

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Ε.Μ.Π.

&

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ ΓΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ
ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΤΟΥ ΟΜΙΛΟΥ ΕΛΛΑΚΤΩΡ

Ρέγκλη Ιωάννα

Επιβλέπουσα:

Φούντη Μαρία

Αθήνα, Οκτώβριος 2012

Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή.....	4
Περίληψη.....	4
Κεφάλαιο 1: Βιοκλιματικός Σχεδιασμός	5
1.1 Έννοια Βιοκλιματικού Σχεδιασμού.....	5
1.2 Στόχοι Βιοκλιματικού Σχεδιασμού.	5
1.3 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα.....	7
1.3.1 Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους.....	8
1.3.2 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους.....	8
1.3.3 Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους.....	9
1.4 Στρατηγικές ψύξης	10
1.4.1 Παθητικά συστήματα δροσισμού	10
1.4.2 Σκίαση – ηλιοπροστασία	10
1.4.3 Συστήματα φυσικού αερισμού.	12
1.4.4 Συστήματα δροσισμού	13
1.5 Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού	14
1.6 Γεωθερμικά συστήματα.	16
1.7 Φωτοβολταϊκά συστήματα	17
1.8 Πράσινες στέγες και δώματα	19
1.9 Εσωτερική μόνωση δομικών στοιχείων.....	20
1.10 Άλλες μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας.....	22
1.11 Σημασία ενεργειακού ελέγχου και ενεργειακής βελτιστοποίησης	22
Κεφάλαιο 2: Εξεταζόμενο κτίριο και υφιστάμενες τεχνολογίες.....	25
2.1 Ιστορία και εγκαταστάσεις του εξεταζόμενου ομίλου	25
2.2. Ενεργειακά πρότυπα που εφαρμόστηκαν	26
2.2.1 GreenBuilding (GBP).....	26
2.2.2. Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (EMS).....	27
2.3. Τεχνολογία και Ενεργειακά μέτρα	28
2.3.1. Κέλυφος κτηρίου	29
2.3.1.1. Τοιχοποιία	29
2.3.1.2. Υαλοπίνακες	29
2.3.1.3. Αίθριο	29

2.3.2. Ηλεκτρομηχανολογικός Εξοπλισμός	29
2.3.2.1. Θέρμανση	30
2.3.2.2. Κλιματισμός	30
2.3.2.3. Συστήματα αερισμού και εξαερισμού.....	30
2.3.2.4. Συστήματα φωτισμού.....	31
2.3.2.5. Σκιασμός	31
Κεφάλαιο 3:.....	32
Κεφαλαίο 4 : Επεμβάσεις από τη μελέτη του Ομίλου	37
4.1 Προτεινόμενα μέτρα	37
4.1.1 Έλεγχος Απαιτούμενου Εξαερισμού (Demand Control Ventilation).....	37
4.1.2 Συστήματα Ηλιακού Κλιματισμού	38
4.1.3 Φωτοβολταϊκά	39
4.1.4. Εκτεταμένη πράσινη στέγη –Εφαρμογή στα κτίρια του Ομίλου	40
4.1.5 Αποδοτικός Φωτισμός.....	42
4.2. Επεμβάσεις που καταδεικνύουν τα αποτελέσματα του λογισμικού.....	42

Εισαγωγή

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι η ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου του Ομίλου Ελλάκτωρ, και η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας με σκοπό να εναρμονιστεί στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (KENAK), ο οποίος ισχύει πλέον για τις κτιριακές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα.

Περίληψη

Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας έχει γίνει αντιληπτή σε παγκόσμια κλίμακα. Οι ενέργειες προς αυτήν την κατεύθυνση έχουν οδηγήσει στην εύρεση μεθόδων και την εφαρμογή τεχνολογιών για την επίτευξη του στόχου. Η προσπάθεια αυτή συντονίζεται στην Ελλάδα από ένα συμπαγές νομοθετικό πλαίσιο, το οποίο αποβλέπει στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος.

Το κτίριο του Ομίλου Ελλάκτωρ είναι ένα χαρακτηριστικό κτίριο τριτογενή τομέα, το οποίο παρουσιάζει ελλείψεις στην ενεργειακό σχεδιασμό του με αποτέλεσμα τη χαμηλή ενεργειακή απόδοση.

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας εξετάζεται η ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου με γνώμονα τη μεθοδολογία που ορίζουν ο Κ.Εν.Α.Κ. και οι τεχνικές οδηγίες που έχουν εκδοθεί, μέσω της χρήσης του πιστοποιημένου λογισμικού «ΤΕΕ-KENAK Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων».

Στη συνέχεια εξετάζεται η εφαρμογή μέτρων και τεχνολογιών με αποκλειστικό στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μετατροπή του κτιρίου του Ομίλου Ελλάκτωρ σε κτίριο μηδενικής ή σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η εφαρμογή των μέτρων αυτών εξετάζεται με ενεργειακά και περιβαλλοντικά κριτήρια.

Κεφάλαιο 1: Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

1.1 Έννοια Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στον σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, συνήθως αναφερόμενο ως μικροκλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος.

Η γενικότερη αρχή του βιοκλιματικού σχεδιασμού υπαγορεύει ότι η Νότια πλευρά του κτιρίου πρέπει να χρησιμοποιείται για παθητική ηλιακή θέρμανση, ενώ αντίθετα η Βόρεια για προστασία από τους ανέμους και ανάσχεση της θερμότητας (δεδομένου ότι βρισκόμαστε στο Βόρειο Ημισφαίριο του πλανήτη) .

1.2 Στόχοι Βιοκλιματικού Σχεδιασμού.

Οι στόχοι που επιδιώκει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι τέσσερις:

- a. **Την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα**
- b. **Την εξοικονόμηση χρήματος.**
- c. **Την προστασία του περιβάλλοντος.**
- d. **Τη βελτίωση του εσω-κλίματος**

Οι προτεινόμενες κατευθύνσεις - προδιαγραφές σχεδιασμού αφορούν τόσο τα νέα κτήρια, όσο και τα υφιστάμενα - ανακαινιζόμενα, καθώς επίσης και τα παλαιά κτήρια στα οποία πραγματοποιούνται συνολικές επεμβάσεις επανάχρησης ή/και αποκατάστασης.

Το ζητούμενο στον βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι η ανέγερση κτιρίων, π.χ. βιομηχανικών μονάδων, κτιρίων γραφείων, κτιρίων κατοικίας, σχεδιασμένων έτσι ώστε αφενός να καλύπτονται πλήρως οι ενεργειακές τους ανάγκες και αφετέρου να είναι μηδενική στο ετήσιο ισοζύγιο η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με εκπομπές επιβλαβών αερίων.

Συνολικό στόχο αποτελεί εντέλει η ανέγερση κτιρίων στο πλαίσιο του συνήθους κόστους των κατασκευών, αλλά με σεβασμό στους περιορισμένους πόρους του φυσικού περιβάλλοντος.

Ο βαθμός στον οποίο ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σήμερα αξιοποιεί το τοπικό κλίμα ποικίλει, γεγονός που παρέχει μία ευελιξία ως προς τους τρόπους αρχιτεκτονικής έκφρασης και δυνατοτήτων εφαρμογής, μέσα από πολύ απλές τεχνικές και επεμβάσεις, έως και πολύπλοκα παθητικά ηλιακά συστήματα. Είναι δε ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική των περισσότερων διακεκριμένων αρχιτεκτόνων και μελετητών διεθνώς με έργα υποδείγματα (ή και πειραματισμούς), που αποτελούν πρότυπες εφαρμογές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Τα πρότυπα αυτά αποτελούν σήμερα όχι μόνο εργαλεία εκπαίδευσης, αλλά αποδεικνύουν παράλληλα τα πολλαπλά οφέλη που προκύπτουν από τη συμβίωση με το περιβάλλον και το κλίμα.

Ο **Βιοκλιματικός Σχεδιασμός** αφορά σε κρίσιμες επιλογές της Αρχιτεκτονικής μελέτης και κατασκευής κτιρίων και υπαίθριων χώρων. Λαμβάνοντας υπόψη πρώτα από όλα το κλίμα και τις τοπικές συνθήκες, αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια, τα φυσικά φαινόμενα και τις ιδιότητες των υλικών κατασκευής, ώστε να εξασφαλίσει ευνοϊκές συνθήκες για:

- εξοικονόμηση ενέργειας από τη σημαντική μείωση απωλειών λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων,
- παραγωγή θερμικής ενέργειας (θερμότητας) μέσω των παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου ή έμμεσου κέρδους με συμβολή στις θερμικές ανάγκες των χώρων προσάρτησης και μερική κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης του κτιρίου,
- δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης και μείωση των απαιτήσεων όσον αφορά στη ρύθμιση θερμοστάτη (σε χαμηλότερες θερμοκρασίες τον χειμώνα και υψηλότερες το καλοκαίρι),
- διατήρηση της θερμοκρασίας εσωτερικού αέρα σε επίπεδα υψηλά τον χειμώνα (και αντίστοιχα χαμηλά το καλοκαίρι), με αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων από τα επικουρικά συστήματα κατά τη χρήση του κτιρίου.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών γενικότερα, όπως αυτή προκύπτει από το βιοκλιματικό σχεδιασμό, επιτυγχάνεται στα πλαίσια της συνολικής θερμικής λειτουργίας του κτιρίου και της σχέσης κτιρίου - περιβάλλοντος. Η δε θερμική λειτουργία ενός κτιρίου αποτελεί μία δυναμική κατάσταση, η οποία:

- εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους (την ηλιοφάνεια, τη θερμοκρασία εξωτερικού αέρα, τη σχετική υγρασία, τον άνεμο, τη βλάστηση, το σκιασμό από άλλα κτίρια), αλλά και τις συνθήκες χρήσης του κτιρίου (κατοικία, γραφεία, νοσοκομεία κλπ.) και

✦ βασίζεται στην αντίστοιχη ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών του στοιχείων και (κατ' επέκταση) των ενσωματωμένων παθητικών ηλιακών συστημάτων, αλλά και το ενεργειακό προφίλ που προκύπτει από την λειτουργία του κτιρίου. Είναι γεγονός εξάλλου ότι η απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, γεγονός που τον καθιστά "ευαίσθητο" σε εξωγενείς και μη-τεχνικούς παράγοντες.

