που υποδεικνύει και ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός.

2. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ

Πίνακας 6.10: Συνολική κατανάλωση θέρμανσης λόγω παραθύρων.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ			
ΕΙΔΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	ΘΕΡΜΟ ΚΛΙΜΑ	ΜΙΚΤΟ ΚΛΙΜΑ	ΨΥΧΡΟ ΚΛΙΜΑ
AL 1 Bronze	7,87	39,01	44,3
AL 2 SS Low-e	1,82	8,98	8,66
AL 2 Bronze	4,13	19,81	20,8
INS 2 Bronze	3,7	18,13	18,94
INS 2 SS Low-e	1,14	5,13	4,18
INS 3 SS Super	0,67	2,2	0,84



Διάγραμμα 6.12: Συνολική κατανάλωση θέρμανσης λόγω παραθύρων

Από το διάγραμμα συμπεραίνουμε ότι στο ψυχρό κλίμα η προσφορά των παραθύρων στη συνολική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση του κτιρίου είναι σε αρκετά μεγάλα επίπεδα σε σύγκριση με το θερμό κλίμα που η προσφορά τους πολύ μικρότερη.

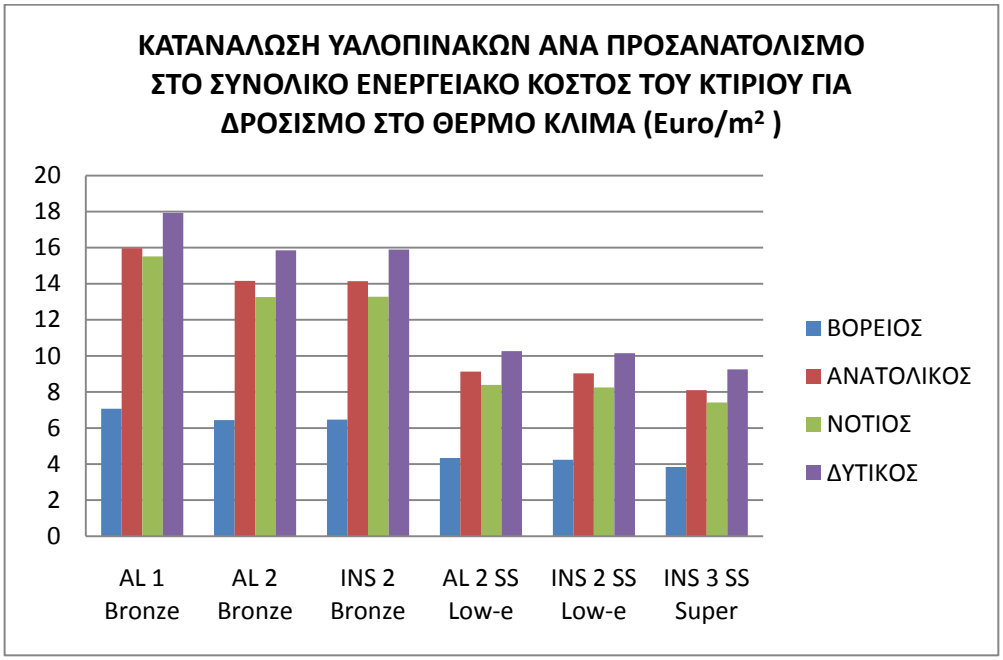
ΔΕΙΚΤΗΣ WINDOW ANNUAL COST

Ο Δείκτης Window Annual Cost (WAC) αναφέρεται στη διαφορά ανάμεσα στο κόστος ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου με το προσομοιωμένο είδος παραθύρου για ένα χρόνο και σε αυτό που έχει στη θέση του παραθύρου ένα μονωμένο τοίχο χωρίς παράθυρο. Ο τύπος του συγκεκριμένου δείκτη φαίνεται παρακάτω:

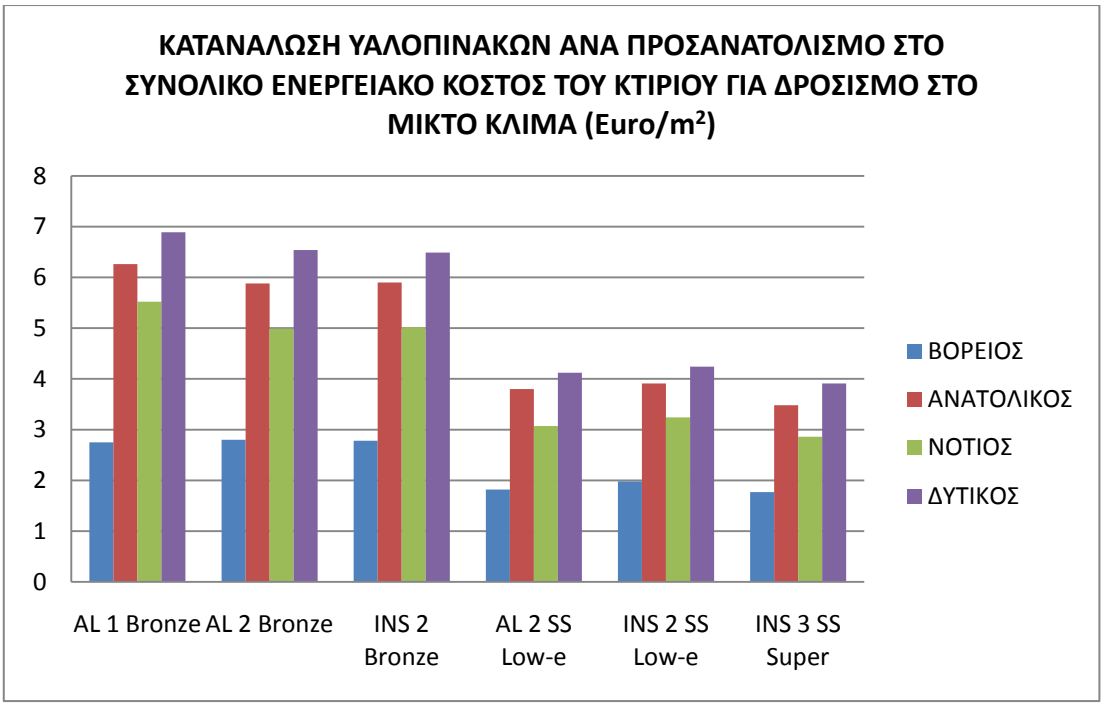
WAC (€/έτος)	=	Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου με υπολογισμό των παραθύρων ως μονωμένους τοίχους χωρίς παράθυρα για ένα χρόνο εκφρασμένη σε χρηματικές μονάδες	-	Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου με χρήση υαλοπινάκων της επιλογής μας για ένα χρόνο εκφρασμένη σε χρηματικές μονάδες

Οι θετικές τιμές του δείκτη αυτού δηλώνουν ότι το παράθυρο χρησιμοποιεί περισσότερη ενέργεια από ότι ένας μονωμένος τοίχος χωρίς παράθυρα. Οι αρνητικές

