

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΧΩΡΟΥΣ

ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2009

Βασιλικός Γ. Παναγιώτης

Επιβλέπων: Δρ. Κυμάκης Εμμανουήλ



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΧΩΡΟΥΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ Γ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

Επιβλέπων : Δρ. Κυμάκης Εμμανουήλ

Εξετάστηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 11^η Δεκέμβριος 2009.

.....
Δρ. Κουδουμάς Εμμ.

.....
Δρ. Κυμάκης Εμμ.

.....
Δρ. Καραπιδάκης Εμμ.

Ηράκλειο, Δεκέμβριος 2009

Περίληψη

Ένα από τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες κοινωνίες, είναι η ολοένα αυξανόμενη ενεργειακή κατανάλωση. Ειδικότερα ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, και ταυτόχρονα η λειτουργία των κτιριακών ενεργειακών συστημάτων συνεισφέρει σημαντικά στην εκπομπή CO₂ στην ατμόσφαιρα. Κατά συνέπεια, για την εξασφάλιση εξοικονόμησης ενέργειας, είναι απαραίτητη η εφαρμογή των αρχών του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων σύμφωνα με την οδηγία 2002/91/ΕΚ (EPBD, 2003) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η Ελλάδα ωστόσο, αν και έχει ήδη δεσμευθεί, εντούτοις δεν έχει ακόμα εναρμονιστεί η ελληνική νομοθεσία με την οδηγία του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου. Επιπλέον, σε επίπεδο οικιακού τομέα, οι καταναλωτές έχουν ελλιπή πληροφόρηση σχετικά με τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.

Ο σκοπός της πτυχιακής αυτής εργασίας είναι η παρουσίαση όλων των σύγχρονων μέτρων ενεργειακής βελτιστοποίησης ενός συγκεκριμένου κτιριακού συγκροτήματος του οικιακού τομέα, με ιδιαίτερη έμφαση στην ενσωμάτωση τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, καθώς και η επιλογή των βέλτιστων προτάσεων ανάλογα με το κόστος, τα νομοθετικά και τεχνολογικά εμπόδια που παρουσιάζουν.

Στην παρούσα λοιπόν πτυχιακή, πραγματοποιήθηκε μια ενεργειακή μελέτη στο δημαρχείο του Δήμου Γαζίου στο Ηράκλειο της Κρήτης. Αφού κατεγράφησαν όλες οι υφιστάμενες ενεργειακές καταναλώσεις και ο οικιακός εξοπλισμός της εγκατάστασης, ακολούθησε μια μελέτη της θερμομόνωσης του κελύφους του κτιρίου, με απώτερο σκοπό την αποτίμηση της ενεργειακής ταυτότητας της πολυκατοικίας.

Έτσι λοιπόν, για το κτίριο που εξετάστηκε, προτάθηκαν δράσεις για την ενεργειακή βελτιστοποίηση του κτιρίου, αφού ελήφθησαν υπόψη όλες οι νομοθετικές, οικονομικές και τεχνολογικές παράμετροι που εμφανίζονται.

Λέξεις Κλειδιά: Εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, Τεχνολογίες ενεργειακής βελτιστοποίησης στον οικιακό τομέα, Θερμομόνωση κελύφους

Abstract

One of the major problems faced by contemporary societies is the permanent increase of energy consumption. More specifically the building sector is responsible for about 40% of the total amount of energy consumption on a national and European basis. Moreover, the function of building energy systems contributes significantly to the CO₂ emissions in the atmosphere. Therefore, to secure energy saving, it is necessary to apply the standards of energy planning of the buildings according to the regulation 2002/91/EK (EPBD, 2003) of the European Parliament and the EU Council.

However, Greece, although committed, has not as yet complied with the direction of European Council. Moreover, as far as the domestic sector is concerned, the consumers are not satisfactorily familiar with energy saving procedures.

The scope of the present thesis is to introduce all the modern means of energy improvement on a specific building of domestic sector, with special emphasis on the application of Renewable Energy Sources (RES). In addition, there is an attempt to chose the best solutions for energy improvement, taking into consideration the cost as well as the legislative and technological obstacles presented.

Thus, on the present thesis, an energy project was carried out on the town hall of the Municipality of Gazi Heraklion Crete. Initially, all current energy consumption was recorded, followed by a study of the external thermal insulation of the building in order to evaluate the energy labelling of the building.

Finally, various solutions were proposed for the energy improvement of the building, considering all the legal, financial and technological aspects presented.

Keywords: Energy saving and efficiency in buildings, technological improvements in domestic sector, thermal insulation on building envelope

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο τμήμα Ηλεκτρολογίας της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του ΤΕΙ Κρήτης κατά τη διάρκεια του τελευταίου εξαμήνου φοίτησης.

Θα ήθελα να εκφράσω τη μεγάλη μου ευγνωμοσύνη στον Καθηγητή κ. Κυμάκη Εμμανουήλ για την ανάθεση αυτής της πτυχιακής εργασίας, την άψογη συνεργασία που είχαμε και κυρίως το έντονο ενδιαφέρον που έδειξε όλα αυτά τα χρόνια σε ζητήματα που κατά καιρούς με απασχόλησαν.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον Καθηγητή κ. Καραπιδάκης Εμμανουήλ για την ευστοχία των υποδείξεων και των συμβουλών του, που υπήρξε καταλυτική για την επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Σιδεράκη Κυριάκο που μεσολάβησε στη ΔΕΗ ώστε να μας δανείσει τη θερμική κάμερα για την αυτοψία που χρειαστήκαμε να κάνουμε.

Τέλος, θα ήθελα να αφιερώσω τη πτυχιακή μου εργασία στην πολυαγαπημένη μου οικογένεια, στους γονείς και στον αδελφό μου που με στηρίζουν όλα αυτά τα χρόνια με κάθε θυσία. Η ολοκλήρωση των σπουδών μου θα ήταν ανέφικτη δίχως την δική τους υποστήριξη, επιμονή αλλά και υπομονή που επέδειξαν. Τους ευχαριστώ μέσα από την καρδιά μου .

1.	Εισαγωγή.....	8
1.1.	Αντικείμενο πτυχιακής εργασίας.....	8
1.2.	Οργάνωση τόμου.....	10
2.	Κανονισμοί.....	11
2.1.	Θεσμικό πλαίσιο στην Ε.Ε.....	11
2.2.	Θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα.....	12
2.3.	Ενεργειακή Επιθεώρηση & Επιθεωρητές.....	16
2.3.1.	Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας κτιρίου:.....	16
2.3.2.	Τύποι ενεργειακών επιθεωρήσεων.....	17
2.3.2.1.	Περιγραφή της γενικής διαδικασίας μιας ενεργειακής επιθεώρησης.....	17
2.3.2.2.	Ο ενεργειακός επιθεωρητής.....	19
3.	Βιοκλιματική αρχιτεκτονική.....	25
3.1.	Θερμική Συμπεριφορά κτιρίου.....	26
3.1.1.	Τρόποι μετάδοσης της θερμότητας στα κτίρια.....	26
3.1.2.	Θερμομόνωση κτιρίων.....	27
3.1.2.1.	Εξωτερικής τοιχοποιίας.....	27
3.1.3.	Υαλοστάσια/Κουφώματα.....	29
3.1.4.	Στέγες-Φύτευση Δώματος.....	36
3.1.5.	Ψυχρά Υλικά.....	39
3.2.	Παθητική Θέρμανση κτιρίου.....	43
3.2.1.	Συλλογή άμεσων ηλιακών κερδών.....	43
3.2.1.1.	Το σχήμα και η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο.....	44
3.2.1.2.	Ο προσανατολισμός του κτιρίου και των ανοιγμάτων.....	44
3.2.2.	Αποθήκευση θερμότητας.....	45
3.2.3.	Διατήρηση θερμότητας.....	45
3.2.4.	Παθητικές κατασκευές θέρμανσης στο κτίριο.....	46
3.2.4.1.	Θερμοκήπια.....	46
3.2.4.2.	Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης.....	47
3.2.4.3.	Τοίχος Trombe-Michel.....	49
3.3.	Φυσικός φωτισμός.....	51
3.3.1.	Στόχοι κατά το σχεδιασμό για φυσικό φωτισμό.....	51
3.3.2.	Παράμετροι σχεδιασμού για την αξιοποίηση του φυσικού φωτός.....	52

3.3.3.	Η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο.....	52
3.3.4.	Τα διαφανή στοιχεία του κελύφους.....	53
3.4.	Φυσικός Δροσισμός Κτιρίου.....	54
3.4.1.	Ολοκληρωμένος σχεδιασμός.....	56
3.4.2.	Φυσικός ή παθητικός δροσισμός	57
3.4.3.	Σκιασμός κτιρίου & ηλιοπροστασία ανοιγμάτων όψεων	57
3.4.4.	Μείωση εξωτερικών θερμικών κερδών.....	59
3.4.5.	Μείωση εσωτερικών θερμικών κερδών	60
3.4.6.	Φυσικός αερισμός	61
4.	Ενεργειακός Σχεδιασμός.....	64
4.1.	Εξοικονόμηση ενέργειας στο τεχνητό φωτισμό.....	64
4.1.1.	Αριστοποίηση του τεχνητού φωτισμού των χώρων.....	65
4.1.2.	Αντικατάσταση λαμπτήρων με νέους αποδοτικότερους.....	66
4.1.3.	Ανακατασκευή του συστήματος φωτισμού.....	66
4.1.4.	Εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου του φωτισμού	67
4.1.5.	Διόρθωση του συντελεστή ισχύος (συνφ) στο φωτισμό	67
4.2.	Επεμβάσεις στη διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας.....	68
4.2.1.	Εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης ενέργειας (BEMS)	68
4.2.2.	Μείωση των απωλειών ηλεκτρικής ενέργειας.....	68
4.2.3.	Εγκατάσταση ή βελτίωση συστημάτων αυτοματισμού.....	69
4.2.4.	Βελτίωση της λειτουργίας της συντήρησης	69
4.2.5.	Υποκατάσταση ηλεκτρισμού	69
4.3.	Επεμβάσεις σε ηλεκτροκινητήρες	70
4.3.1.	Αντικατάσταση υπερδιαστασιοποιημένων κινητήρων	70
4.3.2.	Εγκατάσταση κινητήρων υψηλής απόδοσης	70
4.3.3.	Εγκατάσταση κινητήρων μεταβλητού αριθμού στροφών	71
4.3.4.	Χρήση συστήματος περισσότερων μικρών κινητήρων-συσκευών.....	71
4.3.5.	Διόρθωση του συντελεστή ισχύος (συνφ) σε κινητήρες	71
4.4.	Αναβάθμιση του κεντρικού συστήματος Θέρμανσης	72
4.4.1.	Ρύθμιση του υφιστάμενου λέβητα.....	74
4.4.2.	Λέβητα υψηλής απόδοσης.....	74
4.4.3.	Χρήση λεβήτων με υπομονάδες.....	74
4.5.	Ενεργειακές επεμβάσεις στα συστήματα ψύξης	75
4.6.	Σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (B.E.M.S)	77

Ενεργειακή μελέτη κτιρίου με χώρους πολλαπλών χρήσεων

4.6.1.	Διαχείριση ενέργειας στα κτίρια με ευφυή συστήματα	77
4.7.	Συστήματα HVAC	81
4.7.1.	Γενικές επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις HVAC	81
4.7.2.	Χωρισμός κτιρίου σε ζώνες κλιματισμού	82
4.7.3.	Ελεύθερη-δωρεάν ψύξη (Free cooling)	82
4.7.4.	Ενσωμάτωση απλών συστημάτων αυτοματισμού ως εξοικονομητών	82
4.7.5.	Μείωση της ψύξης ψυχρού νερού κλιματισμού μέσω του πύργου ψύξης.....	83
4.7.6.	Ανάκτηση ενέργειας από τον κεντρικό κλιματισμό.....	83
4.7.7.	Αντικατάσταση / ρύθμιση υπερδιαστασιοποιημένου εξοπλισμού	84
5.	Βιοκλιματική & Ενεργειακή μελέτη του Δήμου Γαζίου.....	85
5.1.	Περιγραφή της κτιριακής εγκατάστασης.....	85
5.2.	Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου	87
5.3.	Επιθεώρηση του κτιριακού κελύφους.....	91
5.4.	Αυτοψία με θερμική Κάμερα	92
5.5.	Προτεινόμενες δράσεις ενεργειακής βελτιστοποίησης	95
5.5.1.	Βελτιστοποίηση θερμομόνωσης του κελύφους του κτιρίου	97
5.5.2.	Μελέτη φωτισμού του κτιρίου	98
5.5.3.	Μελέτη κλιματιστικού & θέρμανσης με υγρά καύσιμα	101
6.	Εργαλεία Λογισμικού για την Βιοκλιματική/ Ενεργειακή Ανάλυση.....	106
6.1.	B-Klima :αναφορά στο πρόγραμμα	106
6.1.1.	Ανάλυση	107
6.1.2.	Εφαρμογή του προγράμματος B-Klima για το Δημαρχείο.....	109
6.1.3.	Αποτελέσματα	116
6.1.4.	Διαγράμματα ιλασμού/σκίασης του κτιρίου	118
6.2.	ESP-r	120
6.2.1.	Ενεργειακή Ανάλυση.....	120
6.2.1.1.	Ανάλυση Κλιματολογικών Συνθηκών	120
6.3.	Δεδομένα και Παραδοχές της Ανάλυσης.....	123
7.	Συμπεράσματα	125

1. Εισαγωγή

1.1. Αντικείμενο πτυχιακής εργασίας

Ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή διακρίνεται είτε σε μορφή θερμικής (κυρίως πετρέλαιο), είτε σε μορφή ηλεκτρικής ενέργειας και ευθύνεται για τη μεγάλη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με ρύπους, κυρίως με διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Ταυτόχρονα, εξαιτίας του υψηλού κόστους των συμβατικών πηγών ενέργειας, προκαλείται και σημαντική οικονομική επιβάρυνση.

Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια στην Ελλάδα παρουσιάζει αυξητική τάση, κυρίως λόγω της αύξησης της χρήσης κλιματιστικών και μικροσυσκευών. Η χρήση των κλιματιστικών αποτελεί σημαντικό παράγοντα αύξησης του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής στη χώρα, με τεράστιες οικονομικές συνέπειες και σημαντική επιβάρυνση του καταναλωτή.

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται εν μέρει με τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιρίου και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων και εν μέρει μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασής του καθώς και των σχετικών τεχνικών μελετών που τον προδιαγράφουν.

Επίσης, άλλος ένας καθοριστικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας είναι η ενεργειακή διαχείριση του κτιρίου, μία συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων.

Οι μέχρι σήμερα προσπάθειες εξοικονόμησης ενέργειας απέτυχαν, γιατί δεν υπήρξε ένα σαφές και φιλόδοξο πρόγραμμα, εστιασμένο στον μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας που δεν είναι άλλος από τα κτίρια. Παράλληλα, οι Κοινοτικές Οδηγίες που έχουν εκδοθεί για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και για την προώθηση εθνικών σχεδίων δράσης, δεν εφαρμόζονται ακόμα στην Ελλάδα τόσο στο δημόσιο όσο και στον οικιακό τομέα.

Ειδικότερα, ο ευρύτερος δημόσιος τομέας μπορεί να έχει υποδειγματικό ρόλο στην προώθηση της εξοικονόμησης ενέργειας και την ορθολογική χρήση της, καθώς τα κτίρια του δημοσίου και ευρύτερου δημοσίου τομέα είναι περίπου 200,000 και αντιπροσωπεύουν το 5% του τριτογενή τομέα.

Κατά αυτόν τον τρόπο ο καταναλωτής μπορεί να κινητοποιηθεί και να ενσωματώσει μεθόδους και τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας στον οικιακό τομέα. Θα πρέπει ωστόσο να αναφερθεί ότι το κόστος των παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας δεν είναι αμελητέο.

Για το λόγο αυτό θα πρέπει να δοθούν κίνητρα, μέσω κρατικών επιδοτήσεων και φοροαπαλλαγών, ώστε να να προβεί ο καταναλωτής σε αντίστοιχες ενέργειες.

Με μέτρα που βασίζονται σε ευρωπαϊκά κονδύλια, αναμένεται να επιδοτηθούν τόσο οι βασικές ενεργειακές επεμβάσεις βελτίωσης –όπως αντικατάσταση των κουφωμάτων με διπλά τζάμια, θερμομόνωση της εξωτερικής τοιχοποιίας και της ταράτσας, αντικατάσταση των παλαιών ρυπογόνων καυστήρων με νέας τεχνολογίας- όσο και συμπληρωματικές όπως η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως με λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας, η τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα και συστημάτων θέρμανσης χώρου και νερού, σκίαστρα για τα ανοίγματα, ανεμιστήρες οροφής, αισθητήρες για έλεγχο της θερμοκρασίας κλπ. Τέλος, προβλέπονται ευνοϊκότερες συνθήκες για την ενσωμάτωση τεχνολογιών ΑΠΕ στον οικιακό τομέα, όπως είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα, η γεωθερμία, η βιομάζα καθώς και ο ηλιακός κλιματισμός. Σταδιακά, προβλέπεται να ακολουθήσει ένα δεύτερο πρόγραμμα για την αντικατάσταση και απόσυρση των παλαιών οικιακών συσκευών με νέες.

Είναι γεγονός ότι, ιδιαίτερα για τον οικιακό τομέα, ο καταναλωτής έχει ανεπαρκή πληροφόρηση, τόσο για τις πιθανές δράσεις ενεργειακής βελτίωσης του κτιρίου, όσο και για το κόστος αυτών καθώς και το νομοθετικό πλαίσιο που αυτές ενσωματώνονται. Αναφορικά με τα παραπάνω προβλήματα, η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία καταγράφει και προτείνει τις πιθανές ενεργειακές δράσεις βελτιστοποίησης που μπορούν να εφαρμοστούν στον κτιριακό τομέα.

1.2. Οργάνωση τόμου

Η οργάνωση του τόμου έχει ως εξής:

- Στο κεφάλαιο 2 γίνεται μία λεπτομερής ανάλυση των κανονισμών για την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων, σύμφωνα με το θεσμικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στη συνέχεια της Ελλάδας. Επίσης παρατίθενται ο σκοπός και οι τρόποι για την ενεργειακή επιθεώρηση και τους επιθεωρητές
- Το κεφάλαιο 3 αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο για τον βιοκλιματικό σχεδιασμό.
- Στο κεφάλαιο 4 αναφέρει εκτενώς τους τρόπους για την ενεργειακή μελέτη και διαχείρισης της ηλεκτρικής ενέργειας
- Στο κεφάλαιο 5 παρατίθεται το πρακτικό μέρος της παρούσης πτυχιακής. Ειδικότερα, σε αυτό το κεφάλαιο, γίνεται μία εκτενής ενεργειακή μελέτη ενός κτιρίου, και συγκεκριμένα του δημαρχείου του Δήμου Γαζίου.
- Στο κεφάλαιο 6 γίνεται μία λεπτομερής ανάλυση των προγραμμάτων που χρησιμοποιήθηκαν (B-KLIMA, ESP-r) για την ενεργειακή βελτιστοποίηση του εξεταζόμενου κτιρίου.
- Το κεφάλαιο 7 αποτελεί ουσιαστικά τον επίλογο της εργασίας, στο οποίο παρατίθενται όλα τα συμπεράσματα που εξάχθηκαν και οι προοπτικές που αναπτύσσονται.

2. Κανονισμοί

2.1. Θεσμικό πλαίσιο στην Ε.Ε

Από το πλήθος των οδηγιών, κειμένων συμπερασμάτων, σχεδίων δράσης και λοιπών κανονιστικών διατάξεων της Ε.Ε. που σχετίζονται με τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας, αυτά που αποτελούν το κυρίως θεσμικό πλαίσιο για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις και τα σχετικά με αυτές είναι :

I. Η οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρ. Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16-12-2002 "για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων".

Στα 17 άρθρα της περιλαμβάνει, επιγραμματικά τα εξής:

- ΣΤΟΧΟΣ. Είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ. Η θέσπιση μεθοδολογίας σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο καθορίζεται από τα κράτη μέλη.
- ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ. Καθορίζονται οι απαιτήσεις ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης και καθορίζονται οι προδιαγραφές των κτιρίων που μπορεί να μην εφαρμοσθεί η οδηγία αυτή.
- ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ. Η παρούσα οδηγία αφορά και τα νέα κτίρια, και εφόσον το εμβαδόν τους είναι άνω των 1000m² διερευνάται η δυνατότητα εγκατάστασης εναλλακτικών ενεργειακών συστημάτων.
- ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΑ, άνω των 1000m², που ανακαινίζονται θα πρέπει να αναβαθμίζονται και ως προς την ενεργειακή τους απόδοση.
- ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ. Καθορίζεται το πιστοποιητικό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.
- ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΛΕΒΗΤΩΝ. Για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, καθορίζεται ο έλεγχος των λεβήτων ισχύος άνω των 20 kW.
- ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ. Καθορίζεται ο έλεγχος των συστημάτων κλιματισμού ισχύος άνω των 12 kW.
- ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟΙ ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΝΕΣ. Καθορίζεται και επιβάλλεται η ύπαρξη ειδικευμένων ή/και διαπιστευμένων ανεξάρτητων εμπειρογνομόνων, για την πραγματοποίηση των ενεργειακών επιθεωρήσεων κλπ.
- ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ. Καθορίζεται η μεταφορά στην εθνική νομοθεσία της οδηγίας αυτής μέχρι την 4/1/06, ενώ μπορεί να δοθεί τριετής παράταση υπό ορισμένες προϋποθέσεις.

I. Η οδηγία 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ευρ. Κοινοτήτων της 13- 09-93, "για τον περιορισμό των εκπομπών CO₂ με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων".

Αφορά τη λήψη μέτρων για τον περιορισμό των εκπομπών του CO₂, που θα προέρχεται από τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, με την εκπόνηση και υλοποίηση προγραμμάτων στους ακόλουθους τομείς:

- ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίων.
- τιμολόγηση των δαπανών θέρμανσης, κλιματισμού και θερμού ύδατος με βάση την πραγματική κατανάλωση.
- θερμομόνωση των νέων κτιρίων.
- χρηματοδότηση εκ μέρους τρίτων των επενδύσεων για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στο δημόσιο τομέα.

Στο άρθρο 2 γίνεται αναφορά στην εφαρμογή προγραμμάτων σχετικά με την ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ καθώς και την λήψη μέτρων για τη βελτίωση των ενεργειακών τους χαρακτηριστικών.

Εξ' άλλου στα άρθρα 3,5 και 6 της ίδιας οδηγίας γίνεται αναφορά στην εφαρμογή προγραμμάτων τιμολόγησης των δαπανών θέρμανσης, κλιματισμού και θερμού ύδατος, στα κτίρια, για την εφαρμογή προγραμμάτων χρηματοδότησης ενεργειακών επενδύσεων από τρίτους στα κτίρια καθώς και την εφαρμογή προγραμμάτων αποτελεσματικής θερμομόνωσης των κτιρίων.

II. Η οδηγία 89/106/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ευρ. Κοινοτήτων της 21-12-88, "για τα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών".

Αναφέρεται στην προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών πράξεων των κρατών-μελών όσον αφορά τα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών. Απαιτεί να γίνονται οι δομικές κατασκευές και οι εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης και αερισμού κατά τρόπο ώστε η απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας κατά τη χρησιμοποίηση του έργου να είναι χαμηλή, ανάλογα με τα κλιματικά δεδομένα του τόπου αλλά και τους χρήστες.

2.2. Θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα

Το θεσμικό πλαίσιο σήμερα στην Ελλάδα αποτελούν κυρίως :

I. Η ΚΥΑ Δ6/Β/οικ.11038 (ΦΕΚ 1526/Β/27-7-99) για τις διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή Ενεργειακών επιθεωρήσεων

Είναι, στην ουσία, ο εθνικός κανονισμός για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων. Υφίσταται στη χώρα μας πριν από την έκδοση της πρόσφατης παρεμφερούς οδηγίας του ΕΚ, αλλά εκδόθηκε σε εφαρμογή της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ και προήλθε λόγω της ανάγκης τυποποίησης των μελετών εξοικονόμησης ενέργειας (σε κτίρια, βιομηχανίες κ.α.), για την

ένταξη ενεργειακών επενδύσεων στα Επιχειρησιακά Προγράμματα Ενέργειας του Υπουργείου Ανάπτυξης.

Όπως αναφέρεται αναλυτικά στα επόμενα, στο αντικείμενο του κανονισμού αυτού περιλαμβάνονται 3 επίπεδα ενεργειακής ανάλυσης σε μία εγκατάσταση (κτιριακή ή βιομηχανική).

- ΕΠΙΠΕΔΟ Α : Συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση
- ΕΠΙΠΕΔΟ Β : Εκτενής ενεργειακή επιθεώρηση
- ΕΠΙΠΕΔΟ Γ : Λεπτομερής ενεργειακή μελέτη.

Η λεπτομερής ενεργειακή μελέτη δεν αποτελεί αντικείμενο του κανονισμού αυτού.

II. Η ΚΥΑ 21475/4707/98 (ΦΕΚ 880/Β/19-8-98) για τον περιορισμό των εκπομπών του CO₂ με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Πρόκειται για κοινή υπουργική απόφαση που εκδόθηκε για να ενσωματωθεί στην ελληνική νομοθεσία η οδηγία 93/76/ΕΟΚ.

Στο άρθρο 2 καθορίζει τις έννοιες : ενεργειακή επίδοση κτιρίου, ενεργειακή πιστοποίηση, ενεργειακή επιθεώρηση, ενεργειακός επιθεωρητής, ενεργειακή βαθμονόμηση κτιρίου κ.α.

Στο άρθρο 4 αναφέρεται στην ορθολογική χρήση και την εξοικονόμηση ενέργειας με την έκδοση σχετικού κανονισμού (του ΚΟΧΕΕ), που θα αντικαταστήσει τον ισχύοντα κανονισμό θερμομόνωσης, καθώς και στο ειδικό έντυπο Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας (ΔΕΤΑ) κτιρίου, που θα αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της οικοδομικής αδείας του κτιρίου.

Στο άρθρο 5 αναφέρεται στην ενεργειακή πιστοποίηση και την ενεργειακή βαθμονόμηση κτιρίων, καθώς και στις υποχρεωτικές ενεργειακές επιθεωρήσεις στα κτίρια.

Στο άρθρο 6 γίνεται αναφορά στην περιοδική ενεργειακή επιθεώρηση ενεργειοβόρων επιχειρήσεων υφισταμένων κτιριακών συγκροτημάτων.

Στο άρθρο 7 γίνεται αναφορά στις ενεργειακές επιθεωρήσεις κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.

Στο άρθρο 8 γίνεται αναφορά στα κτίρια του δημοσίου και ευρύτερου δημόσιου τομέα και στην ενεργειακή τους αναβάθμιση. Γίνεται επίσης αναφορά στην δημιουργία γραφείου ενεργειακής διαχείρισης των κτιρίων αυτών [ΓΕΔ].

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα περισσότερα από τα μέτρα που ορίζονται στην ΚΥΑ αυτή δεν έχουν υλοποιηθεί ακόμη.

Η Ελληνική νομοθεσία εναρμονίζεται με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου με το **Νόμο 3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89/19-5-08)** που αφορά «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις». Μεταξύ άλλων ο πιο πάνω νόμος προβλέπει την έκδοση και έγκριση «**Κανονισμού ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων**» (**ΚΕΝΑΚ**) με κοινή υπουργική απόφαση εντός έξι μηνών, ο οποίος θα καθορίσει και τις λεπτομέρειες.

Επίσης αναφέρεται ότι με την έναρξη ισχύος του πιο πάνω Κανονισμού, κάθε οικοδομική άδεια ανέγερσης νέου ή ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτιρίου (εκτός ορισμένων

εξαιρέσεων που αναφέρονται στο άρθρο 11), χορηγείται μόνο μετά την υποβολή στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία **«μελέτης ενεργειακής απόδοσης»**, η οποία θα αντικαταστήσει τελικά τη **«μελέτη θερμομόνωσης»**.

Μόλις ολοκληρωθεί η κατασκευή νέου κτιρίου ή ριζική ανακαίνιση υφισταμένου >1000 τ.μ., ο ιδιοκτήτης θα υποχρεούται να ζητήσει την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Το πιστοποιητικό θα εκδίδεται από ενεργειακούς επιθεωρητές όπως προαναφέρθηκε (άρθρα 6 και 9) και θα ισχύει το πολύ για δέκα έτη. Θα συνοδεύεται από συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Επίσης θα διενεργούνται επιθεωρήσεις των λεβήτων, των εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού και θα συντάσσονται εκθέσεις αξιολόγησης (άρθρα 7 και 8).

Μετά και την υπ. αρ. 91/2002 Κοινοτική Οδηγία αντίστοιχες νομοθετικές διατάξεις και ρυθμίσεις ισχύουν και εφαρμόζονται ήδη σε πολλές άλλες Ευρωπαϊκές χώρες.

III. Η υπ. αρ. Δ6/Β/14826 (ΦΕΚ Β' 1122/17-6-08) Κοινή Υπουργική Απόφαση

Με την παραπάνω κοινή Υπουργική Απόφαση επιχειρείται η προώθηση σειράς μέτρων και δράσεων που θα οδηγήσουν σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στον δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα.

Ειδικότερα προβλέπονται:

- Σύνδεση των κτιρίων του δημόσιου τομέα με το δίκτυο φυσικού αερίου, όπου υπάρχει διαθεσιμότητα δικτύου (άρθρο 1).
- Μείωση της άεργου ισχύος ηλεκτρικών καταναλώσεων (άρθρο 2) με την εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργου ισχύος, με στόχο συν.φ τουλάχιστον 0,95.
- Προληπτική συντήρηση των κλιματιστικών εγκαταστάσεων (άρθρο 3) τουλάχιστον μια φορά κατ' έτος και συμπλήρωση τυποποιημένου «φύλλου ελέγχου».
- Διαμόρφωση εσωτερικού κλιματικού περιβάλλοντος (άρθρο 4) σύμφωνα με τις προδιαγραφές του προτύπου CEN Standard prEN 15251. Στο παράρτημα IIA και IIB της ΚΥΑ δίδονται, σε πίνακες, η επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία και ο ρυθμός αερισμού αντίστοιχα

Ενεργειακή μελέτη κτιρίου με χώρους πολλαπλών χρήσεων

Εσωτερική θερμοκρασία των κτιρίων γραφείων

Κατηγορία		Χειμερινή Θερμοκρασία °C	Καλοκαιρινή Θερμοκρασία °C
Απλό μονόχωρο γραφείο Καθιστική Εργασία 1,2met	I	21,0	25,0
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0
Γραφείο ανοιχτής διάταξης (open plan offices) Καθιστική Εργασία 1,2met	I	21,0	25,0
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0
Αίθουσα Συνεδριάσεων Καθιστική Εργασία 1,2met	I	21,0	25,0
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0
Αμφιθέατρο Καθιστική Εργασία 1,2met	I	21,0	25,0
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΒ
Ρυθμός αερισμού

Κατηγορία	Ρυθμός αερισμού Κτιρίου Καλός It/s,m ²	Ρυθμός αερισμού Κτιρίου Μέσος It/s,m ²	Ρυθμός αερισμού Κτιρίου Κακός It/s,m ²
I	0,5	1,0	2,0
II	0,35	0,7	1,4
III	0,3	0,4	0,8

Παράρτημα ΙΙ από την υπ. αρ. Δ6/Β/14826 (ΦΕΚ Β' 1122/17-6-08) ΚΥΑ.

- Αντικατάσταση των λαμπτήρων φωτισμού (άρθρο 5) με λαμπτήρες φθορισμού των κλάσεων Α' και Β', εφοδιασμένους με στραγγαλιστικό πηνίο. Η ρύθμιση των επιπέδων φωτισμού θα γίνεται σύμφωνα με το πρότυπο CEN Standard EN 12461-1 (Παράρτημα Ι).
- Εγκατάσταση διατάξεων αυτοματισμού (άρθρο 6) για τον έλεγχο της σβέσης ή/και μείωσης της φωτεινότητας των συστημάτων φωτισμού.
- Ενεργειακή Σήμανση και πιστοποιημένη ένδειξη ενεργειακής απόδοσης για όλες τις ηλεκτρικές συσκευές που προμηθεύεται το δημόσιο (άρθρο 7).
- Πρόσθετα μέτρα για την εξοικονόμηση ενέργειας (άρθρο 8), όπως επίχρισμα ταράτσας κτιρίου με ψυχρές βαφές μεγάλης ανακλαστικότητας, εξωτερικοί χρωματισμοί με ψυχρά έγχρωμα ή λευκά χρώματα, τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής, χρήση νυκτερινού αερισμού, φύτευση δωματίων, σκίαση κτιρίου κ.α.

Για τον έλεγχο εφαρμογής της ΚΥΑ στα δημόσια κτίρια προβλέπεται ο ορισμός «ενεργειακού υπευθύνου» (άρθρο 9) με καθορισμένες αρμοδιότητες (άρθρο 10) και ευθύνες εφαρμογής (άρθρο 11).

2.3. Ενεργειακή Επιθεώρηση & Επιθεωρητές

Γενικά - Σκοπός

Η «ενεργειακή επιθεώρηση» είναι όρος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας συστηματικής διαδικασίας καταγραφής και εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας σ' ένα κτίριο ή κτιριακό συγκρότημα, με την υπόδειξη προτάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων. Στοχεύει, δηλαδή, στην απόκτηση επαρκούς γνώσης γύρω από το προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου με βάση το οποίο θα γίνει ο προσδιορισμός και η αξιολόγηση των οικονομικά αποδοτικών δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας στην εν λόγω μονάδα.

Γενικά, ο σκοπός μιας τυπικής ενεργειακής επιθεώρησης είναι τριπλός: - Η αποτίμηση της ποσότητας και του είδους της ενέργειας που καταναλώνεται ετησίως και ο σκοπός για τον οποίο καταναλώνεται. Αποτελεί, δηλαδή, το βασικό μέρος μιας ενεργειακής μελέτης, όπου τεκμηριώνεται η υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση.

- Ο καθορισμός των περιοχών του κτιρίου ή των εγκαταστάσεων και των διαδικασιών, όπου η κατανάλωση ενέργειας κρίνεται υπερβολική ή η χρήση της είναι εμφανώς μη αποδοτική. Εντοπίζει, συνεπώς, τις κατ' αρχήν δυνατότητες ΕΞΕ, με σκοπό τη μείωση, την ανάκτηση ή την εξάλειψη των απωλειών ενέργειας που βρέθηκαν κατά την επιθεώρηση.

- Η λήψη των στοιχείων που απαιτούνται τόσο για την οικονομοτεχνική αξιολόγηση των επεμβάσεων ΕΞΕ, όσο και για την προετοιμασία των σχετικών μελετών (υπολογισμοί, σχέδια, προδιαγραφές κλπ) για τις επεμβάσεις που θα προκριθούν για τελική υλοποίηση.

2.3.1. Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας κτιρίου:

Τα αποτελέσματα της ενεργειακής επιθεώρησης, οι δείκτες ενεργειακής απόδοσης που θα προκύψουν και τα λοιπά ενεργειακά χαρακτηριστικά του κάθε σχεδιαζόμενου ή λειτουργούντος κτιρίου (δείκτες κατανάλωσης ενέργειας, στοιχεία θερμομόνωσης, απόδοση ενεργειακών συστημάτων κ.λ.π.) θα αναγράφονται σε ειδικό έντυπο, το Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας (ΔΕΤΑ) του κτιρίου.

Τα στοιχεία του ΔΕΤΑ και των ενεργειακή επιθεώρηση. θα αποτελούν βάση για την ενεργειακή βαθμονόμηση ενός κτιρίου, δηλαδή την βαθμολογική κατάταξη του σε μια κατηγορία ενεργειακής απόδοσης, η οποία θα καταγράφεται επί του ΔΕΤΑ και έτσι θα αντικατοπτρίζει τη λειτουργική αξία και την περιβαλλοντική ποιότητα του κτιρίου.

Τα αναγραφόμενα στο ΔΕΤΑ θα αποτελούν αναπόσπαστα στοιχεία της διαδικασίας έκδοσης οικοδομικής άδειας για τα νεοαναγειρόμενα κτίρια, αλλά και δυνητικά στοιχεία προσδιορισμού της αντικειμενικής αξίας κάθε κτιρίου.

2.3.2. Τύποι ενεργειακών επιθεωρήσεων

- Συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση

Στηρίζεται σε διαθέσιμα στοιχεία και δεν απαιτεί πολύπλοκες μετρήσεις. Αποτιμάται η ενεργειακή κατανάλωση και τα σχετικά κόστη με βάση τους ενεργειακούς λογαριασμούς - τιμολόγια και τα αποτελέσματα μιας σύντομης αυτοψίας του χώρου. Καθορίζονται αρχικά κάποια μέτρα νοικοκυρέματος

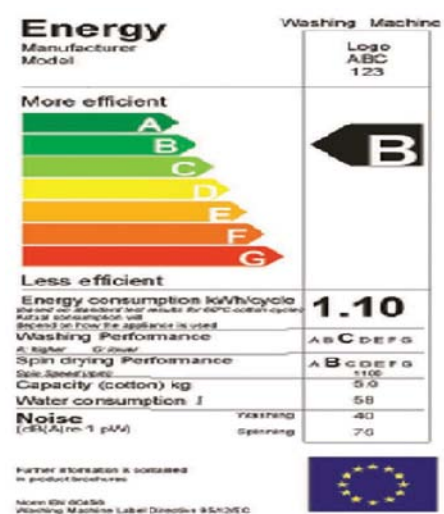
(μέτρα μηδενικής ή πολύ χαμηλής δαπάνης), με βραχυπρόθεσμη αποπληρωμή ή/και προτείνεται ένας κατάλογος με άλλες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, οι οποίες συχνά απαιτούν σημαντικές επενδύσεις κεφαλαίου, και επιβάλλεται να αξιολογηθούν πιο προσεκτικά, λαμβάνοντας υπόψη και πρόσθετα στοιχεία.

- Εκτενής ενεργειακή επιθεώρηση

Απαιτεί λεπτομερέστερη καταγραφή και ανάλυση στοιχείων ενεργειακής κατανάλωσης. Εκτιμάται η κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση, δηλαδή επιμερίζεται στους διάφορους τομείς τελικής χρήσης (θέρμανση, ψύξη, φωτισμός κλπ) και συσχετίζεται με την παραγόμενη ωφέλιμη ενέργεια ή με άλλους παράγοντες που επηρεάζουν καθοριστικά τις εν λόγω καταναλώσεις (παραγωγική ικανότητα, κλιματικές συνθήκες κλπ).

Με αυτόν τον τρόπο, προσδιορίζονται τόσο τα συνολικά οφέλη όσο και το αναλογούν κόστος των πιθανών επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας που ικανοποιούν τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων του χρήστη και δύνανται να υλοποιηθούν άμεσα. Παράλληλα, συντάσσεται ένας κατάλογος με τις δυνατές επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που απαιτούν την επένδυση σημαντικού κεφαλαίου για να πραγματοποιηθούν, όπως και πληρέστερη επεξεργασία στοιχείων, μαζί με μια αναλυτική εκτίμηση οφέλους - κόστους γι' αυτές.

2.3.2.1. Περιγραφή της γενικής διαδικασίας μιας ενεργειακής επιθεώρησης



1^ο στάδιο : Σχεδιασμός ενεργειακή επιθεώρησης. - Συλλογή πρωτογενών στοιχείων και προκαταρκτική ανάλυση ενεργειακών δεδομένων

Στο στάδιο αυτό συλλέγονται δεδομένα σχετικά με την υφιστάμενη και παρελθούσα ενεργειακή εικόνα, την κατασκευή και την χρήση του κτιρίου -μονάδας. Από τα υπάρχοντα στοιχεία (λογαριασμούς, τιμολόγια καυσίμων κ.α.) και από την επαφή με τους τεχνικούς και διοικητικούς υπεύθυνους του κτιρίου -μονάδας συμπληρώνεται από τον επιθεωρητή ένα δομημένο συνοπτικό έντυπο-ερωτηματολόγιο.

Μέσω της προκαταρκτικής ανάλυσης των συλλεχθέντων δεδομένων διαμορφώνεται το ενεργειακό προφίλ και τελικά εκφράζεται το γενικό ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου - μονάδας.

Στο τέλος αυτού του σταδίου ο επιθεωρητής μπορεί να συντάξει ένα πρώτο κατάλογο με τις πιθανές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου.

2^ο στάδιο : *Επιτόπια συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση.*

Στο στάδιο αυτό πραγματοποιείται επιτόπιος, ποιοτικός κυρίως, έλεγχος του κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτιρίου και η καταγραφή σε ειδικό έντυπο των κατασκευαστικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών των δομικών κατασκευών και του εξοπλισμού των εγκαταστάσεων.

Μέσω αυτών των στοιχείων και του προηγούμενου σταδίου προσδιορίζονται οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας με μέτρα νοικοκυρέματος, καθώς και οι επεμβάσεις χαμηλού κόστους και άμεσης εφαρμογής που προτείνονται για υλοποίηση, χωρίς απαίτηση ενεργειακής μελέτης.

3^ο στάδιο : *Επιτόπια εκτενής ενεργειακή επιθεώρηση.*

Στο τελευταίο αυτό στάδιο συλλέγονται (μέσω επιτόπιων αναλυτικών μετρήσεων) και αναλύονται (με αξιόπιστες μεθόδους) τα διάφορα στοιχεία και δεδομένα, ώστε να γίνει δυνατή η σύνταξη του πλήρους τελικού ενεργειακού ισοζυγίου, αλλά και η ορθή τεχνοοικονομική αξιολόγηση μιας ή περισσότερων δυνατοτήτων εξοικονόμησης μέσω σχετικής ειδικής μελέτης.

Η διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης ολοκληρώνεται με μια συνοπτική ή εκτενή τεχνοοικονομική έκθεση που συντάσσει ο επιθεωρητής, όπου εμφανίζει ιεραρχημένες όλες τις προτάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας ή παρουσιάζει τις δυνατότητες της ένταξης νέων εναλλακτικών ενεργειακών τεχνολογιών, που θα μπορούν να μειώσουν σημαντικά είτε την κατανάλωση ενέργειας στο κτίριο -μονάδα είτε τη ρύπανση στο περιβάλλον.

2.3.2.2. Ο ενεργειακός επιθεωρητής

Ο ενεργειακός επιθεωρητής είναι ο υπεύθυνος για την διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων σε κτιριακά συγκροτήματα και θα πρέπει να είναι ανεξάρτητος από τις δραστηριότητες που επιθεωρεί. Οι προδιαγραφές που απαιτούνται για την καταλληλότητα του ενεργειακού επιθεωρητή εξαρτώνται από διάφορα κριτήρια, που εμπεριέχονται στη καθιέρωση μιας νέας κατηγορίας επιστημόνων, αυτής του διαπιστευμένου ενεργειακού επιθεωρητή (η οποία θα πρέπει να θεσμοθετηθεί).

Προσόντα που λαμβάνονται υπόψη είναι το είδος του βασικού πτυχίου της ανώτερης ή ανώτατης σχολής, οι όποιες μεταπτυχιακές σπουδές ή σεμινάρια στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας, η πιστοποιημένη εργασιακή εμπειρία στο πεδίο των ενεργειακών συστημάτων κ.α. Υποχρεωτική θα πρέπει να θεωρείται επίσης μια εξειδικευμένη σεμιναριακή επιμόρφωση, από πιστοποιημένους φορείς, πάνω στην ενεργειακή επιθεώρηση και γενικότερα στις ενεργειακές μελέτες, ως απαραίτητη προϋπόθεση εγγραφής στα ειδικά μητρώα ενεργειακών επιθεωρητών.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ (ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ.)

Στόχοι της ενεργειακής επιθεώρησης.

Οι στόχοι της επιθεώρησης μπορεί να είναι:

- Προσδιορισμός των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Προσδιορισμός και ιεράρχηση των απαιτούμενων επεμβάσεων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της μονάδας.
- Έλεγχος συμμόρφωσης της ενεργειακής απόδοσης των επιμέρους εγκαταστάσεων και μονάδων με βάση προκαθορισμένα κριτήρια.
- Προσδιορισμός του μοντέλου της κατανάλωσης ενέργειας σε μια συγκεκριμένη μονάδα ως συνάρτηση ενός δείκτη παραγωγικής δραστηριότητας.
- Έλεγχος των αποτελεσμάτων μιας επένδυσης ή ενός προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας (Τεχνολογικός εκσυγχρονισμός και αναβάθμιση των εγκαταστάσεων, εισαγωγή νέων ενεργειακών τεχνολογιών κλπ.)