Η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική έχει επομένως διπλό στόχο: να ελαχιστοποιήσει την απαιτούμενη ενέργεια - μειώνοντας το κόστος χρήσης - και να εξασφαλίσει ένα υγιές περιβάλλον για τους χρήστες. Άλλωστε, σαν αρχιτεκτονική, ο βιοκλιματισμός εισήχθη σαν έννοια καθώς η αλλοίωση της σύστασης της ατμόσφαιρας από τη συνεχή αύξηση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων ρύπων που προκαλούνται από τις καύσεις, είχε ως αποτέλεσμα την κλιματική αλλαγή. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου σε συνδυασμό με ακραία καιρικά φαινόμενα, η αυξημένη έως καθολική εξάρτηση από το πετρέλαιο και η δημιουργία του φαινομένου της αστικής νησίδας με υψηλές θερμοκρασίες μέσα στις πόλεις, με αποτέλεσμα την ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια. Το γεγονός αυτό, εκτός από περιβαλλοντικό, έχει και οικονομικό αντίκτυπο.

1.3 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι σημαντικά εργαλεία και μέσα που χρησιμοποιεί η βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Όταν ο αρχιτέκτονας-μελετητής έχει πλέον διασφαλίσει την αποφυγή θερμικών απωλειών στο κτίριο, έχει πετύχει τον νότιο προσανατολισμό και έχει χρησιμοποιήσει ισχυρές μονώσεις στο κέλυφος του κτιρίου, τότε θα μπορούσε να προχωρήσει σε εφαρμογή των κατάλληλων παθητικών ηλιακών συστημάτων. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι συνήθως απλές κατασκευές, ενσωματωμένες στο κέλυφος του κτιρίου, που κατασκευάζονται κατά κανόνα από απλά οικοδομικά υλικά. Επιτρέπουν σημαντική μείωση του ενεργειακού κόστους για τη θέρμανση των κτιρίων και επιπλέον βελτιώνουν τη θερμική άνεση των ενοίκων τους. Η θέρμανση των κτιρίων με τέτοια συστήματα βασίζεται στην συλλογή της ηλιακής ενέργειας την ημέρα, τη μετατροπή της σε θερμική και έπειτα στην αποθήκευση και διατήρησή της στο κτίριο. Τέλος πραγματοποιείται η σωστή διανομή της θερμότητας αυτής στο χώρο με χρονοκαθυστέρηση (το βράδυ).

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

A) Συστήματα άμεσου κέρδους, όπως παράθυρα κατάλληλου προσανατολισμού.

B) Συστήματα έμμεσου κέρδους.

Γ) Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους.

1.3.1 Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους.

Τα συνηθέστερα συστήματα είναι τα παθητικά συστήματα με άμεσο ή απευθείας ηλιακό κέρδος. Βασίζονται στην αξιοποίηση των γυάλινων ανοιγμάτων και στον κατάλληλο προσανατολισμό. Τα νότια ανοίγματα συμμετέχουν θετικά στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου, ανεξάρτητα εάν ο σχεδιασμός είναι βιοκλιματικός ή συμβατικός. Η διαφορά εντοπίζεται στο ότι το κτίριο λειτουργεί παθητικά παγιδεύοντας την ηλιακή θερμότητα, την οποία αποθηκεύει στα δομικά του στοιχεία και ύστερα την αποδίδει στον χώρο όταν αυτός την χρειάζεται. Οι παράγοντες που καθορίζουν την λειτουργία των συστημάτων είναι:

1) Οι μεγάλες γυάλινες επιφάνειες στην νότια πρόσοψη, για τις εγκαταστάσεις του βορείου ημισφαιρίου.

2) Η λειτουργική διάρθρωση των χώρων.

3) Η θερμική προστασία του κελύφους.

4) Η χρήση μονωτικών παντζουριών.

5) Η μεγάλη θερμική μάζα στο εσωτερικό τους.

1.3.2 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους

Τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους βασίζονται στην αλληλουχία:

Ήλιος → συλλογή (γυάλινη επιφάνεια) → αποθήκευση (θερμική μάζα) → θέρμανση (εσωτερικός χώρος).

Τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους είναι τα κάτωθι:

- **Ηλιακοί τοίχοι:** Οι ηλιακοί τοίχοι λειτουργούν ως συλλέκτες της ακτινοβολίας του ήλιου. Στην εξωτερική τους επιφάνεια διαθέτουν τζάμι (υαλοπίνακα) σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία. Οι τοίχοι αυτοί που ονομάζονται αλλιώς και τοίχοι θερμικής αποθήκευσης μεταφέρουν ηλιακή ενέργεια είτε μέσω του τοίχου, είτε μέσω θυρίδων

(θερμοσιφωνικό πανέλο), η οποία εγκλωβίζεται στο χώρο ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο, μετατρέπεται σε θερμότητα και τέλος απορροφάται από την μάζα της τοιχοποιίας. Ο συνδυασμός των δύο παραπάνω λειτουργιών είναι ο τοίχος Trombe-Michel.

- **Ηλιακοί χώροι (θερμοκήπια):** Τα θερμοκήπια μας είναι κυρίως γνωστά από την εφαρμογή τους στον τομέα της γεωργίας με σκοπό τη βελτίωση των συνθηκών καλλιέργειας. Σήμερα, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική εισάγει τα θερμοκήπια για να δημιουργήσει χώρους συλλογής της ηλιακής ενέργειας. Αυτά είναι κλειστοί χώροι που προσαρμόζονται στη νότια πλευρά του κτιρίου και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους μίας κατοικίας (συνήθως) μέσω ανοιγμάτων ή διαπερνώντας τον τοίχο. Ο προσανατολισμός του, το μέγεθος του, η κλίση του υαλοστασίου και τα υλικά κατασκευής τους επηρεάζουν την απόδοση του συστήματος. Για να αποφεύγονται υψηλές θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του καλοκαιριού πρέπει να προβλέπονται ανοίγματα στην οροφή του θερμοκηπίου, καλός αερισμός και ηλιοπροστασία του χώρου με κινητά ή σταθερά στόρια. Το θερμοκήπιο έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να εφαρμοστεί και σε συγκροτήματα κατοικιών και όχι μόνο σε μεμονωμένες κατοικίες.
- **Ηλιακά αίθρια:** Είναι εσωτερικοί χώροι του κτίσματος, οι οποίοι διαθέτουν τζάμι στην οροφή τους και λειτουργούν αντίστοιχα με τα θερμοκήπια.

1.3.3 Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους.

Στα συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους, η συλλέκτρια επιφάνεια της ηλιακής ενέργειας διαχωρίζεται από τον χώρο θερμικής αποθήκευσης. Για τη μεταφορά της θερμότητας χρησιμοποιούνται απλά μέσα, όπως για παράδειγμα οι ανεμιστήρες. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται και υβριδικά και βασίζονται κυρίως στην φυσική ροή ενός υγρού (νερό) ή αέρα. Το απομονωμένο θερμοσιφωνικό πανέλο λειτουργεί όπως και αυτό που είναι προσαρτημένο στη όψη του κτιρίου, με τη διαφορά ότι βρίσκεται εκτός του κτιριακού περιβλήματος. Αποτελείται από υαλοπίνακα, διάκενο αέρα και μεταλλική σκουρόχρωμη επιφάνεια, που φέρει μόνωση εξωτερικά. Τοποθετείται εν γένει χαμηλότερα από τους κύριους χώρους του κτιρίου με κλίση 40° περίπου. Η θερμότητα που συλλέγεται στο διάκενο αέρα, μεταφέρεται μέσω αγωγών με θερμοσιφωνική ροή είτε απευθείας στους χώρους του κτιρίου, είτε σε αποθήκη θερμότητας (rock bed) απ' όπου αποδίδεται σταδιακά στους εσωτερικούς χώρους.

Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι σύμφωνα με τα παραπάνω, όλα τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση)

και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο.

1.4 Στρατηγικές ψύξης

Σε αντιστοιχία με τα παθητικά συστήματα θέρμανσης, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός υιοθετεί και τα παθητικά συστήματα ψύξης.

1.4.1 Παθητικά συστήματα δροσισμού

Το καλοκαίρι είναι μία εποχή κατά την οποία η μεγάλη αύξηση των επιπέδων της θερμοκρασίας οδηγεί σε αναμενόμενη αύξηση της εγκατάστασης και της χρήσεως κλιματιστικών μονάδων και συστημάτων ψύξης στις οικίες. Από αυτό φυσικά απορρέουν σημαντικά ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα, καθώς η λειτουργία των κλιματιστικών στηρίζεται στην κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας και ταυτόχρονα προκαλούν επιβάρυνση του εξωτερικού περιβάλλοντος με ρύπους και πλεονάζουσα θερμότητα. Ο φυσικός δροσισμός λοιπόν, έρχεται να δώσει λύση αφού αποτελεί μία εναλλακτική πρακτική για την εξασφάλιση θερμικής άνεσης στα κτίρια ιδίως κατά τους θερινούς μήνες. Σε αντίθεση με τα κλιματιστικά, που λειτουργούν με χαμηλές σχετικά θερμοκρασίες θερμοστάτη (π.χ. 26 °C) και επιβαρύνουν θερμικά τον περιβάλλοντα χώρο τους, τα συστήματα φυσικού δροσισμού έχουν ήπιο τρόπο ανταλλαγής θερμότητας με το εξωτερικό περιβάλλον. Κάποιες από τις βασικές τεχνικές και συστήματα φυσικού και υβριδικού δροσισμού είναι η ηλιοπροστασία, ή αλλιώς η σκίαση του κτιρίου και ο κατάλληλος φυσικός αερισμός (με χρήση ανεμιστήρων).