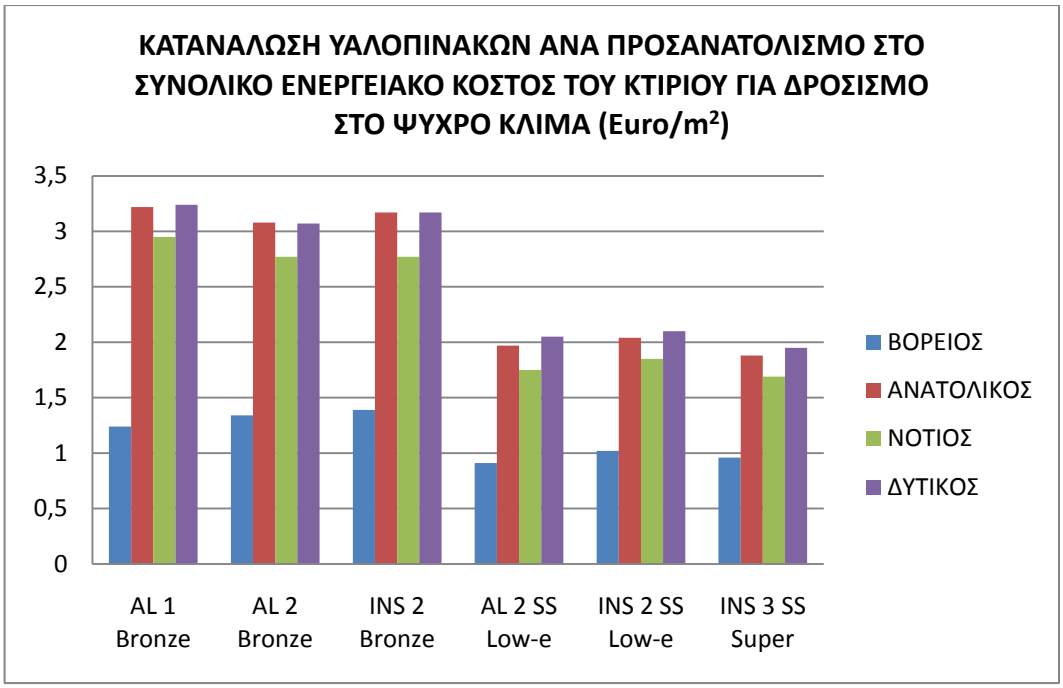
τιμές αναπαριστούν την εξοικονόμηση από τη χρήση του συγκεκριμένου παραθύρου στην συνολική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου.



Διάγραμμα 6.13: Κατανάλωση υαλοπινάκων ανά προσανατολισμό στο συνολικό ενεργειακό κόστος του κτιρίου για δροσισμό στο Θερμό κλίμα.



Διάγραμμα 6.14: Κατανάλωση υαλοπινάκων ανά προσανατολισμό στο συνολικό ενεργειακό κόστος του κτιρίου για δροσισμό στο Μικτό κλίμα.



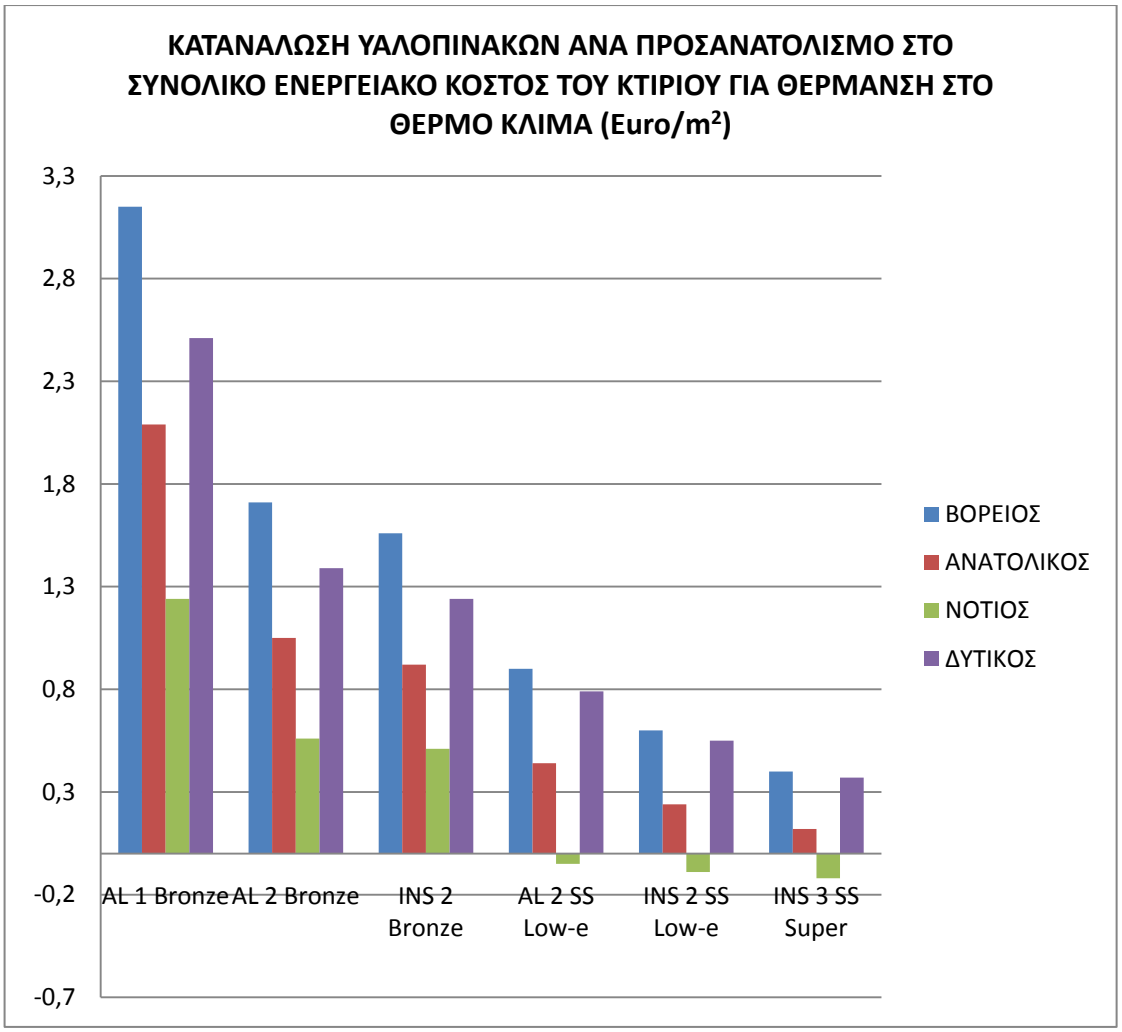
Διάγραμμα 6.15: Κατανάλωση υαλοπινάκων ανά προσανατολισμό στο συνολικό ενεργειακό κόστος του κτιρίου για δροσισμό στο Ψυχρό κλίμα

Τα αποτελέσματα της κατανάλωσης για δροσισμό του κτιρίου είναι πάντα θετικά σε σχέση με τα αποτελέσματα της κατανάλωσης για θέρμανση που μπορούν να πάρουν θετικές και αρνητικές τιμές. Στα τρία παραπάνω διαγράμματα διακρίνονται και συμπεραίνονται τα εξής όσον αφορά τη λειτουργία και κατανάλωση των υαλοπινάκων ανά προσανατολισμό στο συνολικό κόστος του κτιρίου για :

ΨΥΧΡΟ ΚΛΙΜΑ

Βόριος Προσανατολισμός: Μικρότερη κατανάλωση ενέργειας για δροσισμό παρουσιάζεται στον τριπλό ενισχυμένο και μονωμένο υαλοπίνακα οπότε και είναι η βέλτιστη λύση. Έπειτα ακολουθούν στα ίδια περίπου επίπεδα τόσο ο υαλοπίνακας χαμηλής εκπομπής με αλουμινένιο πλαίσιο όσο και ο υαλοπίνακας χαμηλής εκπομπής με μόνωση στο πλαίσιο του. Έπειτα οι διπλοί με αλουμινένιο πλαίσιο και μόνωση και τέλος ο απλός υαλοπίνακας με αλουμίνιο στο πλαίσιο του μιας και αποτελεί την πιο απλή μορφή υάλωσης και απαιτεί μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας στο συνολικό ενεργειακό κόστος του κτιρίου.