Κριτήρια σχεδιασμού επιθεώρησης

Τα κριτήρια με βάση τα οποία σχεδιάζεται μια επιθεώρηση συνδέονται στενά με τους στόχους της επιθεώρησης. Προκειμένου να εξασφαλιστεί μια αποδοτική ενεργειακή επιθεώρηση, με παράλληλη ελαχιστοποίηση του κόστους, και λόγω της ποικιλίας των τύπων των επιθεωρήσεων, η όλη διαδικασία πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να πληρούνται συγκεκριμένα κριτήρια. Πρέπει λοιπόν να λαμβάνονται υπόψη τα εξής θέματα:

- *Συμμετοχή του προσωπικού:* το έργο να διευθύνεται από κάποιο άτομο με διοικητική ιδιότητα για να δοθεί κύρος στην ενεργειακή επιθεώρηση και τα αποτελέσματα της.
- *Οριοθέτηση της μονάδας ή του κτιρίου:* ένα ανεξάρτητο κτίριο συνήθως δεν προβληματίζει ως προς τα όρια της επιθεώρησης, ενώ σε εγκατάσταση με πολλαπλά κτίρια πρέπει να καθορίζεται κάθε μεμονωμένο κτίριο που θα περιληφθεί στην επιθεώρηση και να προσδιορίζονται εκείνα που πρόκειται να εξαιρεθούν για κάποιο συγκεκριμένο λόγο.
- *Βάθος της ενεργειακής επιθεώρησης:* αυτό εξαρτάται από την διαθεσιμότητα των πόρων και από την οριοθέτηση των προσδοκώμενων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
- *Χρονικός προγραμματισμός της επιθεώρησης:* πρέπει να έχει σαν στόχο την εκμετάλλευση των εποχιακών παραγόντων και άλλων προγραμματισμένων δράσεων.
- *Απαιτήσεις στις εκθέσεις:* οι διαδικασίες, το περιεχόμενο ή και η μορφή της έκθεσης των αποτελεσμάτων της ενεργειακής επιθεώρησης. πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τα αρχικά στάδια.

Το προτεινόμενο έργο της επιθεώρησης

Το προτεινόμενο έργο της επιθεώρησης θα πρέπει να είναι ευέλικτο ώστε να επιτρέπει αλλαγές που μπορεί να προκύψουν κατά την εκτέλεση των εργασιών, με βάση τα συλλεγόμενα στοιχεία και την καλύτερη αξιοποίηση των διατιθέμενων πόρων.

Αυτό περιλαμβάνει:

1. Το αντικείμενο, τους στόχους και τα κριτήρια της επιθεώρησης.

2. Οριοθέτηση των μονάδων, εγκαταστάσεων και κτιρίων του προς επιθεώρηση συγκροτήματος.
3. Περιγραφή των καθηκόντων και των σταδίων της επιθεώρησης.
4. Προσδιορισμός εκείνων των μονάδων ή τμημάτων του φορέα που θεωρούνται υψηλής προτεραιότητας.
5. Προσδιορισμός των προτύπων και μεθόδων που θα χρησιμοποιηθούν στην επιθεώρηση.
6. Προσδιορισμός των τμημάτων ή των ατόμων του φορέα που θα συνεργαστούν με τον επιθεωρητή για την διενέργεια της επιθεώρησης.
7. Προσδιορισμός μελετών, στοιχείων και πηγών για την συλλογή των δεδομένων αναφοράς.
8. Ανάλυση του χρόνου εκτέλεσης των καθηκόντων της επιθεώρησης.
9. Προσδιορισμός των μελών της ομάδας του επιθεωρητή.
10. Απαιτήσεις εμπιστευτικότητας.

Προκαταρκτική ενεργειακή επιθεώρηση

Για τη διαμόρφωση των στόχων, του αντικειμένου και των κριτηρίων της επιθεώρησης, ο επιθεωρητής διενεργεί προκαταρκτική ενεργειακή επιθεώρηση, με την οποία διαμορφώνεται μια πρώτη εικόνα της ενεργειακής κατάστασης και των προτεραιοτήτων της μονάδας. Αυτή περιλαμβάνει :

- *Συνέντευξη με στελέχη της διοίκησης της μονάδας, για την αναγνώριση των βασικών παραγωγικών δραστηριοτήτων, των στόχων του φορέα, την οργανωτική δομή και τα κύρια ενεργειακά μεγέθη.*
- *Επίσκεψη και αυτοψία στις εγκαταστάσεις για τον εντοπισμό των ενεργοβόρων δραστηριοτήτων*
- *Συλλογή βασικών πληροφοριών για το κτίριο όπως τύπος κτιρίου, κατασκευή κελύφους, έτος κατασκευής,*
- *Ενδεικτικά στοιχεία κατανάλωσης και κόστους ενέργειας. Καθεστώς ενεργειακής διαχείρισης και τυχόν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που έχουν ληφθεί ή σχεδιάζονται να ληφθούν.*
- *Οριοθέτηση της καθαυτό ενεργειακής επιθεώρησης (στόχοι - αντικείμενο - κριτήρια ενεργειακή επιθεώρηση.)*

Συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση

Είναι απαραίτητη σε κάθε αρχική προσπάθεια ενεργειακού ελέγχου. Στηρίζεται σε διαθέσιμα στοιχεία ή απλές μετρήσεις και υπολογισμούς, έτσι ώστε να μπορούν να εντοπιστούν οι κυριότερες δυνατότητες για νοικοκύρεμα και τεχνολογικό εκσυγχρονισμό. Περιλαμβάνει, πέραν και επιπλέον της προκαταρκτικής ενεργειακή επιθεώρηση. :

- *Συνέντευξη με στελέχη της διοίκησης της μονάδας, αλλά και άλλα στελέχη (χειριστές, συντηρητές, διαχειριστές, λογιστήριο κλπ), ώστε να μπορεί ο επιθεωρητής να σχηματίσει πιο πλήρη εικόνα για την ικανότητα ενεργειακής διαχείρισης, τις ακολουθούμενες πρακτικές κλπ.*
- *Συλλογή πρόσθετων πληροφοριών για το κτίριο, όπως λεπτομέρειες κατασκευής του κελύφους, πιθανές προσθήκες ή ανακαινίσεις, σχέδια κ.α.*
- *Αναλυτικά στοιχεία κατανάλωσης και κόστους ενέργειας του τελευταίου τουλάχιστον έτους (λογαριασμοί ρεύματος, τιμολόγια καυσίμων κ.α.)*
- *Σύντομη αυτοψία στους χώρους του συγκροτήματος, κατά τη διάρκεια της οποίας θα εντοπιστούν και θα καταγραφούν οι προφανείς περιπτώσεις ενεργειακής σπατάλης, πλημμελούς λειτουργίας ή συντήρησης, παρατηρήσεις ως προς τις δυνατότητες επεμβάσεων κλπ.*
- *Προσεγγιστική ανάλυση των ενεργειακών μεγεθών, με εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών της μονάδας ανά τελική μορφή ενέργειας (ηλεκτρισμό, πετρέλαιο, υγραέριο κλπ). Παράλληλα θα γίνει ένας πρώτος-πρόχειρος ενεργειακός επιμερισμός ανά τομέα χρήσης.*
- *Αρχική αξιολόγηση επεμβάσεων και συγγραφή έκθεσης. Ο επιθεωρητής προβαίνει σε μία πρώτη αξιολόγηση των επιμέρους επεμβάσεων, με γνώμονα κυρίως την προσδοκώμενη εξοικονόμηση και το ύψος της απαιτούμενης δαπάνης. Αναγράφονται με σαφήνεια οι επεμβάσεις άμεσης προτεραιότητας και όσες εμφανώς είναι τεχνοοικονομικά συμφέρουσες.*
- *Οριοθέτηση της εκτενούς ενεργειακής επιθεώρησης, με προκαταρκτική αξιολόγηση προτεινόμενων επενδύσεων.*

Η εκτενής ενεργειακή επιθεώρηση

Η εκτενής ενεργειακή επιθεώρηση, μπορεί να εκτελεστεί ανεξάρτητα, χωρίς να έχει προηγηθεί συνοπτική επιθεώρηση, αφού περιλαμβάνει όλα τα βήματα και στοιχεία της συνοπτικής, αλλά με περισσότερη ανάλυση και λεπτομέρεια. Στηρίζεται στα πλήρη υπάρχοντα στοιχεία αλλά και σε νέα μετρητικά δεδομένα και υπολογισμούς, έτσι ώστε να μπορούν να καταρτιστούν πλήρη ενεργειακά ισοζύγια. Με βάση τη λεπτομερή ενεργειακή ανάλυση θα γίνει εκτίμηση των μηνιαίων ή ετήσιων καταναλώσεων ενέργειας και στη συνέχεια ο εντοπισμός, η ιεράρχηση και η τεκμηρίωση όλων των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα βήματα της εκτενούς ενεργειακής επιθεώρησης, έχουν ως εξής :

- *Συνέντευξη με στελέχη της διοίκησης της μονάδας, αλλά και άλλα στελέχη (επικεφαλής τμημάτων, χειριστές, συντηρητές, διαχειριστές, λογιστήριο, πιθανόν πελάτες κλπ), ώστε να μπορεί ο επιθεωρητής να σχηματίσει πλήρη εικόνα για την ενεργειακή διαχείριση της μονάδας, τις ακολουθούμενες πρακτικές, τις συνθήκες λειτουργίας κλπ.*
- *Συλλογή λεπτομερών πληροφοριών για το κτίριο και τις εγκαταστάσεις, όπως λεπτομέρειες κατασκευής του κελύφους, πιθανές προσθήκες ή ανακαινίσεις, σχέδια κτιρίου με τις εγκαταστάσεις, παραγωγική διαδικασία και στοιχεία οργάνωσης κ.α.*
- *Αναλυτικά στοιχεία κατανάλωσης και κόστους ενέργειας, τουλάχιστον των τριών (3) τελευταίων ετών (λογαριασμοί ρεύματος, τιμολόγια καυσίμων κ.α.)*
- *Αυτοψία στους χώρους του συγκροτήματος, κατά τη διάρκεια της οποίας θα εντοπιστούν και θα καταγραφούν αναλυτικά οι επικρατούσες συνθήκες από άποψη ενεργειακής τροφοδοσίας και κατανάλωσης, στοιχεία που σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας, το καθεστώς λειτουργίας ή συντήρησης, παρατηρήσεις ως προς τις δυνατότητες επεμβάσεων κλπ.*
- *Διεξαγωγή μετρήσεων για τη συλλογή πρόσθετων στοιχείων. Οι μετρήσεις θα εκτελούνται με δόκιμη μεθοδολογία και με τα κατάλληλα όργανα, ώστε να είναι κατά το δυνατόν αξιόπιστες. Θα πρέπει να γίνουν όλες εκείνες οι μετρήσεις που θα συμβάλλουν στον πλήρη και σωστό ενεργειακό επιμερισμό.*
- *Υπολογισμός ισοζυγίων ενέργειας και ενεργειακός επιμερισμός.*

Με τα ισοζύγια ενέργειας αποτυπώνονται οι εισροές και εκροές ενέργειας σ' ένα ενεργειακό σύστημα, κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Το σύστημα μπορεί να είναι : α) Μία εγκατάσταση, μονάδα ή συσκευή. β) Μια συγκεκριμένη μορφή ενέργειας (π.χ. ηλεκτρική, καύσιμο κλπ). γ) ένα κτιριακό συγκρότημα. Τα ισοζύγια ενέργειας

συντάσσονται συνήθως ανά μήνα, αλλά μπορεί να γίνει ομαδοποίηση ορισμένων μηνών (π.χ. σε χειμερινούς - θερινούς - ενδιάμεσους) ή και για όλο το έτος.

- Ο ενεργειακός επιμερισμός, δηλ. η κατανομή της κάθε μορφής εισερχόμενης καταναλισκόμενης τελικής ενέργειας στις επιμέρους χρήσεις του συστήματος (στην προκειμένη περίπτωση ένα κτίριο), αποτελεί ένα από τα σπουδαιότερα τμήματα της ενεργειακής επιθεώρησης. Με βάση κυρίως τα αποτελέσματα του ενεργειακού επιμερισμού θα αξιολογηθούν οι τυχόν παρεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης του συστήματος.

Η παρούσα εργασία αφορά κυρίως την εκτενή ενεργειακή επιθεώρηση, αλλά με μερικές αποκλίσεις και τροποποιήσεις που αφορούν :

- ✓ είτε απλοποιήσεις, προκειμένου να προσανατολιστεί το περιεχόμενο της περισσότερο προς τον κτιριακό τομέα αλλά και να προσαρμοστεί στις εφαρμοζόμενες πρακτικές.
- ✓ είτε λεπτομερέστερες προσεγγίσεις, σε ορισμένα θέματα, που κρίθηκε ότι θα πρέπει να συναρτώνται με τις απαιτήσεις μιας πλήρους ενεργειακής μελέτης.

3. Βιοκλιματική αρχιτεκτονική

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική επανέρχεται στο παρασκήνιο, καθώς οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για περιορισμό των ενεργειακών καταναλώσεων και βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων οδηγούν στην αναζήτηση τεχνικών δόμησης, οι οποίες εξασφαλίζουν συνθήκες θερμικής άνεσης στο εσωτερικό των κτιρίων, καλύπτοντας κατά τον δυνατόν τις ενεργειακές ανάγκες από φυσικές πηγές ενέργειας. Θα επιτυγχάνουν έτσι μείωση των παραγόμενων σήμερα αερίων ρύπων που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ταυτόχρονα θα εντάσσουν με πιο αρμονικό τρόπο το δομημένο στο φυσικό περιβάλλον. Με την έννοια της **βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής** ή αλλιώς του **βιοκλιματικού σχεδιασμού** ορίζεται ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός ενός κτιρίου που λαμβάνει υπόψη τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά και τα τοπικά κλιματικά δεδομένα (ανάγλυφο του εδάφους, προσανατολισμό, ηλιακή ακτινοβολία, άνεμο, θερμοκρασία, σχετική υγρασία, βροχή κτλ) κατά τέτοιο τρόπο, που αφενός να περιορίζει τις επιπτώσεις από την επίδραση τους στο κέλυφος του κτιρίου και αφετέρου να τα αξιοποιεί στην επίτευξη συνθηκών άνεσης και υγιεινής διαβίωσης στο εσωτερικό του. Στη βάση αυτή η βιοκλιματική αρχιτεκτονική διασφαλίζει : Καθαρότερο περιβάλλον, μειώνοντας τους παραγόμενους ρύπους από την κατανάλωση καυσίμων και εξοικονόμηση ενέργειας, περιορίζοντας τις απαιτήσεις κατανάλωσης από συμβατικές πηγές ενέργειας και ταυτόχρονα απεξάρτηση από αυτές. Ουσιαστικά, επιδιώκεται στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό η δέσμευση φυσική ενέργειας που παράγεται από ήπιες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ,που θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Τέτοιες πηγές αποτελούν για παράδειγμα, ο ήλιος και ο άνεμος. Η δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την χειμερινή περίοδο και η μετατροπή της σε θερμότητα που θα συνεισφέρει στη θέρμανση του κτιρίου, όπως και η αξιοποίηση του ανέμου κατά τη θερινή περίοδο που θα συμβάλλει στο δροσισμό των χώρων του, παίζουν σημαντικό ρόλο στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Από την άλλη πλευρά όμως εξίσου σημαντική είναι και η προστασία του κτιρίου από την υπερθέρμανση το καλοκαίρι και από τους ισχυρούς ανέμους το χειμώνα. Ο βιοκλιματική αρχιτεκτονική με το κατάλληλο σχεδιασμό του κτιρίου αξιοποιεί τις ενεργητικές πλευρές αυτών των κλιματικών παραγόντων και αποξενώνει τις δυσμενείς. Προσπαθεί επομένως να εντάξει το κτίριο στο φυσικό περιβάλλον και να διαμορφώσει ελκυστικό και ευχάριστο περιβάλλον για τους χρήστες, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη : το γεωγραφικό ανάγλυφο της περιοχής, τη θέση του οικοπέδου, τη χωροθέτηση του κτιρίου στο διαθέσιμο οικόπεδο, τον προσανατολισμό του, την επίδραση του περιβάλλοντος χώρου, τους παράγοντες διαμόρφωσης του παράγοντες του μικροκλίματος. Οι παράμετροι αυτές διαμορφώνουν τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του κτιρίου όπως: τον όγκο, το σχήμα του τη μορφή των όψεών του ή την λειτουργική διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων

3.1. Θερμική Συμπεριφορά κτιρίου

Για τη ορθή εφαρμογή των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής βασική προϋπόθεση αποτελεί η μελέτη του κλίματος της περιοχής που επηρεάζει άμεσα την θερμική συμπεριφορά του κτιρίου και ειδικά η καλή γνώση των παραμέτρων του: τη θερμοκρασία και της σχετικής υγρασίας του αέρα ,της ηλιακής ακτινοβολίας ,της διεύθυνσης του πνέοντος αέρα, της βροχόπτωσης. Η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας μεταβάλλεται κατά την διάρκεια του 24ώρου λόγω των ανταλλαγών θερμότητας ανάμεσα στη γη και στο διάστημα. Η θερμοκρασία του αέρα κατά την διάρκεια της ημέρας ανέρχεται λόγω της θερμότητας που δέχεται ο αέρας από την ηλιακή ακτινοβολία ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας μειώνεται λόγω της επανεκπομπής στο διάστημα της ενέργειας που συσσωρεύτηκε την ημέρα. Από την προσπίπτουσα στη γη ηλιακή ακτινοβολία ένα ποσοστό ανακλάται στην ατμόσφαιρα και επιστέφει στο διάστημα και ένα άλλο (περίπου το 50%) φτάνει στο έδαφος, απορροφάται από αυτό και από τους οργανισμούς και τα αντικείμενα που υπάρχουν επάνω του και μετατρέπεται σε θερμότητα. Αυτό το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας στην πραγματικότητα είναι τεράστιο. Αρκεί να υπολογίσει κανείς ότι η ενέργεια που δέχεται καθημερινά η γη από τον ήλιο υπολογίζεται ότι είναι περισσότερη από αυτήν που καταναλώνεται στη διάρκεια ενός έτους. Ένα πολύ μικρό μέρος από αυτήν την ενέργεια επιδιώκει να αξιοποιήσει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και αυτό είναι αρκετό για να πετύχει τον στόχο του. Κατά τον ίδιο τον τρόπο ανταλλάσσει θερμότητα και το ανθρώπινο σώμα με το περιβάλλον του. Εκπέμπει θερμότητα προς αυτό και παραλαμβάνει από αυτό. Η σχετική υγρασία του αέρα είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει τις ανταλλαγές θερμότητας με κτηριακό κέλυφος. Υψηλές τιμές σχετικής υγρασίας δυσχεραίνουν τις ανταλλαγές θερμότητας, ενώ χαμηλές τις διευκολύνουν. Η έντονη παρουσία βροχής σ' ένα τόπο (περιοχή με υψηλό βροχομετρικό ύψος) εμπλουτίζει τον αέρα της ατμόσφαιρας με υδρατμούς και αυτός εύκολα φθάνει σε κατάσταση κορεσμού, ενώ μειωμένη βροχόπτωση διαμορφώνει συνθήκες ξηρού κλίματος

3.1.1. Τρόποι μετάδοσης της θερμότητας στα κτίρια

Η θερμότητα, σύμφωνα με τους νόμους της φυσικής, μεταδίδεται με τρεις τρόπους: μέσω αγωγής, μέσω μεταβίβασης και μέσω ακτινοβολίας.

Αγωγή: Στην περίπτωση αυτή μεταξύ δύο σωμάτων παρεμβάλλεται ένα τρίτο σώμα, που παίζει το ρόλο του αγωγού μέσα από τον οποίο ρέει η ενέργεια από το ένα σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας στο άλλο σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας. Πορώδη υλικά τα οποία παγιδεύουν πολύ αέρα είναι καλοί μονωτές(π.χ. Monoblock, πολυστερίνη) και η χρήση τους σαν ρυθμιστές της «αγωγής» της θερμότητας μέσα από το κέλυφος του κτιρίου παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Μεταβίβαση: Αυτός ο τρόπος διάδοσης είναι ο βασικός τρόπος με τον οποίο μεταφέρεται ενέργεια με τη μορφή θερμότητας στα ρευστά (υγρά και αέρια). Η ρέουσα θερμική μάζα,

ερχόμενη σε επαφή με τα ψυχρότερα στρώματα, που συναντά, τα θερμαίνει. Η θέρμανση του αέρα ενός δωματίου με ένα συμβατικό θερμαντικό σώμα (καλοριφέρ) γίνεται και μέσω της διαδικασίας της μεταβίβασης. Κατά τη διαδικασία της φυσικής διάδοσης η θερμαινόμενη μάζα του αέρα διαστέλλεται και αποκτά μικρότερο ειδικό βάρος με αποτέλεσμα να ανεβαίνει προς τα πάνω και να αντικαθίσταται από ψυχρότερη. Αυτό το φαινόμενο δημιουργεί ένα φυσικό ρεύμα αέρα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τον αερισμό των εσωτερικών χώρων

Η μετάδοση θερμότητας με **ακτινοβολία** γίνεται με ανταλλαγή θερμικής ακτινοβολίας μεταξύ επιφανειών που διαχωρίζονται από αέρα. Η ποσότητα της ακτινοβολίας που εκπέμπει ένα σώμα εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία και τη φύση της επιφάνειας του (υφή, χρώμα, μέγεθος). Γι' αυτό το λόγο, υλικά με σκούρες και όχι λείες επιφάνειες, έχουν την ιδιότητα να απορροφούν πολύ θερμότητα, την οποία εκπέμπουν με ακτινοβολία. Σε ζεστά κλίματα η χρήση ανοικτών χρωμάτων μειώνει τα θερμικά κέρδη από ακτινοβολία. Για τη συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας επιλέγονται σκούρα χρώματα επιφανειών ηλιακών συλλεκτών ή ηλιακών τοίχων, συνήθως, μαύρο, για μέγιστη απόδοση.

3.1.2. Θερμομόνωση κτιρίων

Στη συνέχεια περιγράφονται κατασκευαστικές λύσεις που συναντούμε συχνότερα στην Ελλάδα μια και οι συνδυασμοί υλικών και οικοδομικών λεπτομερειών σε ειδικές κατασκευές είναι πάρα πολλοί για να καλυφθούν ή να ομαδοποιηθούν

3.1.2.1. Εξωτερικής τοιχοποιίας

Η συνηθέστερη κατασκευή εξωτερικών τοίχων στην Ελλάδα, που δίνει και τα επιθυμητά επίπεδα u-value, είναι δύο παράλληλες στρώσεις δρομικών τοίχων από συμβατικά τούβλα ή ενός μπατικού και ενός δρομικού με τη θερμομόνωση ανάμεσα. Μια παραλλαγή αυτής της λύσης είναι η προσθήκη ενός κενού αέρα μερικών εκατοστών δίπλα στη μόνωση και ανάμεσα στις οπτοπλινθοδομές. Σε αυτή τη περίπτωση, η μόνωση πρέπει να τοποθετείται σε επαφή με τον εσωτερικό τοίχο για να είναι αποδοτική. Τα επίπεδα του συντελεστή θερμοπερατότητας μπορεί μάλιστα να είναι καλύτερα σε σχέση με τη πρώτη κατασκευαστική λύση αλλά το συνολικό πάχος της τοιχοποιίας είναι αρκετά μεγαλύτερο. Αυτό τις περισσότερες φορές θεωρείται μειονέκτημα για μια συμβατική κατασκευή κατοικίας, λόγω της εκμετάλλευσης λιγότερου ωφέλιμου χώρου.

Ενεργειακή μελέτη κτιρίου με χώρους πολλαπλών χρήσεων

Είδος τοιχοποιίας	Συντελεστής θερμοπερατότητας K (kcal/m ² h°C)
Διπλός δρομικός αμόνωτος με κενό 4 εκ.	1.55
Διπλός δρομικός με μόνωση 4 εκ.	0.55
Διπλός ορθοδρομικός με κενό 6 εκ.	1.4
Διπλός ορθοδρομικός με μόνωση 6 εκ.	0.6
Δρομικός - ορθοδρομικός- μόνωση 4 εκ	0.58

Πίνακας 3.1

Μια άλλη πρόταση που έχει ίσως συγκριτικά με τις προηγούμενες την καλύτερη απόδοση τους θερινούς μήνες και για αυτό συνιστάται για ζεστά και υγρά κλίματα είναι η «αεριζόμενη πρόσοψη». Πρόκειται ουσιαστικά για ένα μονωμένο εξωτερικά κέλυφος και μια προστατευτική τοιχοποιία

περιμετρικά σε κάποια απόσταση, σχεδιασμένη έτσι ώστε να επιτρέπει στον αέρα να εισχωρεί στο ενδιάμεσο κενό. Η φυσική κυκλοφορία και ανανέωση του αέρα μειώνει τον κίνδυνο υπερθέρμανσης του κελύφους καθώς και το σχηματισμό υδρατμών στην τοιχοποιία.

Πρέπει να σημειωθεί ότι σε όλες τις περιπτώσεις όλα τα οικοδομικά μέρη του κελύφους όπως πλάκες, δοκοί και υποστυλώματα πρέπει να μονώνονται εξωτερικά έτσι ώστε να αποφεύγονται θερμογέφυρες αλλά και να προστατεύεται ο φέρων οργανισμός από την υγρασία και γενικά τις καιρικές συνθήκες αυξάνοντας το χρόνο ζωής του. Τα θερμομονωτικά υλικά που συνήθως χρησιμοποιούνται} στο περίβλημα των Κτιρίων είναι ο υαλοβάμβακας, η πολυουρεθάνη, η πολυστερίνη κ.α.

Επίσης, δομικά υλικά με αυξημένες θερμομονωτικές ικανότητες όπως ελαφρόπετρα, θερμομονωτικά τούβλα, monoblock, thermoblock, τα οποία όπως ήδη αναφέρθηκε οφείλουν τις ιδιότητες τους στο μεγάλο αριθμό κυψελίδων που περιέχουν, χρησιμοποιούνται για εξωτερικές τοιχοποιίες συνήθως χωρίς άλλη μόνωση σε Μεσογειακά κλίματα. Για περαιτέρω βελτίωση των θερμομονωτικών τους ιδιοτήτων, της συμπεριφοράς τους απέναντι στους υδρατμούς και την αποφυγή θερμογέφυρων στην αρμολόγηση όσων τέτοιων υλικών είναι σε μορφή πλίνθων προτείνεται η χρήση μονωτικών επιχρισμάτων. Πάντως ο συντελεστής θερμοπερατότητας τους είναι μεγαλύτερος από τις προηγούμενες κατασκευαστικές προτάσεις αλλά μέσα στα επιτρεπόμενα όρια που επιβάλλει ο Κανονισμός Θερμομόνωσης. Έχουν μικρότερες διαστολές, καλή συμπεριφορά στο σεισμό αλλά μικρή θερμοχωρητικότητα με συνέπεια τη γρήγορη ψύξη τους μετά τη διακοπή λειτουργίας της θέρμανσης.

3.1.3. Υαλοστάσια/Κουφώματα

Η λειτουργία των κτιρίων αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους τομείς κατανάλωσης ενέργειας. Σημαντικό μέρος αυτής της ενέργειας καταναλώνεται για να εξασφαλιστεί η ρύθμιση και η σταθεροποίηση των βασικών εσωκλιματικών παραμέτρων που προσδιορίζουν τη θερμική και οπτική άνεση στα αποδεκτά από την ανθρώπινη φυσιολογία όρια. Βασικές παράμετροι για την εξασφάλιση των συνθηκών θερμικής άνεσης -της αίσθησης δηλαδή της γενικής ευεξίας σε σχέση με το θερμοκρασιακό περιβάλλον- είναι η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η κίνηση, η ταχύτητα και τα ρεύματα του αέρα του χώρου, Ως προς την εξασφάλιση της οπτικής άνεσης, επαρκείς ή ανεπαρκείς ποσότητες φυσικού φωτισμού, σε συνδυασμό με λοιπά χαρακτηριστικά του -όπως η κατανομή του στο χώρο και οι αναλογίες της λαμπρότητας σκοτεινών και φωτεινών περιοχών- προσδιορίζουν τα επίπεδα ενέργειας που καταναλώνονται για τεχνητό φωτισμό. Η εφαρμογή προτάσεων σχεδιασμού και η επιλογή προϊόντων και κατασκευαστικών λύσεων που μειώνουν ή εκμηδενίζουν την ανάγκη ενεργοβόρων συσκευών και εγκαταστάσεων για την εξασφάλιση των συνθηκών αυτών βρίσκονται στο επίκεντρο των πολιτικών εξοικονόμησης ενέργειας. Καθώς η εφαρμογή θερμομονωτικών υλικών και η αντιμετώπιση των απωλειών από διαφυγές αέρα συνεισφέρουν ήδη αποτελεσματικά στη δραστική μείωση της ενεργειακής σπατάλης, ο ρόλος των εξωτερικών κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων στην εξοικονόμηση ενέργειας αποκτά διαρκώς και μεγαλύτερη βαρύτητα. Ως καθοριστικά στοιχεία διαμόρφωσης των όψεων, τα εξωτερικά κουφώματα και τα υαλοπετάσματα συγκεντρώνουν και εξυπηρετούν ποικίλες και ουσιαστικές λειτουργίες του κτιριακού κελύφους (αισθητική, θέα, φυσικό φωτισμό, ασφάλεια, ηλιοπροστασία, ηχοπροστασία), γεγονός που δημιουργεί ένα ανάλογο ευρύ πεδίο απαιτούμενων ιδιοτήτων, που σε αρκετές περιπτώσεις εμφανίζονται ως αντικρουόμενες ή ως μεταβαλλόμενες χρονικά κοντά τη διάρκεια του 24-ώρου ή των εποχών του έτους. Ως αποτέλεσμα όλων των παραπάνω, η εξέταση των εξωτερικών κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων με ενεργειακά κριτήρια δεν μπορεί παρά να συσχετίζεται με τη συνολική απόδοση του κτιρίου, τις απαιτήσεις των ενοίκων, του περιβάλλοντος και, ακόμη, των τεχνικών εγκαταστάσεων. Η σύγχρονη ολιστική προσέγγιση των ενεργειακών ζητημάτων του κτιρίου αποτελεί σύνθεση παραμέτρων που μπορούν να λειτουργήσουν ανταγωνιστικά: τα στοιχεία ηλιοπροστασίας κάνουν δυνατή τη σημαντική μείωση των ηλιακών προσόδων / κερδών, ταυτόχρονα όμως οδηγούν σε άνοδο της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό, γεγονός που με τη σειρά του μπορεί να επιβαρύνει τα ψυκτικά φορτία. Είναι σαφές ότι τα επιμέρους στοιχεία των ενεργειακών καταναλώσεων για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό θα πρέπει να προσεγγίζονται, να εξετάζονται και να αξιολογούνται υπό το πρίσμα της συνολικής ενεργειακής απόδοσης, όπως άλλωστε προδιαγράφεται τόσο στις νέες ευρωπαϊκές οδηγίες, όσο και στους εθνικούς κανονισμούς που απορρέουν από αυτές (π.χ. Κ.Εν.Α.Κ.).

Σε κάθε περίπτωση η μελέτη και η κατασκευή κτιρίων με ευνοϊκό ενεργειακό ισοζύγιο απαιτεί, παράλληλα με τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης όλων των οικοδομικών στοιχείων και των τεχνικών εγκαταστάσεων, την ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων

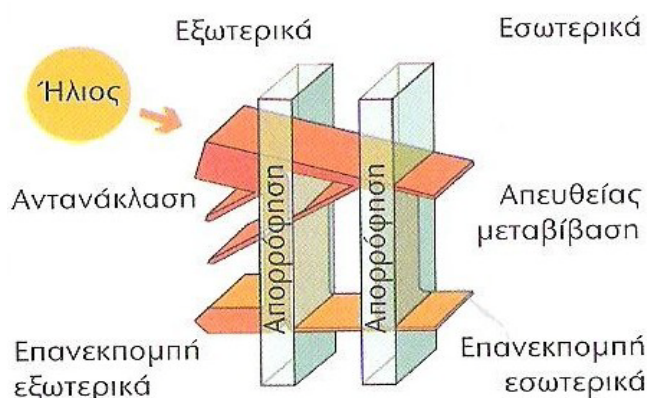
κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων με πιστοποιημένα χαρακτηριστικά της ενεργειακής τους απόδοσης.

Η Συμβολή των κουφωμάτων & υαλοπετασμάτων στην εξοικονόμηση ενέργειας

Οι μακροκλιματικές και μικροκλιματικές συνθήκες, ο προσανατολισμός και ο σκιασμός των ανοιγμάτων, ο τύπος του κτιρίου και η ποιότητα του αρχιτεκτονικού και ενεργειακού σχεδιασμού του κάθε έργου διαμορφώνουν το ευρύτερο πεδίο αξιοποίησης των ενεργειακών χαρακτηριστικών των κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων, καθώς μάλιστα αυτά αποτελούν σημαντικούς και σε πολλές περιπτώσεις κρίσιμους κόμβους στο ενεργειακό σύστημα των κτιρίων. Θερμικές απώλειες από τις επιφάνειες τους, υψηλότερες από τα υπόλοιπα στοιχεία του εξωτερικού περιβλήματος, ή υψηλές τιμές της διαπερατότητας τους στο ηλιακό φως προκαλούν συχνά προβλήματα θέρμανσης, ψύξης ή άνεσης στους χώρους του κτιρίου.

Υπό το πρίσμα της εξοικονόμησης ενέργειας, τα κουφώματα και τα υαλοπετάσματα θα πρέπει:

- σε κλιματικές συνθήκες που απαιτούν θέρμανση (δηλ. τη χειμερινή περίοδο) να συμβάλλουν στη μείωση των θερμικών απωλειών, με εξασφάλιση της δυνατότητας επαρκούς αερισμού των εσωτερικών χώρων και να μεγιστοποιούν τα ηλιακά κέρδη, ώστε να αντισταθμίζονται ή ακόμη και να υπερκαλύπτονται οι θερμικές τους απώλειες,
- σε κλιματικές συνθήκες που απαιτούν ψύξη (δηλ. τη θερινή περίοδο) να συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση του θερμικού κέρδους και στη συνεπακόλουθη μείωση των ψυκτικών φορτίων, ενώ ταυτόχρονα να εξυπηρετούν την απομάκρυνση της θερμότητας μέσω φυσικού αερισμού και παθητικού δροσισμού.



Εικόνα 3-1

Τεχνικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ενεργειακή απόδοση των κουφωμάτων και των υαλοπετασμάτων

Η θερμομονωτική ικανότητα των δομικών στοιχείων αποβλέπει στην εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, με βέλτιστη θωράκιση του φλοιού απέναντι στη διακίνηση θερμικών φορτίων (θερμομόνωση για τις ανάγκες της χειμερινής περιόδου, προστασία από τους κινδύνους υπερθέρμανσης κατά τη θερινή) και αξιοποίηση παθητικών συστημάτων. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες που προσδιορίζουν τη συμπεριφορά των κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας συνθέτουν την ενεργειακή τους απόδοση.

Επιλογές που καθορίζουν την ενεργειακή απόδοση των κουφωμάτων και των υαλοπετασμάτων

Η ενεργειακή απόδοση των κουφωμάτων και των υαλοπετασμάτων επικεντρώνεται:

- στη θερμομονωτική τους ικανότητα και συμπεριφορά,
- στην αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας που τα διαπερνά ως πηγή θερμότητας και φυσικού φωτισμού,
- στην ηλιοπροστατευτική τους λειτουργία (τις δυνατότητες έλεγχο, των αρνητικών επιπτώσεων της ηλιακής ακτινοβολίας με κύριο στόχο τη μείωση των ψυκτικών φορτίων και της θάμβωσης).

Η επιλογή των υλικών για τα επιμέρους συστατικά των κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων (κατά βάση τα πλαίσια και τους υαλοπίνακες) και η σύνθεση τους σε ολοκληρωμένα στοιχεία αποτελούν καθοριστικά παραμέτρους για την ενεργειακή τους απόδοση.

• Επιλογή των υαλοπινάκων

Τα παλαιότερα προϊόντα περιλαμβάνουν απλούς υαλοπίνακες, που επειδή με τα σύγχρονα ενεργειακά κριτήρια θεωρούνται ανεπαρκείς, αντικαθίστανται με σύνθετους, **διπλούς και τριπλούς υαλοπίνακες**, διαχωριζόμενους αντίστοιχα από ένα ή δύο διάκενα, οι οποίοι προσφέρουν σημαντικά βελτιωμένες θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες. Για ακόμη αποδοτικότερες ενεργειακά λύσεις η αγορά έχει εμπλουτιστεί με **βελτιωμένους θερμομονωτικούς** διπλούς και τριπλούς υαλοπίνακες, στους οποίους ο ξηρός αέρας πλήρωσης των διακένων των κοινών διπλών και τριπλών υαλοπινάκων αντικαθίσταται από τα ευγενή, χαμηλής αγωγιμότητας αέρια αργό, κρυπτό και -σπανιότερα- ξένο. Όπως φαίνεται στους συγκριτικούς πίνακες 3.2 και 3.3, με εφαρμογή των υαλοπινάκων αυτών στα κουφώματα και υαλοπετάσματα επιτυγχάνονται χαμηλότερες τιμές στις θερμικές απώλειες και στις ενεργειακές καταναλώσεις και αύξηση των θερμοκρασιών στις εσωτερικές επιφάνειες τους, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για τη θερμική άνεση σε περιπτώσεις με χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες. Το ιδανικό πλάτος του διακένου στους υαλοπίνακες αυτούς είναι μεταξύ 15 και 16 mm στους διπλούς και από 10 mm για το κάθε διάκενο στους τριπλούς.

Θερμομονωτικά Χαρακτηριστικά Βασικών Τύπων Υαλοπινάκων		
Τύπος Υαλοπίνακα	U-value [W/(m²K)]	Θερμοκρασία εσωτερικής επιφάνειας του υαλοπίνακα με εξωτ. θερμοκρασία -10°C & εσωτ. θερμοκρασία +20°C
Απλός Υαλοπίνακας	5,6	-1,0 °C
Διπλός Υαλοπίνακας	2,9-3,1	+8,4 °C
Τριπλός Υαλοπίνακας	2,1	+12,1 °C
Διπλός θερμομονωτικός υαλοπίνακας	1,1-1,6	+13,8-15,5 °C
Τριπλός θερμομονωτικός υαλοπίνακας	0,4-0,8	+16,8-17,3 °C

Πίνακας 3.2

**Εξοικονόμηση Ενέργειας σε τυπικό Διαμέρισμα από τη χρήση Διπλών και Βελτιωμένων
Υαλοπινάκων σε 4 Κλιματικές ζώνες της Ελλάδας**

Περιοχή	Τύπος Υαλοπίνακα	Εξοικονόμηση Ενέργειας (KWh)	Εξοικονόμηση Πετρελαίου (λίτρα)
Φλώρινα	Διπλός Υαλοπίν.	12.216	1.222
	Διπλός χαμηλής εκπομπής με αργό.	14.381	1.438
Θεσσαλονίκη	Διπλός Υαλοπίν.	8.551	855
	Διπλός χαμηλής εκπομπής με αργό.	10.007	1.001
Αθήνα	Διπλός Υαλοπίν.	5.192	519
	Διπλός χαμηλής εκπομπής με αργό.	6.016	602
Χανιά	Διπλός Υαλοπίν.	4.191	419
	Διπλός χαμηλής εκπομπής με αργό.	4.449	445

Πίνακας 3.3

Ειδικοί υαλοπίνακες - Υαλοπίνακες ηλιακού ελέγχου

Με στόχο τον έλεγχο των ανεπιθύμητων θερμικών ηλιακών κερδών, χωρίς να παρεμποδίζεται η θέα και το φυσικό φως των εσωτερικών χώρων, έχουν αναπτυχθεί ειδικοί υαλοπίνακες με κατάλληλες ιδιότητες που προσδίδονται σε αυτούς με ειδικά υλικά (κυρίως μέταλλα και μεταλλικά οξείδια), τα οποία είτε αναμειγνύονται και ενσωματώνονται στη μάζα τους είτε εφαρμόζονται με επιστρώσεις στην επιφάνεια τους. Παρά το γεγονός ότι αρκετοί τύποι από αυτούς μετρούν ήδη δεκαετίες εφαρμογών, ο γενικός όρος "υαλοπίνακες ηλιακού ελέγχου" είναι σχετικά πρόσφατος και αναφέρεται σε προϊόντα υψηλής τεχνολογίας που αναπτύχθηκαν από την υαλοβιομηχανία, ώστε να επιτρέπουν στο ηλιακό φως να τους διαπερνά και ταυτόχρονα να διαχέουν και να αντανακλούν ένα μεγάλο μέρος της ηλιακής θερμότητας.

Οι έγχρωμοι υαλοπίνακες αποτελούν μια παραλλαγή απλών υαλοπινάκων, στη μάζα των οποίων έχουν προστεθεί κατά την παραγωγή τους ειδικές χρωστικές ύλες, που αυξάνουν την απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας και συμβάλλουν στη μείωση των ηλιακών θερμικών φορτίων.

Οι ανακλαστικοί υαλοπίνακες, με επιστρώσεις από υλικά με έντονες ανακλαστικές ιδιότητες, απομακρύνουν με αντανάκλαση περί το 50% της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στα υαλοστάσια. Χαρακτηρίζονται από ελαφρές χρωματικές αποχρώσεις, ενώ μειώνουν σε πολύ μικρό μόνο βαθμό το φυσικό φωτισμό των εσωτερικών χώρων.

Οι απορροφητικοί υαλοπίνακες περιορίζουν τη μετάδοση στους εσωτερικούς χώρους της υπέρυθρης, κυρίως, ακτινοβολίας, ενώ μειώνουν κατ' ελάχιστο την ορατή. Η υπερθέρμανση που προκαλεί η απορρόφηση -ιδιαίτερα οι θερμικές εντάσεις στους ίδιους τους υαλοπίνακες- θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και να αντιμετωπίζεται με εφαρμογή κατάλληλων υλικών στερέωσης τους και με κατάλληλες κατασκευαστικές λύσεις.

Οι ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες μεταβάλλουν τη διαπερατότητα τους στο ηλιακό φως με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος χαμηλής τάσης. Το ρεύμα μεταφέρεται με μικροσκοπικούς λεπτότατους αγωγούς σε μία ηλεκτροχρωμική επίστρωση, η οποία ενεργοποιείται και αλλάζει το χρωματισμό της από ανοικτό σε σκοτεινό ή αντίστροφα και με αυτό τον τρόπο ελαττώνει ή αυξάνει ανάλογα την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στους εσωτερικούς χώρους. Η παροχή του ρεύματος πραγματοποιείται είτε με χειρισμούς και εντολές κατά τη βούληση του χρήστη είτε με αυτοματισμούς που στηρίζονται στη λειτουργία ειδικών φωτοαισθητήρων.

Οι θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες μεταβάλλουν τη διαπερατότητα τους στο ηλιακό φως με αλλαγή του χρωματισμού τους από ανοικτό σε σκοτεινό, με παθητικό τρόπο, χωρίς δηλαδή τη δράση ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ελαφρά χρωματισμένων θερμοχρωμικών μεμβρανών, που, καθώς θερμαίνονται από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία,

μειώνουν τη διαπερατότητα τους (σκοτεινιάζουν) και απορροφούν σημαντικό μέρος της ακτινοβολίας που κατευθύνεται προς το εσωτερικό. Σε απουσία άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας ο χρωματισμός των υαλοπινάκων "ανοίγει", ώστε να επιτραπεί η είσοδος της διάχυτης ακτινοβολίας στους χώρους. Οι θερμοχρωμικές μεμβράνες ενσωματώνονται μεταξύ δύο υαλοπινάκων, συνθέτοντας ένα ενιαίο φύλλο, το οποίο στη συνέχεια αποτελεί μέρος ενός συνθετότερου στοιχείου (π.χ. διπλού ή τριπλού υαλοπίνακα)

Στους υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμπιμότητας (low-e) εφαρμόζονται στις επιφάνειες τους λεπτότατες, πρακτικά μη ορατές, επιστρώσεις από μέταλλα ή οξειδία μετάλλων. Όπως είναι γνωστό, ο βασικός μηχανισμός μεταφοράς θερμικών φορτίων στους διπλούς και τριπλούς υαλοπίνακες είναι η ακτινοβολούμενη θερμότητα από ένα θερμό προς έναν ψυχρό υαλοπίνακα. Με την επικάλυψη της επιφάνειας του υαλοπίνακα που είναι στραμμένη προς το διάκενο, με υλικό χαμηλής εκπομπής, εμποδίζεται σημαντικό μέρος της ακτινοβολούμενης θερμότητας, με αποτέλεσμα τη μείωση της συνολικής διακίνησης θερμότητας δια του στοιχείου και μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητάς του.