1.4.2 Σκίαση – ηλιοπροστασία

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος προστασίας ενός κτιρίου είναι ο σκιασμός των παραθύρων και των υπόλοιπων ανοιγμάτων του από το ανεπιθύμητο ηλιακό φως. Η ηλιοπροστασία είναι η βασικότερη τεχνική για τη μείωση των θερμικών φορτίων κατά τη θερινή περίοδο και αποτελεί προϋπόθεση για την αποδοτική εφαρμογή οποιασδήποτε άλλης τεχνικής δροσισμού στα κτίρια, είτε φυσική, είτε τεχνητή. Στην πρώτη περίπτωση κατά την οποία ο δροσισμός γίνεται με φυσικό τρόπο, η ηλιοπροστασία συνεισφέρει σημαντικά στη διατήρηση των

θερμοκρασιών μέσα στους χώρους σε ανεκτά επίπεδα και συνεπώς στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης. Στη δεύτερη περίπτωση του δροσισμού με τεχνητές μεθόδους, συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη του κτιρίου και στη μείωση του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής που προκύπτει, καθώς υπάρχει σημαντικά μειωμένη θερμική επιβάρυνση από την ηλιακή ακτινοβολία. Το καλοκαίρι όταν ο ήλιος πέφτει στη νότια πλευρά του κτίσματος, τα αντίστοιχα ανοίγματα είναι εύκολο να προστατεύουν από την μεγάλη εισροή ηλιακής ακτινοβολίας, αφού η θέση του ήλιου είναι πολύ ψηλά στον ουρανό. Η σκίαση των δυτικών και ανατολικών παραθύρων παρουσιάζει δυσκολίες, καθώς ο ήλιος είναι χαμηλά και δέχονται περισσότερη ακτινοβολία. Αυτό αντιμετωπίζεται με σωστή μελέτη για την μείωση των επιφανειών. Η σκίαση βέβαια, δεν πρέπει να εμποδίζει τον απαραίτητο ηλιασμό κατά τη διάρκεια του χειμώνα και επιβάλλεται να ελέγχεται ο ηλιασμός των ανοιγμάτων και κατά τις άλλες εποχές (άνοιξη - φθινόπωρο).

Αναλυτικότερα τώρα, η ηλιοπροστασία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων. Τα παράθυρα προς το νότο μπορούν να σκιάζονται από πρόβολο πάνω από το γυάλινο στοιχείο. Έτσι εξασφαλίζεται μέγιστο όφελος το χειμώνα από τον ήλιο, εφόσον ο πρόβολος τοποθετείται σε τέτοια θέση ώστε ο ήλιος να διαπερνά τα ανοίγματα όταν είναι χαμηλά στον ουρανό κατά τον χειμώνα. Για τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα στα οποία οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν από χαμηλά, απαιτείται σκίαση κατακόρυφου τύπου.

Το ίδιο το σχήμα του κτιρίου (εσοχές, εξοχές, διατάξεις σε σχήμα Γ ή Π, διαμόρφωση εσωτερικών αυλών ή στοών κλπ.), μπορεί να επηρεάσει τη σκίαση του κτιρίου. Παράλληλα σκίαση επιτυγχάνεται σχεδόν και από μία πιθανή γειτονική κατασκευή. Το γεγονός λοιπόν ότι τα κτίρια σχεδιάζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι το ένα κοντά στο άλλο και να περιβάλλονται από στενούς δρόμους έχει ως αποτέλεσμα τον επιτυχή σκιασμό των κτιρίων αυτών μεταξύ τους σε ένα ποσοστό από τον ήλιο. Από την άλλη μεριά το να βρίσκονται τα κτίρια αυτά πολύ κοντά το ένα με το άλλο μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να δυσκολεύει τον απαραίτητο αερισμό τους.

Την επιθυμητή σκίαση μπορεί να δημιουργήσει επίσης η βλάστηση. Τα φυτά μπορούν να εξασφαλίζουν κάποια πλεονεκτήματα έναντι του ήλιου κυρίως κατά τον χειμώνα όταν τα κλαδιά τους είναι γυμνά και προοδευτικά καθώς πληθαίνουν τα φύλλα τους κατά το θέρος να επικαλύπτουν και να σκιάζουν το κτίριο. Ένα γυμνό δέντρο μπορεί να εμποδίσει τις ακτίνες του ήλιου μέχρι και 20% ή 40%, ανάλογα με την περίπτωση.

Επιπλέον, υπάρχει πληθώρα σκιάστρων για τα ανοίγματα, τα οποία διακρίνονται ανάλογα με τη θέση τους (εσωτερικά, εξωτερικά ή ενδιάμεσα των υαλοπινάκων), ανάλογα με τη γεωμετρία τους (κατακόρυφα, οριζόντια, σχαρωτά), ανάλογα με τη δυνατότητα χειρισμού τους (σταθερά ή κινητά) και τέλος, ανάλογα με το υλικό και τις θερμικές και οπτικές

ιδιότητες τους και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Η σκίαση αποτελεί και μέσο ελέγχου του φυσικού φωτισμού και ιδιαίτερα της θάμβωσης, καθώς μειώνει την άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στους χώρους. Συνεπώς, κατά την επιλογή του κατάλληλου σκιάστρου θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη τόσο η θερμική, όσο και η οπτική του απόδοση όλο το χρόνο.

Ένα κινητό κατακόρυφο πέτασμα μπορεί να αποτελέσει τον πιο αποδοτικό τρόπο για την εξασφάλιση σκιασμού. Αν το πέτασμα είναι σταθερό τότε πρέπει να καθοριστούν σωστά οι διαστάσεις του από το πλάτος και το ύψος του παραθύρου, καθώς και η απόστασή του από αυτό. Είναι προτιμότερο να εφαρμόζεται κινητή προστασία η οποία μπορεί να ρυθμιστεί εύκολα. Στόρια, τέντες, σκιάστρα, κουρτίνες είναι κάποια από τα παραδείγματα ρυθμιζόμενων μηχανισμών σκίασης. Αυτά μπορούν να χρησιμοποιούνται και κατά τον χειμώνα ώστε να αυξήσουν τη θερμομόνωση του σπιτιού.

Τέλος, αξίζει να σημειώσουμε ότι εκτός από τη σκίαση, μια εναλλακτική τεχνική για την ηλιοπροστασία ενός κτιρίου είναι η αύξηση της ανακλαστικότητας των εξωτερικών του επιφανειών. Με αυτήν τη μέθοδο, δηλαδή με τη χρήση ανακλαστικών (ανοιχτόχρωμων) επιχρισμάτων στις εξωτερικές επιφάνειες μπορούμε να επιτύχουμε σημαντική μείωση στην απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από το κέλυφος του κτιρίου με αποτέλεσμα να μην επιβαρύνεται το κτίριο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Γνωρίζουμε άλλωστε ότι οι σκουρόχρωμες επιφάνειες απορροφούν μεγαλύτερα ποσά ακτινοβολίας από τις ανοιχτόχρωμες.

1.4.3 Συστήματα φυσικού αερισμού.

Ακόμη και μετά τον σκιασμό ενός κτιρίου, οι θερμοκρασίες του εσωτερικού του χώρου, ειδικά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, μπορεί να παραμείνουν υψηλές, με αποτέλεσμα οι συνθήκες που επικρατούν να επηρεάζουν την θερμική άνεση των ενοίκων του. Το πρόβλημα μπορεί να περιοριστεί εάν εφαρμόσουμε ακόμα μία στρατηγική ψύξης όπως είναι ο φυσικός αερισμός.

Ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη βασικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από το κτίριο τους θερμούς μήνες, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά μέσα. Αποτελεί τη σημαντικότερη και συνηθέστερη μέθοδο φυσικού δροσισμού, εφόσον γίνεται με τον κατάλληλο τρόπο.

Με το φυσικό αερισμό επιτυγχάνονται τρία πράγματα:

1. Απομακρύνεται η θερμότητα από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες το επιτρέπουν.
2. Απομακρύνεται η αποθηκευμένη θερμότητα από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου (όταν αυτά αποτελούνται από επαρκή θερμική μάζα).
3. Απομακρύνεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα, με αποτέλεσμα την αύξηση του επιπέδου θερμικής άνεσης ενός χώρου, ακόμα και σε σχετικά ψηλές θερμοκρασίες.

1.4.4 Συστήματα δροσισμού

Ψύξη από το έδαφος

Η χρήση του εδάφους για το δροσισμό των εσωτερικών χώρων βασίζεται στην απαγωγή της θερμότητας από το κτίριο προς το έδαφος με αγωγιμότητα, επειδή το καλοκαίρι το έδαφος έχει μικρότερη θερμοκρασία από εκείνη του περιβάλλοντος και λειτουργεί ως φυσική δεξαμενή θερμότητας. Ο δροσισμός από το έδαφος εξασφαλίζεται με τα ημιυπόσκαφα κτίρια και με υπεδάφια συστήματα αγωγών.