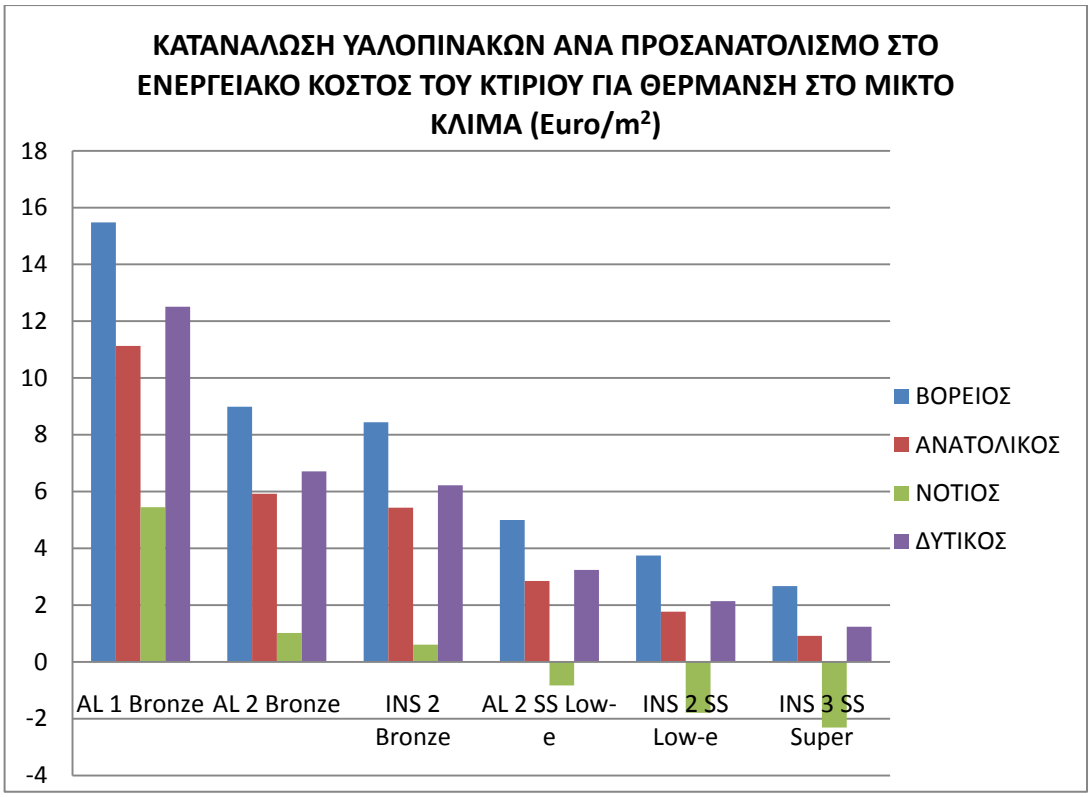
Ομοίως ο ανατολικός, ο δυτικός και ο νότιος ακολουθεί την ίδια πορεία με άλλοτε μικρότερες και άλλοτε μεγαλύτερες αυξομειώσεις στην κατανάλωση υαλοπινάκων ως προς το συνολικό ενεργειακό κόστος του κτιρίου.



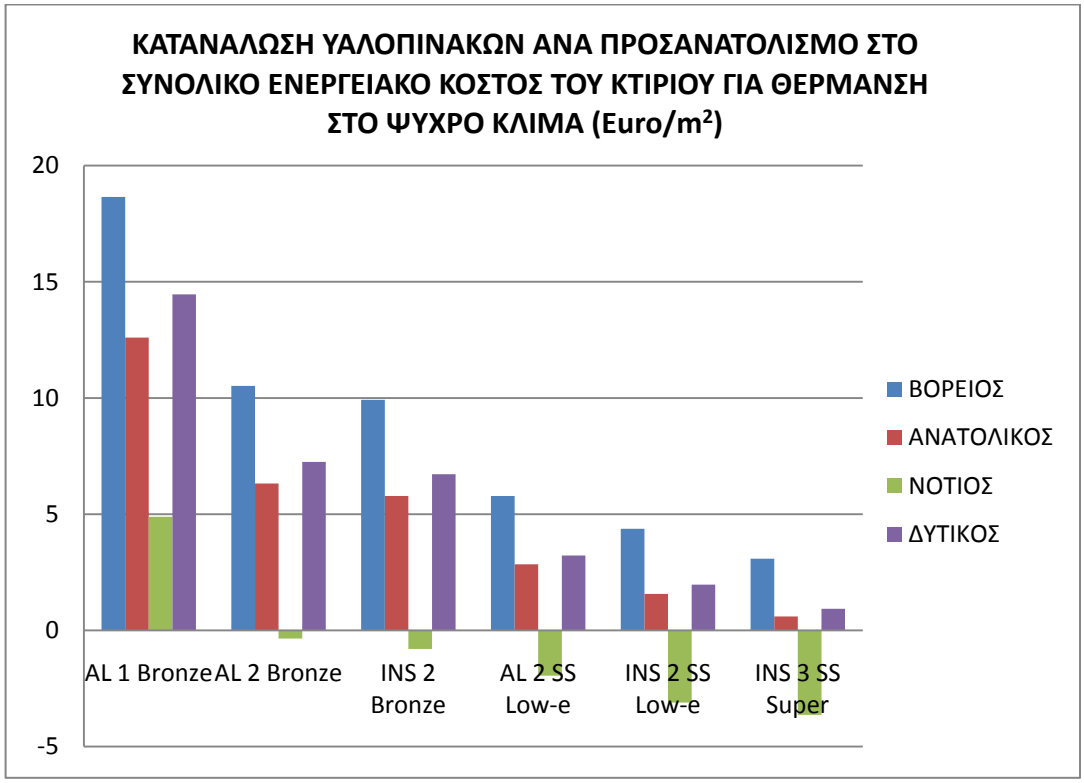
Διάγραμμα 6.16: Κατανάλωση υαλοπινάκων ανά προσανατολισμό στο συνολικό ενεργειακό κόστος του κτιρίου για θέρμανση στο Θερμό κλίμα

Στο Διάγραμμα 6.16 στις περιπτώσεις του διπλού μονωμένου υαλοπίνακα και του διπλού με αλουμινένιο πλαίσιο χαμηλής εκπομπής παρατηρείται εξοικονόμηση ενέργειας που αυξάνεται βαθμιαία περνώντας από τον λιγότερο στον περισσότερο ενισχυμένο υαλοπίνακα στην περίπτωση πάντα του νοτίου προσανατολισμού για βέλτιστη τοποθέτηση των ανοιγμάτων που επιδεικνύει ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός.