Επιλογή των πλαισίων

Η συμμετοχή της επιφάνειας των πλαισίων στη συνολική επιφάνεια του στοιχείου είναι σημαντική, φθάνοντας στα μικρότερου μεγέθους κουφώματα μέχρι το 30%, με αποτέλεσμα η θερμομονωτική ικανότητα του κάθε πλαισίου να επηρεάζει ανάλογα τη θερμομονωτική και ενεργειακή συμπεριφορά του κουφώματος ή του υαλοπετάσματος. Υπολογίζεται με βάση εκτεταμένες έρευνες από το πεδίο των εφαρμογών ότι πλαίσια με κακή θερμομονωτική συμπεριφορά υποβαθμίζουν έως και 25% τα ενεργειακά κέρδη που προσφέρουν οι διπλοί θερμομονωτικοί υαλοπίνακες και έως 70% τα ενεργειακά κέρδη που προσφέρουν οι ίδιες ποιότητας τριπλοί. Είναι σαφές ότι για να αξιοποιηθεί η εφαρμογή των σύγχρονων υψηλής ενεργειακής απόδοσης υαλοπινάκων στα κουφώματα και τα υαλοπετάσματα, απαιτούνται ανάλογες βελτιωμένες αποδόσεις και από τα πλαίσια.

Τα πλαίσια στα σύγχρονα κουφώματα και υαλοπετάσματα κατασκευάζονται από ξύλο, αλουμίνιο, χάλυβα, συνθετικά υλικά ή και συνδυασμούς των υλικών αυτών. Η θερμομονωτική ικανότητα του κάθε πλαισίου εξαρτάται τόσο από το υλικό κατασκευής, όσο και από τη διαμόρφωση της διατομής του. Η εφαρμογή πλαισίων με χαμηλό συντελεστή θερμοδιαπερατότητας επιτυγχάνει χαμηλότερες τιμές στις θερμικές απώλειες και στις ενεργειακές καταναλώσεις και αύξηση των θερμοκρασιών στις εσωτερικές επιφάνειες των πλαισίων ,γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για τη θερμική άνεση σε περιπτώσεις με χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες. Το υλικό κατασκευής των πλαισίων καθορίζει εκτός από τη θερμομονωτική συμπεριφορά τους και άλλα χαρακτηριστικά με ιδιαίτερη σημασία για τη λειτουργία των κουφωμάτων και των υαλοπετασμάτων και την αντοχή τους στη διάρκεια της ζωής τους.

Προσαρμογή και ενσωμάτωση των κουφωμάτων στα ανοίγματα

Τα τοποθετημένα και στερεωμένα στο οικοδομικό άνοιγμα κουφώματα είναι εκτεθειμένα στη βροχή, σε ανεμοπιέσεις, σε κραδασμούς, σε θερμικές επιδράσεις, σε συστολοδιαστολές και επιβαρύνσεις από τις λειτουργίες των φύλλων, με αποτέλεσμα οι περιοχές στερέωσης και επαφής να δέχονται σημαντικές καταπονήσεις. Ο τρόπος και η τεχνική τοποθέτησης και η προσαρμογή των κουφωμάτων στα οικοδομικά ανοίγματα μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ενεργειακή τους απόδοση. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει στις σχετικές εργασίες να γίνεται χρήση κατάλληλων υλικών και δοκιμασμένης τεχνογνωσίας, ώστε να μην υποβαθμίζεται η υψηλή και πιστοποιημένη ποιότητα των σύγχρονων κουφωμάτων από κακοτεχνίες κατά την εφαρμογή τους στο έργο.

Με θερμοτεχνικά και ενεργειακά κριτήρια οι περιοχές επαφής κάσας - οικοδομικού ανοίγματος είναι ευαίσθητες απέναντι στους κινδύνους:

ανεπιθύμητων διαφυγών αέρα, με επακόλουθο θερμικές απώλειες από τους θερμαινόμενους εσωτερικούς χώρους προς το εξωτερικό περιβάλλον,

δημιουργίας θερμογεφυρών, με επακόλουθο θερμικές απώλειες και αυξημένες πιθανότητες υγραποίησης υδρατμών στις περιοχές επαφής,

διείσδυσης νερού από συνδυασμένη επίδραση βροχής και ανεμοπίεσης, με επακόλουθο τόσο τη δύγγραση και τη φθορά των υλικών των επιφανειών επαφής, όσο και τη διαφυγή θερμότητας στα υγρά τμήματα των περιοχών αυτών

Οι κίνδυνοι αυτοί αντιμετωπίζονται κατά κανόνα συνολικά:

- με κατάλληλη κατασκευαστική διαμόρφωση των οικοδομικών ανοιγμάτων, ώστε να προστατεύονται κατά το δυνατόν οι περιοχές επαφής,
- με ένταξη της κάσας στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο με εκείνο της θερμομόνωσης της τοιχοποιίας που περιβάλλει το άνοιγμα,
- με εφαρμογή υλικών που αποκλείουν, σε κάθε περίπτωση, τη θερμική γεφύρωση ανάμεσα στην κάσα και την τοιχοποιία που περιβάλλει το οικοδομικό άνοιγμα (όπως π.χ. θερμομονωτικές λωρίδες, αφροί κτλ),
- με εφαρμογή υλικών πλήρωσης και σφράγισης αρμών που εξασφαλίζουν υδατοστεγανότητα και αεροστεγανότητα (όπως π.χ. μεμβράνες, κορδόνια, μαστίχες, σιλικόνες κτλ.)
- με εφαρμογή τεχνικών που εξασφαλίζουν τη σταθεροποίηση του κουφώματος στο άνοιγμα και επιτρέπουν τις μικρομετακινήσεις, τη σταθερότητα των διαστάσεων των αρμών και τη σταθερή στο χρόνο πρόσφυση των προστατευτικών υλικών

- **Ενεργειακά κουφώματα και υαλοπετάσματα**

Τα κουφώματα και τα υαλοπετάσματα αποτελούν κλασικά παθητικά στοιχεία αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας που διαπερνά τα διαφανή μέρη τους και δεσμεύεται στο εσωτερικό των κτιρίων. Τα σύγχρονα προϊόντα συμμετέχουν διαρκώς και περισσότερο όχι απλώς στη δραστική μείωση της ενέργειας λειτουργίας αλλά και στην αξιοποίηση της θέσης και της λειτουργίας τους στο κτιριακό κέλυφος ως μέσων παραγωγής ηλεκτρικής, κυρίως, ενέργειας με την ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών (Φ/Β) στοιχείων σ' αυτά, συμβάλλοντας καθοριστικά στη δημιουργία των **ενεργειακών όψεων**.

Οι περισσότερες εφαρμογές ενσωμάτωσης φωτοβολταϊκών στοιχείων σε όψεις (Fagade Integrated Photovoltaics - FIPV) βασίζονται στην αντικατάσταση μέρους ή του συνόλου των γυάλινων στοιχείων της με ειδικούς υαλοπίνακες που ενσωματώνουν φωτοβολταϊκές μεμβράνες ή λεπτότατες επιστρώσεις μεταξύ δύο φύλλων γυαλιού. Με δεδομένο ότι τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αξιοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία και στις δύο μορφές της, άμεση και διάχυτη, δεν είναι απαραίτητο το επίπεδο τοποθέτησης τους να έχει κλίση κάθετη στις ακτίνες του ήλιου, ενώ η λειτουργία τους είναι αποδοτική ακόμη και σε καιρικές συνθήκες πλήρους έλλειψης της ηλιοφάνειας, όπως σε συννεφιά, καθώς και σ' αυτή την περίπτωση η διάχυτη ακτινοβολία μπορεί να είναι επαρκής για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

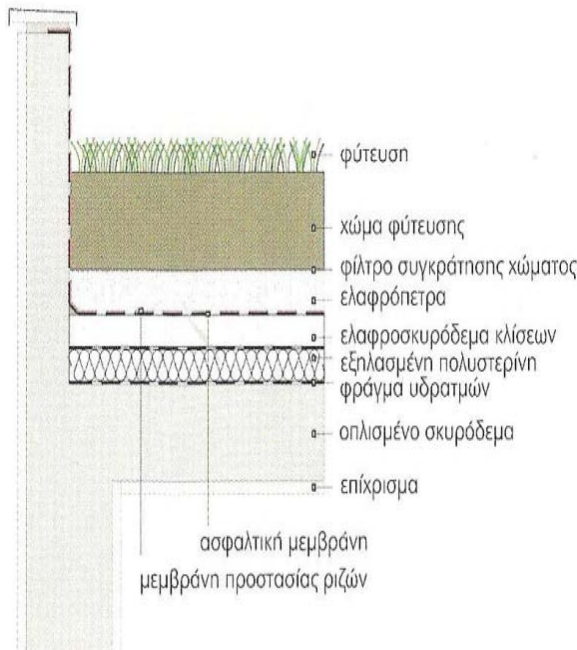
Γενικά, η παραγόμενη ενέργεια εξαρτάται από τα γεωγραφικά και κλιματικά δεδομένα της περιοχής, τον ηλιασμό και την επιφάνεια της όψης, την απόδοση των στοιχείων της ηλεκτρικής εγκατάστασης και το υλικό των φωτοβολταϊκών στοιχείων (πολυκρυσταλλικό, μονοκρυσταλλικό ή άμορφο πυρίτιο). Η ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών στοιχείων σε συστήματα υαλοπετασμάτων όψεων μπορεί να καλύψει και τις περιοχές των αδιαφανών στοιχείων της (ποδιές) ή συμπληρωματικών στοιχείων σκιασμού (προοτεγάσματα) και ηλιοπροστασίας (ενσωμάτωση σε περσίδες). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι εφαρμογές που συνδυάζουν τις λειτουργίες των διπλοκέλυφων όψεων με παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά στοιχεία και, ακόμη, με αξιοποίηση της θερμότητας που δημιουργείται από τη λειτουργία των φωτοβολταϊκών στοιχείων

3.1.4. Στέγες-Φύτευση Δώματος

Γενικά, το φυτεμένο δώμα ως τμήμα του κτιριακού κελύφους, επιδρά στη θερμική ροή της επιφάνειας στην οποία έχει τοποθετηθεί. Οι στρώσεις της φύτευσης και του χώματος αποτελούν ένα ζωντανό σύστημα στο δομικό υλικό του δώματος, που αλληλεπιδρά με ποικίλους τρόπους τόσο με το κτίριο όσο με το εξωτερικό περιβάλλον. Τα σημαντικότερα οφέλη των φυτεμένων δωματίων ή στεγών μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Εξοικονόμηση ενέργειας σε θέρμανση και ψύξη.
- Επέκταση της διάρκειας ζωής των δομικών υλικών της στέγης, αύξηση της μόνωσης του κτιρίου και βελτίωση της στεγανοποίησης του κτιρίου.
- Μείωση του φαινομένου της "αστικής νησίδας".

- Απορρόφηση των αέριων ρύπων και της σκόνης.
- Βελτίωση του μικροκλίματος και του αερισμού των πόλεων.
- Αύξηση της προστασίας έναντι της ηχορρύπανσης κατά 8 dB και μείωση της αντανάκλασης του ήχου κατά 3 dB.
- Μείωση της απορροής των όμβριων υδάτων από 50-90% στο αποχετευτικό δίκτυο.
- Εκμετάλλευση ελεύθερων δωματίων που αποτελούν κενούς διαθέσιμους χώρους (βελτίωση του αισθητικού χαρακτήρα του κτιρίου).
- Δημιουργία οικοσυστημάτων μέσα στις αστικές περιοχές, στα οποία αναβιώνουν φυτά και ζώα που απωθήθηκαν λόγω της ανεξέλεγκτης επέκτασης των πόλεων.



Εικόνα 3-2

Μέχρι σήμερα, τα πλεονεκτήματα των πράσινων στεγών είχαν ποιοτικό παρά ποσοτικό χαρακτήρα, δεδομένου ότι η σχετική επιστημονική έρευνα ήταν περιορισμένη. Στις περισσότερες περιπτώσεις η εγκατάστασή τους σε ένα κτίριο θεωρείτο ένας φιλικός προς το περιβάλλον χαρακτηριστικός, συμβάλλοντας απλά στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Παρ' όλα αυτά, τα φυτεμένα δώματα ερευνώνται πλέον μέσω πειραμάτων και υπολογιστικών μοντέλων που στοχεύουν να ποσοτικοποιήσουν την επίδραση των πράσινων στεγών, είτε ως ενσωματωμένο στρώμα στο δώμα του κτιρίου είτε ως περιβαλλοντικό σύστημα. Ένα τυπικό

φυτεμένο δώμα ή στέγη (Εικόνα 3.2) αποτελείται κυρίως από ένα ελαφρύ εδαφολογικό μίγμα και ένα στρώμα

αποστράγγισης (αποξήρανσης), τα οποία διαχωρίζονται με ένα στρώμα συγκράτησης του χώματος της φύτευσης.

Η στρώση αποστράγγισης, η οποία αποτελείται συνήθως από χαλίκι ή ελαφρόπετρα, ελέγχει την υγρασία του χώματος επιτρέποντας την κατάλληλη αποξήρανση του, ενώ, συνήθως, είναι σχεδιασμένη ώστε να συγκρατεί το βρόχινο νερό ή το νερό της άρδευσης, προκειμένου να κρατηθεί το εδαφολογικό μίγμα υγρό, δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο τις κατάλληλες συνθήκες (ως προς την υγρασία) για την ανάπτυξη της φύτευσης. Στη βάση του δώματος, τοποθετείται ελαφροσκυρόδεμα κλίσεων, που συμβάλλει, στην απορροή των όμβριων υδάτων, το οποίο διαχωρίζεται, με τη σειρά του, από το υλικό θερμομόνωσης και το οπλισμένο σκυρόδεμα της πλάκας του δώματος με ένα φύλλο πολυαιθυλενίου. Όσον αφορά τις κατασκευαστικές ιδιότητες του φυτεμένου δώματος, το πάχος κάθε στρώσης εξαρτάται από τις απαιτήσεις της επιλεγμένης βλάστησης. Πιο συγκεκριμένα, στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται τρεις κύριες κατηγορίες πράσινων στεγών ανάλογα με το πάχος των στρώσεων

και την απαίτηση του φυτεμένου δώματος για συντήρηση: οι εκτατικές, ημιεντατικές και εντατικές πράσινες στέγες

Τύπος	Εκτατικός	Ημιεντατικός	Εντατικός
Συντήρηση	Ελάχιστη	Περιοδική	Συχνή
Άρδευση	Μηδενική	Περιοδική	Συχνή
Ύψος φύτευσης	60-200mm	-250mm	>1000mm
Βάρος	0-150 kg/m ²	120-200 kg/m ²	180-500 kg/m ²
Κόστος εγκατάστασης	χαμηλό	Μεσαίο	Υψηλό
Χρήση	Οικολογική προστασία	Περιοδική προσβασιμότητα	Πλήρης χρήση

Πίνακας 3.3

Στην περίπτωση, δε, που η φύτευση των δωμαίων επιχορηγηθεί με μία κατάλληλη μορφή κινήτρων, και τα οικονομικά αποτελέσματα γίνονται πολύ πιο ελκυστικά για τον ιδιοκτήτη του κτιρίου. Στην περίπτωση, τώρα, του ήδη θερμομονωμένου κτιρίου (για παράδειγμα το κτίριο διπλοκατοικίας) τα αποτελέσματα ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς και για τη βελτίωση της θερμικής άνεσης που επιτυγχάνεται, είναι λιγότερο εντυπωσιακά, γεγονός αναμενόμενο, όπως προκύπτει από την εξοικονόμηση της τάξης του 2% για θέρμανση και 1% για ψύξη στην Αθήνα και από τη μείωση της ενεργού θερμοκρασίας των χώρων (της τάξης του 1% για την Αθήνα). Το κυριότερο, όμως, αποτέλεσμα από την εισαγωγή της τεχνολογίας του φυτεμένου δώματος δεν μπορεί να ποσοτικοποιηθεί ιδιαίτερα εύκολα. Παρατηρώντας τις ελληνικές πόλεις από την προοπτική του επιβάτη ενός αεροσκάφους επιβεβαιώνεται εύκολα η στατιστική διαπίστωση της ανυπαρξίας πρασίνου. Με δεδομένο ότι δύσκολα θα μεταβληθεί αυτή η πραγματικότητα, τουλάχιστον ως προς την ύπαρξη αποδέσμευση των ήδη δομημένων αστικών χώρων, η δυνατότητα φύτευσης των δωμαίων αποτελεί ίσως τη μόνη ρεαλιστική πρόταση για να αλλάξει η γκρίζα αυτή εικόνα. Με δεδομένο επίσης το γεγονός ότι τα σύγχρονα δώματα σπάνια αποτελούν κάτι περισσότερο από νεκρούς χώρους -καθώς η παλιά τους λειτουργία ως χώρου στεγνώματος των ρούχων έχει προ πολλού ξεπεραστεί, η προσέγγιση του φυτεμένου δώματος αποτελεί μία καθ' όλα βιώσιμη πρόταση ανάπλασης των κτιρίων και δημιουργίας ενός ζωντανού, λειτουργικού, κοινόχρηστου χώρου

3.1.5. Ψυχρά Υλικά

Η θερμοκρασία του αέρα στις πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές είναι υψηλότερη (5° - 6°C) από τις αντίστοιχες των γειτονικών περιαστικών και αγροτικών περιοχών. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται "αστική θερμική νησίδα" και αποτελεί την αντιπροσωπευτική και εμφανή εκδήλωση της αστικοποίησης. Οι συνέπειες του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας είναι σημαντικές: συνθήκες θερμικής δυσφορίας των κατοίκων, προβλήματα υγείας (θερμοπληξία, οργανικές δυσλειτουργίες κ.λπ.) από τη μεγιστοποίηση των ακραίων θερμοκρασιών όταν επικρατούν συνθήκες καύσωνα, αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση για ψύξη, αύξηση του φορτίου αιχμής, που μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα ηλεκτροδότησης, όταν οι μονάδες παραγωγής ισχύος δεν μπορούν να καλύψουν την αυξημένη ζήτηση, αύξηση του κόστους της ενέργειας και αύξηση της φωτοχημικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των εκπομπών CCh. Στο κέντρο της Αθήνας, έχουν παρατηρηθεί θερμοκρασίες ως και 10° C υψηλότερες συγκριτικά με τις περιαστικές περιοχές. Είναι προφανές ότι η υιοθέτηση μεθόδων αντιμετώπισης της αστικής θερμικής νησίδας αποτελεί επιτακτική ανάγκη για τη βιωσιμότητα των πόλεων. Μια από τις μεθόδους αντιμετώπισης του φαινομένου και των συνεπειών του είναι η χρήση ψυχρών υλικών.

Τι είναι τα ψυχρά υλικά

Ψυχρά ονομάζονται τα υλικά που χαρακτηρίζονται από υψηλή ανακλάστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία (έχουν δηλαδή την ιδιότητα να ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία αντί να την απορροφούν), καθώς και από υψηλό συντελεστή εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας δηλαδή εκλύουν γρηγορότερα τα ποσά θερμότητας που έχουν απορροφήσει.

Ως αποτέλεσμα τα υλικά αυτά εμφανίζουν χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες συγκριτικά με άλλα υλικά που δεν έχουν αυτές τις ιδιότητες, (Εικόνα 1). Συνεπώς, μικρότερα ποσά θερμότητας θα μεταδίδονται από το κέλυφος στο εσωτερικό ενός κτιρίου, ενώ επίσης μικρότερα θα είναι και τα ποσά θερμότητας που μεταδίδονται από την ψυχρή επιφάνεια στα υπερκείμενα στρώματα αέρα προς το αστικό περιβάλλον.



Εικόνα 3-3

Πλεονεκτήματα:

Τα διάφορα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση των ψυχρών υλικών στο κέλυφος των κτιρίων και στο αστικό περιβάλλον συνοψίζονται στα ακόλουθα στοιχεία

➤ Βελτίωση συνθηκών θερμικής άνεσης σε μη κλιματιζόμενα κτίρια

Δεδομένου ότι η ηλιακή ακτινοβολία ανακλάται και δεν απορροφάται από το κέλυφος του κτιρίου, λιγότερη θερμότητα εισέρχεται στο εσωτερικό του. Συνεπώς, η θερμοκρασία στο εσωτερικό του κτιρίου θα είναι πολύ χαμηλότερη.

➤ Εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη και αντίστοιχο οικονομικό όφελος

Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες στο εσωτερικό του κτιρίου έχουν ως αποτέλεσμα τον περιορισμό των αναγκών για ψύξη. Η εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη από την εφαρμογή ψυχρών υλικών διαφέρει από κτίριο σε κτίριο γιατί εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως τα επίπεδα μόνωσης, τα κατασκευαστικά στοιχεία και τη λειτουργία του κτιρίου, το σύστημα κλιματισμού και τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Μεγάλος αριθμός μελετών αποδεικνύει ότι η εφαρμογή ψυχρών υλικών στο κέλυφος του κτιρίου προκαλεί μείωση του ψυκτικού φορτίου που κυμαίνεται κατά μέσο όρο από 10-40%, ενώ μπορεί να φτάσει σε μεγαλύτερα ποσοστά στις περιπτώσεις που το κτίριο πληροί τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- I. Βρίσκεται σε περιοχή που χαρακτηρίζεται από θερμό κλίμα και ηλιοφάνεια.
- II. Έχει χαμηλά επίπεδα μόνωσης ή και καθόλου (π.χ. στην περίπτωση κτιρίων παλαιάς κατασκευής που στο σύνολο των ελληνικών κτιρίων αποτελούν περίπου το 90%).
- III. Η επιφάνεια της οροφής του κτιρίου είναι αρκετά μεγάλη σε σύγκριση με τις υπόλοιπες επιφάνειες του.

➤ Μείωση του φορτίου αιχμής για ψύξη και αντίστοιχο οικονομικό όφελος

Η χρήση ψυχρών υλικών προκαλεί επίσης μείωση του φορτίου αιχμής η οποία οδηγεί στην εξοικονόμηση χρημάτων κυρίως για τα εμπορικά και βιομηχανικά κτίρια η χρέωση των οποίων δεν εξαρτάται μόνο από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και από τη μέγιστη ζήτηση (σε κιλοβατώρες) κατά τη διάρκεια της περιόδου χρέωσης. Επιπλέον, λόγω του μειωμένου φορτίου αιχμής, σύμφωνα με το οποίο γίνεται η διαστασιολόγηση του συστήματος κλιματισμού, μπορούν να χρησιμοποιηθούν συστήματα μικρότερης ισχύος. Επίσης, η μείωση του φορτίου αιχμής για ψύξη συμβάλλει στη μείωση της πιθανότητας διακοπής ρεύματος σε περιόδους καύσωνα

- **Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής για την οροφή και οικονομικό όφελος από τη μειωμένες ανάγκες για επισκευή.**

Τα ψυχρά υλικά προστατεύουν την επιφάνεια στην οποία έχουν εφαρμοστεί από την καταστρεπτική υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμική καταπόνηση. Μια επιφάνεια διαστέλλεται και συστέλλεται καθημερινά καθώς θερμαίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας και ψύχεται κατά τη διάρκεια της νύχτας. Αν η επιφάνεια επικαλυφθεί με ανακλαστικό υλικό θερμοκρασιακές διακυμάνσεις θα είναι μικρότερες, όπως και η θερμική καταπόνηση με αποτέλεσμα να έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και λιγότερες ανάγκες για επισκευή.

- **Αντιμετώπιση του φαινομένου της θερμικής νησίδας**

Η χαμηλότερη επιφανειακή θερμοκρασία που εξασφαλίζουν τα ψυχρά υλικά έχει ως αποτέλεσμα τη μετάδοση μικρότερων ποσών θερμότητας από την ψυχρή επιφάνεια στα υπερκείμενα στρώματα αέρα προς το αστικό περιβάλλον. Η χρήση ψυχρών υλικών σε αστική κλίμακα θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα κατά μέσο όρο 1° - 2° C.

- **Περιορισμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των εκπομπών CO₂**

Η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των εκπομπών CO₂ οφείλεται στη μειωμένη εκπομπή ρύπων από τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας λόγω των μειωμένων αναγκών ενέργειας για ψύξη που προκύπτει από την εφαρμογή ψυχρών υλικών. Επιπλέον, δεδομένου ότι μεγάλο ποσοστό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης εξαρτάται από φωτοχημικές αντιδράσεις η ταχύτητα των οποίων αυξάνεται με τη θερμοκρασία, γίνεται αντιληπτό ότι ακόμα και μια μικρή μείωση της θερμοκρασίας του αέρα, η οποία προκύπτει από την εφαρμογή ψυχρών υλικών, μπορεί να συμβάλλει στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Μια πιθανή αρνητική συνέπεια από τη χρήση ψυχρών υλικών θα μπορούσε να είναι το ενδεχόμενο της αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση κατά τη διάρκεια του χειμώνα αφού η ηλιακή ακτινοβολία η οποία θα μπορούσε να συμβάλλει στη θέρμανση του κτιρίου, ανακλάται.

Δεδομένου όμως ότι κατά τη διάρκεια του χειμώνα τα ποσά της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνουν στο κτίριο είναι μικρότερα (μικρότερη διάρκεια ημέρας, η γωνία του ήλιου είναι μικρότερη, υπάρχει νεφοκάλυψη) η αύξηση αυτή δεν είναι αρκετά σημαντική ώστε να αντισταθμίσει την εξοικονόμηση ενέργειας που πραγματοποιείται κατά τους θερινούς μήνες σε θερμά κλίματα με σημαντική ηλιοφάνεια.

Κατηγορίες ψυχρών υλικών

Τα ψυχρά υλικά χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- Υλικά για το κέλυφος του κτιρίου (π.χ. επικαλύψεις, μεμβράνες, πλάκες, ασφαλτικά κεραμίδια κ.λπ.)

- Υλικά για το αστικό περιβάλλον (άσφαλτος, πλάκες διαφόρων υλικών όπως τσιμέντο, μάρμαρο κ.λπ.)

Σε πολλές περιοχές με θερμό κλίμα και σημαντική ηλιοφάνεια υπάρχουν πολλά παραδείγματα ανοιχτόχρωμων επιφανειών (στέγες, τοίχοι, δρόμοι) στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική τους (π.χ. Κυκλάδες) με στόχο τη μείωση των ηλιακών κερδών. Σήμερα, εκτός από ψυχρά υλικά λευκού χρώματος έχουν αναπτυχθεί και έγχρωμα ψυχρά υλικά για τις περιπτώσεις όπου η χρήση ανοιχτόχρωμων επιφανειών δημιουργεί προβλήματα θάμβωσης αλλά και για τις περιπτώσεις όπου προτιμάται η αισθητική των σκούρων χρωμάτων (Εικόνα 3). Το κόστος των ψυχρών υλικών είναι γενικά συγκρίσιμο με το κόστος των συμβατικών υλικών. Ακόμα και για τις περιπτώσεις που το κόστος ενός ψυχρού υλικού είναι αυξημένο σε σχέση με του αντίστοιχου συμβατικού, το οικονομικό όφελος από την εφαρμογή του ψυχρού υλικού θα είναι σημαντικότερο αν λάβουμε υπόψη το κόστος του κύκλου ζωής του υλικού. Μπορούν να εφαρμοστούν τόσο σε υφιστάμενες όσο και νέες κατασκευές

3.2. Παθητική Θέρμανση κτιρίου

Με τον όρο παθητική ηλιακή θέρμανση εννοούμε την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση των εσωτερικών χώρων των κτιρίων, όχι όμως με τη χρήση τεχνολογικών μέσων αλλά κυρίως με τον κατάλληλο σχεδιασμό. Ο ήλιος αποτελεί αστείρευτη «δωρεάν» φυσική πηγή ενέργειας, ειδικά για χώρες σαν τη δική μας. Η ιστορία της αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση και φωτισμό είναι τόσο παλιά όσο και η ίδια η ιστορία του κτιρίου. Ουσιαστικά ξανά-ανακαλύπτουμε και αποδίδουμε με νέα μέσα τις αρχές της ηλιακής αρχιτεκτονικής που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν π.χ. στη χάραξη πόλεων και οργάνωση κατοικιών στην αρχαία Ελλάδα ή ακόμα στη πιο πρόσφατη παραδοσιακή αρχιτεκτονική μας παράδοση.

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή ενός κτιρίου που εκμεταλλεύεται στο μέγιστο την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση περιλαμβάνει τις εξής αρχές:

- **Συλλογή της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας** από το περίβλημα του κτιρίου
- **Αποθήκευση** της σε μορφή **θερμότητας στα οικοδομικά στοιχεία του κτιρίου** κυρίως με τη χρήση υλικών μεγάλης θερμοχωρητικότητας
- **Διατήρηση της θερμότητας μέσα στο κτίριο με τη μείωση των θερμικών απωλειών** από τα διαφανή και αδιαφανή στοιχεία του κελύφους

Η διανομή της θερμότητας ακόμα και σε χώρους που δεν μπορούν να επωφεληθούν από άμεσα ηλιακά κέρδη, βασίζεται αποκλειστικά στα φυσικά φαινόμενα της αγωγής, συναγωγής και ακτινοβολίας. Η θερμότητα μέσα στη μάζα των δομικών στοιχείων μεταδίδεται με αγωγιμότητα, από τα θερμότερα στα ψυχρότερα μέρη. Όταν η επιφανειακή θερμοκρασία ενός υλικού γίνει ψηλότερη από αυτή των γειτονικών του, τότε εκπέμπεται ακτινοβολία θερμότητας. Μεταφορά θερμότητας μέσα στο χώρο γίνεται επίσης μέσω συναγωγής, δηλαδή με τη κίνηση του θερμαινόμενου αέρα προς τα πάνω και την αντικατάσταση του από ψυχρότερο. Στη διανομή της θερμότητας μπορούν να βοηθήσουν χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας μηχανικά μέσα, όπως ανεμιστήρες, που κατευθύνουν τον ζεστό αέρα από τις θερμές στις πιο ζεστές περιοχές του κτιρίου.

3.2.1. Συλλογή άμεσων ηλιακών κερδών

Η απλούστερη και αρχαιότερη μέθοδος παθητικής θέρμανσης είναι η συλλογή της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας μέσα από τα κατάλληλα προσανατολισμένα ανοίγματα. Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν και διασφαλίζουν τη λειτουργία ενός κτιρίου ως «φυσικού

ηλιακού συλλέκτη» και πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν από τα πρώτα στάδια σχεδιασμού ενός κτιρίου είναι:

- Το σχήμα και η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο
- Ο προσανατολισμός του κτιρίου και των ανοιγμάτων
- Το μέγεθος και ο τύπος των ανοιγμάτων

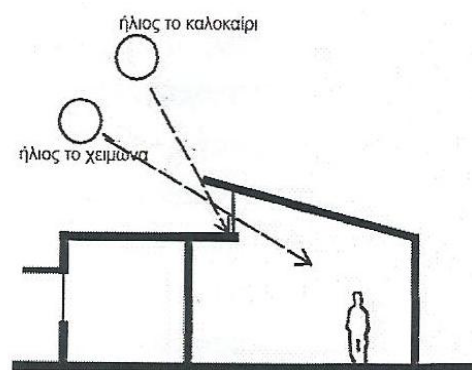
3.2.1.1. Το σχήμα και η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο

Η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγεται ο σκιασμός του κατά τους ψυχρούς μήνες, από άλλα κτίρια ή φυσικά στοιχεία όπως δέντρα. Η χειμερινή περίοδος είναι η πιο επικίνδυνη και επιρρεπής για σκιασμό μεγάλων επιφανειών γιατί ο ήλιος είναι χαμηλά και η γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων μικρή.

Η απόσταση που πρέπει να υπάρχει μεταξύ παράλληλων κτιριακών όγκων, για να αποφεύγεται ο αλληλοσκιασμός τους, όπως π.χ. σε συγκροτήματα νέων κατοικιών, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος μιας περιοχής και τη πιθανή κλίση του οικοπέδου. Σε κεκλιμένα οικόπεδα προσανατολισμένα προς το νότο είναι δυνατόν να επιτευχθούν τα ίδια ποσοστά ηλιακής πρόσβασης με πυκνότερη τοποθέτηση κτιρίων από ότι σε επίπεδα οικόπεδα.

3.2.1.2. Ο προσανατολισμός του κτιρίου και των ανοιγμάτων

Τα ηλιακά κέρδη ποικίλλουν ανάλογα με τον προσανατολισμό ενός κτιρίου και των ανοιγμάτων του. Οι νότια προσανατολισμένες επιφάνειες δέχονται τα μεγαλύτερα ποσοστά άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Σε βόρεια προσανατολισμένες επιφάνειες, η λίγη ακτινοβολία που προσπίπτει, προέρχεται κυρίως από διάχυση και ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας στο έδαφος, με αποτέλεσμα τα θερμικά κέρδη να είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα για να έχουν σημαντική συνεισφορά στη θέρμανση των εσωτερικών χώρων. Τα ηλιακά κέρδη από ανατολικές και δυτικές επιφάνειες είναι περίπου στα ίδια επίπεδα (αλλά πολύ λιγότερα από ότι στις νότιες). Δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία για μικρό χρονικό διάστημα το χειμώνα, νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα, όταν οι απαιτήσεις θέρμανσης είναι μεγαλύτερες. Όμως τους θερινούς μήνες, τα ποσοστά των ανεπιθύμητων ηλιακών κερδών είναι μεγαλύτερα ακόμα και από τις νότιες επιφάνειες, με



Ανοίγματα οροφής νότια προσανατολισμένα για άμεσα ηλιακά κέρδη το χειμώνα - σκίαση το καλοκαίρι.

αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης. Γι' αυτό σε εύκρατα κλίματα, ιδανικότερος προσανατολισμός θεωρείται ο νότιος με μικρή απόκλιση $\pm 25^\circ$, αφού εξασφαλίζει καλύτερο ηλιασμό το χειμώνα, προστασία από τους ψυχρούς βόρειους ανέμους και το καλοκαίρι ευκολότερο έλεγχο ηλιακών κερδών.

3.2.2. Αποθήκευση θερμότητας

Η ηλιακή ακτινοβολία δεν είναι διαθέσιμη τις χρονικές περιόδους της μέρας όπου υπάρχει συνήθως και μεγαλύτερη ανάγκη θέρμανσης, δηλαδή αργά το απόγευμα μέχρι νωρίς το πρωί. Βασικός στόχος λοιπόν είναι η αποθήκευση της πλεονάζουσας θερμότητας που συλλέχθηκε κατά τη διάρκεια της μέρας στη μάζα του κτιρίου, για να απελευθερωθεί αργότερα.

Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται εν μέρει από το υλικό στο οποίο προσπίπτει, μετατρέπεται σε θερμότητα που διαχέεται στο εσωτερικό του μέσω συναγωγής και αποθηκεύεται στη μάζα του. Η θερμότητα συσσωρεύεται τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία της κατασκευής όσο και στο εσωτερικό περίβλημα. Τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των εσωτερικών τοίχων, δαπέδων και τελειωμάτων τους, καθορίζουν την ικανότητα ενός κτιρίου για αποθήκευση των άμεσων ηλιακών κερδών από τα υαλοστάσια αλλά και των εσωτερικών θερμικών κερδών από φώτα, συσκευές και ανθρώπους. Υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και πυκνότητα, όπως η πέτρα, τα τούβλα, το μπετόν, είναι κατάλληλα για καλή θερμική αποθήκευση γιατί θερμαίνονται με αργό ρυθμό με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου τη μέρα και η ψύξη του το βράδυ.

Σε ελαφριές κατασκευές κτιρίων, όπως είναι οι ξύλινες, για να ενισχυθεί η θερμική μάζα, μπορούν να ενταχθούν στο εσωτερικό κάποια στοιχεία μεγάλης θερμοχωρητικής ικανότητας, όπως δάπεδα ή τοίχοι από μπετόν ή πέτρα, που θα βοηθήσουν στη καλύτερη διαχείριση της θερμότητας. Συνοπτικά οι βασικές προϋπόθεσης για μέγιστη αποθήκευση της ηλιακής θερμότητας είναι τα μεγάλα νότια ανοίγματα και η μεγάλη θερμική μάζα της κατασκευής του κτιρίου.

3.2.3. Διατήρηση θερμότητας

Για να εξασφαλιστεί η διατήρηση της θερμότητας που συλλέχθηκε από την ηλιακή ακτινοβολία, πρέπει να μειωθούν οι απώλειες θερμότητας από το κέλυφος. Οι θερμικές απώλειες οφείλονται κυρίως στη θερμική αντίσταση των υλικών του κελύφους του κτιρίου και στη διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος. Καθώς τους ψυχρούς μήνες οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες από τις εσωτερικές, η ροή θερμότητας κινείται σύμφωνα με τους νόμους της θερμοδυναμικής, από τον θερμότερο προς τον ψυχρότερο χώρο διαμέσου των συμπαγών και κυρίως των διαφανών στοιχείων του

περιβλήματος. Ο περιορισμός της ροής θερμότητας ή αλλιώς των θερμικών απωλειών είναι εφικτός αν ληφθούν υπόψιν οι εξής παράμετροι στο σχεδιασμό ενός κτιρίου:

- Επαρκής και ομοιόμορφα τοποθετημένη θερμομόνωση στο περίβλημα του κτιρίου
- Επιλογή όσον το δυνατόν πιο συμπαγών σχημάτων κτιρίων με μικρότερη εξωτερική επιφάνεια εκτεθειμένη
- Υαλοστάσια διπλά και κουφώματα αεροστεγή. Χρήση μονωτικών ρολών τη νύχτα.
- Οργάνωση κάτοψης σε «θερμικές» ζώνες

3.2.4. Παθητικές κατασκευές θέρμανσης στο κτίριο

Παθητικές κατασκευές θέρμανσης ονομάζονται αυτές που βασίζονται στις απόλυτα φυσικές διαδικασίες συλλογής και αποθήκευσης της ηλιακής ακτινοβολίας αλλά και μετάδοσης της θερμότητας. Σ' αντίθεση με τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, δεν διαθέτουν μηχανικά μέσα για «ελεγχόμενη» θέρμανση. Συνηθέστερες κατασκευές τέτοιου τύπου είναι τα θερμοκήπια και οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης.

3.2.4.1. Θερμοκήπια

Τα θερμοκήπια ξεκίνησαν τους προηγούμενους αιώνες σαν αυτόνομες κλειστές γυάλινες κατασκευές σε συνδυασμό με σίδηρο. Χρησιμοποιήθηκαν για να στεγάσουν μεγάλους κήπους όπως π.χ. τη Βικτοριανή εποχή στη Βρετανία ή ακόμα για τη καλλιέργεια φυτών και πρώιμων λαχανικών στη γεωργία. Αργότερα προσαρτήθηκαν στις κατοικίες, κυρίως στη Βόρεια και Κεντρική Ευρώπη, σαν μεταβατικοί χώροι μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου του κτιρίου. Σήμερα, στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική προσέγγιση, τα θερμοκήπια αντιμετωπίζονται σαν παθητικές κατασκευές θέρμανσης που έχουν τη

δυνατότητα να συλλέξουν την άμεση ηλιακή ακτινοβολία και να τη προσφέρουν σε μορφή θερμότητας στους υπόλοιπους χώρους της κατοικίας. Πρόκειται για χώρους μη κλιματιζόμενους με μηχανικά μέσα που στο μεγαλύτερο ποσοστό τους αποτελούνται από γυαλί. Έχουν πρόσβαση από την κατοικία αλλά διαχωρίζονται απ' αυτήν με τοίχους με ανοίγματα, κατασκευασμένους συνήθως από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας.

Η λειτουργία τους βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, μια διαδικασία που ολοκληρώνεται σε τρία στάδια. Πρώτα συλλέγεται η μικρού κύματος ηλιακή ενέργεια από τα υαλοστάσια του θερμοκηπίου, μετά απορροφάται από τα συμπαγή στοιχεία του περιβλήματος του κτιρίου και τέλος επανεκπέμπεται ως θερμική ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, η οποία δεν μπορεί να περάσει από τα γυάλινα στοιχεία του θερμοκηπίου. Αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου είναι η παγίδευση τμήματος της ηλιακής ακτινοβολίας στο θερμοκήπιο και επομένως η αύξηση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του και στη συνέχεια η μετάδοση της θερμότητας στους παρακείμενους χώρους.

Τα συναντούμε σε διάφορες μορφές στη νότια πάντα πλευρά του κτιρίου:

- **Προσαρτημένα στο κέλυφος της οικοδομής.** Ευέλικτη λύση που μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα και σε υφιστάμενα κτίρια αλλά έχει αυξημένο κίνδυνο υπερθέρμανσης το καλοκαίρι και ψύξης τη νύχτα, το χειμώνα.
- **Ενσωματωμένα εν μέρη στο κτίριο,** με τις δύο ή τρεις πλευρές τους (ανατολική, δυτική και βόρεια) να πλαισιώνονται από άλλους χώρους. Οι απώλειες θερμότητας από τους περιμετρικούς συμπαγείς τοίχους είναι μειωμένες και η μετάδοση θερμότητας στα γύρω δωμάτια πιο αποτελεσματική.
- **Πλήρως ενσωματωμένα στη «καρδιά» του κτιρίου,** πρόκειται δηλαδή για τα γνωστά αίθρια με γυάλινη οροφή. Εφαρμόζονται συνήθως σε κτίρια μεγάλου βάθους με στόχο όχι μόνο την ηλιασμό αλλά και τον καλύτερο φυσικό φωτισμό και αερισμό του εσωτερικού χώρου.

Οι βασικότερες προϋποθέσεις για την καλή απόδοση ενός θερμοκηπίου (κυρίως του προσαρτημένου) είναι οι εξής:

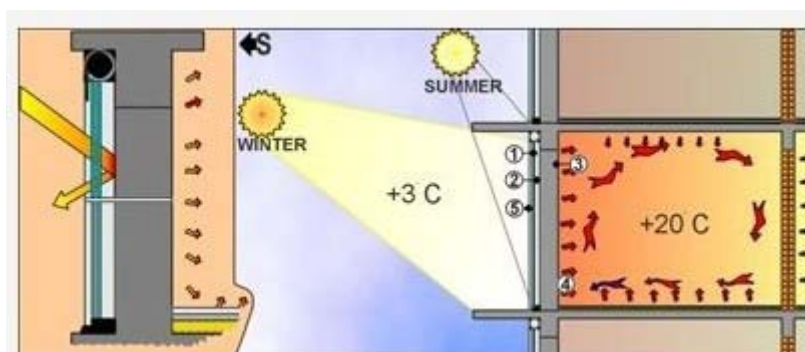
- **Ο προσανατολισμός του.** Συνήθως προσαρτάται στη νότια πλευρά του κτιρίου για μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.
- **Η κλίση του υαλοστασίου.** Μια τουλάχιστον επιφάνεια είναι κεκλιμένη προς νότο (συνήθως η οροφή). Η ιδανική γωνία κλίσης εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και τις κλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής.
- **Το σχήμα και το μέγεθος του.** Καταλληλότερο σχήμα είναι το επίμηκες (στον άξονα ανατολή-δύση) με όσο το δυνατό μικρότερο πλάτος. Για τον προσδιορισμό του μεγέθους του θερμοκηπίου ισχύει ο γενικός κανόνας ότι σε ψυχρά κλίματα απαιτείται περίπου 0.65-1.5 m² νότιου διπλού υαλοστασίου για κάθε m² θερμαινόμενου κατοικήσιμου χώρου ενώ σε εύκρατα κλίματα 0.33-0.99 m².
- **Υλικά κάλυψης θερμοκηπίου και διαχωριστικού τοίχου.** Για το θερμοκήπιο απαιτούνται διπλά υαλοστάσια ή διαφανές πλαστικό. Για το διαχωριστικό τοίχο μεταξύ θερμοκηπίου και κτιρίου υλικά μεγάλης θερμοχωρητικής ικανότητας (μπετόν, τούβλα, πέτρα, νερό) και τελειώματα σε σκούρα χρώματα. Επίσης, η χρήση αντίστοιχων υλικών και σκούρων χρωμάτων στο δάπεδο μπορεί να ενισχύσει την αποθήκευση θερμότητας.

3.2.4.2. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης στην απλούστερη μορφή του αποτελείται από ένα υαλοστάσιο που τοποθετείται σε κάποια απόσταση (συνήθως 10-15 εκ.) μπροστά από ένα τοίχο κατασκευασμένο από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα παθητικό σύστημα θέρμανσης βασισμένο στις ίδιες αρχές λειτουργίας μ' αυτές του θερμοκηπίου, μόνο που η γυάλινη επιφάνεια τοποθετείται

πολύ κοντά στο τοίχο μάζας, ενώ στο θερμοκήπιο η μεγαλύτερη απόσταση τοίχου-υαλοστασίων δημιουργεί έναν επιπλέον ωφέλιμο χώρο για την κατοικία.

Η λειτουργία του είναι η εξής: η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά το υαλοστάσιο και απορροφάται από τον τοίχο ανεβάζοντας την θερμοκρασία της εξωτερικής του επιφάνειας και του αέρα που βρίσκεται στο κενό ανάμεσα στο τοίχο και το γυαλί. Στη συνέχεια η θερμότητα μεταφέρεται σ' ολόκληρη τη μάζα της τοιχοποιίας με αγωγιμότητα και φτάνει στην εσωτερική επιφάνεια της τοιχοποιίας και στους μέσα χώρους με κάποια χρονική καθυστέρηση και μειωμένη ένταση.