Η κατασκευή υπόσκαφων ή ημιυπόσκαφων κτιρίων, εφόσον τοπογραφικές και άλλες συνθήκες το συνιστούν, συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση του ψυκτικού φορτίου των κτιρίων. Κατά τους θερμούς μήνες, το έδαφος βρίσκεται σε αρκετά χαμηλότερη θερμοκρασία από το εξωτερικό περιβάλλον και, ερχόμενο σε επαφή με το κτιριακό κέλυφος, βοηθά στην απομάκρυνση της θερμότητας από το κτίριο. Το χειμώνα, η επαφή του κτιρίου με το έδαφος μειώνει τις θερμικές απώλειες προς το ψυχρό περιβάλλον. Σε περιοχές με πολύ ψυχρούς χειμώνες συνιστάται η θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους, ώστε να μειώνονται οι θερμικές απώλειες προς το έδαφος, ενώ σε περιοχές με θερμά καλοκαίρια συνιστάται να παραμένει αμόνωτο, ώστε να διευκολύνεται η μετάδοση της θερμότητας με αγωγή προς το έδαφος. Στα σημεία κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, τα οποία βρίσκονται σε θερμοκρασία που πλησιάζει αυτή του εξωτερικού αέρα, συνιστάται περιμετρική θερμομόνωση για παρεμπόδιση της μετάδοσης της θερμότητας στο κτίριο.

Ψύξη με εξάτμιση

Σε περιοχές με σχετικά χαμηλή υγρασία, μπορεί να επιτευχθεί δροσισμός με την εξάτμιση νερού. Ο αέρας, διερχόμενος από κάποιο σώμα νερού και προκαλώντας την εξάτμισή του, ψύχεται, ενώ εμπλουτίζεται με υδρατμούς. Όταν ο αέρας αυτός εισέρχεται απ' ευθείας στο κτίριο έχουμε άμεσο εξατμιστικό δροσισμό, ενώ όταν ψύχει το κέλυφος του κτιρίου ή

κάποιον εναλλάκτη, τότε έχουμε έμμεσο εξατμιστικό δροσισμό. Τεχνικές άμεσου φυσικού δροσισμού περιλαμβάνουν τη χρήση σωμάτων νερού (όπως λίμνες ή σιντριβάνια) σε εσωτερικές αυλές και αίθρια ή σε πύργους δροσισμού. Τεχνικές έμμεσου φυσικού δροσισμού είναι οι ανοιχτές λίμνες οροφής και ο ψεκασμός των δωμάτων με νερό. Επιπλέον, υπάρχουν και υβριδικές (μηχανικές) ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης).

Δροσισμός μέσω ακτινοβολίας

Όλες οι εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων ακτινοβολούν θερμότητα κατά τη διάρκεια της νύχτας προς τον ουρανό, ο οποίος λειτουργεί ως «μαύρο σώμα». Όσο πιο καθαρός είναι ο ουρανός (χωρίς σύννεφα) και όσο χαμηλότερη είναι η υγρασία που περιέχει ο αέρας, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσό ακτινοβολίας που εκπέμπεται. Για να είναι αποτελεσματική η νυχτερινή ακτινοβολία θα πρέπει οι επιφάνειες που ακτινοβολούν να έχουν «θέα» του ουρανού. Κατά συνέπεια, οι οροφές των κτιρίων ακτινοβολούν το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας. Επί πλέον, θα πρέπει η επιφάνεια ακτινοβολίας να είναι έτσι κατασκευασμένη, ώστε η συσσωρευμένη κατά τη διάρκεια της ημέρας θερμότητα να έχει τη δυνατότητα να διοχετευθεί, μέσω κατάλληλης κατασκευής, προς την εξωτερική επιφάνεια του κελύφους. Επειδή πρακτικά η νυχτερινή ακτινοβολία μεγάλης ποσότητας θερμικής ενέργειας από το κτίριο προϋποθέτει οροφή χωρίς μόνωση, ενώ η μόνωση της οροφής είναι απαραίτητη για την προστασία του κτιρίου από την ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ημέρας, το σύστημα δροσισμού μέσω νυχτερινής ακτινοβολίας αποτελεί πάντα μια ειδική κατασκευή. Τα συνηθέστερα συστήματα νυχτερινής ακτινοβολίας είναι ο «μεταλλικός ακτινοβολητής» τοποθετημένος στην οροφή του κτιρίου και η λίμνη οροφής.

1.5 Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Πριν από την ανάπτυξη του τεχνητού φωτισμού, οι παραδοσιακές κοινωνίες έδιναν μεγάλη σημασία στην επάρκεια του φυσικού φωτισμού. Η υιοθέτηση της εσωτερικής αυλής αποδείχθηκε πηγή πολλών λύσεων. Έτσι, αντί το φως του ήλιου να εισέρχεται απ' ευθείας στους εσωτερικούς χώρους, υφίστατο πολλές ανακλάσεις στα γύρω κτίρια. Παράλληλα, η βλάστηση της αυλής συχνά χρησίμευε για τη ρύθμιση και εξασθένιση του καλοκαιρινού φωτισμού, που διαφορετικά θα ήταν πολύ έντονος, καθώς επίσης και τον έλεγχο της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι. Τον χειμώνα τα φύλλα έπεφταν, με άμεσο αποτέλεσμα τη βελτίωση του φυσικού φωτισμού και την εκμετάλλευση των ηλιακών κερδών.

Είναι ευνόητο ότι σε πολλές περιπτώσεις δεν επιτυγχάνονται βέλτιστα αποτελέσματα με την αποκλειστική χρήση του φυσικού φωτισμού. Όμως, μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου, αν χρησιμοποιηθεί ως τμήμα ενός ολοκληρωμένου συστήματος, που περιλαμβάνει τη δυνατότητα επιλογής ανάμεσα στο φυσικό και τον τεχνητό φωτισμό ή την σκίαση. Με τη χρήση πιο αποδοτικών εξαρτημάτων και συστημάτων ελέγχου και με την ενσωμάτωση τεχνικών φυσικού φωτισμού, μπορεί να μειωθεί η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό κατά 30-50%.

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού επιτυγχάνεται με έξι τεχνικές:

1. Ανοίγματα οροφής
2. Ειδικούς υαλοπίνακες
3. Διαφανή μονωτικά υλικά
4. Ανακλαστικές Περσίδες
5. Ανακλαστήρες φωτισμού
6. Φωτοσωλήνες

Ανοίγματα οροφής

Η είσοδος του ηλιακού φωτός γίνεται με 4 τρόπους:

- Με την αξιοποίηση της κεκλιμένης οροφής, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων στο πάνω μέρος της σοφίτας.
- Με την χρήση πολλαπλών ανοιγμάτων οροφής, που ήταν χαρακτηριστικό γνώρισμα των βιομηχανικών κτιρίων τον περασμένο αιώνα.
- Με κατακόρυφους φεγγίτες οροφής, δηλαδή ανοίγματα τοποθετημένα στις πλευρές ανυψωμένων τομέων στη στέγη.
- Με την κατασκευή αίθριου, το οποίο, όπως προαναφέρθηκε, εκτός του φυσικού φωτισμού, συνεισφέρει και στη μείωση του θερμικού φορτίου στο κτίριο.

Ειδικό υαλοπίνακες

Η χρήση βελτιωμένων ειδικών υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους. Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι σταθερές, μεταβαλλόμενες (ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες) ή ρυθμιζόμενες. Οι ειδικοί υαλοπίνακες μπορεί να είναι έγχρωμοι, απορροφητικοί, ανακλαστικοί, ημιδιαφανείς, επιλεκτικοί, ηλεκτροχρωμικοί κ.ά.

Διαφανή μονωτικά υλικά

Είναι υλικά φωτοδιαπερατά με μεγάλη θερμομονωτική ικανότητα, τα οποία χρησιμοποιούνται σε τοίχους που εκτίθενται σε άμεση ηλιακή ακτινοβολία και σε ανοίγματα όπου δεν απαιτείται θέα (π.χ. φεγγίτες).

Ανακλαστικές περσίδες

Είναι ανακλαστικά κινητά στοιχεία μικρού μεγέθους, που τοποθετούνται μέσα ή έξω από τα ανοίγματα.

Ανακλαστήρες φωτισμού

Λέγονται αλλιώς και ράφια φωτισμού, είναι επίπεδα στοιχεία με έντονη ανακλαστική επίστρωση, τα οποία στερεώνονται εσωτερικά ή εξωτερικά στο ανώτερο μέρος του πλαισίου του ανοίγματος. Το μεγάλο πλεονέκτημα είναι ότι κατευθύνουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία προς τις εσωτερικές επιφάνειες του χώρου, εξασφαλίζοντας έτσι ομοιόμορφη κατανομή φυσικού φωτισμού. Έχουμε δηλαδή, αύξηση του φωτισμού σε περιοχές μακριά από τα ανοίγματα και μείωση του φωτισμού στις ζώνες των ανοιγμάτων.

Φωτοσωλήνες

Είναι ένας κενός μεταλλικός σωλήνας, με εσωτερικά τοιχώματα μεγάλης ανακλαστικότητας, στην κορυφή του οποίου τοποθετείται ένας ανακλαστήρας. Ο ανακλαστήρας αναγκάζει το ηλιακό φως να εισέλθει στο σωλήνα και στη συνέχεια οδηγείται στο εσωτερικό του χώρου, μέσω πολλαπλών ανακλάσεων. Τοποθετείται στην οροφή του κτιρίου και μεταφέρει το φυσικό φως μέχρι και δύο ορόφους χαμηλότερα.

1.6 Γεωθερμικά συστήματα.

Προερχόμενη από το εσωτερικό της γης και από τη διάσπαση των φυσικών ισοτόπων, η γεωθερμική ενέργεια είναι πρακτικά απεριόριστη, χιλιάδες φορές περισσότερη από την περιεχόμενη ενέργεια σε όλα τα υπάρχοντα αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου. Περαιτέρω, αποτελεί γηγενή, ανανεώσιμη, σχετικά φθηνή και επιπλέον «πράσινη» μορφή ενέργειας σε σχέση με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα, με χαμηλές και υπό προϋποθέσεις μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ενώ παράλληλα είναι ικανή να εφοδιάζει τους σταθμούς ενέργειας σε συνεχή βάση δίχως να απαιτείται αποθήκευση ή εφεδρικοί σταθμοί.

Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας είναι τεχνοοικονομικά εφικτή εκεί όπου σε σχετικά μικρό βάθος υπάρχουν υδροπερατοί σχηματισμοί υψηλής θερμοκρασίας που περιέχουν νερό ή

ατμό. Πρόκειται για τα γνωστά γεωθερμικά πεδία, είτε υψηλής ενθαλπίας (πάνω από 150°C), τα οποία είναι κατάλληλα για ηλεκτροπαραγωγή, είτε χαμηλής ενθαλπίας, όπου οι θερμοκρασίες είναι μικρότερες και η γεωθερμική ενέργεια είναι κατάλληλη μόνο για θερμικές χρήσεις.

1.7 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Για να καλύψουμε τις ολοένα αυξανόμενες ανάγκες μας για ενέργεια, τα τελευταία χρόνια στρεφόμεστε προς την ηλιακή ενέργεια. Η στροφή αυτή προς τις καθαρές πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, αποτελεί τη μόνη διέξοδο για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών που απειλούν σήμερα τον πλανήτη. Επιπλέον, η χρήση της ηλιακής ενέργειας συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα καρκινογόνα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου κλπ.). Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

Τα φωτοβολταϊκά παρέχουν τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια. Τον καθιστούν έτσι πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν με αυτόν τον τρόπο στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Δεδομένου ότι η παραγωγή και κατανάλωση του ηλιακού ηλεκτρισμού γίνονται τοπικά, αποφεύγονται οι σημαντικές απώλειες της μεταφοράς και διανομής του ηλεκτρισμού και κατ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 10% σε σχέση με τη συμβατική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του δικτύου. Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να τοποθετηθούν σε οικόπεδα, στέγες (επίπεδες και κεκλιμένες) ή και σε προσόψεις κτιρίων. Υπάρχουν δύο τρόποι να τα χρησιμοποιήσει κανείς: α) ανεξάρτητα από το δίκτυο της ΔΕΗ ή β) σε συνεργασία μ' αυτό.

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

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

δίκτυο όταν η παραγωγή υπερκαλύπτει τις ανάγκες του, π.χ. τις ηλιόλουστες ημέρες ή όταν λείπει κανείς. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούνται για παροχή ηλεκτρικής ενέργειας εφεδρείας (δηλαδή ως συστήματα αδιάλειπτης παροχής – UPS). Στην περίπτωση αυτή, το σύστημα είναι μεν διασυνδεδεμένο με τη ΔΕΗ, αλλά διαθέτει και μπαταρίες (συν όλα τα απαραίτητα ηλεκτρονικά) για να αναλαμβάνει την κάλυψη των αναγκών σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος και για όσο διαρκεί αυτή.

Τα φωτοβολταϊκά εγγυώνται:

- μηδενική ρύπανση,
- αθόρυβη λειτουργία,
- αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που φθάνει τα 30 χρόνια),
- απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές,
- δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες,
- ελάχιστη συντήρηση.

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης 1,1 κιλών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου). Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,4 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους.

Βέλτιστα, το φωτοβολταϊκό σύστημα που θα εγκατασταθεί πρέπει να έχει ενταχθεί από την αρχή στο σχεδιασμό του σπιτιού. Μια συνολική μελέτη που να καλύπτει την εξοικονόμηση ενέργειας (μόνωση, έξυπνα παράθυρα, σκίαση κλπ.), τη θέρμανση και τον κλιματισμό και τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό (με φωτοβολταϊκά), θα βοηθήσει να επιτευχθεί το καλύτερο αποτέλεσμα με το μικρότερο κόστος.

Τα περισσότερα κτίρια είναι κατάλληλα, αρκεί να πληρούνται οι εξής προϋποθέσεις:

1. **Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος.** Ως πρόχειρος κανόνας υπολογίζεται πως χρειάζεται περίπου 1 τετραγωνικό μέτρο για κάθε 100 Watt (αν χρησιμοποιηθούν τα συνηθισμένα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά του εμπορίου). Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται ώστε ο χώρος να είναι κατά το δυνατόν 100% ασκίαστος καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Διαφορετικά, το σύστημα θα λειτουργεί με μικρότερη απόδοση.
2. **Τα φωτοβολταϊκά έχουν τη μέγιστη απόδοση όταν έχουν νότιο προσανατολισμό.** Αποκλίσεις από το Νότο έως και 45° είναι επιτρεπτές, μειώνουν όμως την απόδοση.

3. Η **σωστή κλίση** του φωτοβολταϊκού σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Συνήθως επιλέγεται μια κλίση που να δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Στην Ελλάδα, η βέλτιστη κλίση είναι γύρω στις 30°.

1.8 Πράσινες στέγες και δώματα

Η φύτευση ταρατσών επιφέρει :

1. **Ενεργειακά – οικονομικά οφέλη:** Οι πράσινες στέγες προσφέρουν εξαιρετική θερμομόνωση, υγραμόνωση και ηχομόνωση. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες μειώνεται σε σημαντικό βαθμό η απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από τη στέγη, με αποτέλεσμα τη μείωση της διεύθυνσης της θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον. Σε ένα καλά μονωμένο κτίριο η χρήση του κλιματιστικού και του καλοριφέρ μειώνεται αισθητά. Σύμφωνα με έρευνες, η κατανάλωση μειώνεται κατά 10 έως 20%.
2. **Περιβαλλοντικά οφέλη:** Οι πράσινες στέγες σε μεγάλη κλίμακα βελτιώνουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας (καθώς παράγουν οξυγόνο και φιλτράρουν τη σκόνη), ενώ αντιμετωπίζουν το φαινόμενο της επίδρασης της αστικής νησίδας (αφορά στη διαφορά της θερμοκρασίας του κέντρου της πόλης με εκείνη των προαστίων). Παράλληλα μειώνουν τον θόρυβο, κατά περίπου 3 dB.
3. **Αισθητικά οφέλη:** Αχρησιμοποίητοι και αντιαισθητικοί χώροι μετατρέπονται σε χώρους χρήσιμους, λειτουργικούς και όμορφους.
4. **Επενδυτικά οφέλη:** Το χαμηλότερο ενεργειακό κόστος, τα χαμηλότερα επίπεδα θορύβου και η αισθητική αναβάθμιση αποτελούν ισχυρά πλεονεκτήματα που ανεβάζουν την αξία των ακινήτων και ολόκληρων συνοικιών.

Τέλος, αξίζει να αναφέρουμε κάποιες ενδεικτικές προτάσεις για την δημιουργία πράσινων ταρατσών και φυτεμένων δωμάτων και κάποιων επεμβάσεων στα κτίρια. Συγκεκριμένα:

- Ενσωμάτωση στο οικοδόμημα φρεατίων από οπλισμένο σκυρόδεμα, υποδοχής χώματος μεγάλου βάθους για τη φύτευση δέντρων και αναρριχώμενων φυτών.
- Διαμόρφωση κατακόρυφων ικριωμάτων - πετασμάτων στις όψεις των κτιρίων, τα οποία υποδέχονται επιλεγμένα αναρριχώμενα φυτά.
- Κάλυψη μεγάλης επιφάνειας του δώματος με φυτά τα οποία αναπτύσσονται οριζόντια σε ειδικά διαμορφωμένες κατασκευές - πέργκολες. Οι κληματαριές, ως φυλλοβόλα φυτά, επιτρέπουν στον ήλιο να θερμαίνει το δώμα το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι το προστατεύουν με πυκνή σκιά.

- Κατασκευές στο δώμα οι οποίες θα υποστηρίξουν την χρήση του και θα εξασφαλίζουν έμμεσα τη φροντίδα των φυτών από τους κατοίκους, ενώ θα προσφέρουν ταυτόχρονα επιφάνεια με κατάλληλη κλίση για την τοποθέτηση ηλιόθερμων και φωτοβολταϊκών στοιχείων για εξοικονόμηση ενέργειας.
- Δημιουργία δεξαμενής στο υπόγειο για τη συλλογή του νερού της βροχής που θα χρησιμοποιείται για το πότισμα των φυτών.

Η πρόταση της φύτευσης, αν εφαρμοστεί συστηματικά σε ολόκληρο οικοδομικό τετράγωνο, είναι δυνατό να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής και να λειτουργήσει συμπληρωματικά με την απαραίτητη συστηματική φύτευση και φροντίδα των ακάλυπτων χώρων των οικοπέδων.

1.9 Εσωτερική μόνωση δομικών στοιχείων

Η εσωτερική θερμομόνωση μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε νέες ή υφιστάμενες κατασκευές, σύμφωνα με τις λύσεις που παρουσιάζονται στα σχήματα που ακολουθούν.