Στη συνέχεια ακολουθούν τα διαγράμματα 6.17 και 6.18 τα οποία αναφέρονται στην κατανάλωση των υαλοπινάκων ανά προσανατολισμό στο συνολικό ενεργειακό κόστος του κτιρίου για θέρμανση τόσο στο μικτό όσο και στο ψυχρό κλίμα.



Διάγραμμα 6.17: Κατανάλωση υαλοπινάκων ανά προσανατολισμό στο συνολικό ενεργειακό κόστος του κτιρίου για θέρμανση στο Μικτό κλίμα.

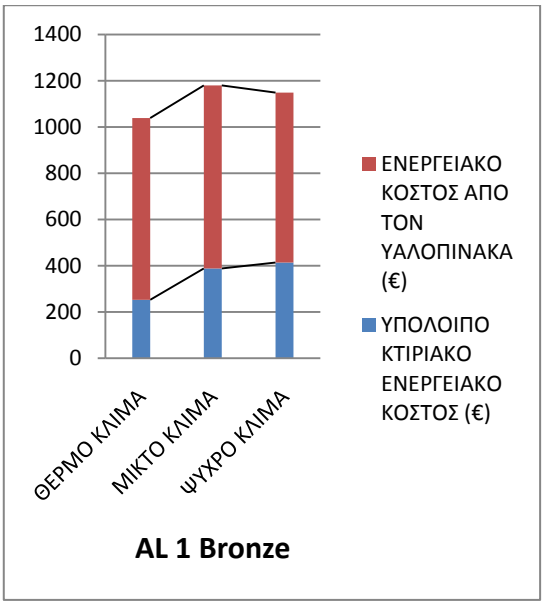


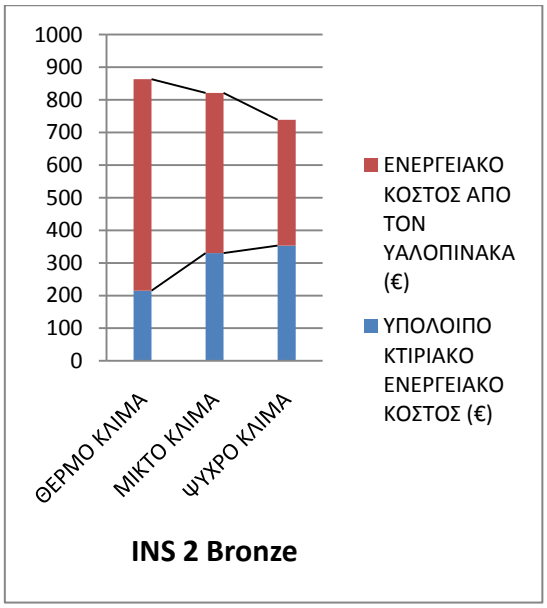
Διάγραμμα 6.18: Κατανάλωση υαλοπινάκων ανά προσανατολισμό στο συνολικό ενεργειακό κόστος του κτιρίου για θέρμανση στο Ψυχρό κλίμα.

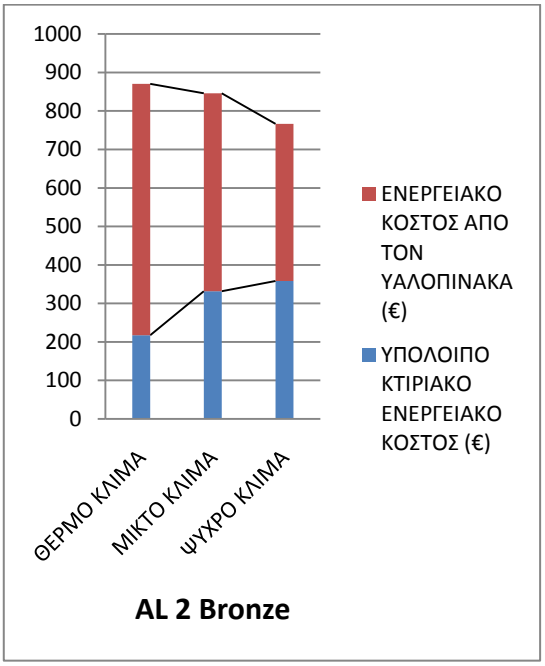
Στην συνέχεια σχεδιάσαμε για να γίνει πιο εμφανής η κατανάλωση των υαλοπινάκων ανά θερμική ζώνη και ανά κλίμα της εκάστοτε περιοχής κατασκευάσαμε συγκριτικά διαγράμματα ενεργειακής κατανάλωσης του κάθε υαλοπίνακα ως προς τη συνολική κατανάλωση του κτιρίου.

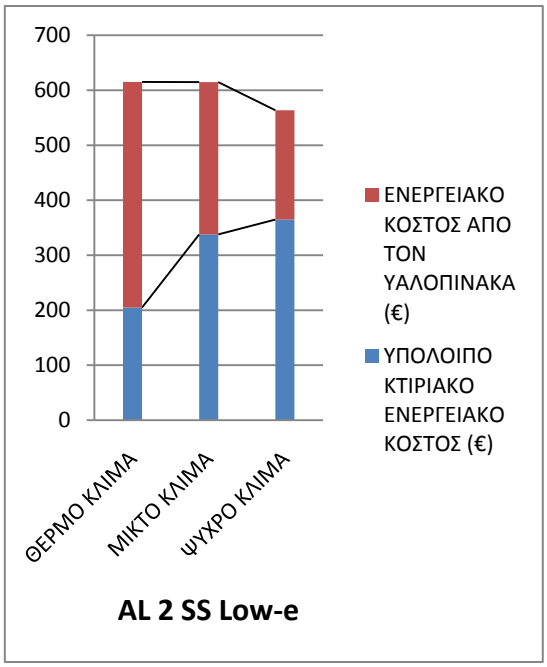
Στόχος μας ήταν να συγκρίνουμε τα μεγέθη αυτά και να εκλάβουμε το μερίδιο κατανάλωσης του κάθε υαλοπίνακα ως προς το συνολικό του κτιρίου.