Εικόνα 3-4

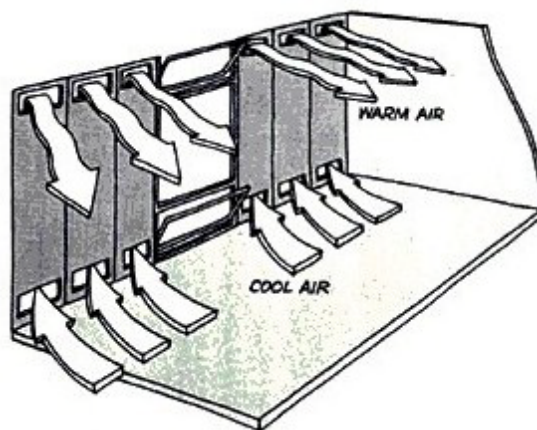
Όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος και η θερμοχωρητικότητα του τοίχου τόσο μεγαλύτερη είναι και η χρονική καθυστέρηση μετάδοσης της θερμότητας στο εσωτερικό. Στόχος είναι η απόδοση της θερμότητας να γίνεται όταν δεν υπάρχει ηλιασμός, για ν' αποφεύγεται ή τουλάχιστον να περιορίζεται η χρήση τεχνητών μέσων θέρμανσης.

Μια άλλη παραλλαγή του τοίχου θερμικής συλλογής και αποθήκευσης είναι ο τοίχος «νερού», οι αρχές του οποίου εφαρμόζονται και στην οροφή «νερού». Και τα δύο βασίζονται στην ικανότητα του νερού να αποθηκεύει μεγαλύτερα ποσά θερμότητας από οποιοδήποτε άλλο υλικό και σε μικρότερη επιφάνεια. Δοχεία νερού μπορούν να αντικαταστήσουν το τοίχο μάζας ή ένα μέρος του ή αντίστοιχα να εγκατασταθούν στο δώμα του κτιρίου. Η υδάτινη οροφή χρησιμοποιείται τόσο για θέρμανση όσο και για δροσισμό το καλοκαίρι με τις κατάλληλες παρεμβάσεις. Το χειμώνα π.χ. απαιτείται νυχτερινή προστασία με εξωτερική κινητή μόνωση

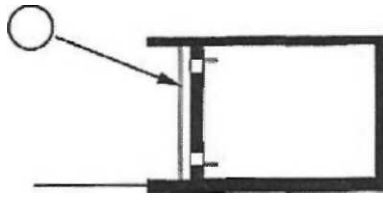
3.2.4.3. Τοίχος Trombe-Michel

Ο γνωστότερος τύπος τοίχου θερμικής συλλογής και αποθήκευσης αναφέρεται ως τοίχος Trombe-Michel. Πήρε το όνομα του από τον καθηγητή Felix Trombe και τον αρχιτέκτονα Jacques Michel, οι οποίοι τον μελέτησαν και τον εφάρμοσαν σε κατοικίες στη Γαλλία από τη δεκαετία του 60. Αποτελείται από ένα νότιο τοίχο από σκυρόδεμα, πάχους 30-40 εκ., βαμμένο εξωτερικά με σκούρο χρώμα και ένα διαφανές υλικό σε απόσταση μερικών εκατοστών από την τσιμεντένια τοιχοποιία

Χαρακτηριστικό αυτού του συστήματος είναι συνήθως η πρόβλεψη ανοιγμάτων-θυρίδων στο πάνω και κάτω μέρος του τοίχου, που διευκολύνουν τη κίνηση του αέρα και την αποτελεσματικότερη και αμεσότερη μετάδοση της ηλιακής θερμότητας στο εσωτερικό. Το χειμώνα κατά τη διάρκεια της μέρας, ο θερμαινόμενος από την ηλιακή ενέργεια αέρας που βρίσκεται στο κενό τοίχου-γυαλιού ανεβαίνει ψηλά και μπαίνει στο εσωτερικό του κτιρίου από τα πάνω ανοίγματα. Τον αντικαθιστά ψυχρότερος αέρας που εισέρχεται από τον εσωτερικό χώρο από τα κάτω ανοίγματα. Το βράδυ όλα τα ανοίγματα πρέπει να παραμένουν κλειστά, έτσι ώστε το εσωτερικό περιβάλλον να επωφελείται από την αποθηκευμένη θερμότητα που απελευθερώνεται από τον τοίχο και να μειώνονται οι θερμικές απώλειες προς τα έξω.



Το καλοκαίρι για να περιοριστούν φαινόμενα υπερθέρμανσης του εσωτερικού, πρέπει να απομακρυνθεί ο ζεστός αέρας προς τα έξω από το κενό τοίχου-διαφανούς επιφάνειας. Αυτό μπορεί να γίνει αν η πάνω θυρίδα του τοίχου μένει κλειστή και υπάρχει φεγγίτης στο εξωτερικό υαλοστάσιο για να βοηθά την έξοδο του θερμού αέρα με τη μέθοδο της καμινάδας που περιγράφηκε προηγουμένως. Επιπλέον σε ζεστά κλίματα, κινητά συστήματα σκιασμού των εξωτ. υαλοστασίων μπορούν να μειώσουν τα ηλιακά θερμικά κέρδη



Χειμώνας μέρα: θυρίδες ανοικτές για μετάδοση θερμότητας.



χειμώνας νύχτα: θυρίδες κλειστές για μόνωση

Συνοπτικά τα πλεονεκτήματα του τοίχου Trombe είναι ο απλός τρόπος κατασκευής που έχει σχετικά χαμηλό κόστος και μπορεί να εφαρμοστεί ακόμα και σε αμόνωτα υφιστάμενα κτίρια. Η μεγάλη θερμική αδράνεια του τοίχου έχει θετική συνεισφορά στην νυχτερινή και πρωινή θέρμανση και περιορίζει την ανάπτυξη ακραίων θερμοκρασιών στο εσωτερικό. Το ιδανικό πάχος της μπετονένιας τοιχοποιίας κυμαίνεται μεταξύ 30 και 40 εκατοστών γιατί εξασφαλίζει μικρή διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας και μεγάλη χρονική καθυστέρηση (περίπου 9-12 ώρες). Περαιτέρω αύξηση του πάχους θα αυξήσει το κόστος χωρίς να έχει σημαντική επίδραση στην απόδοση του συστήματος.

Βασικό μειονέκτημα είναι ο περιορισμός του φυσικού φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους, ειδικά όταν δεν υπάρχουν παράθυρα στον τοίχο. Επίσης οι μεγάλες γυάλινες επιφάνειες απαιτούν καλή συντήρηση και συχνό καθαρισμό, κάτι που γίνεται δυσκολότερο σε πολυώροφα κτίρια. Η συσσώρευση σκόνης στην εσωτερική πλευρά του γυαλιού και στη σκούρα απορροφητική επιφάνεια του τοίχου, οι οποίες δεν είναι προσβάσιμες, μπορούν να μειώσουν την απόδοση του συστήματος και το αισθητικό αποτέλεσμα.

Η συγκεκριμένη παθητική κατασκευή θέρμανσης φαίνεται να λειτουργεί αποδοτικότερα σε κλίματα ήπια, Μεσογειακά, όπου υπάρχει μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η πρόβλεψη κινητών σκιάστρων, που ανεβάζουν μεν το κόστος αλλά προσφέρουν εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης τις ζεστές μέρες. Σε ψυχρότερα κλίματα λόγω των μεγάλων περιόδων συννεφιάς και της μειωμένης έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, το θερμικό ισοζύγιο του τοίχου μάζας είναι χειρότερο από αυτό ενός συμβατικά μονωμένου τοίχου. Τα ηλιακά θερμικά κέρδη είναι πολύ λίγα για θερμάνουν τη μάζα του τοίχου και στην συνέχεια τον εσωτερικό αέρα. Σ' αυτή τη περίπτωση προτείνεται η προσθήκη διαφανούς μόνωσης πάνω στην εξωτερική πλευρά του τοίχου ή χρήση κινητής θερμικής μόνωσης στο κενό που ελαχιστοποιεί τις θερμικές απώλειες.

3.3. Φυσικός φωτισμός

Ο σχεδιασμός με γνώμονα το φυσικό φωτισμό έχει άμεση σχέση με την κατανάλωση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Η αντικατάσταση του τεχνητού φωτισμού με φυσικό όχι μόνο μειώνει την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά



Εικόνα 3-5

συμβάλλει περαιτέρω στην εξοικονόμηση της ενέργειας μέσω του περιορισμού των εσωτερικών θερμικών κερδών κατά τη θερινή περίοδο.

Από σχετικές μελέτες έχει προκύψει ότι το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται για το φωτισμό και τη λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών ενός εξώροφου κτιρίου γραφείων κατά τη διάρκεια ζωής του (75 έτη) υπερβαίνει το συνολικό κόστος κατασκευής του. Μάλιστα, εάν υιοθετηθούν συστήματα εκμετάλλευσης του φυσικού φωτός, το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας μειώνεται κατά περίπου 60%. Παράλληλα, είναι αξιοσημείωτο ότι το 46,5% της ολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις Η.ΠΑ διατίθεται για το φωτισμό των

δημόσιων κτιρίων και των γραφείων.

3.3.1. Στόχοι κατά το σχεδιασμό για φυσικό φωτισμό

Οι γενικότερες κατευθύνσεις κατά το σχεδιασμό ενός κτιρίου είναι αλληλένδετες με τη διαμόρφωση των επιπέδων φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό του. Η θέση του στο οικοπέδο, το σχήμα του και η γεωμετρία των εσωτερικών χώρων, το ποσοστό των διαφανών στοιχείων του κτιρίου, ο προσανατολισμός και τα χαρακτηριστικά των ανοιγμάτων δεν καθορίζουν μόνο το χαρακτήρα, την αισθητική και τη λειτουργικότητα του

κτιρίου, αλλά επηρεάζουν σημαντικά την ποσοτική στάθμη και την ποιότητα του φυσικού φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους.

Η επάρκεια σε φυσικό φως συνήθως εξετάζεται προσδιορίζοντας την ένταση του φωτός σε συγκεκριμένα σημεία της επιφάνειας εργασίας σε σχέση με τα ελάχιστα επίπεδα φωτισμού που προβλέπονται ανάλογα με τη χρήση του χώρου. Επειδή όμως το φυσικό φως μεταβάλλεται τόσο χρονικά, όσο και χωρικά, αρκετά συχνά χρησιμοποιείται ως κριτήριο αξιολόγησης ο παράγοντας φυσικού φωτός, ο οποίος εκφράζει το λόγο της έντασης φωτισμού σε ένα σημείο του εσωτερικού χώρου προς την ταυτόχρονη ένταση φωτισμού στο εξωτερικό περιβάλλον σε συνθήκες πρότυπου νεφροσκεπούς ουρανού. Ωστόσο, ο παράγοντας φυσικού φωτός δεν προσδιορίζει τόσο την επάρκεια σε φυσικό φως, αλλά ουσιαστικά χαρακτηρίζει περισσότερο τη φωτεινή "απόδοση" του χώρου με βάση τα γεωμετρικά και οπτικά χαρακτηριστικά του.

Η ποιότητα φωτισμού ενός εσωτερικού χώρου προσδιορίζεται κυρίως από το ενδεχόμενο δημιουργίας θάμβωσης, η οποία ορίζεται ως η κατάσταση κατά την οποία υπάρχει όχληση ή αδυναμία όρασης λεπτομερειών ή αντικειμένων λόγω κακής κατανομής του φωτισμού και υπερβολικής αντίθεσης στη φωτεινότητα των εσωτερικών επιφανειών του.

3.3.2. Παράμετροι σχεδιασμού για την αξιοποίηση του φυσικού φωτός

Η σχέση του οπτικού περιβάλλοντος και της αρχιτεκτονικής διαμόρφωσης του κτιρίου είναι σύνθετη και πολυεπίπεδη. Εξαρτάται κατ¹ αρχάς από τη χωροθέτηση του κτιρίου, η οποία προσδιορίζει ουσιαστικά τη διαθεσιμότητα του φυσικού φωτός στην όψη του κτιρίου. Κατόπιν τα διαφανή στοιχεία του κελύφους προσδιορίζουν την ποσότητα του φωτός που μπορεί να εισχωρήσει στο κτίριο, ενώ τα αδιαφανή στοιχεία θα καθορίσουν τον τρόπο που αυτό κατανέμεται στις εσωτερικές επιφάνειες.

3.3.3. Η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο

Στις περισσότερες περιπτώσεις γειτονικά κτίρια ή δένδρα εμποδίζουν ένα ποσοστό της θέασης του ουράνιου θόλου και καθορίζουν τη διαθεσιμότητα του φυσικού φωτός στην όψη του κτιρίου. Εφόσον υπάρχει η δυνατότητα, η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη απομάκρυνση του κτιρίου από τα γειτονικά "εξωτερικά εμπόδια" είναι προτιμότερη, ώστε να σκιάζεται μικρότερο τμήμα της όψης του. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μείωση των επιπέδων φωτισμού δεν είναι ανάλογη με το ποσοστό παρεμπόδισης της θέασης του ουράνιου θόλου από το εσωτερικό του χώρου, αλλά υπάρχει μια κρίσιμη γωνία (ίση περίπου με 45°) μεταξύ της ποδιάς του ανοίγματος και της άνω παρειάς του εξωτερικού εμποδίου, η υπέρβαση της οποίας οδηγεί σε πολύ χαμηλά επίπεδα φυσικού φωτισμού

στο επίπεδο αναφοράς του χώρου. Επιπλέον, η ανακλαστικότητα των εξωτερικών εμποδίων αποκτά τόσο μεγαλύτερη σημασία, όσο μεγαλύτερη είναι η παρεμπόδιση στη θέαση του ουράνιου θόλου. Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα αυτά, ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να ορίσει διαφορετικές χρήσεις στους ορόφους του, τοποθετώντας χαμηλά τους χώρους στάθμευσης ή τους βοηθητικούς χώρους και υψηλότερα τους χώρους με μεγαλύτερες απαιτήσεις σε φωτισμό.

3.3.4. Τα διαφανή στοιχεία του κελύφους

Τα ανοίγματα αποτελούν την καθοριστικότερη παράμετρο για το φυσικό φωτισμό των εσωτερικών χώρων. Το μέγεθος, η θέση τους στην εξωτερική τοιχοποιία, ο προσανατολισμός και το υλικό πλήρωσης τους αποτελούν τις σημαντικότερες παραμέτρους επιρροής της ποσοτικής και χωρικής κατανομής του φυσικού φωτός στο χώρο. Εκτός από μέσο μετάδοσης του φυσικού φωτισμού, τα ανοίγματα επιτελούν αρκετές άλλες λειτουργίες, οι οποίες αρκετές φορές είναι αντιφατικές μεταξύ τους. Για παράδειγμα, τα ανοίγματα μεγάλου μεγέθους προσφέρουν υψηλά επίπεδα φωτισμού στον εσωτερικό χώρο, αλλά οδηγούν συχνά σε ανεπιθύμητα ηλιακά κέρδη ή έντονες θερμικές απώλειες.

Με προσεκτικό σχεδιασμό όμως, είναι δυνατό να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές επιπτώσεις των ανοιγμάτων: η κατάλληλη ηλιοπροστασία και η χρήση ειδικών υαλοπινάκων, οι οποίοι παρουσιάζουν καλή θερμική συμπεριφορά, χωρίς να μειώνουν σημαντικά τη διαπερατότητα σε φυσικό φως, συνεισφέρουν στην εξισορρόπηση του ενεργειακού ισοζυγίου του χώρου. Ωστόσο, το μέγεθος των ανοιγμάτων δεν καθορίζεται μόνο με βάση τη θερμική συμπεριφορά του χώρου και την κάλυψη των απαιτήσεων σε φυσικό φωτισμό, αλλά σε συνδυασμό με την ανάγκη για εξασφάλιση επαρκούς ηχομόνωσης, θέας, ασφάλειας και ιδιωτικότητας στους ενοίκους.

- Τα πλευρικά ανοίγματα

Σε γενικές γραμμές, η επιφάνεια του ανοίγματος είναι ανάλογη με τα επίπεδα φυσικού φωτισμού στον εσωτερικό χώρο· μάλιστα, η αύξηση του μεγέθους του ανοίγματος κατά 10% έχει αποτέλεσμα την αύξηση του μέσου παράγοντα φυσικού φωτισμού κατά περίπου 1%. Ωστόσο, μεταξύ χώρων με ίδιο μέγεθος και διαφορετική γεωμετρία ανοίγματος παρατηρείται μικρή απόκλιση: στους χώρους με υψηλότερο άνοιγμα ο παράγοντας φυσικού φωτός κυμαίνεται σε υψηλότερα επίπεδα σε όλο το βάθος του χώρου λόγω της θέασης φωτεινότερων τμημάτων του ουράνιου θόλου από το εσωτερικό του.

Η θέση των ανοιγμάτων επηρεάζει τόσο την κατανομή, όσο και την ποσότητα του εισερχόμενου φυσικού φωτός. Η τοποθέτηση τους συμμετρικά στην όψη του χώρου συνεισφέρει στην ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτισμού, ελαχιστοποιώντας την έντονη αντίθεση στην ένταση φωτισμού στις διάφορες περιοχές του χώρου και κατ'

επέκταση την πιθανότητα δημιουργίας θάμβωσης. Το ύψος ποδιάς και το συνολικό ύψος του ανοίγματος επηρεάζουν τα επίπεδα φωτισμού στον εσωτερικό χώρο, καθώς όσο υψηλότερα βρίσκεται η άνω παρειά του ανοίγματος, τόσο περισσότερο φυσικό φως και σε μεγαλύτερο βάθος εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο, κυρίως στις συνθήκες νεφосκεπούς ουρανού.

- Τα ανοίγματα οροφής

Τα ανοίγματα οροφής εφαρμόζονται συνήθως στους ανώτερους ορόφους κτιρίων με μεγάλη περίμετρο, τα πλευρικά ανοίγματα των οποίων δεν επαρκούν για το φωτισμό των εσωτερικών χώρων. Η διαστασιολόγησή τους, η επιλογή του αριθμού και της θέσης τους στην οροφή του χώρου εξαρτώνται από τη διαθεσιμότητα του φυσικού φωτός στο εξωτερικό περιβάλλον και τις ανάγκες του χώρου σε φωτισμό. Κατά κανόνα τα ανοίγματα οροφής επιτρέπουν τη δειξδυση περισσότερου φυσικού φωτός σε σχέση με τα πλευρικά, επειδή στις συνθήκες νεφосκεπούς ουρανού η φωτεινότητα στο ζενίθ του ουράνιου θόλου είναι τριπλάσια σε σχέση με τη φωτεινότητα στον ορίζοντα. Ο άνωθεν φωτισμός κατανέμεται ομοιόμορφα στο χώρο, παρέχοντας καλύτερες οπτικές συνθήκες. Επιπλέον, η θέση τους ελαχιστοποιεί την πιθανότητα σκίασης τους από εξωτερικά εμπόδια ή εσωτερικές διατάξεις, μεγιστοποιώντας την εκμετάλλευση του φυσικού φωτός.

3.4. Φυσικός Δροσισμός Κτιρίου

Η "βιωσιμότητα" και η "αιφορία" είναι ένα σημαντικό θέμα που απασχολεί την κοινωνία και ειδικά τον τομέα της κατασκευής και χρήσης των κτιρίων: Η αντιμετώπιση των τρεχουσών αναγκών σε ατομικό ή ομαδικό επίπεδο με την εκμετάλλευση των πηγών του πλανήτη δεν πρέπει να υπονομεύει τη δυνατότητα να καλυφθούν οι ανάγκες που θα προκύψουν στις μελλοντικές γενεές. Η βιοκλιματική αντίληψη για το σχεδιασμό των κτιρίων εντάσσεται στο πλαίσιο της παραπάνω οικολογικής στρατηγικής, καθώς η θέρμανση και η ψύξη των κτιρίων βασίζεται κυρίως στη χρήση των ορυκτών καυσίμων.

Με τη διαρκή βελτίωση του βιοτικού επιπέδου η κατανάλωση ενέργειας συνεχώς αυξάνεται. Η αύξηση είναι τόσο ποσοτική, καθώς καταναλώνουμε περισσότερη ενέργεια σε απόλυτο μέγεθος, όσο και ποιοτική, επειδή χρησιμοποιούμε όλο και περισσότερο τον ηλεκτρισμό για την ψύξη κτιρίων μας. Συγχρόνως, οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα, που αναπόφευκτα συνοδεύουν την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων και θεωρούνται υπεύθυνες για τη ρύπανση του περιβάλλοντος και για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, γίνονται ολοένα και πιο σημαντικές.

Τα τελευταία χρόνια η χρήση κλιματιστικών μηχανημάτων έχει αυξηθεί σημαντικά στις χώρες της νοτιοανατολικής Ευρώπης. Η απαίτηση για βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και εργασίας, ιδίως σε ότι αφορά στη θερμική άνεση το καλοκαίρι, σε συνδυασμό με τη μείωση του κόστους των συσκευών, οδήγησε στην εγκατάσταση περισσότερων από 1.000.000 κλιματιστικών μονάδων τα τελευταία 10 χρόνια. Στην Ελλάδα υπολογίζεται ότι τα τελευταία τρία έτη η χρήση αυξήθηκε κατά 900%. Για την παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος στη χώρα μας ο λιγνίτης παραμένει το κατεξοχήν χρησιμοποιούμενο καύσιμο, συμμετέχοντας κατά 69%, ενώ με την κατανάλωση πετρελαίου παράγεται περίπου το 20% του απαιτούμενου ηλεκτρικού φορτίου (ποσοστά του 1996). Το υπόλοιπο 11% του ηλεκτρικού φορτίου καλύπτεται με τις υδατοπτώσεις και παράγεται από υδροηλεκτρικά εργοστάσια.



Εικόνα 3-6

Εκτεταμένη επομένως χρήση των κλιματιστικών, εκτός από την κατανάλωση ενέργειας και τον κίνδυνο πρόκλησης προβλημάτων στην ηλεκτροδότηση με την αύξηση του φορτίου αιχμής, συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στην ατμοσφαιρική ρύπανση τόσο εξαιτίας της αυξημένης απαίτησης για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, όσο και από τη χρήση των ψυκτικών υγρών για τη λειτουργία τους. Συγχρόνως, με τη χρήση των κλιματιστικών η ποιότητα του αέρα του εσωτερικού περιβάλλοντος υποβαθμίζεται και αυξάνεται ο κίνδυνος ασθενειών.

Η επιθυμία για μειωμένη χρήση κλιματισμού θέτει τις βάσεις για την αναθεώρηση του τρόπου σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας των κτιρίων και του περιβάλλοντος χώρου τους για τη θερινή περίοδο.

3.4.1. Ολοκληρωμένος σχεδιασμός

Στην αρχή η εξοικονόμηση ενέργειας στράφηκε αποκλειστικά στον τομέα του περιορισμού των θερμικών απωλειών και στον περιορισμό της κατανάλωσης για τη θέρμανση των κτιρίων, γεγονός που πολλές φορές είχε δυσμενείς επιπτώσεις τόσο στη λειτουργία του κτιρίου στη θερμή περίοδο, όσο και στην αρχιτεκτονική σύνθεση. Η αποκλειστική προσήλωση του σχεδιασμού στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων οδήγησε στην κατασκευή κτιρίων με υπέρμετρα ανοίγματα, με συνέπεια να δημιουργούνται έντονα προβλήματα θάμβωσης και υπερθέρμανσης το καλοκαίρι. Συγχρόνως, η τάση για τη μείωση των θερμικών απωλειών αγωγιμότητας και αερισμού έθεσε τις βάσεις για την ελαχιστοποίηση των υαλοστασίων στη βορινή πλευρά των κτιρίων και για τη σύγχρονη δημιουργία "σφραγισμένων κτιρίων" με χαμηλό επίπεδο υγιεινής και με αυξημένη χρήση του τεχνητού αερισμού και δροσισμού.

Ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός ενός κτιρίου έχει πολλαπλούς στόχους: να προσφέρει τις καλύτερες δυνατές συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης και υγιεινής στους χρήστες του τόσο για τη χειμερινή, όσο και για τη θερινή περίοδο. Στο εύκρατο κλίμα, όπου συνυπάρχει ο κρύος χειμώνας και το ζεστό καλοκαίρι και οι μεγάλης διάρκειας ήπιες περίοδοι της άνοιξης και του φθινοπώρου, τα κτίρια πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται βάσει αρχών και προδιαγραφών, ώστε να ελαχιστοποιούν την απαίτηση για θέρμανση, παρέχοντας άνετη διαβίωση και να δημιουργούν συνθήκες θερμικής άνεσης το καλοκαίρι, περιορίζοντας τη χρήση κλιματισμού.

Ο ρόλος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι να δημιουργήσει τις βέλτιστες κατά το δυνατόν εσωκλιματικές συνθήκες, διότι η αίσθηση της άνεσης ή η έλλειψη της αθροιστικά συνεισφέρουν στην κρίση του χρήστη για την ποιότητα του σπιτιού στο οποίο ζει ή του σχολείου ή του γραφείου ή του εργοστασίου στα οποία εργάζεται. Η θερμική άνεση είναι ένα υποκειμενικό συναίσθημα, το οποίο εξαρτάται και επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από προσωπικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Οι εσωτερικές συνθήκες και απαιτήσεις για τη θερμική ισορροπία του ατόμου διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με τη λειτουργία του κτιρίου, την ηλικία και το φύλο του χρήστη του κτιρίου, το βαθμό ένδυσης του και τη δραστηριότητα που εκτελείται.

Η ανταλλαγή θερμότητας ανάμεσα στο ανθρώπινο σώμα και το περιβάλλον γίνεται με πολλούς τρόπους:

- Με μεταφορά θερμότητας μέσω του αέρα, ο οποίος έρχεται επαφή με το άτομο.

- Με αγωγή μέσω της επαφής του ανθρώπινου σώματος με επιφάνεια διαφορετικής θερμοκρασίας.
- Με ακτινοβολία θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα προς τις Π βάλλουσες το χώρο επιφάνειες (τοιχους, δάπεδο, οροφή, ανοίγματα κτλ.), εάν αυτές είναι ψυχρότερες ή το αντίστροφο, εάν αυτές ε θερμότερες από την ανθρώπινη επιδερμίδα.
- Με εξάτμιση μέσω της αναπνοής ή από την επιδερμίδα του σώματος μέσω της άδηλης αναπνοής ή της εφίδρωσης.

Κατά συνέπεια, η θερμοκρασία του αέρα, η θερμοκρασία των περιβαλλουσών επιφανειών, η κίνηση του αέρα και η υγρασία είναι οι περιβαλλοντικές παράμετροι της θερμικής άνεσης που επιταχύνουν ή μειώνουν την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του ατόμου και του περιβάλλοντος χώρου. Ο ενεργειακός σχεδιασμός στοχεύει στο να διατηρήσει τις εσωκλιματικές συνθήκες στην περίοδο του καλοκαιριού ικανοποιητικές, ώστε ο χρήστης του κτιρίου να αισθάνεται θερμικά άνετα και να μην καταφεύγει στη χρήση του κλιματιστικού.

3.4.2. Φυσικός ή παθητικός δροσισμός

Ο φυσικός ή παθητικός δροσισμός βασίζεται στην εκμετάλλευση ή και στον έλεγχο των φυσικών φαινομένων που λαμβάνουν χώρα στο κτίριο και στο περιβάλλον του με σκοπό τη μείωση της θερμοκρασίας στους εσωτερικούς χώρους ή τη βελτίωση των λοιπών περιβαλλοντικών παραμέτρων, ώστε σε συνδυασμό με την εσωτερική θερμοκρασία να δημιουργήσουν αίσθημα θερμικής άνεσης.

Γενικά, το καλοκαίρι για να επιτευχθεί η θερμική άνεση απαιτείται μια πλήρης αντιστροφή της χειμερινής θερμικής λειτουργίας του κελύφους χου κτιρίου, ώστε οι επιφάνειες και ο εσωτερικός χώρος να παραμένουν δροσερά.

Το πρώτο βήμα της στρατηγικής του φυσικού δροσισμού είναι η αποτροπή της υπερθέρμανσης του κτιρίου με τον περιορισμό των θερμικών προσόδων σ' αυτό. Το επόμενο βήμα είναι η διοχέτευση της πλεονάζουσας θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο στο περιβάλλον. Ο μελετητής έχει ελευθερία σχεδιαστικών επιλογών για να δημιουργήσει συνθήκες φυσικού δροσισμού. Μερικοί σχεδιαστικοί χειρισμοί, τόσο σε επίπεδο αστικού και κτιριακού σχεδιασμού, όσο και σε επίπεδο επιλογής συστημάτων ελέγχου της υπερθέρμανσης του κτιρίου, αναλύονται παρακάτω.

3.4.3. Σκιασμός κτιρίου & ηλιοπροστασία ανοιγμάτων όψεων

Πέρα από την βλάστηση του περιβάλλοντος χώρου, στα κτίρια δημιουργείται συχνά σκιά από γειτονικές κατασκευές ή από την τοπογραφική διαμόρφωση της περιοχής. Επίσης η ίδια η ογκοπλαστική διαμόρφωση τους (εσωτερικές αυλές, προεξοχές, σαχισιά) συντελεί στη δημιουργία σκιαζόμενων και ηλιαζόμενων τμημάτων στις όψεις. Αυτή η δυνατότητα είναι γνωστή από παλαιά στα θερμά και ξηρά κλίματα, στα οποία κάποιες πόλεις

σχεδιάστηκαν και χτίστηκαν με πολύ συμπαγή μορφή και στενούς δρόμους, έτσι ώστε όλα τα κτίρια σε κάποιο ποσοστό να σκιάζονται. Γι' αυτό, όταν επιλέγεται η θέση ενός κτιρίου σε περιοχές στις οποίες είναι πιθανή η υπερθέρμανση, είναι λογικό να καταβάλλεται προσπάθεια να κατασκευασθεί το κτίριο σε τέτοια θέση, ώστε να επωφελείται από τη σκιά. Στις περιπτώσεις αυτές, ωστόσο, είναι σημαντικό να μη δημιουργούνται εμπόδια προς τη διεύθυνση των επικρατούντων δροσερών ανέμων της θερινής περιόδου και τα κτίρια να μη χωροθετούνται πολύ κοντά μεταξύ τους για να μην εμποδίζεται ο αερισμός τους.

Η επιλογή του προσανατολισμού από το πρώτο στάδιο του σχεδιασμού είναι καθοριστικής σημασίας για την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται το άνοιγμα. Τα πλεονεκτήματα του νότιου προσανατολισμού είχαν γίνει αντιληπτά από την αρχαιότητα, εφόσον η νότια προσανατολισμένη όψη δέχεται τη μέγιστη μέση τιμή ηλιακής ακτινοβολίας, διανεμημένη με τον πιο ευνοϊκό τρόπο στις διάφορες, εποχές του έτους. Η ηλιοπροστασία των κτιρίων αποτελεί ένα ουσιαστικό μέσο ελέγχου της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια της αναπτυσσόμενης θερμοκρασίας και συνεπώς σημαντικό τρόπο εξοικονόμησης ενέργειας. Σε περίπτωση απουσίας της μπορεί οι χώροι να υπερθερμανθούν, παρά την ύπαρξη εξαερισμού, σε ελάχιστο χρόνο. Ο βαθμός ηλιοπροστασίας ενός κτιρίου και το χρονικό διάστημα για το οποίο παρέχεται ηλιοπροστασία εξαρτώνται βασικά από τον προσανατολισμό της όψης σε συνδυασμό με το είδος και τη μορφή της ηλιοπροστατευτικής διάταξης. Για τα ελληνικά δεδομένα μπορεί να λεχθεί γενικά ότι ο σκιασμός είναι επιθυμητό να είναι πλήρης για την περίοδο Ιουνίου - Ιουλίου - Αυγούστου, ενώ στους μήνες Μάιο και Σεπτέμβριο - Οκτώβριο είναι επιθυμητός κατά κανόνα τις μεσημβρινές ώρες. Αντίθετα, τους υπόλοιπους μήνες, από Νοέμβριο μέχρι και Απρίλιο, η ηλιακή ακτινοβολία είναι επιθυμητή ως θερμική ενέργεια. Η κινητή ηλιοπροστασία παρέχει αυτή τη δυνατότητα: ημερήσια και εποχιακή προσαρμογή στις απαιτήσεις ηλιασμού του χώρου. Νότια ανοίγματα ηλιοπροστατεύονται εύκολα με οριζόντια σκίαστρα. Ανατολικά και δυτικά με κατακόρυφα. Για την καλύτερη απόδοση πρέπει να εξασφαλιστεί ότι τα σκίαστρα δεν θα παγιδεύουν θερμότητα. Προστεγάσματα από οπλισμένο σκυρόδεμα -υλικό με μεγάλη θερμοχωρητικότητα- μεταδίδουν με αγωγή και μεταφορά στο κέλυφος του κτιρίου τη θερμότητα που έχουν αποθηκεύσει στη μάζα τους από την ηλιακή ακτινοβολία που δέχονται στη διάρκεια της ημέρας και πρέπει να αποφεύγονται. Επίσης τέντες με κλειστά σχήματα παγιδεύουν ποσότητες θερμού αέρα και πρόβολοι με διάφορα υλικά, συμπαγείς στη μορφή, εμποδίζουν τη διαφυγή του θερμού αέρα από το κτίριο. Λύσεις που ευνοούν την ανεμπόδιστη απομάκρυνση του θερμού αέρα από το κτίριο ή ευνοούν τη θερμική αποσύνδεση των εξωτερικών στοιχείων σκιασμού με το κέλυφος, πλεονεκτούν και μεγιστοποιούν την απόδοση του σκιασμού.

Η τοποθέτηση αναρριχώμενων φυτών σε πέργκολες ή καφασωτά δημιουργεί την αποδοτικότερη διάταξη σκιασμού. Η διαπνοή των φύλλων και το πορώδες του φυλλώματος που εξασφαλίζει την κυκλοφορία του αέρα συμβάλλουν ακόμη περισσότερο

στη διατήρηση χαμηλότερης θερμοκρασίας. Εάν μάλιστα επιλεγούν φυλλοβόλα φυτά, τότε προσφέρεται ο κατάλληλος εποχιακός σκιασμός, μια που η ανάπτυξη του φυλλώματος συμπίπτει με το χρόνο που είναι επιθυμητή η προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλιοπροστασία με τη φύτευση συμβάλλει ουσιαστικά στον έλεγχο της υπερθέρμανσης των κτιρίων. Με τον κατάλληλο σκιασμό των ανοιγμάτων μπορεί να επιτευχθεί μέχρι και 50% εξοικονόμηση στο ψυκτικό φορτίο. Τα φυτά που σκιάζουν ένα άνοιγμα είναι πιο αποτελεσματικά από την τεχνητή ηλιοπροστασία (π.χ. τα στόρια ή τις κουρτίνες), αφενός διότι σταματούν την ηλιακή ακτινοβολία αρκετά μακριά, πριν φτάσει στο κτίριο, αφετέρου επειδή δεν θερμαίνονται τα ίδια για να επιβαρύνουν το περιβάλλον με θερμότητα με ακτινοβολία, απομακρύνοντας έτσι οποιαδήποτε περίπτωση υπερθέρμανσης. Δεν πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι τα συστήματα σκίασης, ενώ πρέπει να παρέχουν καλή ηλιακή προστασία το θέρος, δεν θα πρέπει να περιορίζουν τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα, να εμποδίζουν το φυσικό φωτισμό ή να παρακωλύουν το φυσικό αερισμό.

3.4.4. Μείωση εξωτερικών θερμικών κερδών

Εκτός από την σκίαση, άλλα σημαντικά μέτρα και τεχνικές που μπορούν να συμβάλουν στη μείωση των θερμικών κερδών από την ηλιακή ακτινοβολία διαμέσου του εξωτερικού περιβλήματος είναι:

- **Χρήση ανοικτών χρωμάτων και υλικών με μεγάλη ανακλαστικότητα** και μικρή απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, στις όψεις και στα δώματα των κτιρίων.
- **Επαρκής θερμομόνωση κελύφους** για περιορισμό της ροής θερμότητας διαμέσου των δομικών στοιχείων του. Η θερμομόνωση είναι εξίσου σημαντική τόσο τους χειμερινούς μήνες (για μείωση των θερμικών απωλειών) όσο και τους θερινούς γιατί περιορίζει τη μετάδοση θερμότητας από το θερμότερο εξωτερικό στο ψυχρότερο εσωτερικό περιβάλλον.
- **Επιλογή οικοδομικών υλικών με μεγάλη θερμοχωρητικότητα** για εκμετάλλευση των ευεργετικών ιδιοτήτων της αυξημένης θερμικής μάζας. Επιτυγχάνεται έτσι η επιβράδυνση μετάδοσης της θερμότητας διαμέσου του κελύφους και απόδοση της στους εσωτερικούς χώρους με κάποιες ώρες καθυστέρηση. Ο χρόνος αυτός μπορεί να υπολογιστεί ώστε να συμπίπτει με τη μείωση των εξωτερικών θερμοκρασιών, δηλαδή αργά το απόγευμα (για ανατολικά προσανατολισμένους χώρους) και κυρίως το βράδυ. Μ' αυτό τον τρόπο μειώνεται η μέγιστη εσωτερική θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της μέρας και κατά συνέπεια και το ψυκτικό φορτίο. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, οι ψηλότερες θερμοκρασίες που παρατηρούνται

συνήθως σ' ένα «βαρύ» κτίριο σε σχέση με ένα «ελαφρύ» (λόγω της σταδιακής απελευθέρωσης της θερμότητας) μπορούν να ελαττωθούν με φυσικό αερισμό των εσωτερικών χώρων.

➤ **Περιορισμός διαφανών στοιχείων στις όψεις και χρήση ειδικών υαλοπινάκων**

με χαμηλό συντελεστή διαπερατότητας g της ηλιακής ακτινοβολίας. Μεγάλα ποσοστά ανοιγμάτων στις όψεις, όπως π.χ. σε κτίρια γραφείων που φτάνουν και το 90%, συχνά προκαλούν υπερθέρμανση. Η χρήση «ειδικών» υαλοστασίων ενδείκνυται σε ανοίγματα, που για κάποιους λόγους, δεν μπορούν να σκιαστούν εξωτερικά. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και τα ανακλαστικά τζάμια. Η χρήση τους απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή γιατί μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα στο περιβάλλον του κτιρίου από την απόρριψη της ηλιακής ακτινοβολίας αλλά και συνθήκες ανεπαρκούς φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό.

➤ **Περιορισμός εξωτερικής επιφάνειας κτιρίου εκτεθειμένης στην ηλιακή ακτινοβολία όταν είναι εφικτό**

3.4.5. Μείωση εσωτερικών θερμικών κερδών

Οι κυρίαρχες πηγές θερμότητας στο εσωτερικό των κτιρίων είναι τα φώτα, οι ηλεκτρικές συσκευές και οι χρήστες. Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη μπορούν να ελαττωθούν αν εφαρμοστούν οι εξής αρχές

- Βέλτιστη **εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού** με την κατάλληλη τοποθέτηση ανοιγμάτων στο κέλυφος (τοιίχους και οροφές) ώστε να αποφεύγεται η χρήση τεχνητού φωτισμού κατά τη διάρκεια της μέρας
- **Χρήση φωτιστικών συσκευών υψηλής απόδοσης** (high efficiency lamps) όπως είναι οι λαμπτήρες φθορισμού. Η απόδοση ενός λαμπτήρα εξαρτάται από την αναλογία ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπεται σε φως και ενέργειας που μετατρέπεται σε θερμότητα και διαχέεται στο χώρο. Για καλύτερη απόδοση και εξοικονόμηση ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια, οι συμβατικοί λαμπτήρες πυρακτώσεως μπορούν να αντικατασταθούν από λαμπτήρες φθορισμού.
- **Εφαρμογή συστημάτων ρυθμίσεων τεχνητού φωτισμού σύγχρονης τεχνολογίας.** Για παράδειγμα, ο τεχνητός φωτισμός μπορεί να χωριστεί σε ζώνες που ενεργοποιούνται με τη βοήθεια : αισθητήρων όταν το φυσικό φως είναι ανεπαρκές ή ακόμα μόνο με την παρουσία ανθρώπων σε ένα χώρο.

Συνήθως χρησιμοποιούν:: σε κτίρια γραφείων και περιλαμβάνονται στο σχεδιασμό των λεγόμενων «έξυπνων» κτιρίων.

- **Επιλογή ηλεκτρικών συσκευών νέου τύπου** (οικιακών και μόνο), που εξοικονομούν ενέργεια και αποδίδουν λιγότερη θερμότητα στο εσωτερικό περιβάλλον.
- **Κατάλληλη διαμόρφωση της κάτοψης** έτσι ώστε όσο το δυνατό περισσότερες ηλεκτρικές συσκευές που εκπέμπουν θερμότητα να συγκεντρώνονται σε ένα καλά αεριζόμενο χώρο. Εφαρμόζεται συνήθως σε κτίρια γραφείων.
- **Πρόβλεψη καλού φυσικού αερισμού** σε χώρους όπου συγκεντρώνονται πολλά άτομα. Ακόμα μπορούν να σχεδιαστούν σε άμεση επαφή και σχέση με σκιασμένους υπαίθριους χώρους, που θα χρησιμοποιούνται για εκτόνωση όταν οι εσωτερικές θερμικές συνθήκες γίνονται δυσάρεστες.

3.4.6. Φυσικός αερισμός

Η κίνηση του αέρα μέσα σε ένα κτίριο αφενός απάγει θερμότητα, αφετέρου βελτιώνει την αίσθηση της υψηλής εσωτερικής θερμοκρασίας. Σε περιοχές, όπου το κλίμα είναι ήπιο, όπως αυτό της Μεσογείου, και υπάρχει ανάγκη για φυσικό αερισμό και δροσισμό των κτιρίων αλλά χωρίς ιδιαίτερα αυξημένες απαιτήσεις, ο σχεδιασμός εκμεταλλεύεται τα τοπικά κλιματικά χαρακτηριστικά, όπως τις θαλάσσιες αύρες και τα δροσερά ρεύματα αέρα που δημιουργούνται από τη βλάστηση. Παράλληλα, οργανώνεται και διαμορφώνεται κατάλληλα το κέλυφος με κενά και πλήρη, έτσι ώστε να αξιοποιείται ο φυσικός αερισμός και να ρυθμίζεται η ένταση και η ροή του αέρα, ανάλογα με τις ανάγκες. Στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική η κίνηση του αέρα πρέπει να ελέγχεται για να μεγιστοποιείται η θετική επίδραση της στη θερμική άνεση το καλοκαίρι, αυξάνοντας τόσο την ταχύτητα ψύξης του σώματος μέσω της εξάτμισης του ιδρώτα, όσο και την ανταλλαγή θερμότητας του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον του.

Είναι γνωστό ότι φυσικός αερισμός προκαλείται, είτε λόγω διαφοράς θερμοκρασίας στα στρώματα του αέρα -φαινόμενο της καμινάδας-είτε λόγω ανεμοπίεσης στις θέσεις, στις οποίες υπάρχουν ανοίγματα στο κτίριο.

Η πρόσπτωση του ανέμου στο κτίριο δημιουργεί στην προσήνεμη πλευρά μεγαλύτερη πίεση απ' ό,τι στην υπήνεμη, με αποτέλεσμα, όταν υπάρχουν ανοίγματα στις δύο αυτές πλευρές, να προκαλείται αερισμός λόγω διαφοράς πίεσης. Ο μελετητής, για να επιτύχει τον αερισμό λόγω ανεμοπίεσης, οφείλει να δημιουργήσει τις συνθήκες στον περιβάλλοντα χώρο, ώστε να οδηγηθεί ο άνεμος προς το κτίριο. Με τη σωστή χωροθέτηση του κτιρίου, παίρνοντας υπόψη και τη διεύθυνση των ανέμων που επικρατούν στην περιοχή, καθώς

και με τα στοιχεία διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου, όπως οι φράχτες και η φύτευση, προσφέρεται η δυνατότητα να αυξηθεί η ταχύτητα του ανέμου ή να αλλάξει η κατεύθυνση του πριν να προσπέσει στο κτίριο.