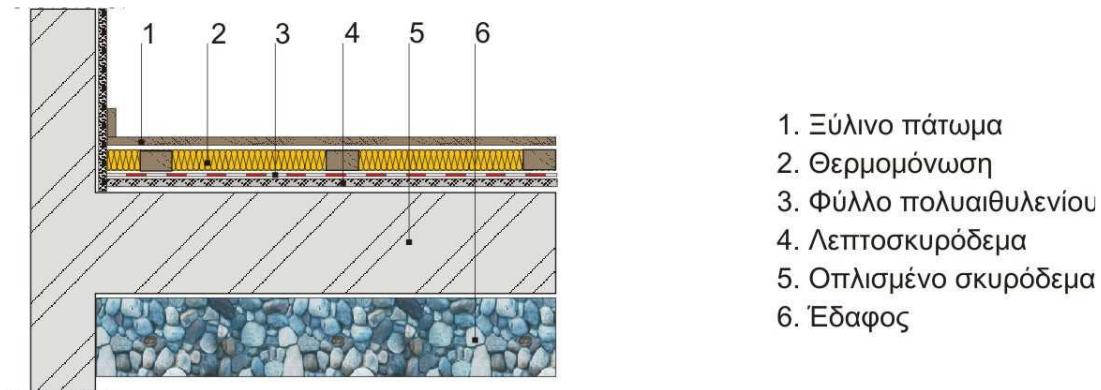
Μόνωση τοιχοποιίας

Για την κατασκευή εσωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας ακολουθείται η παρακάτω διαδοχή εργασιών:

- Στερέωση του θερμομονωτικού υλικού - πλάκες πετροβάμβακα ή σκληρές πλάκες υαλοβάμβακα - επί της τοιχοποιίας.
- Στερέωση πλέγματος για την καλή πρόσφυση του επιχρίσματος (αν ως θερμομονωτικό υλικό χρησιμοποιηθεί ξυλόμαλλο, το πλέγμα δεν χρειάζεται). Εσωτερική επίχριση σε τρεις στρώσεις (πεταχτό, λάσπωμα, τριφτό). Διαμόρφωση περιθωρίου (σοβατεπί) στη βάση του τοίχου και γύψινων ή άλλου τύπου πιθανών διακοσμητικών στοιχείων στη σύνδεση του με την οροφή (κορνίζα) και γενικότερα στην επιφάνεια του.
- Στοκάρισμα και βαφή της όψης σε δυο επαλείψεις με χρώματα που θα επιτρέπουν τη διαπνοή του τοίχου.

Μόνωση δαπέδου

Το δάπεδο ενός κτιρίου βρίσκεται σε επαφή είτε με το έδαφος, είτε με μη θερμαινόμενο χώρο, είτε με το εξωτερικό περιβάλλον.



Σχήμα 1: Εσωτερική θερμομόνωση σε δάπεδο επί εδάφους.

Για την τοποθέτηση θερμομόνωσης σε δάπεδο εσωτερικά (ξύλινο ή μάρμαρο ή πλακίδια), ακολουθείται η παρακάτω διαδοχή εργασιών:

A) Ξύλινο δάπεδο επί εδάφους

- Αποξήλωση πατώματος και δοκίδων.
- Στρώση λεπτοσκυροδέματος, αν η πλάκα τουοπλισμένου σκυροδέματος δεν είναι αρκετά λεία.
- Τοποθέτηση φύλλου πολυαιθυλενίου για πρόληψη τυχόν ανιούσας υγρασίας.
- Τοποθέτηση ορθογώνιων δοκών ανά 40 – 50 cm για την υποδοχή του σανιδώματος. Στερεώνεται σε τάκους ή επί του υποστρώματος.
- Τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης από μαλακές πλάκες ή πάπλωμα θερμομονωτικού υλικού στο ενδιάμεσο των δοκών διάστημα.
- Στερέωση τα με ήλωση του σανιδώματος ψευδοδαπέδου σε κάθετη διεύθυνση επάνω στους δοκούς.
- Στερέωση με ήλωση του παρκέτου επάνω στο σανίδωμα.
- Στοκάρισμα τρίψιμο και γυάλισμα του τελικού δαπέδου.
- Διαμόρφωση των περιθωρίων (σοβατεπί).
- Στοκάρισμα στη βάση και συνολική βαφή των περιμετρικών τοίχων.

B) Δάπεδο με μωσαϊκό, πλακίδια ή μάρμαρα επί εδάφους

- Αποξήλωση του υφιστάμενου δαπέδου αν για διάφορους λόγους δεν επιτρέπεται η υπερύψωση της στάθμης του δαπέδου ή η μείωση του καθαρού ύψους του χώρου.
- Καθαρισμός και διαμόρφωση λείας επιφάνειας. Επάλειψη με στεγανωτικό γαλάκτωμα.
- Τοποθέτηση φύλλου πολυαιθυλενίου για πρόληψη τυχόν ανιούσας υγρασίας.
- Στρώση λεπτοσκυροδέματος / διάστρωση κονίας και πλακιδίων ή μωσαϊκού ή μαρμάρων.

1.10 Άλλες μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες πρακτικές μέθοδοι προκειμένου να εξοικονομηθεί ενέργεια σε ένα σπίτι ή σε ένα κτίριο τριτογενούς τομέα:

1. Οικιακές συσκευές
 - a. Υποχρεωτικές απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης.
 - b. Προγράμματα χαμηλής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένου προγράμματος λειτουργίας αναμονής, για ηλεκτρονικές συσκευές και συσκευές δικτύου.
 - c. Χρήση τηλεοράσεων και αποκωδικοποιητών χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας.
 - d. Πρότυπα ελέγχου και πρωτόκολλα μετρήσεων ενεργειακής αποδοτικότητας.
2. Φωτισμός
 - a. Καλύτερη χρήση φωτισμού και σταδιακή κατάργηση λαμπτήρων πυρακτώσεως.
 - b. Εξασφάλιση χαμηλού κόστους φωτισμού σε δημόσια κτίρια και σταδιακή κατάργηση φωτισμού που παράγεται από ορυκτά καύσιμα.
3. Μέσα Μεταφοράς
 - a. Μείωση της ποσότητας των παραγών του πετρελαίου που χρησιμοποιούνται στα ελαστικά.
 - b. Υποχρεωτικά πρότυπα κατανάλωσης καυσίμου για οχήματα μικρού / μεσαίου κυβισμού.
 - c. Χρήση οχημάτων χαμηλής κατανάλωσης καυσίμου.
 - d. Οικολογική οδήγηση.
4. Βιομηχανία
 - a. Συγκέντρωση δεδομένων υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας που αφορούν την βιομηχανία.
 - b. Ενεργειακή αποδοτικότητα των ηλεκτρικών μηχανών.
 - c. Επικέντρωση στην ανάπτυξη της ενεργειακής διαχείρισης.
 - d. Προαγωγή της ενεργειακής αποδοτικότητας σε μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις.

1.11 Σημασία ενεργειακού ελέγχου και ενεργειακής βελτιστοποίησης

Επειδή η εφαρμογή κάθε τεχνολογίας σε ένα κτίριο πρέπει να εξετασθεί με ακρίβεια, δημιουργήθηκε η ανάγκη ανάπτυξης ενεργειακής ταυτότητας των κτιρίων βασισμένη σε λεπτομερή ενεργειακό έλεγχο και καταγραφή της ενέργειας. Οποιαδήποτε εταιρεία αποφασίσει

να ελέγξει και να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας, εφαρμόζοντας προγράμματα ενεργειακής διαχείρισης, πρέπει να ξεκινήσει με ενεργειακό έλεγχο και καταγραφή. Με τον ενεργειακό έλεγχο καταγράφονται και ελέγχονται τα παρακάτω στοιχεία: παραγόμενη ενέργεια, διανομή και χρήση της ενέργειας, απώλειες ενέργειας. Τα στοιχεία αυτά αφορούν στον εξοπλισμό (π.χ. ηλεκτρομηχανολογικό), στο κέλυφος του κτιρίου και στη διανομή εντός και εκτός του κτιρίου (αφορά κυρίως επιχειρήσεις).

Ένα από τα βασικά σημεία του κτιριακού ελέγχου είναι η ανάπτυξη ενεργειακών προτύπων και η βελτίωση της κατάστασης των κτιρίων σε σχέση με την κατανάλωση ενέργειας. Με την χρήση αυτών των προτύπων η ενεργειακή κατανάλωση μπορεί να υπολογισθεί πριν και μετά την εφαρμογή των ενεργειακών μέτρων. Έτσι, για τη διαμόρφωση αυτών των προτύπων, απαιτείται σωστή μέτρηση και εκτίμηση αρκετών παραγόντων, με βασικότερους τους εξής:

- Τη χρήση του κτιρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός).
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία, σκίαση, προσανατολισμός).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτιρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.α.), σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (χωρίσματα κ.α.).
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας, διαπερατότητα κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.).
- Επιρροή κατοίκων της περιοχής.

Ο αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος καταλήγει σε μια αναφορά όπου συμπεριλαμβάνονται τα αποτελέσματα των ελέγχων και των μετρήσεων και η οποία καταλήγει σε μια σειρά από προτάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Οι παραπάνω προτάσεις χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Δραστηριότητες νοικοκυρέματος.
- Δραστηριότητες χαμηλού κόστους.
- Δραστηριότητες ανακατασκευής.

Στις δυο τελευταίες κατηγορίες απαραίτητη είναι η εξέταση της βιωσιμότητάς τους, με βάση τα κριτήρια οικονομικής αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων.

Μέχρι τώρα οι προσπάθειες εξοικονόμησης ενέργειας απέτυχαν καταρχάς λόγω της απουσίας επαρκούς ενεργειακού ελέγχου. Επιπλέον δεν υπήρχε κάποιο επαρκές πρόγραμμα που να προσανατολίζεται στην μεγαλύτερη πηγή κατανάλωσης ενέργειας, που δεν είναι άλλη από τα κτίρια. Σε αυτά προστίθεται το γεγονός ότι οι ευρωπαϊκές οδηγίες που αφορούν στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων καθώς και στην προαγωγή των εθνικών σχεδίων δράσης, δεν έχουν ακόμα εφαρμοστεί απόλυτα στην Ελλάδα, τόσο στον δημόσιο, όσο και στον οικιακό τομέα.

Σύμφωνα με το Υπουργείο Διαχείρισης Ενέργειας και Κλιματικών Αλλαγών, ο ευρύτερος δημόσιος τομέας μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στην διαχείριση της ενέργειας, καθώς τα δημόσια κτίρια είναι περίπου 200.000, δηλαδή περίπου το 5% των κτιρίων τριτογενούς τομέα.