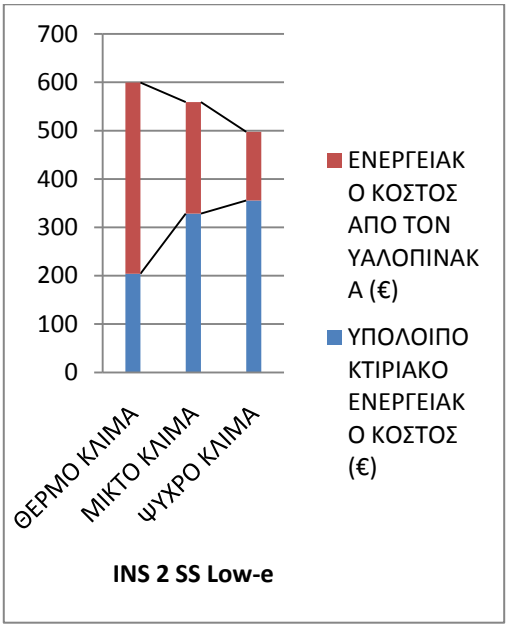
ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΡΙΔΙΩΝ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΑΝΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ

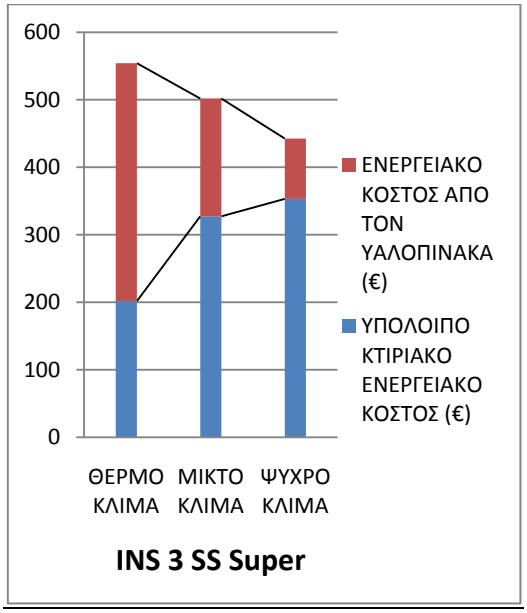




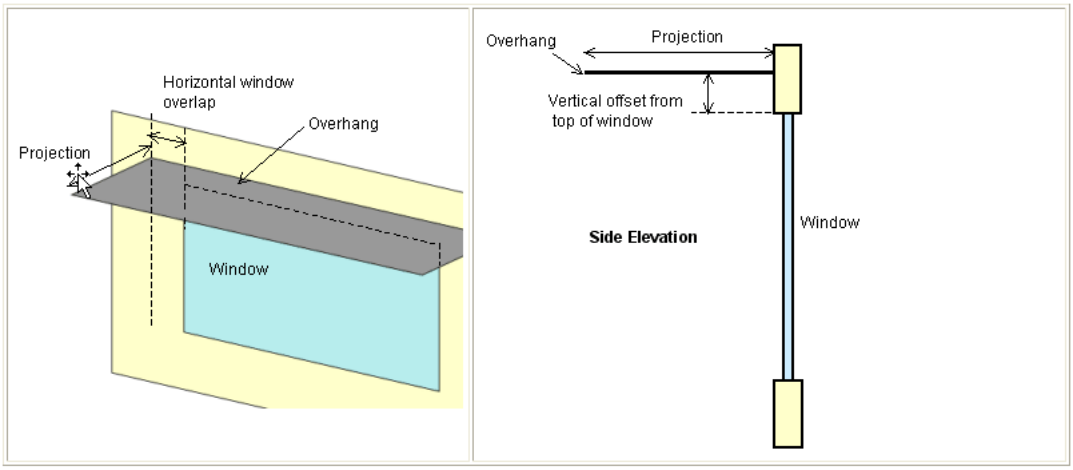





700
600
500
400
300
200
100
0
ΘΕΡΜΟ ΚΛΙΜΑ
ΜΙΚΤΟ ΚΛΙΜΑ
ΨΥΧΡΟ ΚΛΙΜΑ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ (€)
ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)
INS 2 SS Low-e


600
500
400
300
200
100
0
ΘΕΡΜΟ ΚΛΙΜΑ
ΜΙΚΤΟ ΚΛΙΜΑ
ΨΥΧΡΟ ΚΛΙΜΑ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ (€)
ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)
INS 3 SS Super

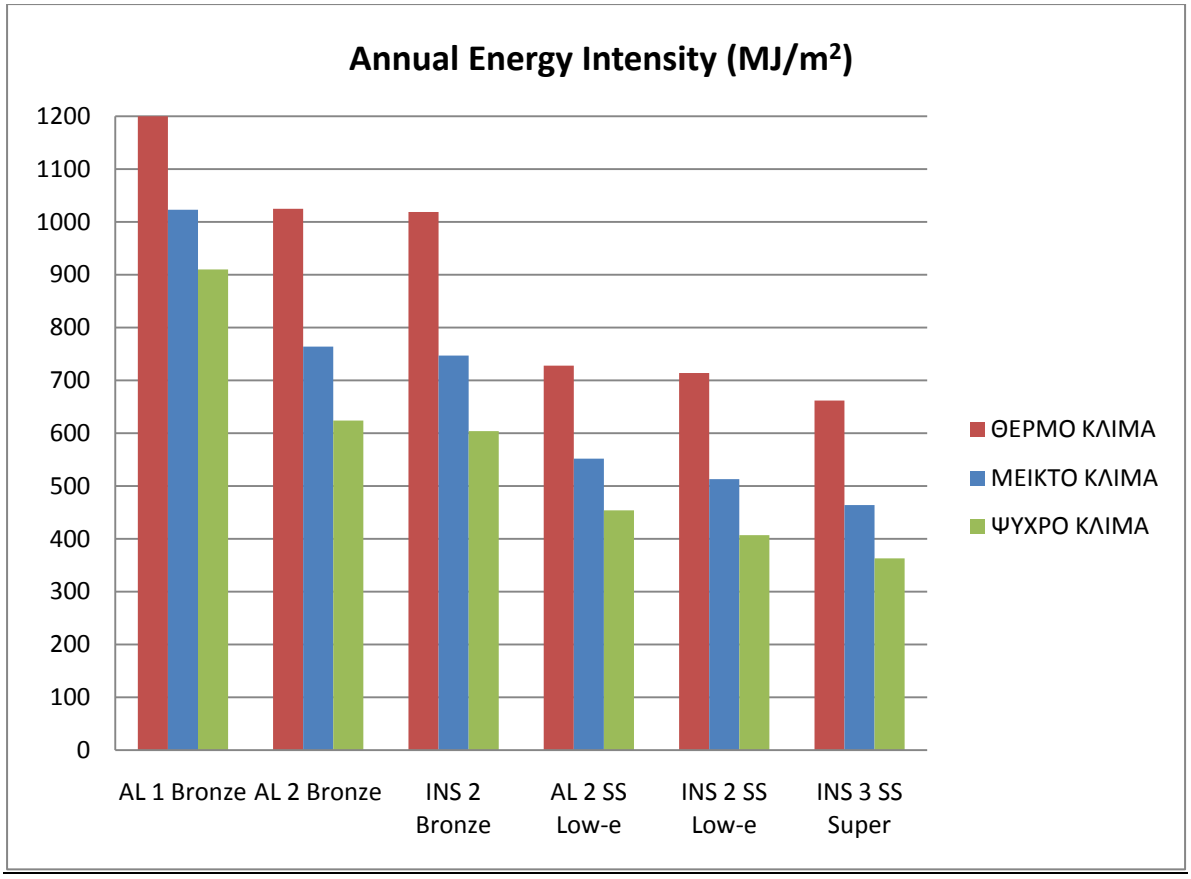
Στη συνέχεια προσθέσαμε στο κτίριο Συστήματα Σκίασης και Ηλιοπροστασίας για να προβεί ένα συμβατικό κτίριο σε μία μορφή με κατεύθυνση στο Βιοκλιματικό Σχεδιασμό. Επιλέχθηκαν λοιπόν σκίαστρα και οριζόντιοι πρόβολοι 2’ ιντσών.