Ο ρόλος των φυτών στην αύξηση του φυσικού αερισμού και στη βελτίωση του δροσισμού το καλοκαίρι είναι σημαντικός. Βοηθούν στην αλλαγή της κατεύθυνσης του ανέμου και πολλές φορές στην αύξηση της ταχύτητας του και συμμετέχουν με την εξατμισοδιαπνοή και στη θερμική άνεση του εσωτερικού χώρου το καλοκαίρι. Συστάδες δένδρων, δημιουργώντας ένα χωνί, κατευθύνουν τον άνεμο στο κτίριο ή, εάν τοποθετηθούν κάθετα στην όψη, βοηθούν ώστε να μη διασκορπιστεί ο αέρας, αλλά ένα τμήμα του να φτάσει ως το κτίριο. Αυτές οι λύσεις δεν επηρεάζουν τον ηλιασμό της νότιας όψης το χειμώνα. Αντίστοιχα, δένδρα με υψηλό κορμό και κόμη, που προτείνονται για το σκιασμό της νότιας όψης, δεν εμποδίζουν τον καλοκαιρινό αερισμό. Η κίνηση του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων, και κατά συνέπεια ο αερισμός και ο φυσικός δροσισμός των χώρων, εξαρτάται από τη γωνία υπό την οποία προσπίπτει ο άνεμος στις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου και από τη θέση των ανοιγμάτων σ' αυτές. Έχει διαπιστωθεί ότι ένας χώρος αερίζεται αποτελεσματικά όταν η κίνηση του αέρα είναι διαμπερής ανάμεσα σε δύο ανοίγματα τοποθετημένα αντιδιαμετρικά και σε διαφορετική υψομετρική στάθμη.

Με το φαινόμενο της καμινάδας δημιουργείται επίσης κίνηση του αέρα στα κτίρια. Η κίνηση είναι κατακόρυφη: Όταν ο αέρας θερμανθεί διαστέλλεται, μειώνεται η πυκνότητα του και επομένως κινείται ανοδικά, Εάν προσφερθεί διέξοδος στο ανερχόμενο ρεύμα εισέρχεται αέρας από το εξωτερικό περιβάλλον για να αναπληρώσει αυτόν που διέφυγε. Για να δημιουργηθεί δροσισμός, πρέπει ο εισερχόμενος αέρας που αντικαθιστά τη θερμή μάζα του χρησιμοποιημένου αέρα που οδηγήθηκε έξω από το κτίριο να είναι χαμηλότερης θερμοκρασίας. Η διαμόρφωση του κελύφους με φεγγίτες ή ανοίγματα οροφής και ανοίγματα στο κάτω τμήμα της πρόσοψης διευκολύνει την κίνηση του αέρα λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Όσο μεγαλύτερη είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των ανοιγμάτων ή όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου αέρα, τόσο αυξάνεται η ταχύτητα του αέρα που κινείται μέσα στο κτίριο και κατά συνέπεια και ο δροσισμός και η αίσθηση της θερμικής άνεσης.

Επιλογή στρατηγικής σχεδιασμού

Ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων γίνεται διαρκώς πιο επίκαιρος και δελεαστικός. Κατά τη διαδικασία σχεδιασμού των νέων κτιρίων, ο μελετητής παίρνει υπόψη του ένα σύνολο παραμέτρων -θεσμικών, κτιριολογικών και σχεδιαστικών-, οι οποίες καθορίζουν τελικά τη μορφή του κτιρίου. Στο γενικότερο προβληματισμό για την αρχιτεκτονική σύνθεση έχει προστεθεί και ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων τόσο για τη χειμερινή, όσο

και για τη θερινή περίοδο. Για να επιτευχθεί, συνεπώς, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη στη θερινή περίοδο, θα πρέπει να επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση των θερμικών κερδών από την ηλιακή ακτινοβολία και συγχρόνως η αύξηση του φυσικού δροσισμού ή αερισμού του κτιρίου, με σκοπό την αποφυγή υπερθέρμανσης στον εσωτερικό χώρο.

Οι κεντρικοί σχεδιαστικοί χειρισμοί αφορούν:

- στη μείωση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στη θερινή περίοδο, με την πρόβλεψη της κατάλληλης ηλιοπροστασίας για την ελαχιστοποίηση των θερμικών κερδών από την ηλιακή ακτινοβολία,
- στην αύξηση του φυσικού αερισμού - δροσισμού, με τη σωστή τοποθέτηση και διαμόρφωση των ανοιγμάτων με τα κατάλληλα ανοιγόμενα τμήματα,
- στην κατάλληλη διαμόρφωση του άμεσου περιβάλλοντος χώρου, με στόχο τη χειραγώγηση του ανέμου και κατά συνέπεια την αύξηση του φυσικού δροσισμού (π.χ. δενδροφύτευση που οδηγεί τους δροσερούς ανέμους προς το κτίριο).

Με το ψυχομετρικό διάγραμμα, γνωρίζοντας την απεικόνιση των σημείων του διαγράμματος που αντιστοιχούν στις ωριαίες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του εξωτερικού αέρα της περιοχής στην οποία θα σχεδιαστεί το κτίριο,, είναι δυνατό να καθοριστεί ο απαραίτητος έλεγχος των εσωκλιματικών συνθηκών του κτιρίου, καθώς και η απαιτούμενη στρατηγική σχεδιασμού του, ώστε να επιτευχθεί θερμική άνεση στο εσωτερικό του. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι εάν εφαρμοστεί το ψυχομετρικό διάγραμμα για τις κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας) των Αθηνών, για τη θερινή περίοδο (από 1 Ιουνίου έως 30 Αυγούστου), απαιτείται ψύξη της κατασκευής με αερισμό για να δημιουργηθούν συνθήκες θερμικής άνεσης.

4. Ενεργειακός Σχεδιασμός

Στα περισσότερα κτίρια και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, τα ηλεκτρικά συστήματα καταναλώνουν σημαντικό ποσοστό της συνολικά χρησιμοποιούμενης ενέργειας. Οι κινητήρες, ο φωτισμός και τα κλιματιστικά αποτελούν τους πιο σημαντικούς καταναλωτές ενέργειας.

Παρακάτω παρουσιάζονται μέθοδοι μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε διάφορα συστήματα

4.1. Εξοικονόμηση ενέργειας στο τεχνητό φωτισμό

Το ζήτημα του φωτισμού είναι ουσιώδες, αν ληφθεί υπόψιν το ποσοστό της συμμετοχής του στη χρήση της ενέργειας σε κτίρια. Για παράδειγμα, το 30 έως 50% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στα γραφεία χρησιμοποιείται για φωτισμό. Επιπλέον, η θερμότητα που παράγεται από τον φωτισμό συμβάλλει στα θερμικά φορτία που πρέπει να απομακρυνθούν από το ψυκτικό σύστημα. Συνήθως, οι ενεργειακές μετατροπές των συσκευών φωτισμού είναι οικονομικά αποδοτικές, με περιόδους αποπληρωμής στις περισσότερες εφαρμογές μικρότερες από 2 έτη

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις φωτισμού στοχεύουν ή έχουν ως αποτέλεσμα ένα ή περισσότερα από τα επόμενα :

- Μείωση καταναλισκόμενης ηλεκτρ. ενέργειας
- Μείωση της απορροφώμενης ισχύος
- Βελτίωση (αύξηση) του συντελεστή ισχύος (συνφ)
- Μείωση των ψυκτικών φορτίων

4.1.1. Αριστοποίηση του τεχνητού φωτισμού των χώρων

Από μετρήσεις της στάθμης του υπάρχοντος φωτισμού σε σχέση με τον πραγματικά απαιτούμενο ή για διατήρηση σωστής/επαρκούς στάθμης φωτισμού, αλλά με μικρότερη ισχύ τεχνητού φωτισμού, είναι πιθανό να κριθούν απαραίτητες κάποιες μεταβολές / επεμβάσεις / τροποποιήσεις. Η φωτεινή απόδοση (lm/W) των λαμπτήρων, η μέση διάρκεια ζωής τους και τα διαγράμματα κατανομής φωτεινής έντασης αποτελούν τα κύρια χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη. (Βλέπε Πίνακα 4.1).

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	ΕΝΕΡΓΟΣ ΙΣΧΥΣ (W)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	THD ΕΝΤΑΣΗΣ (%)
Συστήματα φωτισμού πυρακτώσεως			
Λαμπτήρας πυρακτώσεως 100 W	101	1,0	1
Συμπαγή συστήματα φωτισμού φθορισμού			
Λαμπτήρας 13W με μαγνητικό ballast	16	0,54	13
Λαμπτήρας 13W με ηλεκτρονικό ballast	13	0,50	153
Συστήματα φωτισμού φθορισμού μεγάλου μεγέθους (2 λαμπτήρες ανά αντισταθμιστική διάταξη-ballast)			
Λαμπτήρας T12 40-W με μαγνητικό ballast	87	0,98	17
Λαμπτήρας T12 40-W με ηλεκτρονικό ballast	72	0,99	5
Λαμπτήρας T10 40-W με μαγνητικό ballast	93	0,98	22
Λαμπτήρας T10 40-W με ηλεκτρονικό ballast	75	0,99	5
Λαμπτήρας T8 32-W με ηλεκτρονικό ballast	63	0,98	6
Συστήματα φωτισμού εκκένωσης υψηλής τάσεως			
Λαμπτήρας νατρίου υψηλής πίεσης 400-W με μαγνητικό ballast	425	0,99	14
Λαμπτήρας μετάλλου-αλιδίου 400W με μαγνητικό ballast	450	0,94	19

Πίνακας 3.1 Συνήθη χαρακτηριστικά ποιότητας ισχύος (συντελεστής ισχύος και THD ρεύματος) για επιλεγμένα ηλεκτρικά φορτία.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΓΑΛΛΙΑ	ΓΕΡ ΜΑΝΙΑ	ΙΑΠΩΝΙ Α	ΗΠΑ/ΚΑΝΑΔ ΑΣ
	ΑΕΦ (92&93)	DIN5 035 (90)	JIS (89)	IESNA (93)
Γραφεία				
Γενικά	425	500	300-750	200-500
Ανάγνωση	425	500	300-750	200-500
Σχέδιο	850	750	750-1.500	1.000-2.000
Αίθουσες Διδασκαλίας				
Γενικά	325	300- 500	200-750	200-500
Πίνακας	425	300- 500	300-1.500	500-1.000
Καταστήματα				
Γενικά	100- 1.000	300	150-750	200-500
Περιοχές εργασίας	425	500	750-1.000	200-500
Νοσοκομεία				
Κοινόχρηστοι χώροι	100	100- 300	-	-
Δωμάτια ασθενών	50-100	1.000	150-300	100-200
Βιομηχανίες				
Κεντημάτων	850	750	750-1.500	1.000-2.000
Ηλεκτρονικών	625- 1.750	100- 1.500	1.500- 3.000	1.000-2.000

Πίνακας 3.2 Συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού για διάφορες εφαρμογές, σε επιλεγμένες χώρες (σε LUX στο οριζόντιο επίπεδο)

Οι παρεμβάσεις αυτές συμβάλλουν στη μείωση της εγκατεστημένης ισχύος. Οι κυριότερες είναι :

4.1.2. Αντικατάσταση λαμπτήρων με νέους αποδοτικότερους.

(Είναι πιθανό να απαιτηθεί αντικατάσταση ολόκληρων των φωτιστικών). Συνήθως, αντικαθίστανται λαμπτήρες (ή και φωτ. σώματα) πυράκτωσης με λαμπτήρες φθορισμού συμπαγείς χαμηλής κατανάλωσης.

4.1.3. Ανακατασκευή του συστήματος φωτισμού.

(Ένας λόγος για να γίνει αυτή η επέμβαση είναι ο πιθανόν - άσκοπος υπερφωτισμός του χώρου). Συνήθως τοποθετούνται, στη θέση φωτ. σωμάτων με λαμπτήρες

πυράκτωσης ή και φθορισμού, ισάριθμα ή λιγότερα φωτ. σώματα φθορισμού, αλλά με λαμπτήρες υψηλής φωτεινής απόδοσης (lm/W).

- Λαμβάνεται υπόψη και το σωστό ύψος ανάρτησης των φωτιστικών.
- Πιθανόν να απαιτηθεί νέος χωρισμός των φωτ. σωμάτων σε ζώνες φωτισμού και η αντικατάσταση ή και εγκατάσταση ρυθμιστών έντασης φωτισμού (dimmers).
- Επίσης πρέπει να εξετασθεί η δυνατότητα χρήσης ηλεκτρονικών αντισταθμιστικών διατάξεων έναυσης/λειτουργίας των λαμπτήρων φθορισμού.
- Για μεγάλους χώρους, καλό είναι να γίνει νέα φωτοτεχνική μελέτη.

4.1.4. Εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου του φωτισμού

Σκοπός τους είναι να παρέχεται / λειτουργεί ο φωτισμός μόνον επί όσο χρόνο απαιτείται, και μάλιστα στη στάθμη που απαιτείται. Είναι, συνήθως, αυτόματα συστήματα και συμβάλλουν στη μείωση των ωρών λειτουργίας του τεχνητού φωτισμού.

- **Εγκατάσταση χρονοδιακοπών** λειτουργίας του φωτισμού σε επιλεγμένους χώρους, με βάση καθορισμένο χρονοπρόγραμμα φωτισμού.
- **Εγκατάσταση φωτοκυτάρων**, που ενεργοποιούν τον φωτισμό σε επιλεγμένους χώρους, όταν η στάθμη του φυσικού φωτισμού πέσει κάτω από ορισμένη τιμή.
- **Εγκατάσταση συστήματος ανίχνευσης παρουσίας ατόμων**, που ελέγχει την αφή / σβέση των φωτιστικών.
- **Εγκατάσταση συστήματος αισθητήρων ρύθμισης** της έντασης του τεχνητού φωτισμού, σε σχέση με τη στάθμη του φυσικού φωτισμού (διατήρηση της φωτεινότητας).

4.1.5. Διόρθωση του συντελεστή ισχύος (συνφ) στο φωτισμό

Σε φωτιστικά σώματα με σωληνωτούς λαμπτήρες φθορισμού ή λαμπτήρες ατμών υδραργύρου, νατρίου, μεταλλικών αλογόνων (εκκένωσης), συνήθως γίνεται βελτίωση του συντ. ισχύος ανά ένα ή δύο φωτιστικά (εκτός αν κατασκευασθεί κεντρικό σύστημα αντιστάθμισης).

- ✚ Προσθήκη πυκνωτή αντιστάθμισης, κατάλληλου μεγέθους
- ✚ Συνδεσμολογία "duo" (χωρητική-επαγωγική)
- ✚ Χρήση ηλεκτρονικών αντισταθμιστικών διατάξεων (εφ'όσον γίνει γενικότερη ανακατασκευή του συστήματος φωτισμού).

4.2. Επεμβάσεις στη διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας

4.2.1. Εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης ενέργειας (BEMS)

Η εγκατάσταση αυτόματου ψηφιακού συστήματος διαχείρισης φορτίων (Building Energy Management System), μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην εξοικ. ηλεκτρικής ενέργειας. Η αυτόματη ζεύξη-απόζευξη ορισμένων ενεργοβόρων συσκευών, που θα γίνεται με βάση προτεραιότητες ή περιορισμούς που θέτει ο χρήστης -ανάλογα με τις απαιτήσεις του-, ο έλεγχος ταυτοχρονισμού βασικών φορτίων (ώστε να αποφεύγονται αιχμές ζήτησης ισχύος), αλλά και η παρακολούθηση λειτουργίας και η καταγραφή ενεργειακής κατανάλωσης των διαφόρων συσκευών είναι μερικές μόνο από τις δυνατότητες ενός τέτοιου συστήματος.

Η εισαγωγή νέων διεργασιών και η μεταβολή στην οργάνωση της παραγωγής ή στη λειτουργία των εγκαταστάσεων του κτιρίου θα βοηθήσουν στην αποτελεσματικότερη λειτουργία ενός BEMS.

4.2.2. Μείωση των απωλειών ηλεκτρικής ενέργειας

Ανασχεδίαση γραμμών διανομής, προσαρμογή διατομών αγωγών τροφοδοσίας, τροποποίηση ηλ. πινάκων, αλλαγή μετασχηματιστών κλπ είναι επεμβάσεις εξεταστέες σε μεγάλες εγκαταστάσεις και εφ' όσον υπάρχει η δυνατότητα αυτή.

Συνήθως έχει γίνει βελτιστοποίηση της διατομής των αγωγών και κατάλληλη επιλογή των ηλεκτρολογικών εξαρτημάτων και υλικών κατά την φάση της μελέτης και της εγκατάστασης του ηλεκτρικού δικτύου. Είναι όμως πιθανό να υπάρχουν περιθώρια αύξησης ορισμένων διατομών, που είναι μικρότερες των απαιτούμενων, οπότε θα δημιουργούνται μικρότερες απώλειες θερμότητας Joule και μικρότερες πτώσεις τάσης. Αυτή η επέμβαση έχει έννοια προκειμένου για τροφοδοσία μεγάλων συσκευών και πρέπει να γίνει μετά από σχετική τεχνικοοικονομική διερεύνηση.

4.2.3. Εγκατάσταση ή βελτίωση συστημάτων αυτοματισμού

Σε πολλές εγκαταστάσεις ή και μεμονωμένες συσκευές είναι δυνατή η εγκατάσταση συστήματος αυτοματισμού για τον έλεγχο της σωστής και αποδοτικής λειτουργίας. Το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να έχει και μία βελτίωση / αναβάθμιση ενός υφιστάμενου συστήματος αυτοματισμού.

Οι μεγάλες δυνατότητες, το μικρό μέγεθος και το χαμηλό σχετικά κόστος των νέων συστημάτων -ειδικά των ψηφιακών- καθιστούν αυτού του είδους τις επεμβάσεις τεχνικοοικονομικά συμφέρουσες, στις περισσότερες περιπτώσεις.

4.2.4. Βελτίωση της λειτουργίας της συντήρησης

Η υιοθέτηση σωστών και οργανωμένων διαδικασιών ελέγχου λειτουργίας και συντήρησης των διαφόρων μηχανημάτων, συσκευών και γενικά του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων, συμβάλλει αποφασιστικά στη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Ενδεικτικά αναφέρονται: η σωστή τάνυση των ιμάντων μετάδοσης κίνησης, η ενδεδειγμένη λίπανση κινούμενων μερών, ο καθαρισμός φίλτρων νερού ή αέρα κλπ.

4.2.5. Υποκατάσταση ηλεκτρισμού

Η χρήση του ηλεκτρισμού για θερμικούς σκοπούς είναι, γενικά, μια διαδικασία μη αποδοτική ενεργειακά και καλό είναι να αποφεύγεται - όπου είναι δυνατόν. Έτσι, είναι πολύ πιθανόν να είναι συμφέρουσα η υποκατάσταση της ηλεκτρικής ενέργειας με άλλη μορφή.

Ενδεικτικά αναφέρονται : Η αντικατάσταση ηλεκτρικών συσκευών μαγειρείων με αντίστοιχες φυσικού αερίου ή υγραερίου, η εγκατάσταση κεντρικού συστήματος παραγωγής και διανομής ζεστού νερού χρήσης (με καύσιμο ή ηλιοθερμικά) αντί με ηλεκτρικούς θερμαντήρες, εγκατάσταση αντλιών θερμότητας για θέρμανση χώρων αντί για ηλεκτρικές αντιστάσεις κ.λπ.

4.3. Επεμβάσεις σε ηλεκτροκινητήρες

4.3.1. Αντικατάσταση υπερδιαστασιοποιημένων κινητήρων

Οι δύο τύποι ηλεκτρικών κινητήρων που χρησιμοποιούνται στα κτίρια και τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι οι επαγωγικοί κινητήρες και οι σύγχρονοι. Οι επαγωγικοί κινητήρες είναι οι συνηθέστεροι και αποτελούν το 90% της υπάρχουσας κινητήριας ισχύος.

Λόγω της κατασκευής του, ο επαγωγικός κινητήρας είναι στην ουσία ένα επαγωγικό φορτίο και έτσι έχει ένα συντελεστή ισχύος με υστέρηση, ενώ ο σύγχρονος κινητήρας μπορεί να εγκατασταθεί έτσι ώστε να έχει συντελεστή ισχύος με προπορεία, δρα δηλαδή ως πυκνωτής. Επομένως, γίνεται αντιληπτό ότι ένας σύγχρονος κινητήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη βελτίωση του συντελεστή ισχύος μιας συστοιχίας επαγωγικών κινητήρων και να αποτελέσει μια οικονομικότερη επιλογή από την προσθήκη μιας συστοιχίας πυκνωτών.

Λόγω των διάφορων απωλειών (απώλειες χαλκού στάτη, πυρήνα, χαλκού δρομέα, τριβών και ανεμισμού, διαφεύγουσες απώλειες, ηλεκτρικές απώλειες), η απόδοση του κινητήρα συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 75 έως 95% ανάλογα με το μέγεθός του. Με βάση την απόδοσή τους, οι κινητήρες ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες:

Συνήθους απόδοσης και υψηλής/εξαιρετικής απόδοσης κινητήρες. Οι ενεργειακά αποδοτικοί κινητήρες είναι 2 έως 10 ποσοστιαίες μονάδες περισσότερο αποδοτικοί από τους συνήθους απόδοσης κινητήρες, ανάλογα πάλι με το μέγεθος. Η βελτιωμένη απόδοση των κινητήρων υψηλής/εξαιρετικής απόδοσης οφείλεται στον καλύτερο σχεδιασμό τους με χρήση καλύτερων υλικών για τη μείωση απωλειών

4.3.2. Εγκατάσταση κινητήρων υψηλής απόδοσης

Οι συνήθεις τριφασικοί επαγωγικοί κινητήρες έχουν βαθμούς απόδοσης από 73 έως 92% (κατά κανόνα, οι μεγαλύτερης ισχύος κινητήρες εμφανίζουν υψηλότερους βαθμούς απόδοσης). Ωστόσο, υπάρχουν ηλεκτροκινητήρες με αξιοσημείωτα μεγαλύτερους βαθμούς απόδοσης (κινητήρες υψηλής απόδοσης), και συγκεκριμένα κατά 2 έως και 10%. Έτσι, παρά το υψηλότερο κόστος τους, είναι πιθανόν να συμφέρει μακροπρόθεσμα η εγκατάσταση τέτοιων ενεργειακά αποδοτικών κινητήρων, στη θέση συμβατικών συνήθων ηλεκτροκινητήρων.

4.3.3. Εγκατάσταση κινητήρων μεταβλητού αριθμού στροφών

Εφ' όσον ο κινητήρας κινεί συσκευή με έντονα και συχνά αυξομειούμενο φορτίο ή με μεταβαλλόμενο σημείο λειτουργίας, πρέπει να εξετασθεί η δυνατότητα χρήσης κινητήρα μεταβλητής ταχύτητας, που πραγματοποιείται με χρήση ψηφιακού μετατροπέα συχνότητας (inverter), σε συνδυασμό με κατάλληλο σύστημα αυτοματισμού. Η συνεχής προσαρμογή του αριθμού στροφών και της απορροφώμενης ισχύος του κινητήρα, ανάλογα με το φορτίο, έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη ενεργειακή απόδοσή του. Το μειούμενο συνεχώς κόστος αυτών των διατάξεων, μπορεί να καθιστά τεχνικοοικονομικά συμφέρουσα την εγκατάσταση τέτοιων κινητήρων - πέραν του πλεονεκτήματος της σωστότερης λειτουργίας της εγκατάστασης, στις περισσότερες περιπτώσεις.

Εναλλακτικά, μπορεί να εξετασθεί η - φθηνότερη - λύση της εγκατάστασης κινητήρα μεταβλητής ταχύτητας κατά βαθμίδες, συνήθως κατά 2 έως 4, με χειροκίνητο ή αυτόματο σύστημα αλλαγής.

4.3.4. Χρήση συστήματος περισσότερων μικρών κινητήρων-συσκευών.

Συχνά είναι προτιμότερο να εγκατασταθούν περισσότερες μικρές συσκευές - με τους αντίστοιχους κινητήρες τους - στη θέση μιας συσκευής με έναν μεγάλο κινητήρα. Η λειτουργία κάθε κινητήρα και της συσκευής ενεργοποιείται από σύστημα αυτοματισμού (αισθητήρες κ.λπ), έτσι ώστε να λειτουργούν μόνο οι απαιτούμενες κάθε χρονική στιγμή συσκευές, ανάλογα με τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης εγκατάστασης.

4.3.5. Διόρθωση του συντελεστή ισχύος (συνφ) σε κινητήρες

Το μέγεθος της αέργου ισχύος αυξάνεται καθώς ο συντελεστής ισχύος μειώνεται. Για να εξαλειφθεί η απώλεια ενέργειας λόγω της αέργου ισχύος, οι περισσότερες εταιρείες παροχής ενέργειας έχουν καθιερώσει τιμολόγια που επιβάλλουν πρόστιμα στους χρήστες με χαμηλό συντελεστή ισχύος. Γίνεται επομένως κατανοητό ότι

επιβάλλεται η αύξηση του μηνιαίου συντελεστή ισχύος, ώστε να επιτευχθεί χαμηλός λογαριασμός κατανάλωσης. Συνίσταται διόρθωση σε τιμές $\cos\phi > 0,85$. Αρκεί ωστόσο ένα $\cos\phi = 0,90-0,95$, καθώς περαιτέρω διόρθωση επιβαρύνει υπερβολικά το κόστος σε πυκνωτές. Άλλωστε δεν επιτρέπεται υπεραντιστάθμιση, δηλαδή το χωρητικό συνημίτονο. Η διόρθωση του συντελεστή ισχύος γίνεται.

Σε μεγάλους ηλεκτροκινητήρες, επιβάλλεται η βελτίωση του συντ. ισχύος (εκτός αν κατασκευασθεί κεντρικό σύστημα αντιστάθμισης). Μπορεί να γίνει με :

- Προσθήκη πυκνωτή ή πυκνωτών αντιστάθμισης, κατάλληλου μεγέθους
- Χρήση σύγχρονων κινητήρων, τόσο για την παροχή μηχανικής ενέργειας στην κινούμενη συσκευή, όσο και για την αύξηση του συντ. ισχύος ενός ή περισσότερων επαγωγικών κινητήρων.

4.4. Αναβάθμιση του κεντρικού συστήματος Θέρμανσης

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν διεξαχθεί, τέσσερις τύποι των συστημάτων θέρμανσης έχουν ευρεία χρήση στα εμπορικά κτίρια, συγκεκριμένα οι λέβητες, οι συμπαγείς μονάδες θέρμανσης, οι ανεξάρτητοι θερμοαντήρες χώρων και οι κλίβανοι. Οι λέβητες αποτελούν τον κύριο εξοπλισμό που αναλογικά χρησιμοποιείται στα θερμαινόμενα κτίρια.

Ο κύριος τρόπος για την εξασφάλιση βέλτιστων συνθηκών λειτουργίας στους λέβητες είναι η παροχή της σωστής ποσότητας περίσσειας αέρα για την καύση του καυσίμου. Είναι γενικά παραδεκτό ότι 10% περίσσεια αέρα δίνει το βέλτιστο λόγο αέρα/ καυσίμου για την πλήρη καύση. Η υπερβολική περίσσεια αέρα αυξάνει τις απώλειες καπνοδόχου και απαιτείται περισσότερο καύσιμο για την ανύψωση του εξωτερικού αέρα στη θερμοκρασία των καυσαερίων. Από την άλλη, εάν η τροφοδοσία του αέρα είναι ανεπαρκής, η καύση είναι ατελής και μειώνεται η θερμοκρασία της φλόγας.

Η ολική θερμική απόδοση ενός λέβητα ορίζεται ως ο λόγος της θερμότητας εξόδου (E_{out}) προς τη θερμότητα εισόδου (E_{in}):

$$\eta_b = \frac{E_{out}}{E_{in}}$$

Η ολική απόδοση περιλαμβάνει την απόδοση της καύσης, τις απώλειες καπνοδόχου και τις απώλειες θερμότητας από τις εξωτερικές επιφάνειες του λέβητα. Η απόδοση της καύσης σχετίζεται με την αποτελεσματικότητα του καυστήρα ώστε να παρέχει το βέλτιστο λόγο καυσίμου/αέρα για την πλήρη καύση του καυσίμου.

Όταν η περίσσεια αέρα δεν είναι αρκετή, μπορούν να γίνουν οι ακόλουθες ρυθμίσεις:

- Λειτουργία του λέβητα σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο καύσης και χειροκίνητη εκκίνηση των συστημάτων έλεγχου της καύσης
- Αφού αποκατασταθεί σταθερή λειτουργία, λήψη μιας πλήρους σειράς μετρήσεων (σύσταση και θερμοκρασία των καυσαερίων).
- Αύξηση της περίσσειας αέρα κατά 1 έως 2% και λήψη νέας σειράς μετρήσεων (αφού αποκατασταθούν συνθήκες σταθερής λειτουργίας του λέβητα).
- Μείωση της περίσσειας αέρα κατά μικρά βήματα, μέχρι μιας ελάχιστης τιμής της περίσσειας O_2 (δηλαδή, όταν η καύση είναι ατελής και ένα σημαντικό επίπεδο CO πάνω από 400 ppm . ανιχνεύεται στα καυσαέρια). Λήψη μετρήσεων μετά από κάθε αλλαγή (αφού αποκατασταθεί η ομαλή λειτουργία του λέβητα).
- Σχεδίαση των δεδομένων των μετρήσεων για τον καθορισμό της διακύμανσης του επιπέδου του CO συναρτήσει του ποσοστού του O_2 στα καυσαέρια. Συνήθως λαμβάνεται ένα περιθώριο για την περίσσεια του O_2 που κυμαίνεται από 0,5 έως 2% πάνω από την ελάχιστη τιμή.
- Ρύθμιση εκ νέου των συστημάτων ελέγχου του καυστήρα για να διατηρηθεί η περίσσεια του O_2 στο περιθώριο που καθορίστηκε στο βήμα 5.

Επανάληψη των βημάτων 1 - 6 για διάφορους ρυθμούς καύσης που απαντώνται κατά τη λειτουργία του λέβητα. Συνιστάται οι έλεγχοι να γίνονται από τους πιο υψηλούς προς τους πιο χαμηλούς ρυθμούς καύσης.

Υπάρχουν αρκετά μέτρα με τα οποία μπορεί να βελτιωθεί η απόδοση του λέβητα μιας υφιστάμενης εγκατάστασης, με εξοικονόμηση στην κατανάλωση καυσίμων από την εγκατάσταση. Ανάμεσα σε αυτά τα μέτρα περιλαμβάνονται:

4.4.1. Ρύθμιση του υφιστάμενου λέβητα

Η θερμική απόδοση του λέβητα μπορεί να υπολογιστεί με την ανάλυση της σύστασης και της θερμοκρασίας των καυσαερίων. Εάν βρεθεί χαμηλή απόδοση λόγω λανθασμένης περίσσειας του αέρα, ο λέβητας μπορεί να ρυθμιστεί και να βελτιωθεί η απόδοσή του, με διαδικασίες όπως περιγράφονται αναλυτικά παραπάνω.

4.4.2. Λέβητα υψηλής απόδοσης

Οι κατασκευαστές των λεβήτων συνεχώς βελτιώνουν τόσο την απόδοση της καύσης όσο και την ολική απόδοσή τους. Σήμερα, οι εμπορικού μεγέθους μονάδες μπορούν να επιτύχουν απόδοση καύσης μεγαλύτερη από 95%. Για τους συμβατικούς λέβητες, κατά παράδοση θεωρείται ικανοποιητική απόδοση πάνω από 85%. Μία από τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες καύσης που διατίθεται σήμερα στην αγορά είναι οι λέβητες αερίου παλμικής καύσης. Αυτή η τεχνολογία εφαρμόστηκε στις αρχές της δεκαετίας του '80 σε οικιακούς θερμαντήρες νερού και σήμερα υφίσταται σε αρκετούς λέβητες εμπορικού μεγέθους, για θέρμανση χώρων και νερού χρήσης.

Οι λέβητες παλμικής καύσης λειτουργούν ουσιαστικά όπως οι μηχανές εσωτερικής καύσης. Ο αέρας και το αέριο καύσιμο εισάγονται σε ένα στεγανό θάλαμο καύσης σε κατάλληλες ποσότητες. Στη συνέχεια, το μίγμα αναφλέγεται με σπινθήρα και, όταν καεί πλήρως, απάγεται μέσω ενός σωλήνα εξαγωγής. Σχεδόν όλη η θερμότητα της καύσης χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του νερού του λέβητα, αφού τα καυσαέρια έχουν σχετικά χαμηλή θερμοκρασία, της τάξης των 50°C. Όταν θερμανθεί πλήρως ο θάλαμος καύσης, τα επόμενα μίγματα αέρα/καυσίμου (οι «παλμοί») αναφλέγονται αυτόματα (χωρίς ανάγκη ηλεκτρικού σπινθήρα). Έτσι, δεν απαιτείται ούτε καυστήρας που καταναλώνει καύσιμο, ούτε φλόγα που να διατηρείται συνεχώς αναμμένη.

Κατά τη λειτουργία τους οι παλμικοί λέβητες απάγουν τη λανθάνουσα θερμότητα από τα προϊόντα της καύσης, συμπυκνώνοντας τα καυσαέρια. Έτσι, αυξάνεται η απόδοση του λέβητα και τα καυσαέρια έχουν μικρή περιεκτικότητα σε υδρατμούς, οπότε αποφεύγονται τα προβλήματα διάβρωσης της καμινάδας. Η απόδοση των λεβήτων παλμικής καύσης μπορεί να φθάσει το 95 έως 99%. Όταν συνδυαστούν με άλλες υψηλής απόδοσης διατάξεις μεταφοράς της θερμότητας, η ολική θερμική απόδοση του συστήματος θέρμανσης μπορεί να ανέλθει στο 90%. Εξάλλου, οι λέβητες αυτοί μπορούν να φθάσουν στη θερμοκρασία λειτουργίας τους στο μισό χρόνο από αυτόν των συμβατικών, ενώ εκπέμπουν σαφώς λιγότερους ρύπους στην ατμόσφαιρα.

4.4.3. Χρήση λεβήτων με υπομονάδες

Σε μια εγκατάσταση λέβητα με υπομονάδες, αρχικά εκκινεί ένας λέβητας για την κάλυψη των μικρών θερμικών φορτίων. Κατόπιν, καθώς αυξάνεται το φορτίο, νέοι λέβητες εκκινούν και μπαίνουν σε σειρά ώστε να αυξηθεί σταδιακά το δυναμικό του

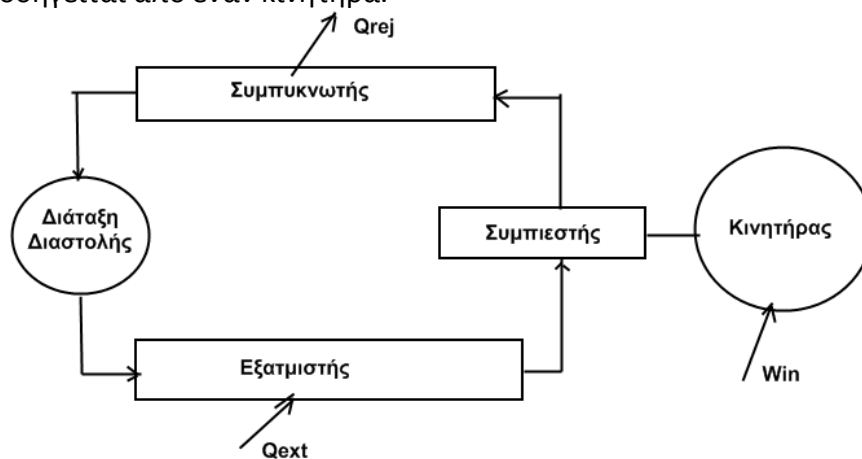
συστήματος θέρμανσης. Αντίστοιχα, καθώς μειώνεται το φορτίο, οι λέβητες βγαίνουν εκτός ο ένας μετά τον άλλον. Διαφόρων μεγεθών προκατασκευασμένα συστήματα λεβήτων με υπομονάδες, από περίπου 50 kWh έως 1 MWh, διατίθενται στο εμπόριο.

Οι εγκαταστάσεις λεβήτων με υπομονάδες είναι κατάλληλες για εφαρμογές με μεγάλη διακύμανση των φορτίων θέρμανσης, ατμού ή ζεστού νερού, όπως τα ξενοδοχεία, τα σχολεία ή τα πολυώροφα κτίρια. Οι λέβητες αυτοί μπορούν να αυξήσουν την ολική εποχιακή απόδοση του συστήματος θέρμανσης κατά 15 έως 30%.

4.5. Ενεργειακές επεμβάσεις στα συστήματα ψύξης

Γενικά καταγράφονται αρκετοί τύποι ψυκτικών συστημάτων, όπως είναι οι ολοκληρωμένες μονάδες κλιματισμού, τα κεντρικά συστήματα ψύξης, τα ατομικά κλιματιστικά, οι αντλίες θερμότητας, η τηλεψύξη, οι εξατμιστικοί ψύκτες. Συνήθως τα κεντρικά συστήματα ψύξης χρησιμοποιούνται σε μεγάλα κτίρια, ενώ οι ολοκληρωμένες μονάδες στα μικρότερα. Στην πράξη συναντώνται δύο μεγάλες κατηγορίες ψυκτικών συστημάτων: τα αυτόνομα συστήματα και οι κεντρικοί ψύκτες.

Ένα συνηθισμένο ψυκτικό σύστημα αποτελείται από αρκετές συνιστώσες, που περιλαμβάνουν ένα συμπιεστή, συμπυκνωτή, εξατμιστή, μία διάταξη διαστολής και βοηθητικό εξοπλισμό. Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει ένα απλό σύστημα ψύξης όπου ο συμπιεστής οδηγείται από έναν κινητήρα.



Εικόνα 4-1 Σύστημα ψύξης όπου ο συμπιεστής οδηγείται από έναν κινητήρα

Ο συντελεστής απόδοσης (COP) καθορίζει την ενεργειακή αποδοτικότητα ενός ψυκτικού συστήματος και είναι ο λόγος της θερμότητας που απάγεται προς την απαιτούμενη παρεχόμενη ενέργεια. Στην περίπτωση των ηλεκτρικά οδηγούμενων

ψυκτικών συστημάτων, σαν αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα, ο COP μπορεί να οριστεί ως: $COP = Q_{ext} / W_{in}$, όπου τα Q_{ext} και W_{in} εκφράζονται με τις ίδιες μονάδες (δηλαδή W ή kW) ώστε ο COP να είναι αδιάστατος. Οι περισσότεροι κατασκευαστές παρέχουν τον COP για τα συστήματά τους υπό συνθήκες πλήρους φορτίου.

Η μέγιστη θεωρητική τιμή του COP αντιστοιχεί στον ιδανικό κύκλο Carnot, που αποτελείται από επιμέρους αντιστρεπτές μεταβολές. Ειδικότερα, αποτελείται από δύο αντιστρεπτές ισοθερμοκρασιακές (εκτόνωση και συμπίεση) και δύο αντιστρεπτές αδιαβατικές (εκτόνωση και συμπίεση). Στα πραγματικά συστήματα ψύξης δεν μπορεί να επιτευχθεί ο κύκλος Carnot, λόγω των απωλειών στη συμπίεση και την εκτόνωση του ψυκτικού μέσου, τις απώλειες πίεσης στις γραμμές μεταφοράς και τις απώλειες θερμότητας κατά την απόρριψη και την απορρόφηση. Ωστόσο, είναι χρήσιμη η σύγκριση του COP ενός πραγματικού ψυκτικού συστήματος με αυτή του κύκλου Carnot που λειτουργεί μεταξύ των ιδίων θερμοκρασιών για την εκτίμηση των δυνατοτήτων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης κατά το σχεδιασμό των ψυκτικών μονάδων.

Ο COP του ιδανικού κύκλου Carnot μπορεί να εκφραστεί συναρτήσει της απόλυτης θερμοκρασίας του εξατμιστή (T_C - η χαμηλότερη θερμοκρασία του κύκλου) και του συμπυκνωτή (T_H - η υψηλότερη θερμοκρασία του κύκλου) ως ακολούθως:

$$COP_{Carnot} = \frac{T_C}{T_H - T_C}$$

Για τη μείωση της χρησιμοποιούμενης στα ψυκτικά συστήματα ενέργειας, η ενεργειακή αποδοτικότητα του εξοπλισμού πρέπει να είναι βελτιωμένη στις συνθήκες τόσο πλήρους όσο και μερικού φορτίου. Γενικά, η βελτίωση της αποδοτικότητας των ψυκτικών συστημάτων μπορεί να επιτευχθεί με έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

- **Αντικατάσταση των υφιστάμενων ψυκτικών συστημάτων με άλλα πιο αποδοτικά.**
Η αντικατάσταση της υφιστάμενης ψυκτικής μονάδας με μία νέα και πιο αποδοτική μπορεί να είναι οικονομικά βιώσιμη. Τελευταία, έχουν επιτευχθεί σημαντικές βελτιώσεις στην ολική απόδοση των ψυκτικών μονάδων κύκλου συμπίεσης με την εμφάνιση των ψυκτών με δύο συμπιεστές, των φυγοκεντρικών ψυκτών μεταβλητής ταχύτητας και των ψυκτών ελικοειδούς συμπιεστή.
- **Βελτίωση των υφιστάμενων συστημάτων ελέγχου των ψυκτικών εγκαταστάσεων.**
- **Με τη χρήση εναλλακτικών ψυκτικών συστημάτων.** Υπάρχουν διάφορα εναλλακτικά συστήματα και τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη μείωση (ή και

την εξάλειψη) των ψυκτικών φορτίων στα υφιστάμενα ψυκτικά συστήματα. Μεταξύ αυτών είναι:

- Οι εξοικονομητές νερού
- Η εξατμιστική ψύξη
- Η ξηραντική ψύξη
- Η υπόψυξη του ψυκτικού μέσου συνήθως αυξάνει το δυναμικό της ψύξης και μπορεί να μειώσει την ισχύ συμπίεσης, αυξάνοντας έτσι τη συνολική απόδοση του ψυκτικού συστήματος.

4.6. Σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (B.E.M.S)

Μια από τις πολλές πρακτικές που στοχεύουν να χρησιμοποιήσουν την ενέργεια όσο το δυνατόν πιο "βέλτιστα", στον κτιριακό τομέα, έχει υλοποιηθεί υπό τη μορφή των "Συστημάτων Διαχείρισης της Ενέργειας Κτιρίου" (BEMS). Μιλώντας γενικά, το BEMS αναφέρεται σε ένα αυτοματοποιημένο σύστημα που προσπαθεί "να ελέγξει" όλες τις διαδικασίες ενεργειακής κατανάλωσης σε ένα κτίριο. Αυτές οι διαδικασίες μπορούν να συμπεριλάβουν τη θέρμανση και τον αερισμό, το φωτισμό, το εσωτερικό κλίμα και άλλα. Ανάλογα με το επίπεδο περιπλοκότητας, όλα τα παραπάνω μπορούν να ελεγχθούν ανεξάρτητα ή όχι. Κατ' αυτό τον τρόπο αναμένεται ότι οι λεπτές αμοιβαίες σχέσεις μεταξύ των διάφορων παραμέτρων λαμβάνονται υπόψη, με αποτέλεσμα-συνέπεια τη "βέλτιστη" λειτουργία.

4.6.1. Διαχείριση ενέργειας στα κτίρια με ευφυή συστήματα

Σήμερα, ο όρος "έξυπνο κτίριο" κερδίζει έδαφος, με μεγάλες προοπτικές στην αγορά εξοικονόμησης και διαχείρισης ενέργειας. Αν και η "νοημοσύνη" στα κτίρια είναι ένας διφορούμενος όρος, ειδικά όταν εφαρμόζεται στα προκαλούμενα από τον άνθρωπο συστήματα, γίνεται ευρέως αποδεκτό ότι αναφέρεται στα αντικείμενα που μπορούν να αντιδράσουν σωστά στις απρόβλεπτες περιστάσεις με την επιλογή μεταξύ ενός συνόλου πιθανών ενεργειών και επιπλέον, μπορούν να μάθουν από την ανατροφοδότηση. Οι έννοιες της ανοχής, της αυτό-διόρθωσης ή της αυτοπροσαρμογής θεωρούνται ως απαραίτητα στοιχεία της "τεχνητής νοημοσύνης". Γίνεται επίσης ευρέως αποδεκτό ότι τα μέσα για να επιτευχθεί η νοημοσύνη ταυτίζονται με τα εργαλεία που προσομοιάζουν τις ανθρώπινες μεθόδους νοημοσύνης, όπως τα νευρωνικά δίκτυα και η ασαφής λογική.

Η τεχνολογία συστημάτων διαχείρισης ενέργειας κτιρίου αναφέρεται γενικά στην ενσωμάτωση τεσσάρων συστημάτων : ένα Σύστημα Αυτοματοποίησης Κτιρίου (BAS), ένα Σύστημα Τηλεπικοινωνιών (TS), ένα σύστημα Αυτοματισμού Γραφείου (OAS) και ένα Σύστημα Διαχείρισης Εγκατάστασης με τη βοήθεια Υπολογιστή (CAFMS).

Ένα BAS είναι πραγματικά η βάση κάθε BEMS. Το BEMS δημιουργήθηκε στις Η.Π.Α. στις αρχές της δεκαετίας του '70. Αρχικά αποτελούνταν από υποσταθμούς, οι οποίοι απλά συνέλεγαν τα στοιχεία και τα συγκέντρωναν σε έναν κεντρικό σταθμό. Ο κεντρικός σταθμός ήταν το μόνο μέρος του συστήματος με κάποια 'νοημοσύνη'. Η επόμενη ανάπτυξη ήταν η εισαγωγή του έξυπνου υποσταθμού, ο οποίος προέκυψε από την ανάπτυξη του χαμηλού κόστους Η/Υ και τη χρήση των μικροεπεξεργαστών.