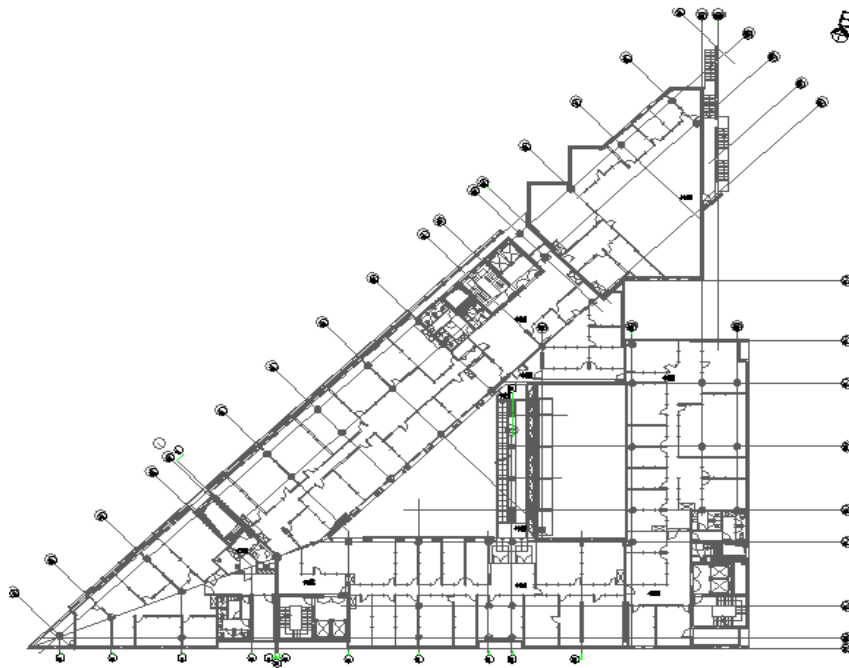
Κεφάλαιο 2: Εξεταζόμενο κτίριο και υφιστάμενες τεχνολογίες

2.1 Ιστορία και εγκαταστάσεις του εξεταζόμενου ομίλου

Το εξεταζόμενο κτίριο βρίσκεται στα κεντρικά γραφεία του ομίλου ΕΛΛΑΚΤΩΡ στην Κηφισιά. Ο όμιλος ΕΛΛΑΚΤΩΡ προέκυψε το 2002 από την συγχώνευση τριών εταιρειών: ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΔΟΜΙΚΗ Α.Ε., ΑΚΤΩΡ Α.Ε. και ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΒΟΛΟΥ Α.Ε. Η μεταφορά του ομίλου στην Κηφισιά έγινε το 2008. Η κατασκευή του κτιρίου ξεκίνησε το 1998 και ολοκληρώθηκε το 2002. Ο όμιλος δραστηριοποιείται στο χώρο των κατασκευών, στις παραχωρήσεις, στη διαχείριση απορριμμάτων, στην ανάπτυξη ακινήτων και στην διαχείριση της ενέργειας.

Τα κεντρικά γραφεία του ομίλου εδρεύουν σε 2 κτίρια (ένα κεντρικό και ένα βοηθητικό) τα οποία διαθέτουν συνολικά 4 ορόφους και 3 υπόγεια στάθμησης, παρέχοντας περισσότερες από 200 θέσεις εργασίας για 600 υπαλλήλους. Υπάρχουν επιπλέον χώροι συνάντησης, ένα εστιατόριο και ένα γυμναστήριο. Η συνολική έκταση του χώρου είναι περίπου 31 στρέμματα. Το συνολικό κόστος κατασκευής των κτιρίων ήταν περίπου 10.000.000 ευρώ.

Παρακάτω παρατίθεται ένα σχέδιο προσανατολισμού του υπό μελέτη κτιρίου:



Σχήμα 2.1 : Προσανατολισμός κτιρίου Άκτωρα.

2.2. Ενεργειακά πρότυπα που εφαρμόστηκαν

Η ΑΚΤΩΡ, από το 2006, έχει αναπτύξει ένα καινοτόμο σχέδιο δράσης με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια, με την ονομασία "GreenBuilding". Στο πλαίσιο του προγράμματος αυτού, εφάρμοσε σειρά παρεμβάσεων για μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στο νέο συγκρότημα κεντρικών γραφείων της, όπως:

- ⇒ τοποθέτηση ειδικών συστημάτων κλιματισμού και φωτισμού για εξοικονόμηση ενέργειας
- ⇒ εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου για τον κεντρικό έλεγχο και ρύθμιση της λειτουργίας
- ⇒ οικολογικό σχεδιασμό του συγκροτήματος και κατασκευή αίθριου έκτασης 200m²
- ⇒ τοποθέτηση κινητών πλαισίων σκιασμού των προσόψεων κ.λπ.

2.2.1 GreenBuilding (GBP)

Ένα από τα ευρωπαϊκά προγράμματα που έχει εφαρμόσει ο όμιλος ΕΛΛΑΚΤΩΡ εφάρμοσε στα κεντρικά κτίριο είναι το ευρωπαϊκό πρόγραμμα GreenBuilding (GBP) προκειμένου να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και να μειώσει τα λειτουργικά του κόστη.

Πρόκειται για ένα πλαίσιο δράσεων που αποσκοπεί στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Οι βασικοί στόχοι του προγράμματος είναι:

- η υλοποίηση επενδύσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων του τριτογενή τομέα
- η ενθάρρυνση μέτρων ή δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας
- η ευρύτερη συμβολή στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.
- η προβολή των προτύπων που επιβάλλονται από την Οδηγία Ενεργειακής Αποδοτικότητας των Κτιρίων και τους ισχύοντες εθνικούς κώδικες για τα κτίρια.
- η παροχή πληροφοριών και υποστήριξης, καθώς επίσης και η δημόσια αναγνώριση των επιχειρήσεων, οι οποίες είναι έτοιμες να αναλάβουν δεσμεύσεις για τη βελτίωση την ενεργειακής αποδοτικότητας κτιρίων του τριτογενή τομέα.

Στο πρόγραμμα μπορεί να συμμετάσχει κάθε επιχείρηση:

- με την ανακαίνιση ενός υφιστάμενου κτιρίου, μειώνοντας την συνολική ενεργειακή κατανάλωση κατά 25%
- με την κατασκευή νέου κτιρίου εξοικονομώντας ενέργεια κατά 25% σε σχέση με την κατανάλωση ενός συμβατικά κατασκευασμένου κτιρίου

Το πρόγραμμα λαμβάνει υπόψη:

- τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες
- τις τοπικές συνθήκες
- τις προδιαγραφές και απαιτήσεις εσωτερικών χώρων την συσχέτιση κόστους - οφέλους

2.2.2. Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (EMS)

Επιπλέον έχει εφαρμόσει ένα Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (EMS) σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία (EC) No. 761/2001 EMAS (Eco – Management and Audit Scheme) και ISO 14001. Συγκεκριμένα, για το κτίριο του Άκτωρα , το σύστημα αυτό συνιστά έναν ολοκληρωμένο τρόπο διαχείρισης όλων των περιβαλλοντικών συνεπειών καθώς σχετίζεται με τη κατασκευαστική φύση του σκοπού της.

Με το ΣΠΔ αναλύεται γενικότερα η κατασκευή και προσεγγίζονται εκείνες οι παράμετροι που ενδέχεται να επιφέρουν επιπτώσεις στο περιβάλλον, ενώ παράλληλα καθορίζονται οι τρόποι και τα μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης των επιπτώσεων αυτών. Το ΣΠΔ που εφαρμόζει η ΑΚΤΩΡ αποτελείται από τέσσερα τεύχη. Τα τεύχη αυτά είναι :

- i. Τεύχος I : Φάκελος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (ΦΠΔ), που αφορά στις γενικές απαιτήσεις του EMAS, στην Περιβαλλοντική Πολιτική και στους στόχους, στην δομή και οργάνωση της εταιρείας, στα καθήκοντα και στις υπευθυνότητες των αρμοδίων και τέλος στα περιβαλλοντικά θέματα της κατασκευαστικής δραστηριότητας.
- ii. Τεύχος II : Διαδικασίες Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (ΔΠΔ), στις οποίες συμπεριλαμβάνονται οι απαιτούμενες διαδικασίες του Κανονισμού EMAS.
- iii. Τεύχος III : Οδηγίες Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (ΟΠΔ) οι οποίες αφορούν στην περιβαλλοντική εκτέλεση των εργασιών στα έργα.

Το ΣΠΔ που εφαρμόζει το προσωπικό της ΑΚΤΩΡ βασίζεται, όπως αναφέρεται πιο πάνω, στις κατευθυντήριες οδηγίες του EMAS, και έχει σκοπό την τήρηση της Περιβαλλοντικής Πολιτικής στο φάσμα της κατασκευαστικής της δραστηριότητας και με την πεποίθηση ότι η εφαρμογή του Συστήματος αυτού αναβαθμίζει το επίπεδο της ΑΚΤΩΡ, διασφαλίζει την εφαρμογή της Πολιτικής, ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται συνεχής βελτίωση των

περιβαλλοντικών επιδόσεων προς όφελος του περιβάλλοντος και του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου.

Η Διεύθυνση έχει στελεχωθεί με ικανά και έμπειρα σε θέματα περιβάλλοντος, υγιεινής και ασφάλειας στελέχη, στα οποία έχουν ανατεθεί συγκεκριμένα καθήκοντα, αρμοδιότητες, ενώ ο τρόπος επικοινωνίας με την Ανώτατη Διοίκηση, τις άλλες Διευθύνσεις, τις Θυγατρικές και τα εργοτάξια της ΑΚΤΩΡ απεικονίζεται στο γενικό οργανόγραμμα της εταιρείας

Το ΣΠΔ που εφαρμόζει η ΑΚΤΩΡ στηρίζεται σε συγκεκριμένη Δομή και Οργάνωση της εταιρείας, αλλά και σε καθιερωμένες διαδικασίες παρακολούθησης, μετρήσεων και καταγραφής των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στο άμεσο και ευρύτερο περιβάλλον εντός του οποίου εξελίσσονται και ολοκληρώνονται τα έργα που αναλαμβάνει η ΑΚΤΩΡ.