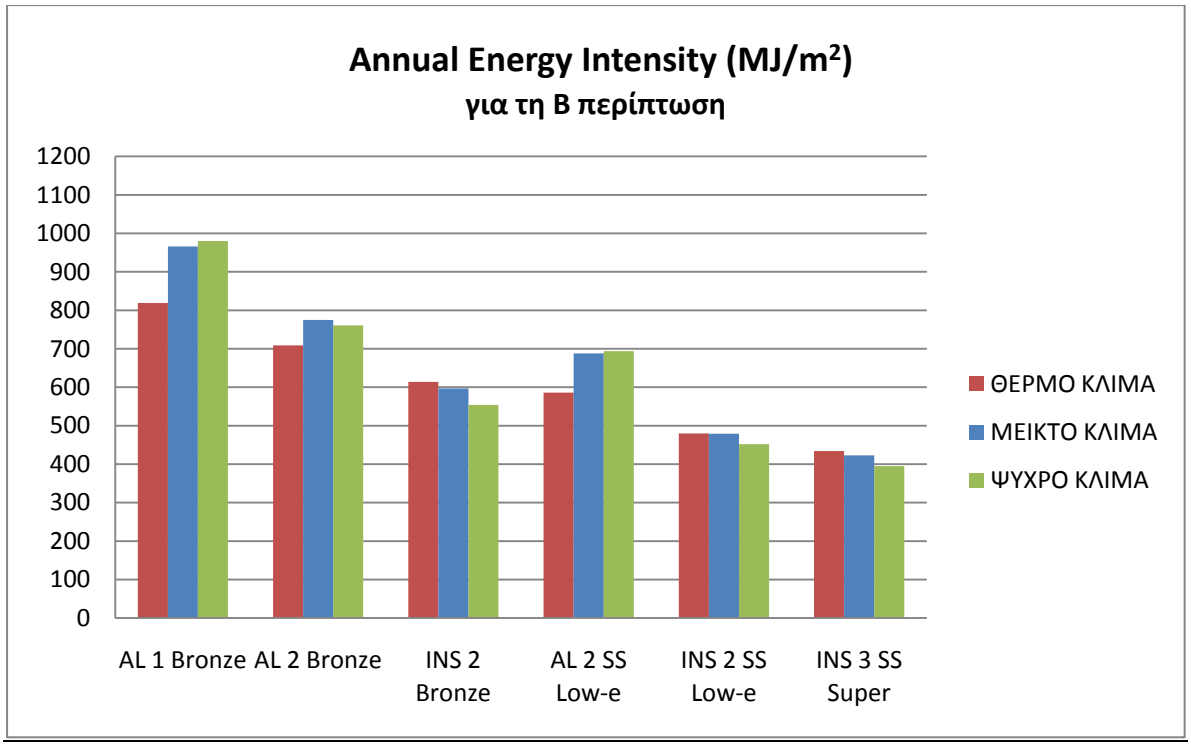
Εικόνα 6.7: Τοποθέτηση Προβόλων πάνω από τους υαλοπίνακες.

Αυτά τα συστήματα αποτελούν ειδικό σύστημα προστασίας του κελύφους και της θερμικής προστασίας του κτιρίου που αντιμετωπίζει τα ηλιακά κέρδη των παραθύρων και των ανοιγμάτων μέσω του φαινομένου του σκιασμού και αποτελεί βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή οποιασδήποτε άλλης τεχνικής φυσικού ή τεχνητού δροσισμού.

Επίσης τα συστήματα σκίασης είναι μέσο ελέγχου της θάμβωσης γιατί μειώνει την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στους χώρους του κτιρίου και επιτυγχάνεται με γειτονικές κατασκευές οι οποίες βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους. Στη περίπτωση φυσικού δροσισμού διατηρεί τη θερμοκρασία στο εσωτερικό των χώρων στα επιτρεπόμενα όρια ενώ στην περίπτωση τεχνητού δροσισμού εξοικονομείται ενέργεια για χρήση της άλλη στιγμή προκειμένου να εξισορροπήσει τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις.



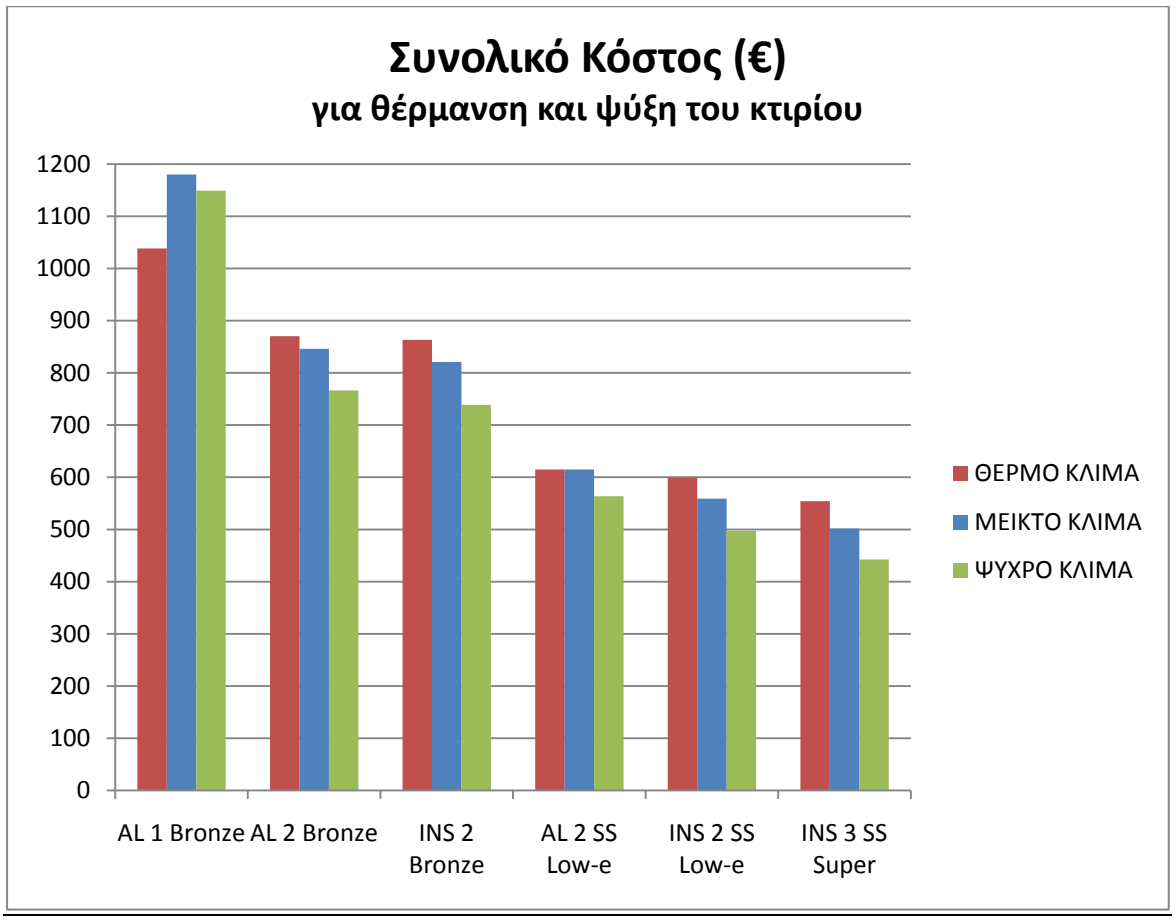
Διάγραμμα 6.19: Ενεργειακή Ένταση ανά μονάδα δαπέδου (m^2).