Ένα χαρακτηριστικό συγκεντρωτικό εμπορικό BEMS αποτελείται από τον κεντρικό σταθμό και διάφορους υποσταθμούς. Ο υποσταθμός δέχεται τις εισόδους από τους αισθητήρες που ελέγχουν τις τιμές των μεταβλητών, όπως οι θερμοκρασίες ροής και επιστροφής ενός συστήματος θέρμανσης. Κατόπιν οι είσοδοι υποβάλλονται σε επεξεργασία και ο υποσταθμός στέλνει τα σήματα ελέγχου στα στοιχεία μιας εγκατάστασης, δηλ. ενεργοποιητές ή μια βαλβίδα. Ο υποσταθμός περιέχει έναν μικρό πίνακα κυκλωμάτων, τον πίνακα επικοινωνίας, ο οποίος του επιτρέπει να διασυνδεθεί με το κεντρικό δίκτυο συνήθως τοπικής σύνδεσης δίκτυο (LAN), υπό-LANS ή ένα modem. Ο κεντρικός σταθμός είναι όπου πραγματοποιείται το μεγαλύτερο μέρος της μακροπρόθεσμης αποθήκευσης στοιχείων

Η καταναμημένη αρχιτεκτονική είναι το σημαντικότερο χαρακτηριστικό γνώρισμα τέτοιων συστημάτων με το βασικό πλεονέκτημα να προέρχεται από την απλουστευμένη καλωδίωση, τη σχετική μείωση κόστους και τη βελτιωμένη συντήρηση. Ο σχεδιασμός ενός καταναμημένου συστήματος ελέγχου πρέπει να είναι απλός. Αυτό οδηγεί στην υιοθέτηση μιας προσέγγισης βασισμένης στα «ευφυή» εξαρτήματα. Ο όρος "εξαρτήματα" (components) ως έννοια σχεδιασμού είναι αρκετά γνωστός στη βιομηχανία λογισμικού. Τα εξαρτήματα σε μια καταναμημένη αρχιτεκτονική είναι οι "έξυπνοι" αισθητήρες, οι ενεργοποιητές και οι ελεγκτές που στοχεύουν να μετασχηματίσουν την απλή on/off λειτουργία των μικροδιακοπών σε μια περιπλοκότερη λειτουργία π.χ. που μετρά, χρονοκαθυστέρηση, απόκριση, κλπ.

Τα υπάρχοντα κτίρια και οι μετασκευές τους παρέχουν μια μεγάλη δυνατότητα για την ενσωμάτωση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.. Το BEMS μπορεί να συμβάλει

σε μια σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας των κτιρίων και της βελτίωσης της ποιότητας αέρα. Τα σύγχρονα συστήματα ελέγχου παρέχουν μια βελτιστοποιημένη λειτουργία των ενεργειακών συστημάτων με ταυτόχρονη άνεση για τους χρήστες. Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις βασισμένες στις τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης προσφέρουν διάφορα πλεονεκτήματα έναντι των κλασικών συστημάτων ελέγχου. Ως εκ τούτου η τρέχουσα έρευνα για τα συστήματα διαχείρισης της ενέργειας στις τεχνολογίες, που αφορά κυρίως την ανάπτυξη λογισμικού, εστιάζει στη κατάσταση προόδου των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης (νευρωνικά δίκτυα, ασαφής λογική, γενετικοί αλγόριθμοι, κ.λπ.).

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, ένα σύστημα διαχείρισης πρέπει να ικανοποιήσει τους ακόλουθους στόχους :

- Να διατηρήσει την άνεση της θερμικής, οπτικής και εσωτερικής ποιότητας του αέρα βασισμένη στις οδηγίες της σχετικής βιβλιογραφίας.
- Να δίνει προτεραιότητα στις παθητικές τεχνικές προκειμένου να επιτευχθούν οι απαιτήσεις άνεσης.
- Να είναι ευέλικτο, δηλαδή να έχει τη δυνατότητα να ικανοποιήσει τις προτιμήσεις των χρηστών που παρεμβάλλονται στο σύστημα.

Η στρατηγική ελέγχου πρέπει να ικανοποιεί τα αιτήματα του ιδιοκτήτη του κτιρίου, τις ανάγκες των χρηστών και τις απαιτήσεις στα πρότυπα και τους κανονισμούς:

- Εσωτερική ποιότητα αέρα για τους χρήστες κατά τη διάρκεια ωρών απασχόλησης και μη.
- Κατάλληλη θερμοκρασία περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια των ωρών απασχόλησης.
- Ηλιακή σκίαση.
- Νυχτερινός εξαερισμός κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.
- Προθέρμανση του αέρα εξαερισμού.
- Θέρμανση και ψύξη δωματίου.
- Βοήθεια ανεμιστήρων και εναλλασσόμενων παθητικών και ενεργητικών συστημάτων.

Η επιλογή της σωστής στρατηγικής ελέγχου είναι ένα δύσκολο έργο. Η τελική επιλογή εξαρτάται από πολλούς διαφορετικούς παράγοντες όπως ο τύπος του κτιρίου, οι ελεγχόμενες παράμετροι και οι σχετικοί εξοπλισμοί, η αρχιτεκτονική του κτιρίου και φυσικά τα συνολικά κόστη.

Προκειμένου να γίνουν καλύτερα κατανοητές οι ανάγκες ενός αυτόματου ελέγχου, και κατά συνέπεια και οι κύριες δυνατότητες και πλεονεκτήματα του, ακολουθεί μια μικρή περιγραφή της κλασσικής αρχιτεκτονικής ενός αυτόματου συστήματος ελέγχου, εστιάζοντας στις διαφορές του με τον χειροκίνητο έλεγχο.

Έτσι ένα αυτόματο σύστημα ελέγχου αποτελείται από :

- Ένα ή περισσότερους αισθητήρες : απαραίτητους για τη μέτρηση των παραμέτρων που απαιτούνται για την εφαρμογή οποιασδήποτε στρατηγικής ελέγχου. Για τον έλεγχο του φυσικού εξαερισμού, οι κλασσικές παράμετροι για μέτρηση μπορούν να είναι: εσωτερικές και εξωτερικές θερμοκρασίες, αισθητήρες CO₂ (ή ποιότητα αέρα), ταχύτητα ανέμου και διεύθυνση και ανιχνευτές βροχής. Η επιλογή των σωστών παραμέτρων βασίζονται στον έλεγχο στρατηγικής, π.χ. έλεγχος υπερθέρμανσης, προώθηση άνεσης ή βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα.
- Ένα ή περισσότερους ενεργοποιητές.
- Ένα κεντρικό ελεγκτή : η καρδιά του συστήματος. Είναι συγκρίσιμος με έναν προσωπικό υπολογιστή που λαμβάνει και επεξεργάζεται δεδομένα από τους αισθητήρες στέλνοντας εντολές στους μηχανισμούς κίνησης. Ο έλεγχος στρατηγικής αποθηκεύεται στη μνήμη του ελεγκτή, και συνεχόμενα εφαρμόζεται σε σταθερά διαστήματα χρόνου. Οι σύγχρονοι ελεγκτές σχεδιάζονται με τον σκοπό να χειρίζονται οποιονδήποτε τύπο αισθητήρων, ενεργοποιητών και στρατηγικών ελέγχου.
- Ένα επόπτη : εφαρμοσμένος σε ένα BEMS, ένας υπολογιστής είναι απαραίτητος προκειμένου να εποπτευθούν οι αποφάσεις ελέγχου από τους διαφορετικούς ελεγκτές και να αγνοηθούν ενδεχομένως οι τοπικές αποφάσεις ελέγχου, παραδείγματος χάριν για να αποφασίσει ποιά παράθυρα να ανοίξουν σύμφωνα με την κατεύθυνση αέρα ή να κλείσουν όλα τα παράθυρα σε περίπτωση πυρκαγιάς.

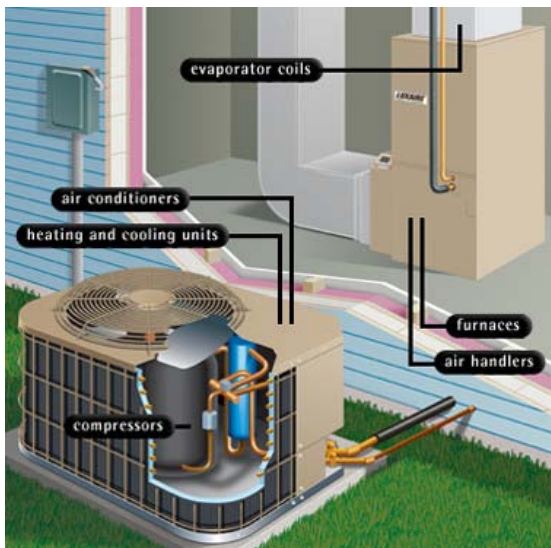
- Ο χειροκίνητος έλεγχος απαιτεί μόνο ενεργοποιητές σαν επιπρόσθετο εξοπλισμό στο κτίριο. Επιπλέον επενδυτικά κόστη για τον αυτόματο έλεγχο είναι κατά συνέπεια οι αισθητήρες, ελεγκτές, επόπτες και καλωδίωση.

Παρόλ' αυτά η δυσκολία της εφαρμογής κατάλληλων στρατηγικών ελέγχου αυξάνει με το μέγεθος του κτιρίου και τον αριθμό των παραμέτρων που ελέγχονται. Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των αυτόματων συστημάτων ελέγχου είναι η ευελιξία τους. Μόλις οι κατάλληλοι ενεργοποιητές και αισθητήρες εγκατασταθούν, η στρατηγική ελέγχου μπορεί να τροποποιηθεί οποιαδήποτε στιγμή.

4.7. Συστήματα HVAC

Heating-Ventilation-Air Conditioning

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που σχετίζονται με τις εγκαταστάσεις πλήρους κλιματισμού (HVAC) στοχεύουν ή έχουν ως αποτέλεσμα ένα ή περισσότερα από τα επόμενα :



Εικόνα 4-2

- Μείωση καταναλισκόμενης ηλεκτρ. ενέργειας
- Μείωση της απορροφώμενης ισχύος
- Μείωση των ψυκτικών απωλειών (δηλ. των θερμικών κερδών, κυρίως στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής ψύξης)

Μπορούμε να τις κατατάξουμε σε δύο μεγάλες κατηγορίες : A) Γενικές επεμβάσεις

B) Ειδικές επεμβάσεις, οι οποίες έχουν εξειδικευμένη εφαρμογή σε εγκαταστάσεις HVAC. και, επομένως, αναλύονται ξεχωριστά.

4.7.1. Γενικές επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις HVAC

Όλες οι επεμβάσεις που αναφέρονται στην παράγραφο, μπορεί να έχουν εφαρμογή σε ηλεκτρικές συσκευές, ηλεκτροκινητήρες, συστήματα κλπ, που έχουν εγκατασταθεί για την εξυπηρέτηση και λειτουργία των εγκαταστάσεων κλιματισμού

4.7.2. Χωρισμός κτιρίου σε ζώνες κλιματισμού

Αν σ' ένα κτίριο υπάρχουν χώροι ή ομάδες χώρων με διαφορετικά χαρακτηριστικά χρήσης (ώρες λειτουργίας, θερμοκρασία ή/και υγρασία, πλήθος ατόμων κλπ), και η υπάρχουσα κλιματιστική εγκατάσταση τους εξυπηρετεί ταυτόχρονα και χωρίς αυτονομία, είναι σίγουρο ότι θα υπάρξει σπατάλη ενέργειας, αφού θα ψύχονται ή θα θερμαίνονται και χώροι χωρίς κάτι τέτοιο να απαιτείται.

Θα πρέπει να γίνει προσπάθεια ώστε να χωριστεί το κτίριο σε ζώνες κλιματισμού. Κάθε ζώνη θα εξυπηρετείται με σύστημα που θα μπορεί να εργάζεται σε διαφορετικό χρόνο ή/και σε διαφορετικές συνθήκες, ώστε να λειτουργεί μόνο όταν και όσο πραγματικά απαιτούν οι χώροι. Γι' αυτό το σκοπό, πέραν των λύσεων που προσφέρουν οι τεχνολογίες της 4.6.6.3, μπορεί ακόμη να γίνει χρήση μιας πολυζωνικής κλιματιστικής μονάδας ή εγκατάσταση περισσότερων κλιματιστικών μονάδων ή τροποποίηση του συστήματος κλιματισμού σε ορισμένους χώρους κ.λπ. Οι τεχνικές δυνατότητες που παρέχονται είναι πολλές και θα πρέπει να εξετασθεί η εφικτότητα και η οικονομικότητά τους.

4.7.3. Ελεύθερη-δωρεάν ψύξη (Free cooling)

Με τον όρο "Free cooling" νοούνται αρκετές τεχνολογίες και συστήματα που σκοπό έχουν να εκμεταλλευτούν χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος (όταν υπάρχουν) για να παραληφθεί από τον εξωτερικό αέρα μέρος του ψυκτικού φορτίου του χώρου και να μειωθεί η απαίτηση της μηχανικής ψύξης. Το αποτέλεσμα συνήθως είναι σημαντική εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας (εννοείται ότι, η τυχόν επιπλέον κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία αυτών των συστημάτων, πρέπει να είναι αρκετά χαμηλή).

4.7.4. Ενσωμάτωση απλών συστημάτων αυτοματισμού ως εξοικονομητών

Αναφερόμαστε για μικρές αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες, η δράση τους είναι παρόμοια, αν και απλούστερη, με εκείνη των πλήρων εξοικονομητών - economizers. Συνήθως η εισαγωγή νωπού αέρα, για ψύξη του χώρου, ενεργοποιείται όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι κατά ορισμένους °C χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του χώρου, διακόπτοντας ή μειώνοντας ταυτόχρονα τη λειτουργία της μηχανικής ψύξης.

4.7.5. Μείωση της ψύξης ψυχρού νερού κλιματισμού μέσω του πύργου ψύξης.

Αναφερόμαστε στις υδρόψυκτες εγκαταστάσεις, όταν η θερμοκρασία υγρού βολβού του περιβάλλοντος είναι αρκετά χαμηλή, το νερό του πύργου ψύξης μπορεί να φθάσει σε αρκετά χαμηλή θερμοκρασία και να ψύξει το ψυχρό νερό κλιματισμού (μέσω εναλλάκτη ή και απ' ευθείας). Επίσης, σ' αυτή την περίπτωση, είναι δυνατόν να εξακολουθήσει να λειτουργεί το ψυκτικό κύκλωμα με φυσική κυκλοφορία του ψυκτικού μέσου και διακοπή της λειτουργίας του συμπιεστή. Τα συστήματα αυτά είναι αποδοτικά μόνο όταν λειτουργούν για την ικανοποίηση αναγκών ψύξης, σε ψυχρά σχετικά κλίματα, επί σημαντικό χρονικό διάστημα.

4.7.6. Ανάκτηση ενέργειας από τον κεντρικό κλιματισμό

Διάφορες τεχνολογίες ανάκτησης ενέργειας, κυρίως από κεντρικά συστήματα κλιματισμού, ενδεχομένως να είναι τεχνικοοικονομικά βιώσιμες, εφ' όσον τα ανακτώμενα ποσά ενέργειας είναι αξιόλογα και ο σχετικός εξοπλισμός φθηνός. Ενδεικτικά αναφέρονται :

Προθέρμανση/πρόψυξη νωπού αέρα με εναλλάκτες αέρα-αέρα.

Μπορεί να πραγματοποιηθεί σε εγκαταστάσεις HVAC., όπου προβλέπεται βεβιασμένη εισαγωγή νωπού αέρα, για τις ανάγκες αερισμού των χώρων και η απόρριψη του αέρα εξαερισμού γίνεται με δίκτυο αεραγωγών. Επιτυγχάνεται απ' ευθείας συναλλαγή θερμότητας μεταξύ του απορριπτόμενου αέρα και του νωπού αέρα, οπότε ο νωπός αέρας εισέρχεται στην κλιμ. συσκευή προθερμασμένος ή προψυγμένος.

Προθέρμανση/πρόψυξη νωπού αέρα με εναλλάκτες αέρα-νερού

(runaround coils), σε εγκαταστάσεις HVAC., όπως στην παρ. 4.6.4.1. Δύο εναλλάκτες (στοιχεία) αέρα-νερού τοποθετούνται, το ένα στο ρεύμα του απορριπτόμενου αέρα και το άλλο στο ρεύμα εισαγωγής του νωπού αέρα, ενώ μεταξύ τους συνδέονται ως κλειστό σύστημα. Στο κλειστό σύστημα, μέσω αντλίας, κυκλοφορεί το νερό (με ή χωρίς προσθήκη γλυκόλης) ως ενδιάμεσος θερμικός φορέας. Συνιστάται κυρίως για μεσαίου και μεγάλου μεγέθους κεντρικές εγκαταστάσεις.

Θέρμανση ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ), από απορριπτόμενη θερμότητα ψυκτικής διάταξης. Μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας ψυκτικού μέσου (ατμού) - νερού, ένα (μικρό ή μεγάλο) μέρος της απορριπτόμενης κατά τη λειτουργία του ψυκτικού κύκλου

θερμότητας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για προθέρμανση ΖΝΧ. Η επέμβαση αυτή βρίσκει εφαρμογή τόσο σε ψυκτικές διατάξεις ψυκτικών θαλάμων, όσο και σε ψυκτικά συγκροτήματα κλιματισμού. Σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις, αν η ψυκτική διάταξη εργάζεται με υψηλό συντελεστή επίδοσης (COP), είναι πιθανόν να λειτουργεί αποκλειστικά για την θέρμανση του ΖΝΧ.

4.7.7. Αντικατάσταση / ρύθμιση υπερδιαστασιολογημένου εξοπλισμού

Αν ο εγκατεστημένος εξοπλισμός HVAC, αποδειχθεί ότι είναι υπερδιαστασιολογημένος, αυτό θα συνεπάγεται χαμηλή ενεργειακή αποδοτικότητα, αυξημένες ενεργειακές δαπάνες και - πιθανότατα - κακές εσωτερικές συνθήκες στους χώρους. Επί πλέον, οι συχνές εκκινήσεις και διακοπές λειτουργίας, οδηγούν σε πρόωρη φθορά και ακόμη μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση. Θα είναι προτιμότερο, ενεργειακά και οικονομικά, να αντικατασταθεί ή - αν είναι εφικτό - να ρυθμιστεί, ώστε να ανταποκρίνεται στα πραγματικά εμφανιζόμενα ψυκτικά ή θερμικά φορτία.

Αντικατάσταση εξοπλισμού με άλλον υψηλότερου βαθμού απόδοσης ή υψηλότερου συντελεστή επίδοσης (COP)

➤ Τα μέτρα ΕΞΕ αυτής της κατηγορίας μπορεί να περιλαμβάνουν :

- ✓ **Απλές επιμέρους επισκευές και αντικαταστάσεις μερών ή και ολόκληρων συσκευών**, που (λόγω φθοράς, εσφαλμένης αρχικής επιλογής, κακής εγκατάστασης κ.λπ.) παρουσιάζουν εμφανώς αυξημένη κατανάλωση ενέργειας. Π.χ. αντικατάσταση φίλτρων με άλλα χαμηλής πτώσης πίεσης, αντικατάσταση ανεμιστήρων με άλλους υψηλού βαθμού απόδοσης κ.ά.
- ✓ **Τροποποίηση ή αντικατάσταση εξοπλισμού**, ώστε να εργάζεται σε ευνοϊκότερες για την απόδοσή του συνθήκες. Π.χ. η λειτουργία υδρόψυκτου συστήματος με χρήση νερού λίμνης, ποταμού ή και θαλάσσης, ως μέσου απόρριψης θερμότητας· η εκμετάλλευση πηγών θερμότητας χαμηλής ενθαλπίας (έδαφος, λίμνες, ποτάμι) για αποδοτικότερη λειτουργία αντλίας θερμότητας· η θερμική αποθήκευση, σε συνδυασμό με αντλία θερμότητας ή χωρίς κ.ά.
- ✓ **Εγκατάσταση νέων συστημάτων κλιματισμού** Μερικά συστήματα κλιματισμού, σχετικά σύγχρονης τεχνολογίας, παρουσιάζουν ενδιαφέρον από πλευράς εξοικονόμησης ενέργειας, κυρίως λόγω της δυνατότητάς τους να προσαρμόζονται σε ικανοποιητικό βαθμό και γρήγορα στις απαιτήσεις μειωμένου (ψυκτικού ή θερμικού) φορτίου, καταναλώνοντας μειωμένη ενέργεια. Επιπλέον έχουν τα πλεονεκτήματα της ευέλικτης/αυτόνομης λειτουργίας και της καλής ρύθμισης των συνθηκών στους χώρους, κατά «θερμικές ζώνες» ή και μεμονωμένα.

5. Βιοκλιματική & Ενεργειακή μελέτη του Δήμου Γαζίου

5.1. Περιγραφή της κτιριακής εγκατάστασης

Αντικείμενο της μελέτης είναι ανάλυση των ενεργειακών απαιτήσεων του δημαρχείου Γαζίου, ενός κτιρίου όπου εντάσσεται στα κτίρια μεγάλης επισκεψιμότητας και αποτελεί ένα κτίριο ιδιαίτερης τοπικής σημασίας.

Το κτίριο αποτελείται από δύο ορόφους και χρησιμοποιείται από τις υπηρεσίες του δήμου. Η χρονολογία κατασκευής είναι το 1998, το κτίριο αποτελείται από δύο ορόφους και το συνολικό εμβαδό του κτιρίου είναι 1.200 m². Σύμφωνα με την απογραφή του 2001 ο δήμος έχει συνολικά 13.581 κατοίκους. Το δημαρχείου Γαζίου, είναι κτίριο όπου εντάσσεται στα κτίρια μεγάλης επισκεψιμότητας και αποτελεί ένα κτίριο ιδιαίτερης τοπικής σημασίας. Ο αριθμός των εργαζομένων που δουλεύουν στο δημαρχείο ανέρχεται τους 103 ενώ ο αριθμός των επισκεπτών περίπου τους 500 ημερησίως.

Ο Δήμος Γαζίου βρίσκεται στα βορειοδυτικά του νομού Ηρακλείου και έχει σαν έδρα του την ομώνυμη κωμόπολη Γάζι

Όσον αφορά τη θέση και τον προσανατολισμό του κτιρίου, αυτό βρίσκεται στα βορειοδυτικά του νομού Ηρακλείου και είναι στα 34m πάνω από το επίπεδο της θάλασσας με νότιο-νοτιοδυτικό προσανατολισμό. Για τον προσανατολισμό λαμβάνεται υπόψιν η πρόσοψη του κτιρίου. Συγκεκριμένα, με τη βοήθεια τοπογραφικών οργάνων (GPS κλπ), προσδιορίστηκε η ακριβής θέση και ο προσανατολισμός του κτιρίου. Βάση των ενδείξεων των οργάνων, το εν λόγω κτίριο έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- **Γεωγραφικό πλάτος (φ):** 35° 19' 33,85'' Βόρεια
- **Γεωγραφικό μήκος (λ):** 25° 03' 57,00'' Ανατολικά
- **Αζιμουθιακή γωνία επιφάνειας (γ):** 25° Νότια-νοτιοδυτικά

Το σύστημα δόμησης του κτιρίου είναι πανταχόθεν ελεύθερο και γύρω από αυτό υπάρχει αραιή βλάστηση από δέντρα. Χρησιμοποιεί συμβατικές πηγές ενέργειας και επομένως καταναλώνεται ηλεκτρική ενέργεια και πετρέλαιο θέρμανσης. Τέλος, σημειώνεται πως αναφορικά με το κτιριακό κέλυφος έχουν πραγματοποιηθεί επεμβάσεις για την κατασκευή νέων γραφείων στο υπόγειο του δημαρχείου καθώς και στο χώρο πολλαπλών χρήσεων. Εν τούτοις είναι επιτακτική ανάγκη να επιτυγχάνεται η θερμική, οπτική άνεση και ποιότητα αέρα με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Είναι προφανές ότι με την υπάρχουσα τεχνολογία δεν υπάρχουν όρια στην παραγωγή συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού τα οποία να παρέχουν τις βέλτιστες

εσωτερικές συνθήκες. Το πρόβλημα είναι η επίτευξη, η διατήρηση και ο έλεγχος των συνθηκών άνεσης με ορθολογική χρήση της ενέργειας.



Εικόνα 5-1



Εικόνα 5-2

5.2. Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου

Αρχικά στην μελέτη μας έχουν εξεταστεί οι εσωτερικοί χώροι δηλαδή τα γραφεία. Οι εσωτερικοί χώροι θα πρέπει να παρέχουν τις βέλτιστες θερμικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, κλπ), οπτικές συνθήκες (κατάλληλα επίπεδα φωτισμού, μείωση θάμπωσης, κλπ), ακουστικές συνθήκες (χαμηλά επίπεδα θορύβου), και ποιότητας αέρα (απαιτούμενες ποσότητες νωπού αέρα, έλεγχος οσμών και ρύπων).

Για την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου, τα στοιχεία που συλλέχτηκαν αναφέρονται στο χρονικό διάστημα Δεκέμβριος 2007 έως Δεκέμβριος 2008. Οι μορφές ενέργειας που καταναλώνονται στο κτίριο είναι η ηλεκτρική ενέργεια και το πετρέλαιο θέρμανσης. Η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται για φωτισμό, θέρμανση ζεστού νερού, ηλεκτρονικές συσκευές (π.χ. Η/Υ, printer, fax), καθώς και για θέρμανση-ψύξη χώρων μέσω κλιματιστικών (air conditioning). Το πετρέλαιο θέρμανσης χρησιμοποιείται μόνο για τη θέρμανση χώρων, μέσω τυπικών θερμαντικών σωμάτων (καλοριφέρ).

Τα δεδομένα για την ηλεκτρική ενέργεια (kWh) προέκυψαν από τα τιμολόγια της Δ.Ε.Η. Ειδικότερα, κατεγράφησαν για όλο το κτίριο 86.982 kWh ετησίως. Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει συγκεντρωτικά τα δεδομένα, και γίνεται μία προσπάθεια κατανομής της κατανάλωσης στο κτίριο.

Ισχύει ότι 1 kWh αντιστοιχεί σε 0,000086 ΤΙΠ (Τόνος Ισοδύναμου Πετρελαίου). Επομένως για το σύνολο της ηλεκτρικής κατανάλωσης του κτιρίου, προκύπτουν $86.982 * 0,000086 = 7,48045$ ΤΙΠ. Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται αναλυτικά οι καταναλώσεις σε ΤΙΠ του κτιρίου

Όσον αφορά το πετρέλαιο θέρμανσης, οι ποσότητες που αγοράστηκαν κατά τη διάρκεια του έτους για τη θέρμανση του κτιρίου ήταν σταθερές. Προφανώς η τιμή του πετρελαίου δεν ήταν σταθερή, αλλά κυμαινόταν. Η υψηλότερη τιμή αντιστοιχούσε στα 0,68 ευρώ/lt, ενώ η χαμηλότερη έφτανε τα 0,55 ευρώ/lt. Συγκεκριμένα για το εξεταζόμενο έτος αγοράστηκαν 7500 lt με κόστος 4600 ευρώ. Βάση της πυκνότητας του πετρελαίου Diesel, περίπου 0,85, το 1kg Diesel αντιστοιχεί σε 1,176 lt, επομένως τα 7500 lt αντιστοιχούν σε 8820 kg ετησίως. Η κατώτερη θερμογόνο ικανότητα H_u του πετρελαίου θέρμανσης που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα είναι $H_u = 12$ kWh/kg. Επιπλέον ισχύει ότι 1 kWh = 0,000086 ΤΙΠ (Τόνος Ισοδύναμου Πετρελαίου).

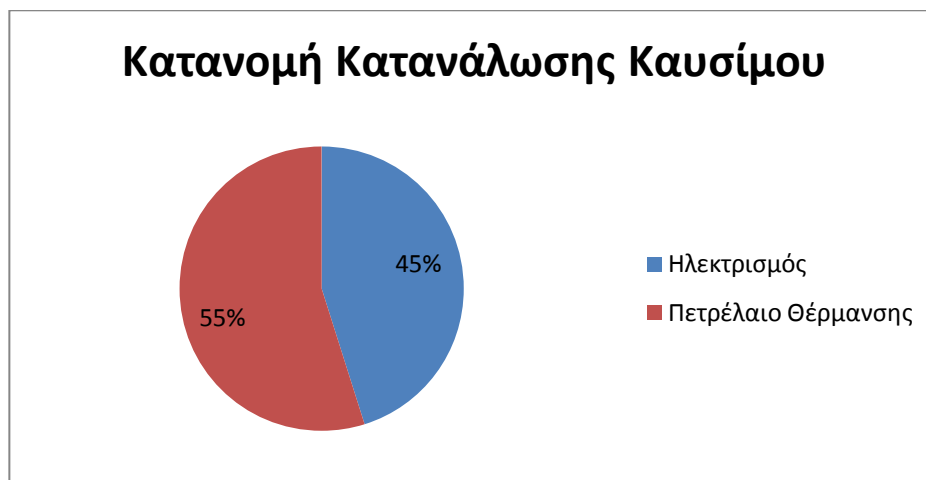
Επομένως προκύπτουν $12 \text{ kWh/kg} * 8820 \text{ kg} = 105.840 \text{ kWh}$ που ισοδυναμούν με $91.728 * 0,000086 = 9,1$ ΤΙΠ.

Ο επόμενος πίνακας παρουσιάζει συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα που προέκυψαν σχετικά με τις επιμέρους καταναλώσεις.

Χρονική Περίοδος	Δεκέμβριος 2007 – Δεκέμβριος 2008	
	Είδος Κατανάλωσης	Ηλεκτρισμός
Πετρέλαιο Θέρμανσης		9.1 TΠΠ
Σύνολο Κατανάλωσης		16,58 TΠΠ

Πίνακας 5.1. Ετήσια κατανάλωση καυσίμου

Στο επόμενο σχήμα διακρίνεται και η σχετική κατανάλωση κάθε καυσίμου για το έτος που μελετήθηκε



Διάγραμμα 5.1. Ετήσια κατανάλωση καυσίμου

Από τα παραπάνω στοιχεία καθώς και από το διάγραμμα, παρατηρείται κατανάλωση του πετρελαίου θέρμανσης σε σχέση με την ηλεκτρική είναι σχετικά λίγο μεγαλύτερη. Συγκεκριμένα, για το πετρέλαιο θέρμανσης αντιστοιχεί ένα ποσοστό της τάξεως του 55%, συγκριτικά με την κατανάλωση σε ηλεκτρισμό που είναι 45%.

Όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, έγινε μία προσπάθεια καταμερισμού της, αναφορικά με τον φωτισμό ,τις συσκευές θέρμανσης/ψύξης (air-condition, φορητά ηλεκτρικά σώματα) και τις βασικές ηλεκτρονικές συσκευές. Ειδικότερα, συνυπολογίστηκε οι Η/Υ, οι οθόνες, οι εκτυπωτές, τα μηχανήματα fax. Απώτερος σκοπός αυτής της διάκρισης, ήταν η βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου

Στους επόμενους πίνακες παρουσιάζεται ο καταμερισμός των καταναλώσεων για κάθε συσκευή, καθώς και η εγκατεστημένη ισχύς του κτιρίου αναφορικά με το φωτισμό.

Ενεργειακή μελέτη κτιρίου με χώρους πολλαπλών χρήσεων

Ηλεκτρονικές συσκευές/Συσκευές Θέρμανσης-ψύξης	Αρ. συσκευών	Ισχύς
H/Y	48	19,2kW
Οθόνη TFT	48	3,84kW
Εκτυπωτής	22	2,2kW
Scanner	2	0,2kW
Fax	2	0,2kW
Κλιματιστικό	32	103kW (350000BTU)
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς		128,640kW

Πίνακας 5.2 Κατανάλωση βασικών οικιακών συσκευών 1^{ου} ορόφου

Εκτιμώμενα στοιχεία για την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια για το φωτισμό του κτιρίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.3.

<u>ΕΙΔΟΣ</u>	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWH) ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ
Λαμπτήρες Φθορισμού T8 36W	100	7,5	3600W	27
Λαμπτήρες Φθορισμού T8 58W	50	7,5	2900W	21,75
Λαμπτήρες εκκένωσης 150W	10	12	1500W	18
Λαμπτήρες εξοικονόμησης 21W	80	7,5	1680W	12,60
			9,680kW	Η συνολική ισχύς της εγκατάσταση ανέρχεται σε 79,35 kwh/D

Πίνακας 5.3. Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού και κατανάλωση

Συμπεριλαμβανομένων και των αναγκών του φωτισμού, καταγράφονται 128,64kW+9,68kW=138,32kW εγκατεστημένης ισχύος.



Ο δείκτης της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου προκύπτει ως το πηλίκο της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης σε kWh προς τη συνολική επιφάνεια σε m². Η συγκεκριμένο κτίριο έχει επιφάνεια 1200 m² και προέκυψαν 86.982 kWh ετήσιας συνολικής κατανάλωσης. Κατά συνέπεια ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης αντιστοιχεί σε $EK = \frac{86.982 \text{ kWh}}{1200 \text{ m}^2} = 73 \text{ kWh/m}^2$

. Το εξεταζόμενο κτίριο ανήκει στην Α κλιματική ζώνη, επομένως από τον Πίνακα 5.4 προκύπτει ότι το κτίριο ανήκει στην Β+ ενεργειακή κατηγορία

ΓΡΑΦΕΙΟ												
Μέγιστες και ελάχιστες τιμές ενεργειακής κατανάλωσης [(kWh/m ² *έτος)]												
Κλιματική Ζώνη												
		Α			Β			Γ			Δ	
Α		EK<	40		E	45		EK<	50		EK<	55
Α	40	≤ EK<	60	45	≤ EK<	70	50	≤ EK<	75	55	≤ EK<	85
Β	60	≤ EK<	90	70	≤ EK<	100	75	≤ EK<	110	85	≤ EK<	125
Β	90	≤ EK<	120	100	≤ EK<	135	110	≤ EK<	145	125	≤ EK<	165
Γ	120	≤ EK<	140	135	≤ EK<	155	145	≤ EK<	170	165	≤ EK<	195
Δ	140	≤ EK<	160	155	≤ EK<	175	170	≤ EK<	195	195	≤ EK<	220

Πίνακας 5.4. Όρια ενεργειακών κατηγοριών γραφείων για τις 4 κλιματικές ζώνες

5.3. Επιθεώρηση του κτιριακού κελύφους

Τα εξωτερικά τοιχώματα είναι κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα χωρίς ύπαρξη θερμομόνωσης. Παρόλα αυτά με τις μετρήσεις που έγιναν με την βοήθεια θερμικής κάμερας διαπιστώθηκαν προβλήματα στην θερμομόνωση του κτιρίου, δηλαδή μη επαρκούς θερμομονωτικής προστασίας πράγμα το οποίο οδηγεί στην αύξηση της ηλεκτρικής κατανάλωσης για ψύξη ή θέρμανση.

Όπως προείπαμε το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο και η βλάστηση γύρω του είναι αραιή με δέντρα, παράλληλα δεν υπάρχουν εξωτερικά σκίαστρα επί του κτιρίου οπότε παρουσιάζεται μεγάλη θερμική επιβάρυνση κυρίως κατά τους θερινούς μήνες.

Το κτίριο διαθέτει επιμέρους κλιματιστικές μονάδες οι οποίες λειτουργούν συνεχώς τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου. Το φαινόμενο το οποίο παρατηρήθηκε αφορά την μη περιβαλλοντική συνείδηση και της μη ορθολογικής χρήσης των κλιματιστικών από τους εργαζόμενους επί του δημαρχείου. Αναφερόμαστε στο γεγονός ότι παρατηρήθηκε ότι ενώ οι κλιματιστικές μονάδες είναι ανοιχτές παράλληλα είναι ανοιχτά και τα παράθυρα με αποτέλεσμα την αδιάκοπη λειτουργία των κλιματιστικών μονάδων σε πλήρη ισχύ και συνεπώς τη σπατάλη ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό οφείλεται στο κακό αερισμό του κτιρίου και στην κακή συντήρηση των κλιματιστικών μονάδων, σε μέρες με υψηλές θερμοκρασίες που είναι απαραίτητη η λειτουργία των κλιματιστικών ο χώρος δεν ανανεώνεται από καθαρό αέρα και δημιουργείται

5.4. Αυτοψία με θερμική Κάμερα

Η θερμική κάμερα που χρησιμοποιήσαμε για την ενεργειακή επιθεώρηση είναι της εταιρίας FLIR. Η κάμερα χρησιμοποιείται από τη ΔΕΗ για θερμογραφία των πυλώνων.



Εικόνα 5-3



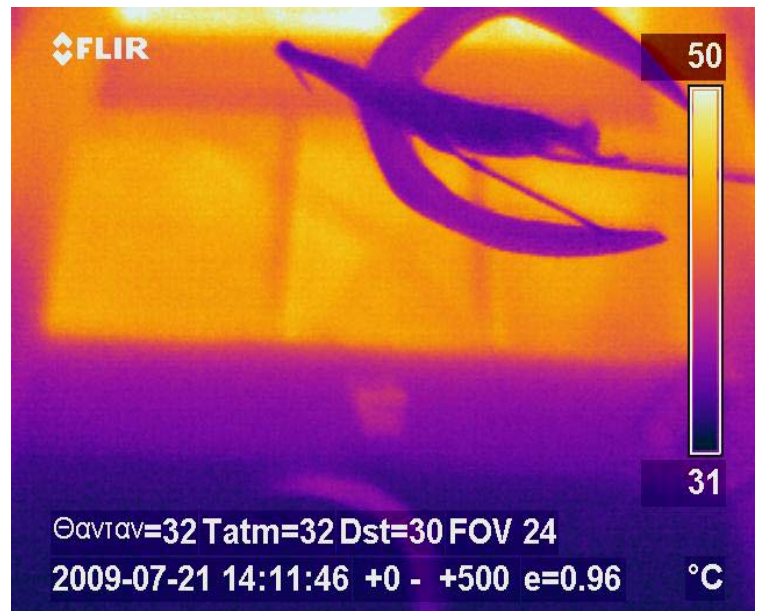
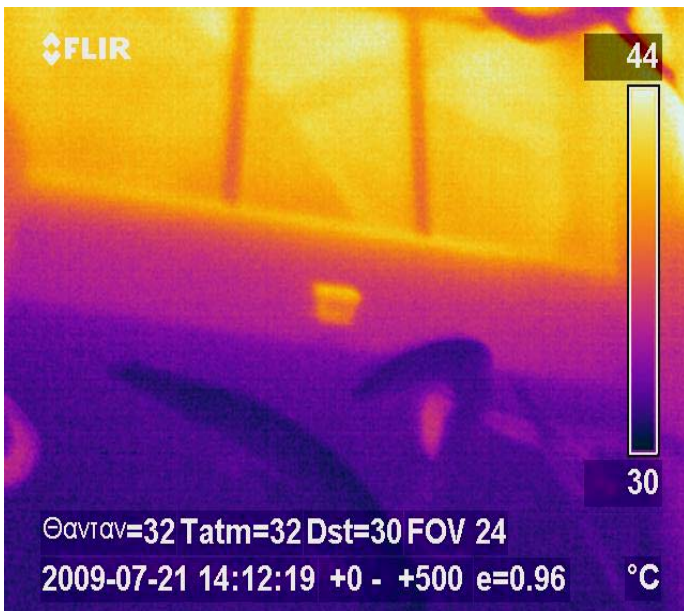
Εικόνα 5-4

Ενεργειακή μελέτη κτιρίου με χώρους πολλαπλών χρήσεων



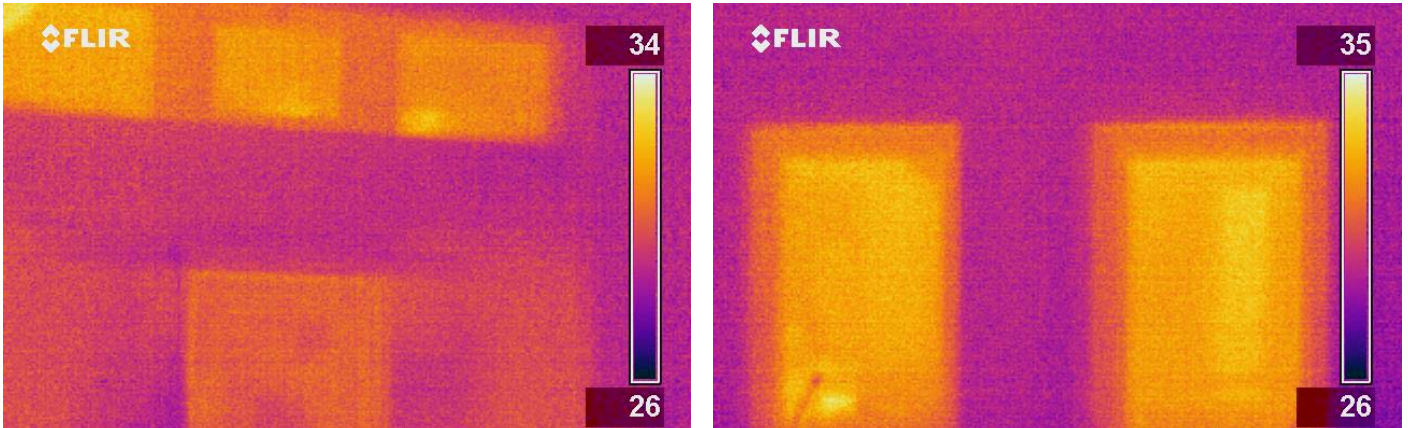
Εικόνα 5-5

Εξωτερική εμφάνιση του θερμοκήπιο



Εικόνα 5-6

Εσωτερική εμφάνιση του θερμοκήπιο με χρήση της θερμικής κάμερας



Εικόνα 5-7

Εσωτερική εμφάνιση του δημαρχείου με χρήση της θερμικής κάμερας

5.5. Προτεινόμενες δράσεις ενεργειακής βελτιστοποίησης

Παρά το γεγονός ότι το κτίριο είναι σύγχρονο (ύπαρξη μόνωσης, πλαίσια αλουμινίου με διπλούς υαλοπίνακες κλπ), δεν προσέχθηκαν ιδιαίτερα οι συνθήκες του αερισμού και φωτισμού. Αυτό είχε σαν συνέπεια, να δημιουργηθούν, σημαντικά προβλήματα σε ένα μεγάλο μέρος των τμημάτων του (γραφεία κλπ), αφού σκοτεινίασαν διάδρομοι αλλά και γραφεία που ξαφνικά έγιναν εσωτερικοί διάδρομοι και εσωτερικά γραφεία.

Έτσι παρατηρείται άσκοπη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, και είναι επιβεβλημένη η δημιουργία ανοιγμάτων, για καλό φωτισμό, αερισμό των γραφείων και άλλων τμημάτων (διάδρομοι κ λοιποί χώροι). Επειδή η νέα επέκταση είναι μεταλλοκατασκευή, δίνεται η δυνατότητα εγκατάστασης τόσο ανοιγμάτων-παραθύρων όσο και ειδικών φωτοσωλήνων νέας τεχνολογίας.

Επίσης ο αερισμός δημιουργεί προβλήματα από τον περιορισμένο αριθμό ανοιγμάτων που υπάρχουν. Για το λόγο αυτό κρίνεται επιτακτική η ανάγκη δημιουργίας νέων ανοιγμάτων (παράθυρα με ειδικές προδιαγραφές) ώστε να εξασφαλίζεται ο επιθυμητός αερισμός και φωτισμός των γραφείων του κτιρίου.

Αποτέλεσμα θα είναι να μειωθεί σημαντικά η καταναλισκόμενη σημερινή ηλεκτρική ενέργεια που είναι πάρα πολύ μεγάλη. Με σωστή δε μελέτη θα μπορεί να φτάσει μέχρι και το 80% σε εξοικονόμηση ενέργειας.

Πιο αναλυτικά οι προτεινόμενες παρεμβάσεις που αφορούν το δημοτικό κτίριο είναι :

A) Εφαρμογή κατάλληλης εσωτερικής και εξωτερικής θερμομόνωσης με την επιλογή σωστών υλικών. Για την εξωτερική θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους προτείνεται λευκές αυτοσβενύμενες πλάκες διογκωμένου πολυστυρενίου EPS 80,

B) Θα αντικατασταθεί η γυάλινη πυραμίδα που υπάρχει στο δώμα του κτιρίου με νέα η οποία θα διαθέτει μηχανοκίνητες περσίδες που θα ανοιγοκλείνουν αυτόματα ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες, Ακόμα αυτή η τροποποίηση θα ενισχύσει τον φυσικό νυχτερινό αερισμό. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, με αποτέλεσμα την μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα. Εσωτερικά και πάνω από τις μηχανοκίνητες περσίδες θα τοποθετηθούν ανεμιστήρες οι οποίοι θα κατευθύνουν θερμό αέρα προς τα κάτω κατά τους χειμερινούς μήνες.