Διάγραμμα 6.20 : Ενεργειακή Ένταση του κτιρίου ανά μονάδα δαπέδου Β' περίπτωσης (m^2).

Με την προσθήκη λοιπόν Συστημάτων Ηλιοπροστασίας και Σκιασμού παρατηρείται μείωση της ενεργειακής έντασης του κτιρίου ανά μονάδα δαπέδου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση των ηλιακών κερδών για θέρμανση και δροσισμό του κτιρίου γιατί εξισορροπούνται οι θερμοκρασιακές διαφορές.

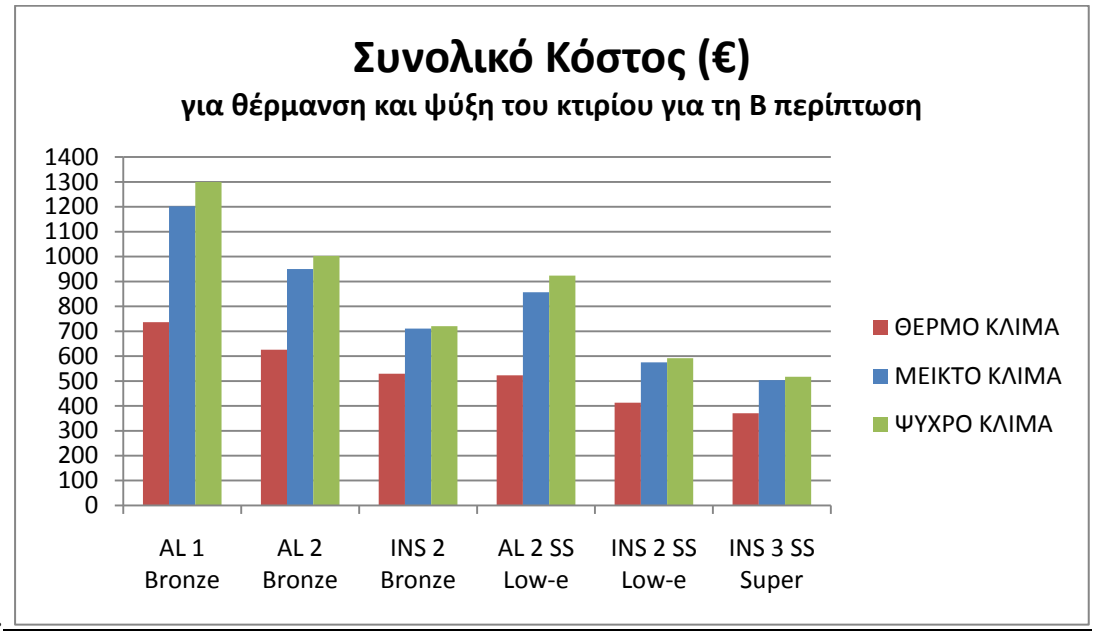
Παρατηρείται επίσης ότι στο Θερμό Κλίμα είναι μία πολύ καλή λύση γιατί μειώνουν τα ηλιακά κέρδη και τη κατανάλωση θερμότητας των υαλοπινάκων για θέρμανση αλλά στην περίπτωση του ψυχρού κλίματος έχουμε αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης για ψύξη αφού διευκολύνουν και δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες επιπλέον δροσισμού του κτιρίου.



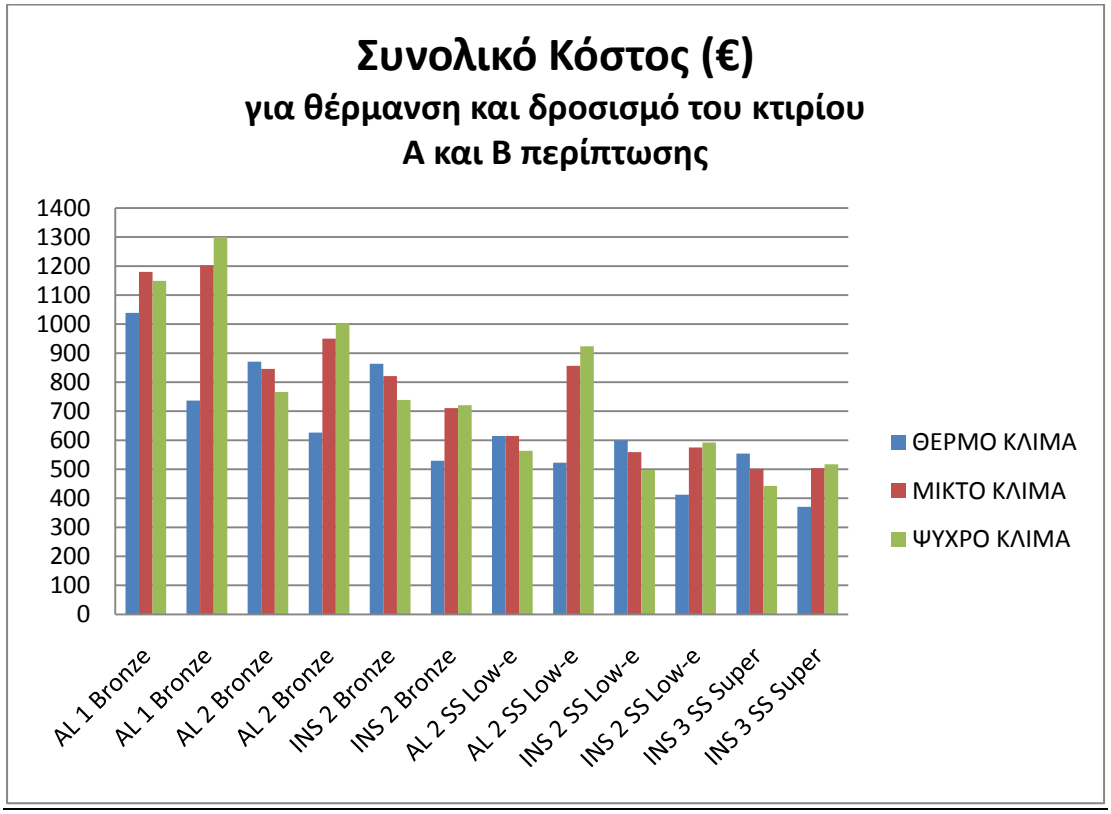
Διάγραμμα 6.21: Συνολικό Κόστος για θέρμανση και ψύξη του κτιρίου Α' περίπτωσης.

Η επίδραση που έχουν στο συνολικό κόστος του κτιρίου όσον αφορά τη θέρμανση και το δροσισμό του κτιρίου στα διάφορα κλίματα στη Β' περίπτωση έχουμε στο Θερμό κλίμα αισθητή μείωση στο κόστος κατανάλωσης του κτιρίου ενώ

στο ψυχρό κλίμα την αύξηση της. Στο μικτό διακρίνουμε διάφορες διακυμάνσεις ανάλογα τις καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του έτους.



Διάγραμμα 6.22: Συνολικό Κόστος για θέρμανση και δροσισμό του κτιρίου Β' περίπτωσης



Διάγραμμα 6.23: Συγκριτικό Συνολικό Κόστος για θέρμανση και δροσισμό Α' και Β' περίπτωσης.

Με αυτόν τον τρόπο γίνεται πιο αισθητή η σύγκριση στο συνολικό κόστος των Α’ και Β’ περιπτώσεων που μελετήσαμε σχεδιάσαμε ένα συγκριτικό διάγραμμα της κατανάλωσης των υαλοπινάκων σε σχέση με τα 3 κλίματα και τους διάφορους υαλοπίνακες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1) Με τα συστήματα ηλιοπροστασίας και σκιασμού παρατηρήσαμε ότι στο θερμό κλίμα έχουμε μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.

2) Μείωση του συνολικού κόστους για θέρμανση και ψύξη.

3) Οι νέες τεχνολογίες υαλοπινάκων και η εφαρμογή διπλού υαλοπίνακα τύπου Low-e στις κατοικίες λειτουργούν ευεργετικά για το περιβάλλον, καθώς μειώνεται δραστικά η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα.

4) Τα συστήματα σκίασης και αυτοπροστασίας δεν είναι αποδοτικά στα ψυχρά κλίματα γιατί αυξάνουν τα επίπεδα δροσισμού.

5) Οι επεμβάσεις στους υαλοπίνακες είναι ενεργειακά αποδοτικές σε όλες τις κλιματικές ζώνες.

6) Μετά από οικονομική ανάλυση προέκυψε το συμπέρασμα ότι η χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων μόνο όταν συμπεριλαμβάνει την αντικατάσταση υαλοπινάκων αφού το κόστος τους είναι συγκριτικά χαμηλότερο από οποιαδήποτε άλλη επέμβαση στο κτιριακό κέλυφος.

7) Η Ελλάδα θα μπορούσε να εξοικονομεί περισσότερο από 3,4 δισεκατομμύρια kWh ετησίως από την ενέργεια για δροσισμό με την αντικατάσταση των απλών τζαμιών και την τοποθέτηση υαλοπινάκων ηλιακού ελέγχου σε κατοικίες.

8) Με τη χρήση υαλοπινάκων μειώνεται δραστικά το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα.

9) Σε περίπτωση μάλιστα που η χρήση κλιματισμού στην Ελλάδα προσεγγίσει τα επίπεδα των ΗΠΑ, δηλαδή φτάσει στα επίπεδα του 65% για τις κατοικίες και 100% για τα μη οικιστικά κτίρια έως το 2020, η μείωση των εκπομπών που θα προκύψει από την τοποθέτηση υαλοπινάκων ηλιακού ελέγχου θα ανέρχεται σε 6,7 εκατ. τόνους διοξειδίου του άνθρακα ετησίως. Επιπλέον, υπολογίζεται ότι θα εξοικονομούνται 14,11 δισεκατομμύρια kWh κάθε χρόνο ενώ η συνολική κατανάλωση στη χώρα το 2020 εκτιμάται στα 79 δισ. KWh. Με τις τρέχουσες τιμές της Kwh το συνολικό όφελος από την εξοικονόμηση ρεύματος για ψύξη ανέρχεται σε 1,4 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως.

10) Υαλοπίνακες με αργό ανταποκρίνονται άριστα στις ανάγκες του ελληνικού κλίματος.

11) Οι υαλοπίνακες αποτελούν σημαντικά στοιχεία για παράθυρα - υαλοπετάσματα, όχι μόνο από ενεργειακή άποψη αλλά και από πλευράς, ηχομείωσης, ασφάλειας, πυρασφάλειας, ακόμη και διακόσμησης.

12) Στη μέση ζώνη της Ελλάδας όπως είναι η Αθήνα, οι διπλοί υαλοπίνακες μειώνουν ετησίως έως και 7400 kwh για θέρμανση και δροσισμό των κτιρίων εμβαδού 100 m^2

13) Στη θερμή ζώνη η εξοικονόμηση ξεπερνά τις 10.000 kwh.

14) Η χρήση ενισχυμένων υαλοπινάκων προσφέρουν στα συμβατικά κτίρια καλύτερη ηχομόνωση. Η χρήση διπλών υαλοπινάκων μειώνουν κατά 27%, 40% μέχρι και 46% .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] BIOCLIMATIC ARCHITECTURE, The Demonstration Component of the Joule.

[2] Thermie Programme, European Comission, Energy Research Group University College Dublin, Ireland, Published by: LIOR E.E.I.G., 1997.

[3] GREEN BUILDING MATERIALS, California Integrated Waste Management.

[4] ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ, Αιμ.Γ.Κορωναίος καθηγητής Ε.Μ.Π., Γ. Φοίβος Σαργέντης Υπ.Δρ.Ε.Μ.Π., Αθήνα 2005.

[5] EVALUATION OF HEAT FLUX REDUCTION PROVIDED BY THE USE OF RADIANT BARRIERS IN CLAY TILES ROOFS, Caren Michels, Roberto Lamberts, Saulo Gueths, Brazil, 2007.

[6] DESIGN AND PERFORMANCE OF A SOLAR - POWERED AIRCONDIOTIONING SYSTEM IN A GREEN BUILDING, Shanghai, China, 2007.

[7] THERMAL REGULATION LECTURE, Cornell University Ergonomics.

[8] Καρβούνης Σ.Κ. και Γεωργακέλλος Δ. 2003. Διαχείριση του περιβάλλοντος. Αθήνα: εκδόσεις Σταμούλης.

[9] The green House: New directions in sustainable architecture, Alana Stang, National Building Museum, Princeton Architectural Press, 2005.

[10] Sun, Wind & Light: Architectural design strategies, Braun G.Z., DeKey Mark, New York, 2001.

[11] Chi-Ming Lai, Prototype development of the rooftop turbine ventilator powered by hybrid wind and photovoltaic energy , (2006).

[12] CML. (2001). *Life Cycle Assessment: An operational guide to ISO standards*. Centre of Environmental Science – Leiden University.

[13] Curran MA, editor. (1996). *LCA Methodology, Environmental Life-Cycle Assessment*. New York: Mc-Graw-Hill.

[14] IEA-SHC Task 27: Environmental Performance Assessment of glazing and windows: context, overview, main concerns.

[15] Avasoo D. (2004) 'Energy Transparency For Energy Efficiency', Cooling Buildings in a Warming Climate, Sophia Antipolis, France 21-22 June 2004.

[16] BFRC Rating Calculations, www.bfrc.org.

[17] ISO 14040. (1997). *Environmental management-Life cycle assessment-Principles and framework*. The International Organisation for Standardisation.

[18] LBNL, Lawrence Berkeley National Laboratory. RESFEN 3.1. LBNL-40682 Rev. BS-371 Berkeley, CA USA, 1999.

[19] Κ.Α.Π.Ε. (1996) Οδηγίες για Θερμική-Οπτική Άνεση και εξοικονόμηση ενέργειας σε Δημόσια Σχολεία.

[20] Lampert, C.M. (1998). Smart switchable glazing for solar energy and daylight control.Solar Energy Materials and Solar Cells 52, 207-221.