Γ) Άλλη παρέμβαση που θα γίνει είναι η φύτευση δώματος. Η φύτευση δώματος εκτός του ότι θα έχει σαν αποτέλεσμα την βελτίωση της θερμομονωτικής προστασίας της οροφής, θα συμβάλει και στην βελτίωση της ποιότητας του αέρα.

Δ) Σύνδεση με το ενός συστήματος αυτομάτου ελέγχου με χρονοκαθυστέρηση το οποίο σε περίπτωση που είναι ανοιχτά ταυτόχρονα και το κλιματιστικό και κάποιο παράθυρο ή πόρτα, μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, να διακόπτει αυτόματα την λειτουργία του κλιματιστικού.

Ε) Αντικατάσταση του καυστήρα θέρμανσης (και των κυκλοφορητών) με νέο καυστήρα υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης και με μειωμένες εκπομπές ρύπων. Καθώς και αντικατάσταση του συμβατικού λέβητα με λέβητα υψηλής απόδοσης. Σε αυτό το σημείο αρκεί να τονίσουμε ότι ένας λέβητας συμπύκνωσης έχει απόδοση 95% όταν οι θερμοκρασίες προσαγωγής και επιστροφής του νερού είναι χαμηλότερες από 55°C και 40°C αντίστοιχα. Ένας τέτοιος λέβητας μπορεί να μειώσει το κόστος λειτουργίας κατά 15-20%.

Ζ) Οι εξωτερικές μονάδες των κλιματιστικών του κτιρίου θα αντικατασταθούν με κεντρική κλιματιστική μονάδα που θα διαθέτει free cooling .

Η) Παρότι το κτίριο διαθέτει διπλούς υαλοπίνακες με αντηλιακές μεμβράνες παρατηρήθηκε μία μεγάλη φθορά στις μεμβράνες αυτές, όποτε συνίσταται αντικατάσταση των αντηλιακών μεμβρανών με νέες.

Θ) Ύστερα από μετρήσεις που έγιναν στα φωτιστικά σώματα του δήμου διαπιστώθηκε ότι η ένταση του ρεύματος ανά φωτιστικό είναι διπλάσια από την ονομαστική των λαμπτήρων. Για το λόγο αυτό θα γίνει διόρθωση του συντελεστή ισχύος με τη χρήση ηλεκτρονικών ballasts. Οι ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις μειώνουν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας έως 25% σε σχέση με κατάλληλα διαστασιολογημένα. Εν προκειμένω παρατηρούμε σημαντική απόκλιση και αναμένεται να έχουν πολύ μικρή περίοδο απόσβεσης.

Ι) Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων (BEMS). Αυτό θα περιλαμβάνει την εγκατάσταση αισθητήρων, ενεργοποιητών, και υπολογιστικών διατάξεων που θα ρυθμίζουν τη λειτουργία φωτισμού, τη λειτουργία των κλιματιστικών μονάδων, τη λειτουργία του συστήματος θέρμανσης καθώς και τη λειτουργία των μηχανικών σκίαστρων και ανεμιστήρων που θα τοποθετηθούν στο κτίριο του δημαρχείου. Μία παράμετρος που δεν αναφέραμε είναι το μεγάλο πλεονέκτημα του κεντρικού ελέγχου BEMS που είναι η ασφάλεια του κτιρίου. Το σύστημα ελέγχει τις κτιριακές εγκαταστάσεις καταγράφοντας σε πραγματικό χρόνο όλα τα δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να αποστέλλονται στους υπεύθυνους του κτιρίου με τηλεφωνικές κλήσεις, με αποστολή μηνυμάτων σε κινητό τηλέφωνο, σε μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή και εκτύπωση σε εκτυπωτή. Τέλος, οι σημαντικές παράμετροι λειτουργίας (θερμοκρασία, υγρασία, ηλεκτρική ισχύς κ.λπ.) καθώς και οι βλάβες σε συστήματα του κτιρίου εμφανίζονται στην οθόνη και μπορούν μετά από την καταγραφή τους να αναλυθούν συνολικά (στατιστική αξιολόγηση). Το

σύστημα BEMS θα είναι συνδεδεμένο με πινακίδα LED όπου θα αναφέρονται τα στοιχεία εξοικονόμησης ενέργειας και ρύπων για την ενημέρωση των επισκεπτών του Δημαρχείου. Επίσης το σύστημα θα συνδέεται με το site του Δήμου όπου θα αναφέρονται τα στοιχεία εξοικονόμησης, λειτουργίας κ.α.

Αναλυτικότερα

5.5.1. Βελτιστοποίηση θερμομόνωσης του κελύφους του κτιρίου

Σε επόμενο κεφάλαιο θα γίνει η μελέτη της θερμικής ικανότητας του κτιρίου με το πρόγραμμα B-clima της 4m και υπολογίστηκε διεξοδικά τόσο η θερμομόνωση κάθε ορόφου, όσο και η θερμομόνωση του περιβλήματος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν, το εξεταζόμενο κτίριο έχει μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας ίσο με:

$$k_m = \frac{\sum(k * F)}{\sum(F)} = \frac{1.263,8704}{627,14} = 2,0153W / m^2 K$$

ενώ ο μέγιστος επιτρεπόμενος αντιστοιχεί σε 0,9335W/m²K. Η τιμή αυτή υπερβαίνει κατά πολύ τα επιτρεπτά όρια, και προκειμένου να είναι θερμομονωτικά αποδεκτό το κτίριο, απαιτούνται συγκεκριμένες επεμβάσεις.

Όσον αφορά την επίστρωση των δομικών στοιχείων, αυτή πρέπει να γίνει περιμετρικά του κελύφους του κτιρίου με 0,025m εξυλασμένης πολυστερίνης EPS, με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ=0,037W/mK. Επιπλέον μελετάται η τοποθέτηση εξωτερικής επίστρωσης 0,01m με ασβεστοτσιμεντοκονίαμα και πολυστερίνης 0,05m στην οροφή του κτιρίου.

Προβλέπεται αποκατάσταση των προσόψεων με εφαρμογή ελαστομερούς στεγανωτικού ψυχρού υλικού, εγχρώμου, ακρυλικής υδατικής βάσεως (elastomeric pure acrylic), σύμφωνα με το Πρότυπο ASTM 6083 (ή νεώτερο Ευρωπαϊκό Πρότυπο), πιστοποιημένο κατά ENERGY STAR® στις επιφάνειες του κτιρίου, οι οποίες εκτίθενται στον ήλιο.

Λόγω στατικότητας των κτιρίων προτείνεται να μην χρησιμοποιηθεί η φύτευση των οροφών.

5.5.2. Μελέτη φωτισμού του κτιρίου

ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ

Πρόσοψη

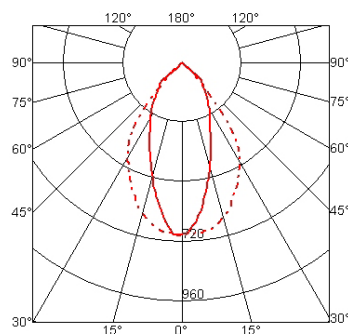
Θεωρούμε πως οι 10 προβολείς HIT ισχύος 150W που φωτίζουν περιμετρικά το κτίριο είναι σαφώς υπερδιαστασιοποιημένοι. Θα αντικατασταθούν με υψηλότερης απόδοσης 93 lm/W λαμπτήρες (άγνωστη η απόδοση των υφιστάμενων λόγω παλαιότητας) ισχύος 35W στις όψεις (B-A-Δ) και 70W στην πρόσοψη (N).



ΠΡΟΒΟΛΕΑΣ ΠΡΟΣΟΨΗΣ

Type: HIT-DE Socket: Rx7s

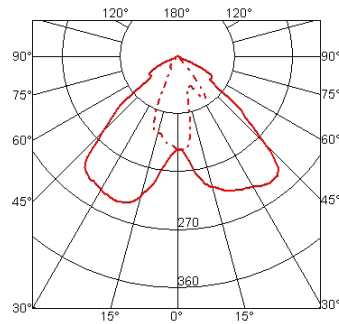
Wattage: 70 Watt
Voltage: 220 Volt
Luminous flux: 6200 Lm
Efficiency: 93 Lm/W
Color temperature: 3000 K IRC: 75 Ra



ΕΙΚΟΝΑ 5.8: Απεικόνιση φωτιστικού σώματος προβολέα 70W και καμπύλη απόδοσης

ΠΡΟΒΟΛΕΑΣ ΠΛΕΥΡΙΚΟΣ

Type: HIT (HCI-TC)
Socket: G8.5
Wattage: 35 Watt
Luminous flux: 3400 Lm
Efficiency: 92 Lm/W
Color temperature: 3000 K IRC: 82
Ra



ΕΙΚΟΝΑ 5.9: Απεικόνιση φωτιστικού σώματος προβολέα 35W και καμπύλη απόδοσης

Από τη συγκεκριμένη δράση αναμένεται να επιφέρει τη μέγιστη ποσοστιαία εξοικονόμηση, κυρίως λόγω της μείωσης της περιττεύουσας φωτεινότητας.

Φωτισμός εργασίας

Ως μέτρο αναβάθμισης ποιότητας φωτισμού αλλά και εξοικονόμησης προτείνεται η αλλαγή όλων των φωτιστικών σωμάτων εργασίας εντός του κτιρίου. Τα υφιστάμενα φωτιστικά έχουν εκτεταμένες ζημιές (καμένες λάμπες, θαμβωμένες αντανακλαστικές επιφάνειες) ενώ το στραγγαλιστικό πηνίο είναι μαγνητικό.



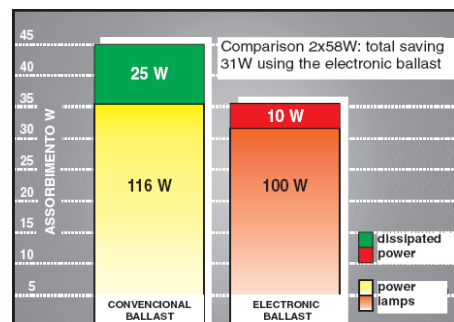
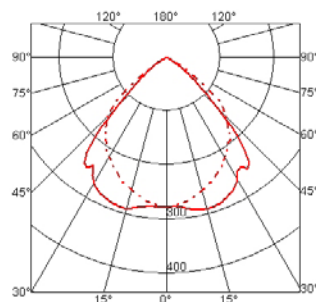
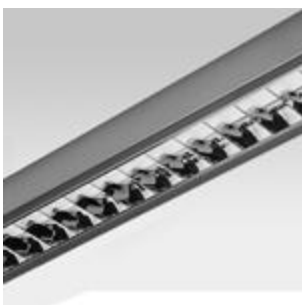
Εικόνα5. 10: Φωτιστικό χαμηλής αντανάκλαστικότητας με λαμπτήρες τύπου T8

Το φωτιστικά που επιλέγονται είναι ίδια σε διαστάσεις με τα υπάρχοντα. Αντικαθιστούμε τα 2x36W με 2x28W και ηλεκτρονικό ballast, κερδίζοντας τουλάχιστον 25W ανά φωτιστικό (περίπου 30% εξοικονόμηση), και τα 2x58W με 2x49W, κερδίζοντας τουλάχιστον 33W ανά φωτιστικό (περίπου 23% εξοικονόμηση). Το φωτιστικό που επιλέγεται (action) έχει εξαιρετικά φωτομετρικά χαρακτηριστικά (>100lm/W, τύπου T5 με ηλεκτρονικά ballast) και είναι βέβαιο πως θα βγάλει πολύ παραπάνω φωτεινότητα από αυτή που προσφέρουν τα υφιστάμενα που αποδίδουν κάτω από 65lm/W

ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2X28W

Type: T16 (T5) Socket: G5

Wattage: 28 Watt Voltage: /
Luminous flux: 2900 Lm Efficiency: 104 Lm/W
Color temperature: 4000 K IRC: 86 Ra



ΕΙΚΟΝΑ 5.11: Απεικόνιση φωτιστικού 2 X 28 W, καμπύλη απόδοσης και εξοικονόμηση

Επιπλέον, τα φωτιστικά συνοδεύονται από αισθητήρα (φωτόμετρο) το οποίο επιτρέπει το dimming των λαμπτήρων έως και στο 40% του μέγιστου φορτίου, στην περίπτωση όπου γειτνιάζουν με φυσικό φωτισμό. Έτσι, κατά σε μια ανομοιόμορφα φυσικά φωτισμένη αίθουσα υπάρχει επιπλέον εξοικονόμηση 10%-40% ανάλογα με την εποχή. Το φωτόμετρο και το dimming είναι εντελώς ανεξάρτητο κύκλωμα σε κάθε φωτιστικό, με αποτέλεσμα τα φωτιστικά να ενσωματώνονται στο υφιστάμενο κύκλωμα, χωρίς επιπρόσθετες καλωδιώσεις ελέγχου.

Η επιπλέον αυτή εξοικονόμηση δε συμπεριλαμβάνεται στην παρούσα μελέτη φωτισμού λόγω έλλειψης ποσοτικών δεδομένων φυσικού φωτισμού.

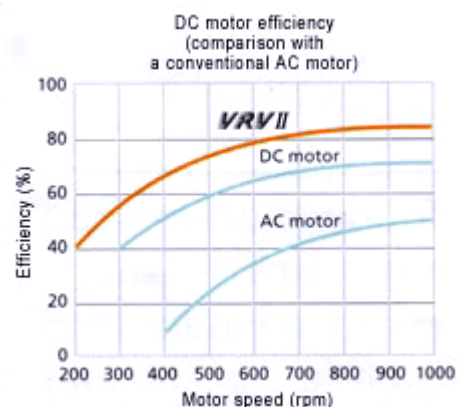
5.5.3. Μελέτη κλιματιστικού & θέρμανσης με υγρά καύσιμα

ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

Ο κλιματισμός των κτιρίου πραγματοποιείται με τη χρήση μεμονωμένων (split) μονάδων οι οποίες εν γένει θεωρούνται λάθος εφαρμογή για κτήριο αυτού του μεγέθους. Οι μονάδες καθαυτές έχουν χαμηλό συντελεστή απόδοσης (τα περισσότερα είναι class C). Επιπλέον της χαμηλής απόδοσής τους, οι split κλιματιστικές μονάδες είναι ασύμβατες με κεντρικό σύστημα διαχείρισης (BEMS) κτιρίου εξ ου και προτείνεται η αλλαγή τους με κεντρική κλιματιστική μονάδα.

Εξωτερική μονάδα

Η κεντρική κλιματιστική μονάδα θα είναι υψηλής ενεργειακής απόδοσης (class A), με υψηλό συντελεστή CoP. Η λειτουργία της μονάδας θα πρέπει να κυμαίνεται από τις ανάγκες ενός μικρού γραφείου έως και τις ανάγκες όλου του Δημαρχείου σε ταυτοχρονισμό των φορτίων. Η απόδοση των σύγχρονων κεντρικών VRV μονάδων είναι σημαντικά ανώτερη από τις αντίστοιχες inverter ακόμα κι από τις DC inverter συσκευές αντίστοιχης ισχύος, ενώ σημαντικό είναι να επισημανθεί ότι οι κεντρικές μονάδες έχουν εγγενώς καλύτερη διαχείριση ενέργειας από τις αντίστοιχες split.

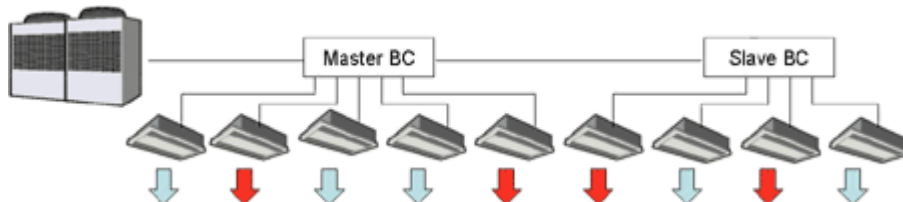


Εικόνα 5-12

Εκτός από τη μείωση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας η λειτουργία των μονάδων αυτών θα επιτύχει τον υποπολλαπλασιασμό των start-ups των κινητήρων, ενώ και η εκκίνηση αυτών είναι πιο ομαλή, ευνοώντας έτσι την εύρυθμη λειτουργία του ηλεκτρικού δικτύου.

Η τοπολογία σύνδεσης των συσκευών φαίνεται στην εικόνα και μπορεί να λειτουργήσει με μία ή περισσότερες εξωτερικές μονάδες αλλά και εσωτερικούς κλάδους - πολύ σημαντικό για την ταυτόχρονη διανομή ψύξης και θέρμανσης, ακόμα και ταυτόχρονα, στους δυο κλάδους του κτηρίου του Δημαρχείου.

Πέρα από την επεκτασιμότητα που προκύπτει από δυνατότητα να προστεθούν ή να αφαιρεθούν εσωτερικές και εξωτερικές μονάδες από το σύστημα και η καλύτερη ενεργειακή απόδοση κεντρικών κλιματιστικών μονάδων, η απόδοση EER/CoP του κινητήρα (ψυκτή) των σύγχρονων μονάδων ξεπερνά το 16/4.6.



ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ

Εικόνα 5-13

**Εξωτερική
μονάδα**

Οι εξωτερικές μονάδες προτείνεται να αντικατασταθούν με κεντρικό μηχάνημα VRV 100kW (ψυκτική ισχύς) το οποίο θα παρέχει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, όπως αναλύεται παρακάτω.

Το δημαρχείο Γαζίου έχει τις παρακάτω κλιματιστικές μονάδες εν λειτουργία.

Φορτία θέρμανσης και ψύξης

Μηνιαία και ετήσια φορτία για την Υπάρχουσα Κατάσταση

Με βάση της ρυθμίσεις του συστήματος θέρμανσης-ψύξης, τις εξωτερικές συνθήκες και τα θερμικά κέρδη και απώλειες υπολογίζεται η ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση και ψύξη για την υπάρχουσα κατάσταση. Το διάγραμμα 5.3 παρουσιάζει αθροιστικά τη μηνιαία ενεργειακή ζήτηση για όλες τις θερμικές ζώνες του κτιρίου. Ο πίνακας 5.5 παρουσιάζει τις αντίστοιχες τιμές.

Ένας σημαντικός δείκτης για την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου είναι η κατανάλωση ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο δαπέδου. Έτσι για το συγκεκριμένο κτίριο η ζήτηση ενέργειας για θέρμανση είναι **79kWh/m² έτος** και η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη **83kWh/m² έτος**.

Διάγραμμα 5.3: Μηνιαία φορτία θέρμανσης και ψύξης για το κτίριο του Δημαρχείου (υπάρχουσα κατάσταση).

Πίνακας 5.5 : Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης για το κτίριο του Δημαρχείου (υπάρχουσα κατάσταση).

Μήνας	Θερμικό Φορτίο (kWh)	Ψυκτικό Φορτίο (kWh)
Ιανουάριος	16432	0
Φεβρουάριος	14454	0
Μάρτιος	12904	0
Απρίλιος	6994	608
Μάιος	76	5690
Ιούνιος	0	14845
Ιούλιος	0	20028
Αύγουστος	0	18606
Σεπτέμβριος	0	9720
Οκτώβριος	314	3759
Νοέμβριος	5882	60
Δεκέμβριος	12267	0
TOTAL	69327	73321
Ανά m²	79	83

Μηνιαία και ετήσια φορτία μετά τις Προτεινόμενες Επεμβάσεις.

Για το κτίριο του Δημαρχείου οι επεμβάσεις που εξετάζονται είναι:

1. Μόνωση της οροφής με μονωτικό υλικό πάχους 5cm
2. Αλλαγή των υαλοπινάκων στον φεγγίτη που βρίσκεται πάνω από το κυκλικό τμήμα του Δημαρχείου.
3. Φυσικός δροσισμός από τον φεγγίτη.

Οι προτάσεις αυτές αναλύθηκαν με το λογισμικό και οι αντίστοιχες ζητήσεις θερμικής και ψυκτικής ενέργειας δίνονται στο διάγραμμα 5.4 και στον Πίνακα 5.6, που ακολουθούν.

Διάγραμμα 5.4: Μηνιαία φορτία θέρμανσης και ψύξης για το κτίριο του Δημαρχείου (μετά τις επεμβάσεις).

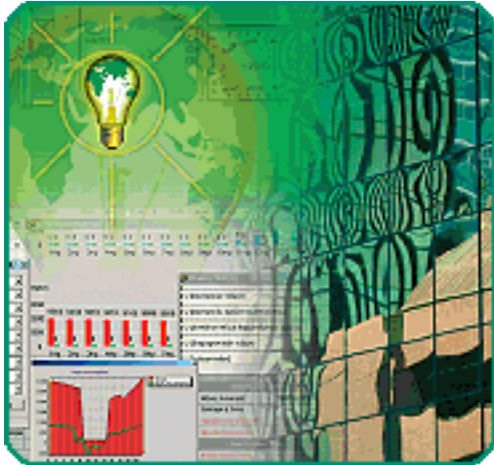
Πίνακας 5.6 : Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης για το κτίριο του Δημαρχείου μετά τις επεμβάσεις.

Μήνας	Θερμικό Φορτίο (kWh)	Ψυκτικό Φορτίο (kWh)
Ιανουάριος	15728	0
Φεβρουάριος	13902	0
Μάρτιος	12787	0
Απρίλιος	7050	0
Μάιος	120	3236
Ιούνιος	0	10160
Ιούλιος	0	15264
Αύγουστος	0	14785
Σεπτέμβριος	0	7154
Οκτώβριος	310	2509
Νοέμβριος	5597	0
Δεκέμβριος	11627	0
TOTAL	67124	53115
Ανά m²	76	60

Η εξοικονόμηση θερμικής και ψυκτικής ενέργειας παρουσιάζεται στον Πίνακα 4. Οι τιμές αυτές μετατρέπονται σε εξοικονόμηση καυσίμου και ηλεκτρισμού χρησιμοποιώντας ένα **συνολικό βαθμό απόδοσης 70% για το σύστημα θέρμανσης και COP=2,5 για τα συστήματα ψύξης.**

6. Εργαλεία Λογισμικού για την Βιοκλιματική/ Ενεργειακή Ανάλυση

6.1. B-Klima :αναφορά στο πρόγραμμα



Το μοντέλο B-Klima δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην ενεργειακή ανάλυση, την εξοικονόμηση ενέργειας και τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων, τόσο των νεοαναγειρόμενων όσο και των υφιστάμενων, όπου απαιτείται ειδική μελέτη για τις αναγκαίες επεμβάσεις βελτίωσης της ενεργειακής τους απόδοσης. Το B-KLIMA είναι έξυπνα σχεδιασμένο για να καλύπτει όλες τις παραπάνω ανάγκες και διακρίνεται από τα παρακάτω γενικά χαρακτηριστικά:

- Μοντέλο πιστής αναπαράστασης της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου και των μηχανισμών κατανάλωσης ενέργειας.
- Ποικιλία επεμβάσεων βιοκλιματικού χαρακτήρα (θερμοκήπια, τοίχοι trombe, νυκτερινός αερισμός, γεωθερμία, ηλιακοί συλλέκτες, σκίαστρα όψεων κλπ).
- Συνυπολογισμό φυσικού και τεχνητού φωτισμού με ακριβές χρονοδιάγραμμα.
- Ειδική αντιμετώπιση για Χειμώνα και Καλοκαίρι, αναλυτικά ανά ώρα και μήνα, με συνολική εικόνα ενεργειακής κατανάλωσης σε ετήσια βάση.
- Χρήση μεθόδων και τεχνικών ακριβείας ευρέως αποδεκτών (Ευρωπαϊκό πρότυπο EN832 για θέρμανση, πρότυπα Ashrae για ψύξη).
- Παραγωγή δεικτών αξιολόγησης της ενεργειακής ταυτότητας και συμπεριφοράς του κτιρίου.
- Εύκολη σύγκριση αποτελεσμάτων και αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων ενεργειακού σχεδιασμού.

6.1.1. Ανάλυση

Το B-KLIMA εξετάζει την ενεργειακή κατανάλωση σε ετήσια βάση, διακρίνοντας χωριστά και συνολικά τις δύο μεγάλες περιόδους κάλυψης των αναγκών Θέρμανσης και Ψύξης οποιασδήποτε κατασκευής.

Σε ότι αφορά στην περίοδο της Θέρμανσης, το B-KLIMA εκτιμά με ακρίβεια την ενέργεια που απαιτείται για την θέρμανση ενός κτιρίου βάση του ευρωπαϊκού προτύπου EN832. Πιο συγκεκριμένα, υπολογίζει τις απώλειες θερμότητας για σταθερή εσωτερική θερμοκρασία (set point) και την απαιτούμενη θερμότητα για την περίοδο θέρμανσης ανά μήνα ή ακόμη και ανά ώρα. Έμμεσα, υποστηρίζει την συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών επιλογών στον σχεδιασμό σε κτίρια όπου μπορεί να γίνουν ειδικές παρεμβάσεις ή να εφαρμοστούν αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού. Σε ότι αφορά στο υπολογιστικό υπόβαθρο, πραγματοποιούνται πλήρεις και αναλυτικοί υπολογισμοί, που σε αντίθεση με το πρότυπο DIN 4701, λαμβάνουν υπόψη κάθε ενεργειακό παράγοντα απώλειας ή κερδών. Έτσι, πέρα από τις απώλειες λόγω θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων στις οποίες λαμβάνονται υπόψη και οι θερμογέφυρες, το πρόγραμμα υπολογίζει:

Τις Θερμικές απώλειες και τα Ηλιακά Κέρδη για

1)Θερμοκήπια

2)Τοίχους Trombe

3)Τοίχους Μάζας

Την παροχή αέρα στο κτίριο από:

1) Χαραμάδες

2) Φυσικό αερισμό

3) Συστήματα μηχανικού αερισμού

4) Εναλλάκτες θερμότητας

5)Νυχτερινό Αερισμό

6) Γεωθερμία

Επιλογή Στοιχείων Υπολογισμού	Α	×
Θερμοκήπιο	Θέρμανση	
Τοίχος Trombe	ΟΧΙ Ψύξη / ΟΧΙ Θέρμανση	
Γεωθερμικά	ΟΧΙ Ψύξη / ΟΧΙ Θέρμανση	
Μονάδα Νυχτερινού Αερισμού	Ψύξη	
Τοίχος Μάζας	Ψύξη / Θέρμανση	
Φωτισμός	Ψύξη / Θέρμανση	
Άτομα	Ψύξη / Θέρμανση	
Συσκευές	Ψύξη / Θέρμανση	
Αερισμός	Ψύξη / Θέρμανση	

Ok Άκυρο

Εικόνα 6-1

Τα Εσωτερικά Θερμικά κέρδη από:

1)Άτομα

2)Συσκευές

3)Τα Ηλιακά κέρδη

4)Επίδραση της λειτουργίας με διακοπές

5) Φωτισμό

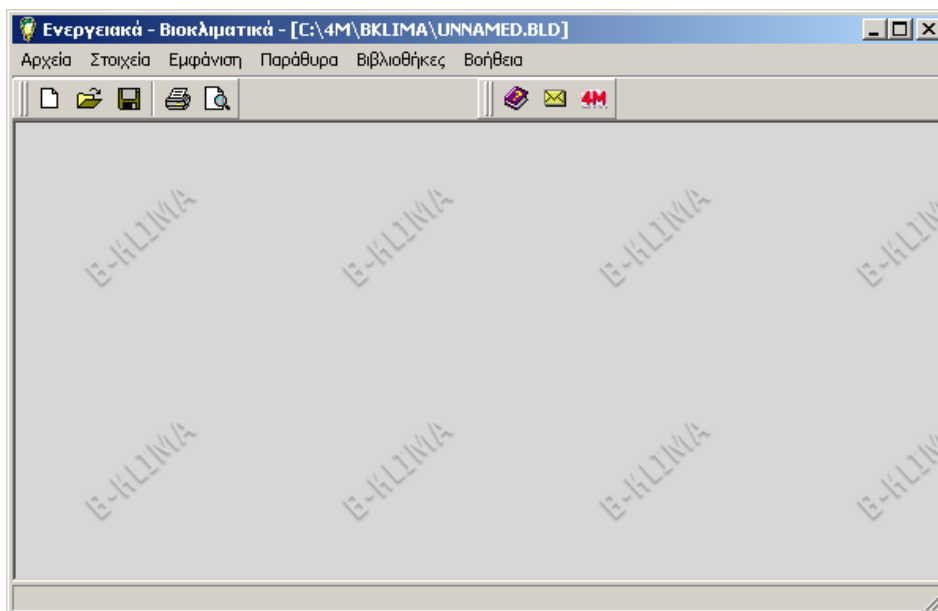
Σε ότι αφορά στην περίοδο του Δροσισμού, το B-KLIMA υπολογίζει την κατανάλωση για την ψύξη του κτιρίου με εξαιρετικά μεγάλη ακρίβεια, σύμφωνα με την μεθοδολογία της Ashrae. Ειδικότερα, υπολογίζει την καταναλισκόμενη ενέργεια που απαιτείται λόγω απωλειών από:

- **Θερμοπερατότητες και θερμογέφυρες**
- **Ηλιακά Φορτία**
- **Εσωτερικά Φορτία:**
 - 1)Φωτισμό
 - 2)Άτομα
 - 3)Συσκευές
- **Συστήματα Αερισμού**
 - 1)Φυσικός Αερισμός
 - 2)Μηχανικός Αερισμό
 - 3)Νυχτερινός Αερισμός
 - 4)Γεωθερμία
- **Επίδραση της λειτουργίας με διακοπές**

6.1.2. Εφαρμογή του προγράμματος B-Klima για το Δημαρχείο

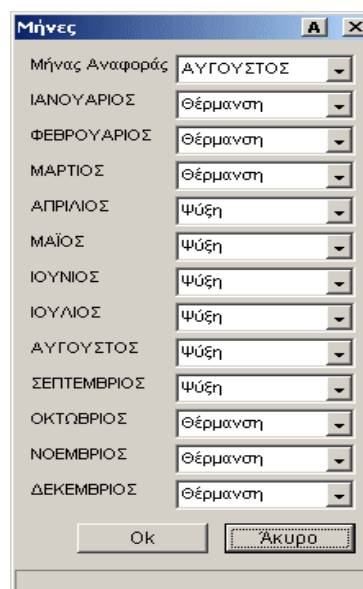
Στην συνέχεια θα δούμε πως θα εφαρμόζονται μέσω του προγράμματος οι διάφορες ενεργειακές και οι βιοκλιματικές παρεμβάσεις στο δημαρχείου.

Εισάγουμε πρώτα τα γενικά στοιχεία της μελέτης.



Εικόνα 6-2

Στα -Στοιχεία Μηνών- επιλέγουμε για τους μήνες από Απρίλιο έως Σεπτέμβριο ότι το κτίριο χρειάζεται ψύξη ενώ για τους υπόλοιπους θέρμανση. Ως -μήνα αναφοράς- δηλαδή μήνα που θα εμφανιστούν τα πρώτα αποτελέσματα θα επιλέξουμε τον Αύγουστο:



Εικόνα 6-3

Κατόπιν μπορούμε να εισάγουμε τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες για το κτίριο ανάλογα με την χρήση του. Με βάση τις συνθήκες άνεσης για κατοικίες ορίζουμε τις επιθυμητές εσωτερικές υγρασίες και θερμοκρασίες και για τις δύο διαφορετικές περιόδους υπολογισμών (Θέρος - Χειμώνα). Ορίζουμε επιπλέον εδώ, τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εξωτερικού περιβάλλοντος και των μη κλιματιζόμενων χώρων και τη διαφορά των κλιματιζόμενων χώρων με το έδαφος.

Παράμετρος	Τύπος	Αξία
Επιθυμητή Εσωτερική Υγρασία (%)	Spin	50
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	Spin	26
Διαφορά Τ Εξωτ.- Τ Μη Κλιμ. Χώρων	Spin	5
Διαφορά Τ Εδάφους - Τ Εσωτ. (°C)	Spin	-5

Εικόνα 6-4

Παράμετρος	Τύπος	Αξία
Επιθυμητή Εσωτερική Υγρασία (%)	Spin	50
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	Spin	20
Διαφορά Τ Εξωτ.- Τ Μη Κλιμ. Χώρων	Spin	5
Διαφορά Τ Εδάφους - Τ Εσωτ. (°C)	Spin	-5

Εικόνα 6-5

Στα-στοιχεία κτιρίου- επιλέγουμε ως πόλη που πραγματοποιείται η μελέτη την πόλη Ηράκλειο, θέτουμε τον αριθμό επιπέδων κτιρίου ίσο με ένα καθώς μελετάμε μονοκατοικία και τυπικό ύψος ορόφου 3 μέτρα. Τόσο το σύστημα μονάδων, όσο και η μέθοδος (επίλυσης κατά τους θερινούς μήνες) αλλά και τα υπόλοιπα στοιχεία, μπορούν να αλλάξουν κατά τη διάρκεια της μελέτης. Το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα παρακολούθησης των αποτελεσμάτων σε 24ώρη βάση (αρχική - τελική ώρα). Η ζώνη θερμομόνωσης ενημερώνεται αυτόματα κατά την επιλογή της πόλης και υπεισέρχεται στον υπολογισμό των

Παράμετρος	Τύπος	Αξία
Πόλη	Dropdown	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1 - 15)	Spin	3
Τυπικό Ύψος Επιπέδου (m)	Spin	3
Συστ. Μονάδων	Dropdown	Mcal
Μέθοδος	Dropdown	Ashrae CLTD
Συντελεστής Προσαύξησης (%)	Spin	
Αρχική Ώρα Ελέγχου (1-24)	Spin	7
Τελική Ώρα Ελέγχου (1-24)	Spin	16
Ζώνη Θερμομόνωσης	Dropdown	ΖΩΝΗ Α
Γωνία Περιστροφής	Spin	0

Εικόνα 6-6

ενεργειακών συντελεστών όπως θα δούμε αργότερα. Ένα ισχυρό ακόμη εργαλείο είναι η γωνία περιστροφής, που μας επιτρέπει να περιστρέψουμε ολόκληρο το κτίριο και να συγκρίνουμε έτσι τις διαφορετικές υλοποιήσεις του κτιρίου με βάση τον προσανατολισμό.

Στα «Στοιχεία Χρονοδιαγράμματος Αερισμού» καθορίζουμε τον τρόπο αερισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας. Μπορούμε να επιλέξουμε «ΚΑΝΕΝΑΣ» σε περίπτωση που δεν χρησιμοποιούμε αερισμό, «ΦΥΣΙΚΟΣ» όταν ανοίγουμε παράθυρα και πόρτες, «ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ» όταν χρησιμοποιούμε κάποια κλιματιστική μονάδα και τέλος «ΝΥΧΤΕΡΙΝΟΣ» για το καλοκαίρι που σημαίνει ουσιαστικά φυσικός ή / και μηχανικός αερισμός κατά τη διάρκεια της νύχτας προκειμένου να διατηρηθεί χαμηλότερα η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της μέρας. Στη στήλη «αγωγοί στο έδαφος» συμπληρώνουμε αν θέλουμε ή όχι μια συγκεκριμένη ώρα της ημέρας να συνυπολογιστεί ο αερισμός από αγωγούς ενταφιασμένους στο έδαφος όπως θα δούμε και παρακάτω.

	Ωρα	Είδος Αερισμού	Γεωθερμία
6	6 πμ	ΝΥΧΤΕΡΙΝΟΣ	ΟΧΙ
7	7 πμ	ΝΥΧΤΕΡΙΝΟΣ	ΟΧΙ
8	8 πμ	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΟΧΙ
9	9 πμ	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΟΧΙ
10	10 πμ	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΟΧΙ
11	11 πμ	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΟΧΙ
12	12 πμ	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΟΧΙ
13	1 μμ	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΟΧΙ
14	2 μμ	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΟΧΙ
15	3 μμ	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΟΧΙ
16	4 μμ	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΟΧΙ
17	5 μμ	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΟΧΙ
18	6 μμ	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΟΧΙ
19	7 μμ	ΦΥΣΙΚΟΣ	ΟΧΙ
20	8 μμ	ΦΥΣΙΚΟΣ	ΟΧΙ
21	9 μμ	ΦΥΣΙΚΟΣ	ΟΧΙ

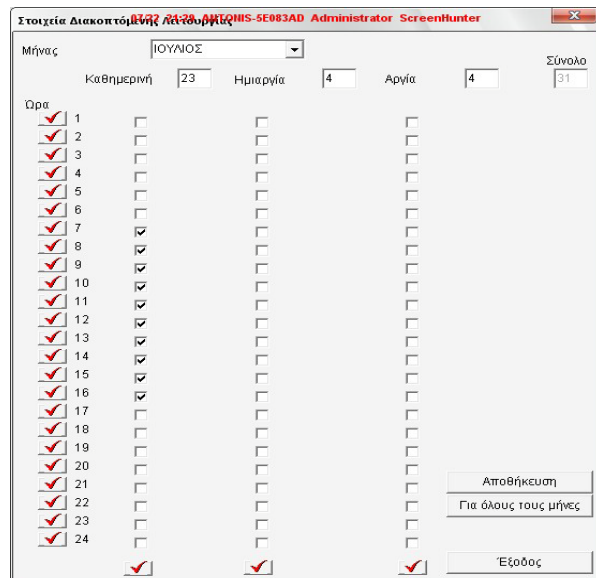
Εικόνα 6-7

Στην επόμενη καρτέλα «Επιλογή Στοιχείων Υπολογισμού» επιλέγουμε για κάθε στοιχείο (θερμοκήπιο, τοίχος Trombe) αν θα συνυπολογιστεί κατά τη διάρκεια της ψύξης ή/και της Θέρμανσης.

Εικόνα 6-8

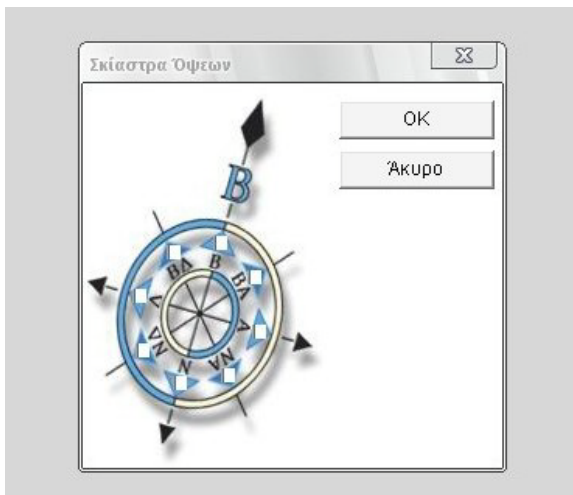
Ενεργειακή μελέτη κτιρίου με χώρους πολλαπλών χρήσεων

Επόμενη καρτέλα είναι τα «Στοιχεία Διακοπτόμενης Λειτουργίας» όπου καθορίζονται οι ώρες εξομοίωσης του μοντέλου για όλο το χρόνο.



Μήνας	Καθημερινή	Ημεραγία	Αργία	Σύνολο
ΙΟΥΛΙΟΣ	23	4	4	31

Εικόνα 6-9



Εικόνα 6-10

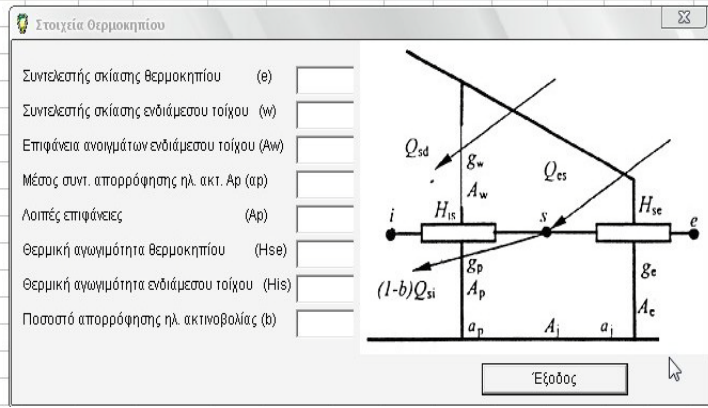
Τέλος μπορούμε να καθορίσουμε καθολικά εξωτερικά σκίαστρα.(εικ 6.10)

Για κάθε χώρο συμπληρώνουμε τις θερμικές γέφυρες, τα άτομα, τα φώτα, τις συσκευές (π.χ. στην κουζίνα) και τα στοιχεία του αερισμού.Επίσης συμπληρώνουμε επιπλέον στοιχεία θερμοκηπίου σχήμα 6.12 και στοιχεία τοίχου Trombe, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.11.Στην περίπτωση μας τα αναφέρουμε πληροφοριακά.

Ενεργειακή μελέτη κτιρίου με χώρους πολλαπλών χρήσεων



Εικόνα 6-11



Εικόνα 6-12

Για να περάσουμε το κτήριο στο πρόγραμμα μπορούμε να το σχεδιάσουμε σε κάποιο αρχιτεκτονικό πρόγραμμα της ίδιας εταιρίας π.χ. idea, autofine ή σε διαφορετική περίπτωση να περάσουμε τους τοίχους, την οροφή, το δάπεδο τα παράθυρα και τις πόρτες καθένα ξεχωριστά. Στην περίπτωση μας επιλέξαμε το δεύτερο τρόπο ως πιο ασφαλέστερο στους υπολογισμούς.

Τυπικά Στοιχεία

	Εξ. Τοίχοι Οροφές	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Συντ. κ. Kcal/m²hc Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m²	Χρώμα	Εξ. Τοίχ. Δάπ.	Συντ. κ. Kcal/m²hc Εξ. Τοίχων Δαπέδων	Ανοιγμ.	Πλάτ. (m)	Ύψος (m)	Συντ. κ. Kcal/m²hc Ανοιγμάτων	Συντ. Τζαμ.	Είδ. Πλαίσ.	Συντ. α
1	T1	C	G1	0.55	300	3	E1	1.5	A1	0.8	1	2.2	0.80	Μεταλλικό ή λ	
2	T2	B	H1	0.50	300	3	E2	1.3	A2	1	1.2	2.2	0.80	Μεταλλικό ή λ	
3	T3						E3	1.5	A3	1	1.4	2.2	0.80	Μεταλλικό ή λ	
4	T4						E4		A4	1.4	0.4	5.0	1.00	Μεταλλικό ή λ	
5	T5						E5		A5	0.7	0.5	2.2	1.00	Μεταλλικό ή λ	
6	T6						E6		A6	0.8	0.6	2.2	1.00	Μεταλλικό ή λ	
7	T7						E7		A7	2.4	2	2.6	1.00	Μεταλλικό ή λ	
8	T8						E8		A8	2.4	1.5	5.0	1.00	Μεταλλικό ή λ	
9	T9						E9	2.34	A9	2.4	3	2.2	0.90	Μεταλλικό ή λ	
10	T10						E10	0.58	A10						
11	T11						E11	2.34	A11						
12	O1	3	4	2.78	100	1.3	E12		A12						
13	O2						E13		A13						
14	O3						E14		A14						
15	O4						E15		A15						
16	O5						E16		A16						

Ok Άκυρο

1: 1 Μη Προσπελάσιμο | Εξ. Τοίχοι-Οροφές

Εικόνα 6-13

Ενεργειακή μελέτη κτιρίου με χώρους πολλαπλών χρήσεων

The screenshot shows a software window titled "Είδη Εξ. Τοίχων" (Wall Types) with a list of 10 options. Below it is a table of wall properties.

α/α	Περιγραφή	Κ	Βάρος
1	Διπλός Δρομικός Μόνωση 4ε0.55	300	
2	Διπλός Δρομικός	1.55	300
3	Διπλός Δρομικός Κενό 6cm	1.17	300
4	Διπλός Ορθοδρομικός Μόνωση 0.6m	300	
5	Διπλός Ορθοδρομικός Κενό 6cm	4	300
6	Δρομικός/Ορθοδρομ. Μόνωση 58m	300	
7	Δρομικός/Ορθοδρομ. Μόνωση 1.28m	300	
8	Τούβλο Διεκ. Δρομικός Μον. 0.45	300	
9	Τούβλο Διεκ. Δρομικός Κενό 1.25	300	
10	Τοίχος Συνορμένων Μόνωση 50.47	300	

Εξ. Τοίχοι Οροφές	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Συντ. k Kcal/m ² h°C Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Χρόμα	Εξ. Τοίχ. Δάπ.	Συντ. k Kcal/m ² h°C Εξ. Τοίχων Διαπέδων	Ανοίγμα	Πλάτ. (m)	Υψος (m)	Συντ. k Kcal/m ² h°C Ανοιγμάτων	Συντ. Τόμ.	Είδ. Πλασ.	Συντ.α
T1	C	G1	0.55	300	3	E1	1.5	E1	0.8	1	2.2	0.80	Μεταλλικό ή >	
T2	B	H1	0.50	300	3	E2	1.3	E2	1	1.2	2.2	0.80	Μεταλλικό ή >	
T3						E3	1.5	E3	1	1.4	2.2	0.80	Μεταλλικό ή >	
T4						E4		E4	1.4	0.4	5.0	1.00	Μεταλλικό ή >	
T5						E5		E5	0.7	0.5	2.2	1.00	Μεταλλικό ή >	
T6						E6		E6	0.8	0.6	2.2	1.00	Μεταλλικό ή >	
T7						E7		E7	2.4	2	2.6	1.00	Μεταλλικό ή >	
T8						E8		E8	2.4	1.5	5.0	1.00	Μεταλλικό ή >	
T9						E9	2.34	E9	2.4	3	2.2	0.90	Μεταλλικό ή >	
T10						E10	0.58	E10						
T11						E11	2.34	E11						
G1	3	4	2.78	100	1.3	G1		G1						
G2						G2		G2						
G3						G3		G3						
G4						G4		G4						
G5						G5		G5						
G6						G6		G6						
G7						G7		G7						
G8						G8		G8						

Εικόνα 6-14

Παρακάτω επιλέγουμε το είδος των παράθυρων (εικ 6.15) καθώς και περιέχει κάποιες επιπλέον πληροφορίες ώστε να είμαστε πιο κοντά στην πραγματική τους κατάσταση .

The screenshot shows a software window titled "Είδη Ανοιγμάτων" (Window Types) with a list of 10 options. Below it is a table of window properties.

α/α	Περιγραφή	Κ
1	Απλό κενό (όμοιο (βελ. πλάισιο) 4.5	
2	Απλό κενό (όμοιο (μετ. πλάισιο) 5.0	
3	Απλό σπαστό (όμοιο (βελ. πλάισιο) 5	
4	Απλό σπαστό (όμοιο (μετ. πλάισιο) 0	
5	Διπλό ούλεκου όμοιο (βελ. πλ.) 2.8	
6	Διπλό ούλεκου όμοιο (μετ. πλ.) 3.2	
7	Διπλό ούλεκου 12mm (βελ. πλ.) 2.8	
8	Διπλό ούλεκου 12mm (μετ. πλ.) 3.0	
9	Διπλό σπαστός 2c*4cm (2.2)	
10	Διπλό σπαστός 2c*4cm (2.8)	

Εξ. Τοίχοι Οροφές	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Συντ. k Kcal/m ² h°C Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Χρόμα	Εξ. Τοίχ. Δάπ.	Συντ. k Kcal/m ² h°C Εξ. Τοίχων Διαπέδων	Ανοίγμα	Πλάτ. (m)	Υψος (m)	Συντ. k Kcal/m ² h°C Ανοιγμάτων	Συντ. Τόμ.	Είδ. Πλασ.	Συντ.α
T1	C	G1	0.55	300	3	E1	1.5	E1	0.8	1	2.2	0.80	Μεταλλικό ή >	
T2	B	H1	0.50	300	3	E2	1.3	E2	1	1.2	2.2	0.80	Μεταλλικό ή >	
T3						E3	1.5	E3	1	1.4	2.2	0.80	Μεταλλικό ή >	
T4						E4		E4	1.4	0.4	5.0	1.00	Μεταλλικό ή >	
T5						E5		E5	0.7	0.5	2.2	1.00	Μεταλλικό ή >	
T6						E6		E6	0.8	0.6	2.2	1.00	Μεταλλικό ή >	
T7						E7		E7	2.4	2	2.6	1.00	Μεταλλικό ή >	
T8						E8		E8	2.4	1.5	5.0	1.00	Μεταλλικό ή >	
T9						E9	2.34	E9	2.4	3	2.2	0.90	Μεταλλικό ή >	
T10						E10	0.58	E10						
T11						E11	2.34	E11						
G1	3	4	2.78	100	1.3	G1		G1						
G2						G2		G2						
G3						G3		G3						
G4						G4		G4						
G5						G5		G5						
G6						G6		G6						
G7						G7		G7						
G8						G8		G8						

Εικόνα 6-15

Ενεργειακή μελέτη κτιρίου με χώρους πολλαπλών χρήσεων

Αφού έχουμε συμπληρώσει όλα γενικά στοιχεία, συμπληρώνουμε τα φύλλα υπολογισμών χώρων αποτελούν περιεχόμενα των επιπέδων (ορόφων) του κτιρίου. Επιλέγοντας κάποιο από τα επίπεδα, εμφανίζεται λίστα με τα αντίστοιχα φύλλα φορτίων των χώρων του επιπέδου. (Εικ 6.16) και (Εικ 6.17)

The screenshot shows a software interface with a table of room data and a summary panel. The table has columns for floor level, room type, area, volume, and other parameters. The summary panel at the bottom right shows energy load calculations for floor 1.

Επίπεδο	Είδος Επιπ.	Προσπλή	Αερισμ	κ	Μήκος	Υψος ή Πλάτος	Επιφ	Αριθ	Συν	Αριθ	Επιφ	Επιφ	Επιφ	Επιφ	Επιφ	Επιφ	Επιφ
1	T1	NA		0.55	8.76	3	26.28	1	26.28	4.80	21.48						
2	A2	NA	α	2.2	1	1.2	1.20	1	1.20		1.20						
3	A2	NA	α	2.2	1	1.2	1.20	1	1.20		1.20						
4	A2	NA	α	2.2	1	1.2	1.20	1	1.20		1.20						
5	A2	NA	α	2.2	1	1.2	1.20	1	1.20		1.20						
6	E1	E		1.5	3	3	9.00	1	9.00		9.00						
7	E1	E		1.5	3.86	3	11.58	1	11.58		11.58						
8	E1	E		1.5	3	3	9.00	1	9.00		9.00						
9	O1			2.78	6.6	3.25	21.45	1	21.45		21.45						

Summary Panel Data:

Επιπέδωση Κτιρίου - Απολύτως	Μηνός Αναφοράς	Συστημα ή Ζώνη
Θερμικός Γέφυρας	-0.03	ΚΥΛΙΑΣ
Φωτισμός		1
Άτομα	2.95	Μετρήσιμη Κατανάλωση
Ευκαμψία	20.41	29 Mcal
Αερισμός	-0.14	Μηνός Κατανάλωση
		667 Mcal
		Συγκεντρωτικό Έτος Ζώνης
		Ετήσια Κατανάλωση
		51.866 Mcal

Εικόνα 6-16

The screenshot shows a detailed view of room load profiles and energy load calculations. It includes a table of room data, a summary panel, and a detailed view of room load profiles.

Είδος Επιπ.	Προσπλή	Αερισμ	κ	Μήκος	Υψος ή Πλάτος	Επιφ	Αριθ	Συν	Αριθ	Επιφ	Επιφ	Επιφ	Επιφ	Επιφ	Επιφ	Επιφ	Επιφ
1	T1	NA		0.55	8.76	3	26.28	1	26.28	4.80	21.48						
2	A2	NA	α	2.2	1	1.2	1.20	1	1.20		1.20						
3	A2	NA	α	2.2	1	1.2	1.20	1	1.20		1.20						
4	A2	NA	α	2.2	1	1.2	1.20	1	1.20		1.20						
5	A2	NA	α	2.2	1	1.2	1.20	1	1.20		1.20						
6	E1	E		1.5	3	3	9.00	1	9.00		9.00						
7	E1	E		1.5	3.86	3	11.58	1	11.58		11.58						
8	E1	E		1.5	3	3	9.00	1	9.00		9.00						
9	O1			2.78	6.6	3.25	21.45	1	21.45		21.45						

Summary Panel Data:

Επιπέδωση Κτιρίου - Απολύτως	Μηνός Αναφοράς	Συστημα ή Ζώνη
Θερμικός Γέφυρας	-0.03	ΚΥΛΙΑΣ
Φωτισμός		1
Άτομα	2.95	Μετρήσιμη Κατανάλωση
Ευκαμψία	20.41	29 Mcal
Αερισμός	-0.14	Κατανάλωση
		667 Mcal
		Συγκεντρωτικό Έτος Ζώνης
		Ετήσια Κατανάλωση
		51.866 Mcal

Detailed View of Room Load Profiles:

- ΟΡΟΦΕΣ:** 1: Ψ_{ext} = 0.7, 2: Ψ_{ext} = 0.15, 3: Ψ_{ext} = 0.65, 4: Ψ_{ext} = 0.85
- ΓΩΝΙΕΣ:** 1: Ψ_{ext} = 0.15, 2: Ψ_{ext} = 0.18, 3: Ψ_{ext} = 0.88, 4: Ψ_{ext} = 0.58
- ΕΣΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ:** 1: Ψ_{ext} = 0.15, 2: Ψ_{ext} = 0.58
- ΔΑΠΕΔΑ:** 1: Ψ_{ext} = 0.88
- ΚΟΛΩΝΕΣ:** 1: Ψ_{ext} = 1.38
- ΠΑΡΑΘΥΡΑ:** 1: Ψ_{ext} = 0.88

Εικόνα 6-17

6.1.3. Αποτελέσματα

Με όλες τις βιοκλιματικές παρεμβάσεις που πραγματοποιήσαμε τα αποτελέσματα

δίνουν ετήσια κατανάλωση ενέργειας ίση προς 51867 Mcal

ADAPT/FCALC-Win		Μελέτη Ενεργειακών - Βιοκλιματικών									
20 ΑΠΡ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1											
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: -39.6	-37.5	-34.2	-30.6	-26.4	-22.6	-18.7	-15.1	-12.7	-12.6	
ΝΥΧΤΕΡΙΝΟΣ	: 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
T. ΜΑΖΑΣ	: -0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	
ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ	: 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ΑΤΟΜΑ	: 0.9	5.1	5.1	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	4.9	4.0	
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	: 19.9	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	38.2	
ΑΕΡΙΣΜΟΣ	: -0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ΣΥΝΟΛΟ	: 6.5	19.6	21.6	23.6	26.3	29.3	32.4	35.2	37.0	32.0	
ΚΕΡΔΗ	: 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	: 4.5	5.7	6.6	7.0	7.3	7.3	7.3	7.5	7.9	8.4	
ΑΠΡΙΛΙΟΣ: 5800.16											
23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1											
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: -14.5	-12.3	-9.2	-6.0	-2.2	1.3	5.3	8.9	11.4	11.6	
ΝΥΧΤΕΡΙΝΟΣ	: 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
T. ΜΑΖΑΣ	: -0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ	: 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ΑΤΟΜΑ	: 0.9	5.1	5.1	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	4.9	4.0	
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	: 19.9	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	38.2	
ΑΕΡΙΣΜΟΣ	: -0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ΣΥΝΟΛΟ	: 14.6	37.3	40.1	43.0	46.3	49.6	53.5	57.0	59.3	54.1	
ΚΕΡΔΗ	: 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	: 4.6	5.8	6.6	6.8	7.1	7.0	7.0	7.2	7.8	8.5	
ΙΟΥΛΙΟΣ: 10460.23											
22 ΔΕΚ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1											
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	: -23.1	-21.0	-17.8	-14.3	-10.3	-6.8	-2.8	0.7	2.9	2.7	
ΝΥΧΤΕΡΙΝΟΣ	: 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
T. ΜΑΖΑΣ	: -0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	
ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ	: 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	: 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ΑΤΟΜΑ	: 0.9	5.1	5.1	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	4.9	4.0	
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	: 19.9	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	38.2	
ΑΕΡΙΣΜΟΣ	: -0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ΣΥΝΟΛΟ	: 11.3	29.9	32.7	35.6	38.9	41.9	45.5	48.9	50.9	45.3	
ΚΕΡΔΗ	: 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	: 3.8	4.9	5.8	6.4	6.8	6.8	6.8	6.9	7.1	7.4	
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ: 8383.35											
Συγκεντρωτικά Έτους Ζώνης: ΣΥΣΤΗΜΑ(1): 51867.64											

Εικόνα 6-18

Αν αφαιρέσουμε όλες τις βιοκλιματικές παρεμβάσεις τότε η ετήσια κατανάλωση ενέργειας υπερβαίνει τα 55000 Mcal. Τα αποτελέσματα φαίνονται σε πίνακες ή διαγράμματα για καλύτερη εποπτεία.

Τέλος, το μοντέλο μας δίνει τη δυνατότητα γραφικής απεικόνισης των ενεργειακών καταναλώσεων αλλά και των κερδών από τις βιοκλιματικές εφαρμογές για κάθε μήνα, ενώ κατατάσσει το κτίριο στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία που ανήκει ανάλογα με τα υλικά που χρησιμοποιεί και την ετήσια ενεργειακή του κατανάλωση. Η άμεση και εύκολη μεταβολή των παραμέτρων του συστήματος σε συνάρτηση με την άμεση ανανέωση των αποτελεσμάτων δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη για σύγκριση των αποτελεσμάτων και την επιλογή της καταλληλότερης λύσης.

ΖΩΝΗ 1

Μέγιστος Συντελεστής Θερμοπερατότητας Kcal/h.C

	ΖΩΝΗ Α	ΖΩΝΗ Β	ΖΩΝΗ Γ	ΖΩΝΗ Δ	U
U (εξωτερικών τοίχων)	0.70	0.60	0.50	0.40	0.64 <= 0.70
U (εξωτερικής οριζόντιας επιφάνειας)	0.50	0.50	0.40	0.35	3.23 > 0.50
U (δαπέδων επί μη θερμαινόμενων χώρων)	2.00	1.50	1.00	0.80	1.22 <= 2.00
U (διαχωριστικών τοίχων)	2.00	1.50	1.00	0.80	0.86 <= 2.00
U (υαλοστασίων)	5.80	3.70	3.00	3.00	3.63 <= 5.80

Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) Kcal/h.C

F/V	ΖΩΝΗ Α	ΖΩΝΗ Β	ΖΩΝΗ Γ	ΖΩΝΗ Δ
0.1	1.553	1.180	0.938	0.769
0.2	1.553	1.180	0.938	0.769
0.3	1.448	1.111	0.884	0.725
0.4	1.349	1.043	0.831	0.681
0.5	1.270	0.983	0.758	0.644
0.6	1.198	0.924	0.738	0.605
0.7	1.145	0.872	0.698	0.572
0.8	1.101	0.834	0.669	0.549
0.9	1.078	0.808	0.640	0.525
1.0	1.070	0.791	0.616	0.505

F/V (Κτιρίου) = 4.692 1/m

U_m (Κτιρίου) = 1.337 >= 2.000 Kcal/h.C

Όρια ετήσιας ζήτησης ενέργειας για θέρμανση & ψύξη χώρων σε κτίρια κατοικίας

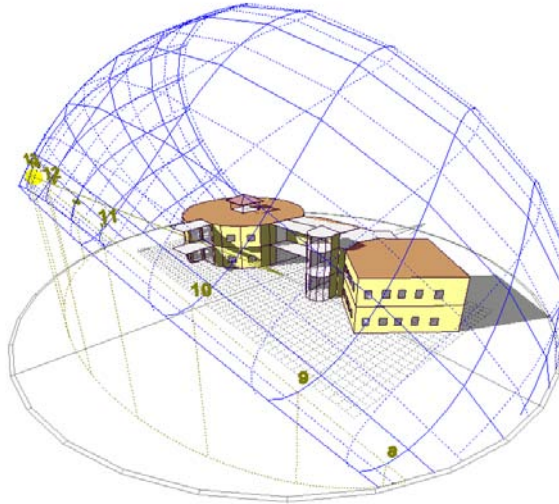
Αριθμός Επιπέδων	Κατηγορία Α	Κατηγορία Β	Κατηγορία Γ	Κατηγορία Δ	KW.h/m ²	Κατηγορία Κτιρίου
3	0- 30	31- 60	61- 90	91-...	892	Δ

Εικόνα 6-19

6.1.4. Διαγράμματα λασμού/σκίασης του κτιρίου

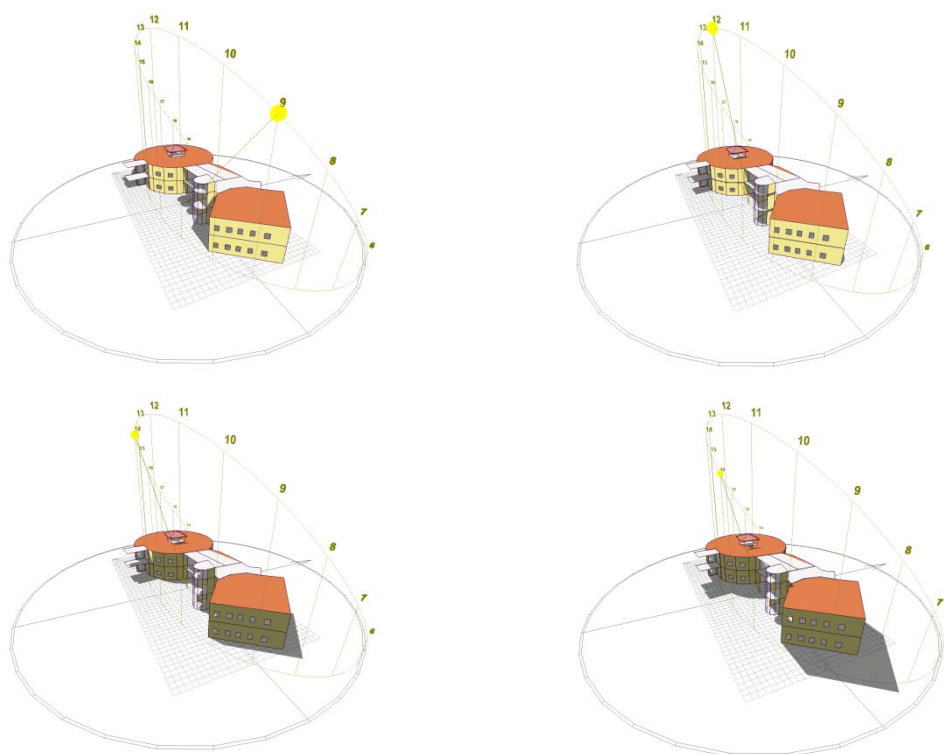
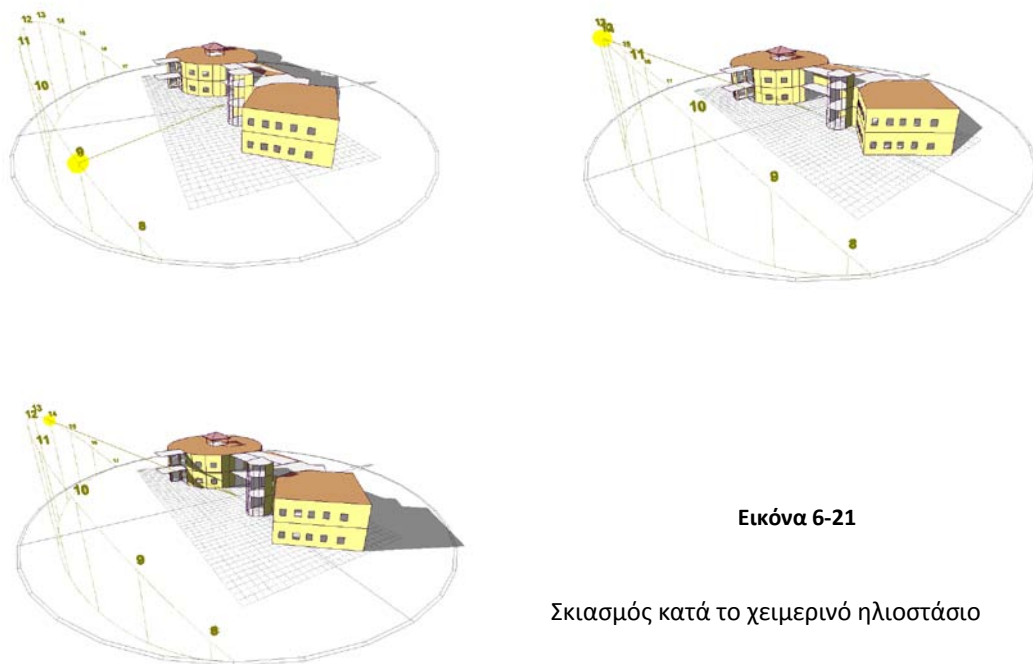
Ο προσανατολισμός του κτιρίου καθορίζεται από το προσανατολισμό του οικοπέδου και των γειτονικών κτιρίων. Έτσι η κύριες όψεις του είναι βορειοανατολικές, βόρειες και βορειοδυτικές.

Το ετήσιο διάγραμμα της πορείας του ηλίου φαίνεται στο σχήμα 4, και το διάγραμμα σκιασμού ακολουθεί.



Εικόνα 6-20
Ετήσια πορεία του ηλίου

Ενεργειακή μελέτη κτιρίου με χώρους πολλαπλών χρήσεων



6.2. ESP-r

Το ESP-r είναι ένα λογισμικό προσομοίωσης μεταβατικών φαινομένων, που δίνει τη δυνατότητα της μελέτης των ροών ενέργειας και μάζας στο κτίριο και στις εγκαταστάσεις του. Είναι ένα από τα λογισμικά δυναμικής θερμικής προσομοίωσης με τις περισσότερες δυνατότητες και ταυτόχρονα ένα από τα λογισμικά που η αξιοπιστία του έχει βεβαιωθεί εκτεταμένα. Έχει αναπτυχθεί από την Ομάδα Έρευνας Ενεργειακών Συστημάτων του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου του Strathclyde, στη Μ. Βρετανία.

Στο ESP-r κάθε κτίριο περιγράφεται με βάση τη γεωμετρία των θερμικών ζωνών από τις οποίες αποτελείται, την κατασκευή των δομικών του στοιχείων, και του τρόπου χρήσης του. Ταυτόχρονα υπάρχει η δυνατότητα προσομοίωσης της ροής του αέρα λόγω αερισμού (φυσικού ή τεχνητού) και διείσδυσης. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα ορισμού του δικτύου εγκαταστάσεων θέρμανσης-ψύξης, και σύνδεσής του με το μοντέλο του κτιρίου, για τους υπολογισμούς, που υπόκεινται στους περιορισμούς εντός μοντέλου ελέγχου της λειτουργίας τους.

Το ESP-r έχει συνολικά τις εξής δυνατότητες:

- Δυναμική θερμική προσομοίωση κελύφους, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις πηγές θερμικών κερδών και όλες τις θερμικές απώλειες, ,
- Δυναμική προσομοίωση φυσικού και τεχνητού αερισμού,
- Δυναμική προσομοίωση εγκαταστάσεων ψύξης-θέρμανσης.
- Δυναμική προσομοίωση φυσικού φωτισμού
- Ενσωμάτωση μηχανισμών ελέγχου

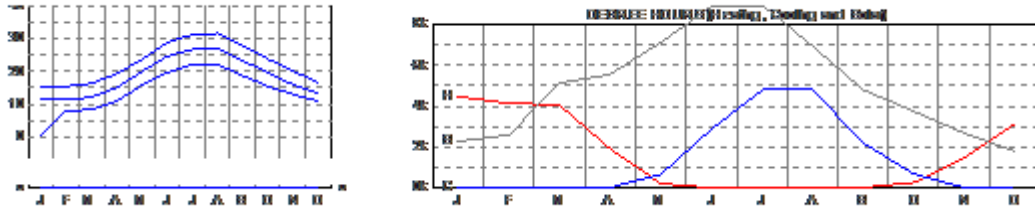
6.2.1. Ενεργειακή Ανάλυση

6.2.1.1. Ανάλυση Κλιματολογικών Συνθηκών

Η σχεδίαση ενός ενεργειακά αποδοτικού και ταυτόχρονα άνετου κτιρίου δεν μπορεί να αγνοεί την επίδραση του τοπικού μικροκλίματος. Για τον λόγο αυτό το πρώτο βήμα στην ενεργειακή ανάλυση ενός κτιρίου είναι η ανάλυση των βασικών κλιματικών δεδομένων της περιοχής τα οποία είναι:

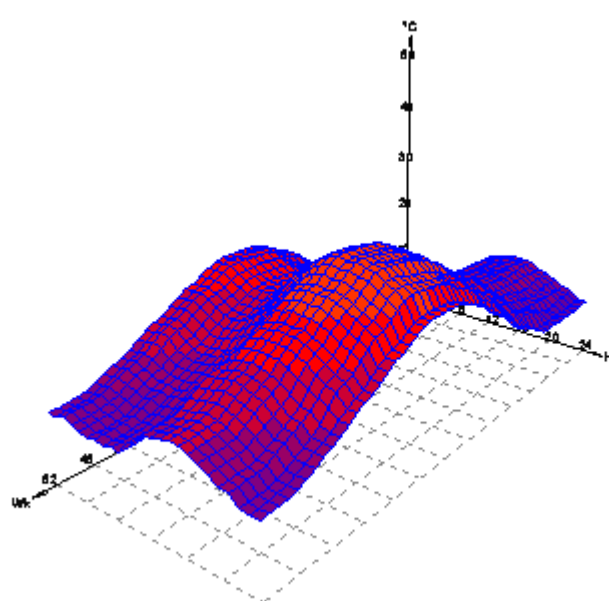
- η θερμοκρασία του αέρα,
- η ηλιακή ακτινοβολία,
- η υγρασία και
- η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου.

Το τοπικό κλίμα, για το συγκεκριμένο κτίριο, είναι τυπικό μεσογειακό. Τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού που χρησιμοποιήθηκαν σ'αυτή τη μελέτη φαίνονται στην Εικόνα 6-23 , σύμφωνα με το οποίο η μέγιστη τιμή της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας είναι 31,6°C τον Αύγουστο ενώ η μέγιστη θερμοκρασία είναι 39,3°C και πάλι τον Αύγουστο. Η ελάχιστη μέση μηνιαία αντίστοιχα είναι 15°C το Ιανουάριο. Η συνολική ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία μεταβάλλεται από 4969Wh/m² το Δεκέμβριο έως 19400Wh/m² τον Ιούνιο

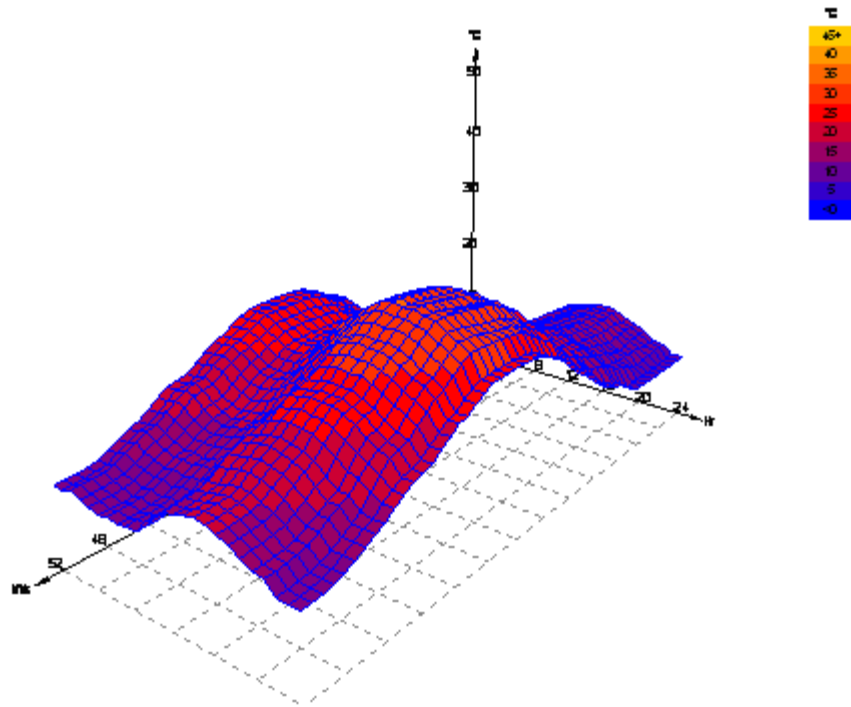


Εικόνα 6-23 Βασικά Κλιματολογικά Δεδομένα για το Ηράκλειο

Η Εικόνα 6-23 παρουσιάζει επίσης τις μέσες μηνιαίες τιμές των βαθμομερών θέρμανσης, ψύξης και των βαθμομερών λόγω ηλιακών κερδών.

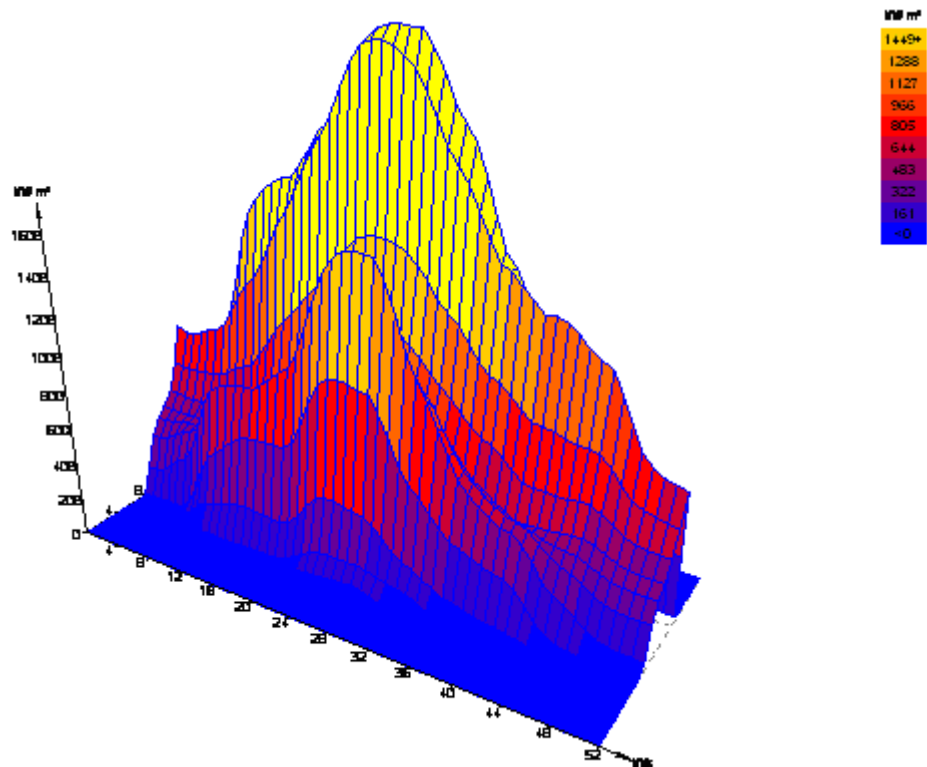


(α)



(β)

Εικόνα 6-24: (α.) Μέσες ωριαίες και (β) μέγιστες ωριαίες τιμές θερμοκρασίας σε εβδομαδιαία βάση.



Εικόνα 6-25 : Άμεση ηλιακή ακτινοβολία W/m^2 (μέσες ωριαίες τιμές σε εβδομαδιαία βάση)

Η εικόνα 6-24 παρουσιάζει τις μέσες και τις μέγιστες ωριαίες τιμές θερμοκρασίας σε εβδομαδιαία βάση.

Η εικόνα 6-24 φαίνεται η μεταβολή της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας. Οι τιμές που παρουσιάζονται είναι μέσες ωριαίες τιμές ανά εβδομάδα. Η μέγιστη τιμή εμφανίζεται, όπως είναι αναμενόμενο το καλοκαίρι και τις ώρες του μεσημεριού.

6.3. Δεδομένα και Παραδοχές της Ανάλυσης

Η θερμική ανάλυση του κτιρίου έγινε με βάση τους ενεργειακούς υπολογισμούς για τη θέρμανση και την ψύξη, λαμβάνοντας υπόψη τις θερμοκρασίες ρύθμισης και τις συνθήκες χρήσεις.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς και οι βασικές παραδοχές που έχουν ληφθεί υπόψη είναι οι εξής:

- Κλιματολογικά Δεδομένα

Τα κλιματικά δεδομένα του κοντινότερου μετεωρολογικού σταθμού, όπως παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, χρησιμοποιήθηκαν για την ωριαία προσομοίωση της λειτουργίας του κτιρίου.

- Θερμικά χαρακτηριστικά κελύφους-σκελετού

Για τη θερμική ανάλυση του κτιρίου χρησιμοποιήθηκαν τα θερμικά χαρακτηριστικά των σύνθετων δομικών στοιχείων, όπως αυτά υπολογίστηκαν από το λογισμικό με βάση τα χαρακτηριστικά των στοιχείων που τα αποτελούν. Οι θερμικές ιδιότητες που απαιτούνται για τους υπολογισμούς είναι η πυκνότητα (Kg m^{-3}), η θερμική αγωγιμότητα ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$), και η ειδική θερμοχωρητικότητα ($\text{J Kg}^{-1} \text{K}^{-1}$). Για τους συντελεστές συναγωγής χρησιμοποιούνται οι παραδοχές του λογισμικού

- Χαρακτηριστικά λειτουργίας

Ωράριο – αριθμός ατόμων

Το ωράριο λειτουργίας είναι μια σημαντική παράμετρος της δυναμική ενεργειακής ανάλυσης. Για το συγκεκριμένο κτίριο, θεωρούμε μια λειτουργία από **7:30 έως 16:00 καθημερινά**, εκτός από κάποιες αργίες.

Ο αριθμός ατόμων που βρίσκεται συνεχώς σε κάθε ζώνη του κτιρίου, εκτιμάται σε 10 άτομα ανά ζώνη.

Συνθήκες ρύθμισης συστήματος θέρμανσης - ψύξης

Τα σημεία ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης και ψύξης δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί. Στους υπολογισμούς που ακολουθούν, υποθέτουμε πως η εγκατάσταση μπορεί να δώσει σε κάθε στιγμή την ισχύ που απαιτείται για την κάλυψη των στιγμιαίων φορτίων και πως το σύστημα ελέγχου είναι ιδανικό χωρίς υστερήσεις. Ο αερισμός όλων των χώρων θεωρήθηκε, για λόγους υγιεινής, ίσος με **2ach**.

Πίνακας 5.1: Συνθήκες ρύθμισης συστήματος θέρμανσης-ψύξης.

Θερμοκρασία Ρύθμισης		Αερισμός
Θέρμανση	Ψύξη	Εναλλαγές ανά ώρα
20°C	26 °C	2

Εξοπλισμός – Φωτισμός

Σημαντικό ρόλο στη θερμική ανάλυση παίζει και η εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών και άλλων συσκευών που συνεισφέρουν με θερμικά κέρδη στο ισοζύγιο του κτιρίου. Για τη συγκεκριμένη εφαρμογή υποθέσαμε θερμικά κέρδη **5W/m²** στις θερμικές ζώνες.

7. Συμπεράσματα

Πράγματι, τόσο οι τεχνολογικές εξελίξεις όσο και οι ευνοϊκότερες οικονομικές και νομοθετικές συνθήκες, καθιστούν γόνιμο το έδαφος για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια. Εντούτοις, η δυνατότητα εφαρμογής των όποιων παρεμβάσεων σε ένα κτίριο, πρέπει να εξετάζεται λεπτομερέστερα και ανάλογα με την περίπτωση. Αυτό γίνεται εφικτό μόνο με τη διαμόρφωση μιας ενεργειακής ταυτότητας του εκάστοτε εξεταζόμενου κτιρίου, η οποία θα βασίζεται σε αναλυτική ενεργειακή επιθεώρηση.

Ένας από τους κυρίαρχους στόχους της ενεργειακής επιθεώρησης είναι η διαμόρφωση ενεργειακών προτύπων, με τη χρήση των οποίων υπολογίζεται η κατανάλωση ενέργειας τόσο πριν όσο και μετά τη λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Ειδικότερα για την Ελλάδα, θα πρέπει να γίνει άμεσα η εφαρμογή της Οδηγίας 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την Αποδοτικότητα των Κτιρίων, και να θεσμοθετηθούν υποχρεωτικά μέτρα για την εξοικονόμηση ενέργειας.

Ασφαλώς, είναι επιβεβλημένη η υιοθέτηση ενεργειακής συμπεριφοράς από τους καταναλωτές, οι οποίοι θα πρέπει να κάνουν ορθή χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον θεωρείται αυτονόητη η αντικατάσταση παλαιότερων συσκευών με ενεργειακά αποδοτικότερες.

Ωστόσο, για να έχει τη δυνατότητα ο καταναλωτής να δραστηριοποιηθεί ενεργειακά και να ενσωματώσει μεθόδους και τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας, θα πρέπει να δοθούν σημαντικά κίνητρα, μέσω κρατικών επιδοτήσεων και φοροαπαλλαγών.

Όσον αφορά το κτίριο που μελετήθηκε, αναμφίβολα το περιθώριο δράσεων για την ενεργειακή βελτιστοποίησή του είναι πολύ μεγάλο, ωστόσο θα πρέπει να συνεκτιμηθούν όλες οι παράμετροι. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, για την υιοθέτηση ορισμένων τεχνολογιών στο κτίριο υπάρχουν νομοθετικοί και γραφειοκρατικοί περιορισμοί, που καθιστούν ανέφικτη την ενσωμάτωσή τους.

Πέραν των νομοθετικών και οικονομικών περιορισμών, συναντώνται και τεχνολογικοί. Συγκεκριμένα, η χρήση ηλιακού κλιματισμού είναι μια πρόταση ιδιαίτερα ελκυστική για την Ελλάδα, ωστόσο δεν έχει αναπτυχθεί επαρκώς η τεχνολογία για οικιακή χρήση. Στην παρούσα φάση οι εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν ηλιακό κλιματισμό είναι ξενοδοχεία και μεγάλα συγκροτήματα κατοικιών. Επιπλέον, πέραν του τεχνολογικού ζητήματος θα πρέπει να δοθούν και κατάλληλα κίνητρα, με τη μορφή κρατικών επιχορηγήσεων.

Εν κατακλείδι, σύμφωνα με την ανάλυση που προηγήθηκε, για το παρόν κτίριο προτείνονται οι εξής δράσεις βελτιστοποίησης της ενεργειακής του αποδοτικότητας:

A) Εφαρμογή κατάλληλης εσωτερικής και εξωτερικής θερμομόνωσης με την επιλογή σωστών υλικών

B) Θα αντικατασταθεί η γυάλινη πυραμίδα που υπάρχει στο δώμα του κτιρίου με νέα η οποία θα διαθέτει μηχανοκίνητες περσίδες που θα ανοιγοκλείνουν αυτόματα ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες, Ακόμα αυτή η τροποποίηση θα ενισχύσει τον φυσικό νυχτερινό αερισμό. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, με αποτέλεσμα την μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα.

Γ) Άλλη παρέμβαση που θα γίνει είναι η φύτευση δώματος. Η φύτευση δώματος εκτός του ότι θα έχει σαν αποτέλεσμα την βελτίωση της θερμομονωτικής προστασίας της οροφής, θα συμβάλει και στην βελτίωση της ποιότητας του αέρα.

Δ) Σύνδεση με το ενός συστήματος αυτομάτου ελέγχου με χρονοκαθυστέρηση το οποίο σε περίπτωση που είναι ανοιχτά ταυτόχρονα και το κλιματιστικό και κάποιο παράθυρο ή πόρτα, μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, να διακόπτει αυτόματα την λειτουργία του κλιματιστικού.

Ε) Αντικατάσταση του καυστήρα θέρμανσης (και των κυκλοφορητών) με νέο καυστήρα υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης και με μειωμένες εκπομπές ρύπων. Καθώς και αντικατάσταση του συμβατικού λέβητα με λέβητα υψηλής απόδοσης.

Ζ) Οι εξωτερικές μονάδες των κλιματιστικών του κτιρίου θα αντικατασταθούν με κεντρική κλιματιστική μονάδα που θα διαθέτει free cooling .

Η) Παρότι το κτίριο διαθέτει διπλούς υαλοπίνακες με αντηλιακές μεμβράνες παρατηρήθηκε μία μεγάλη φθορά στις μεμβράνες αυτές, οπότε συνίσταται αντικατάσταση των αντηλιακών μεμβρανών με νέες.

Θ) Ύστερα από μετρήσεις που έγιναν στα φωτιστικά σώματα του δήμου διαπιστώθηκε ότι η ένταση του ρεύματος ανά φωτιστικό είναι διπλάσια από την ονομαστική των λαμπτήρων. Για το λόγο αυτό θα γίνει διόρθωση του συντελεστή ισχύος με τη χρήση ηλεκτρονικών ballasts.

1) Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων (BEMS). Αυτό θα περιλαμβάνει την εγκατάσταση αισθητήρων, ενεργοποιητών, και υπολογιστικών διατάξεων που θα ρυθμίζουν τη λειτουργία φωτισμού, τη λειτουργία των κλιματιστικών μονάδων, τη λειτουργία του συστήματος θέρμανσης καθώς και τη λειτουργία των μηχανικών σκίαστρων και ανεμιστήρων που θα τοποθετηθούν στο κτίριο του δημαρχείου.

Επίλογος

Η νέα αρχιτεκτονική πρακτική προτρέπει στην αντιμετώπιση του κελύφους ως ενός δυναμικού, μεταβαλλόμενου περιβλήματος.. Το κτίριο μετατρέπεται σε δυναμική κατασκευή, αλλάζοντας όψη, αλλάζοντας "ένδυμα", όπως και οι χρήστες του. Συγχρόνως, με τη βοήθεια των σύγχρονων υπολογιστικών και προσομοιωτικών εργαλείων δίνεται η δυνατότητα πιο εμπειριστατωμένης μελέτης, με στόχο τη βελτιστοποίηση του συστήματος. Ο συνδυασμός της παραδοσιακής εμπειρίας με την τεχνογνωσία είναι απαραίτητος για να επιτευχθούν άνετες συνθήκες διαβίωσης, βέλτιστη θερμική συμπεριφορά και ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Εκτός από τον ενεργειακό σχεδιασμό και τη σωστή επιλογή και διαστασιολόγηση των επιμέρους στοιχείων των συστημάτων, η συμπεριφορά του χρήστη είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για την επιτυχή λειτουργία και την ενεργειακή διαχείριση του κτιρίου. Ο χρήστης καθορίζει το πρότυπο της ενεργειακής κατανάλωσης και με τον καθημερινό τρόπο ζωής και δράσης του διαμορφώνει το κατάλληλο περιβάλλον για την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Ο συνειδητοποιημένος χρήστης θα πρέπει να χειρίζεται τις κινητές διατάξεις για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης τους. Πολλές φορές απαιτείται συνδυασμός διαφόρων χειρισμών.

Η περαιτέρω ενεργειακή βελτίωση του κτιρίου βασίζεται στη μετατροπή των συστημάτων ελέγχου της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου σε αυτόματα και στη συνέχεια σε "σκεπτόμενα συστήματα" και κατ' επέκταση των κτιρίων σε "έξυπνα κτίρια". Ο ψηφιακός έλεγχος είναι συνήθως βασική παράμετρος για τη βελτιστοποίηση του συστήματος και το ύστατο μέτρο που διαθέτουμε για τον έλεγχο της υπερθέρμανσης και τη δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης με παθητικά μέσα το καλοκαίρι.

Βιβλιογραφία

- [1] Κοσμόπουλος Πάνος “Κτίρια - Ενέργεια – Περιβάλλον” εκδόσεις University Studio Press, 2008
- [2] Πέρδιος Σταμάτης “Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας “ εκδόσεις Τεχνοεκδοτική,2007
- [3] Δημόπουλος Φίλιππος “Φωτοτεχνία ”
- [4] Κωνσταντινίδου Χριστίνα, “Βιοκλιματική αρχιτεκτονική & ενεργειακός σχεδιασμός”
- [5] Ντοκόπουλος Π., “Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών”, εκδόσεις ΖΗΤΗ, 2005
- [6] Τουλόγλου Στέφανος “Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Κτιρίων ” Εκδόσεις ΙΩΝ
- [7] Κοντορούπης Γ., “Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις Κτιρίων και Πόλεων, Μέρος Ι”, 1976
- [8] Λύτρας Κ., “Κατευθύνσεις Πολιτικής για τη Βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης στα Κτίρια-Η Εφαρμογή της Οδηγίας 2002/91/ΕΚ”, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, <http://www.cres.gr>
- [9] “Ενεργειακή Συμπεριφορά Καταναλωτών-Ενεργειακά Αποδοτικές Συσκευές”, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, <http://www.cres.gr>
- [10] Νόμος 3661 “Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων”, Σχέδιο Κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των κτιρίων-KENAK, 19/05/2008
- [11] Ευρωπαϊκή Κοινότητα-Γενική Διεύθυνση ενέργειας και Μεταφορές, “Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα GREENBUILDING”, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, <http://www.eu-greenbuilding.org>
- [12] “Τεχνολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτίρια”, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, <http://www.cres.gr>
- [13] “Οδηγός Ενεργειακής Επιθεώρησης, Μέρος 1^ο: Μεθοδολογία και τεχνικές”, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, <http://www.cres.gr>
- [14] “Οδηγός Ενεργειακής Επιθεώρησης, Μέρος 2^ο: Δυνατότητες Εξοικονόμησης Ενέργειας”, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, <http://www.cres.gr>

Επιστημονικά Περιοδικά

[1] ΚΤΙΡΙΟ - ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ & ΕΝΕΡΓΕΙΑ, Εκδόσεις: ΚΤΙΡΙΟ, 2009

[2] BuildingGreen, Εκδόσεις: ΚΟΡΜΟΣ, 2009

[3] Ecotec, Εκδόσεις Τεχνοεκδοτική