Ένα βασικό στοιχείο του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης αποτελεί η ενημέρωση και η εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού της εταιρείας σε θέματα που αφορούν στην προστασία του περιβάλλοντος αλλά και στην βελτίωση της περιβαλλοντικής συνείδησης των εργαζομένων.

Είναι πεποίθηση της διοίκησης το γεγονός ότι, η επιτυχία όλης αυτής της προσπάθειας εφαρμογής ενός τέτοιου συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης περνάει μέσα από την συνειδητοποίηση των βασικών αρχών προστασίας και σεβασμού του περιβάλλοντος, η οποία οδηγεί στην προσωπική, έμπρακτη συμβολή κάθε εργαζομένου.

2.3. Τεχνολογία και Ενεργειακά μέτρα

Τα κεντρικά κτίρια του ομίλου σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν με σκοπό να ικανοποιούνται τρεις βασικοί στόχοι:

- εξοικονόμηση ενέργειας σε σύγκριση με ένα συμβατικό κτίριο
- διατήρηση υψηλών επιπέδων άνεσης
- μείωση λειτουργικών κοστών

Με βάση τον παραπάνω προσανατολισμό, ο όμιλος έλαβε διάφορα μέτρα που αφορούν το κτίριο και την καλύτερη αξιοποίηση τόσο του κτιριακού κελύφους του, όσο και των μηχανολογικών και ηλεκτρολογικών δυνατοτήτων του δυνατοτήτων του, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας .

2.3.1. Κέλυφος κτηρίου

2.3.1.1. Τοιχοποιία

Σχετικά με το εγκατεστημένο σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης, οι μονωτικές πλάκες προστατεύονται στην εξωτερική πλευρά από ένα πλέγμα από ορυκτές ίνες (3cm). Στην οροφή έχει χρησιμοποιηθεί διογκωμένη πολυστερίνη (6 cm). Ο παρακάτω πίνακας συγκρίνει τον συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου με τις μέγιστες τιμές που επιτρέπονται από την ελληνική νομοθεσία για την Β κλιματική ζώνη.

Overall heat transfer coefficient $Wm^{-2}K^{-1}$	Building	Greek law (B climate zone)
Walls	0.66	0.5
Ceiling	0.4	0.45
Floor	0.83	0.9
Glass facades	1.8	2.0

Πίνακας 2.1 : Σύγκριση τιμών του συντελεστή θερμοπερατότητας U του κτιρίου, με τις αντίστοιχες τιμές της οδηγίας KENAK για τη Β κλιματική ζώνη

2.3.1.2. Υαλοπίνακες

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ανοίγματα υπάρχουν και από στις τρεις όψεις του κτιρίου και υπολογίστηκε ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητάς τους U_k , είναι ίσος με 1.8 περίπου. Δεν είναι ανοιγόμενα, ωστόσο λόγω της χωροθέτησής του περιμετρικά του κτιρίου καταλαμβάνουν ένα μεγάλο ποσοστό κάλυψης σε Φυσικό Φωτισμό.

2.3.1.3. Αίθριο

Τέλος υπάρχει ένας αίθριος χώρος έκταση 200 m² στο κεντρικό κτίριο που επιτρέπει την είσοδο του ηλιακού φωτός, βελτιώνοντας την απόδοση θέρμανσης του κτιρίου. Ωστόσο το κτίριο αυτό δεν ανήκει στην υπό εξέταση μελέτη περίπτωσης και για αυτό δεν λήφθηκε υπόψη στους υπολογισμούς με το πρόγραμμα του TEE-KENAK.

2.3.2. Ηλεκτρομηχανολογικός Εξοπλισμός

Επιπλέον, το κτίριο χωρίζεται σε μια θερμική ζώνη και ένα σύστημα εξισορρόπησης ελέγχει την ροή θερμότητας στο σύστημα ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία.

2.3.2.1. Θέρμανση

Όσον αφορά τη θέρμανση και το ζεστό νερό χρήσης, τα κτίρια λειτουργούν με δίκτυο φυσικού αερίου το οποίο είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα σε σχέση με το πετρέλαιο. Τα χαρακτηριστικά του λέβητα έχουν εισαχθεί στο πρόγραμμα του TEE-KENAK.

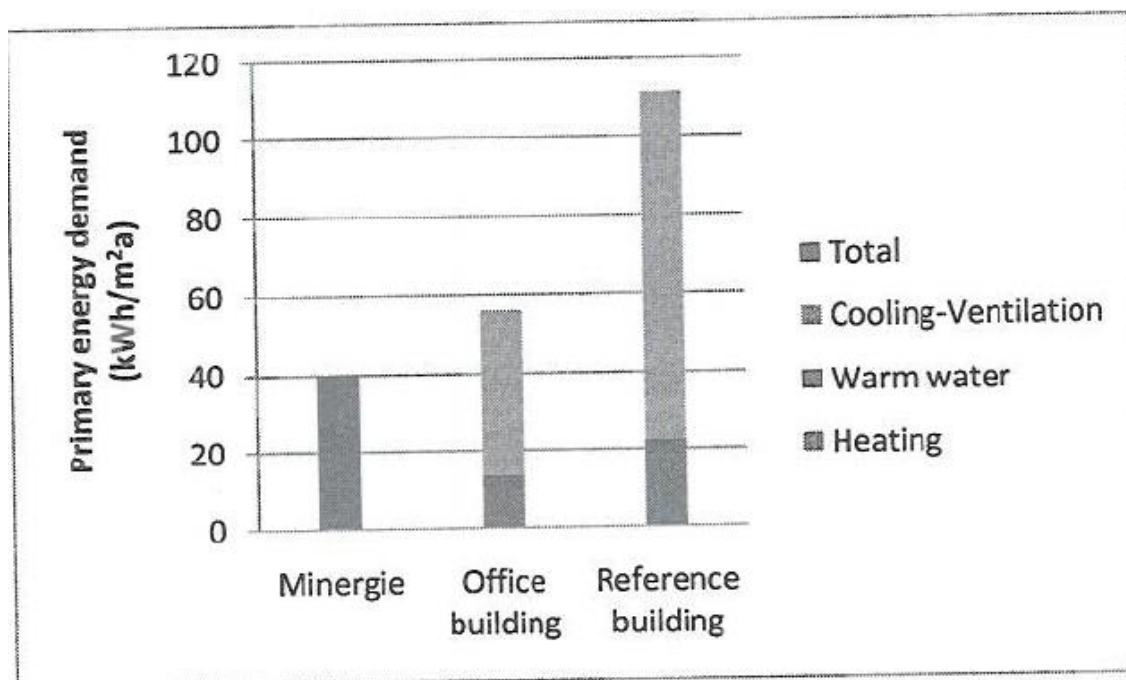
2.3.2.2. Κλιματισμός

Για τον κλιματισμό χρησιμοποιούνται μονάδες ψυκτών νερού (water cooled chillers).

2.3.2.3. Συστήματα αερισμού και εξαερισμού

Στα κτίρια του ομίλου χρησιμοποιείται ένα συμβατικό σύστημα αερισμού με σταθερό ρυθμό παροχής αέρα. Ο αέρας από το εξωτερικό του κτιρίου φιλτράρεται καταρχάς μέσω ενός αρχικού φίλτρου και στη συνέχεια μέσω ενός δικτύου σωλήνων οδηγείται σε δεύτερο φίλτρο το οποίο ανάλογα με τις ανάγκες και τις εξωτερικές θερμοκρασίες τον θερμαίνει ή τον ψύχει. Ο αέρας στην συνέχεια διοχετεύεται σε κάθε δωμάτιο. Το δίκτυο των μονάδων εξόδου του αέρα λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο.

Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει τη λειτουργία του υπάρχοντος συστήματος HVAC.



Σχήμα 2.1 : Αποτύπωση συστήματος HVAC βάσει των αναγκών σε ενέργεια.

Υπάρχουν δυο επίπεδα φιλτραρίσματος του εξωτερικού αέρα και μέσω ειδικών ηλεκτροβανών το σύστημα είτε προθερμαίνει είτε ψύχει τον αέρα με την χρήση καυστήρα αερίου ή μονάδες ψύξης νερού αντίστοιχα.

Για τον εξαερισμό του συγκροτήματος κτιρίων υπάρχει δίκτυο αντλιών και αεραγωγών καθώς και σύστημα ηλεκτρονικού ελέγχου, με τα οποία επιτυγχάνονται υψηλά ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας. Για τον εξαερισμό των υπογείων χώρων υπάρχει σύστημα μέτρησης της ποιότητας του αέρα και ανεμιστήρες που λειτουργούν ανάλογα με το επίπεδο ρύπανσης.

2.3.2.4. Συστήματα φωτισμού

Για τον φωτισμό χρησιμοποιούνται ειδικοί λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης (π.χ. λαμπτήρες φθορισμού T5).

2.3.2.5. Σκιασμός

Για την ηλιακή ακτινοβολία υπάρχουν κινητές περσίδες που λειτουργούν με βάση τις μετρήσεις ενός μετεωρολογικού σταθμού που είναι εγκατεστημένος στην οροφή του κτιρίου. Επιπλέον, υπάρχουν σκίαστρα ανάλογα με τον προσανατολισμό κάθε όψης και ειδικά τζάμια για την ανάκλαση του φωτός.

Όλα τα παραπάνω κόστισαν συνολικά 585.000 ευρώ με χρόνο απόσβεσης 6 χρόνια. Με την βοήθεια των παραπάνω μέτρων τα κτίρια έχουν επιτύχει ετήσια μείωση της κατανάλωσης ενέργειας ίση με 980.670 kWh/year που ισοδυναμούν σε κέρδη 98.670 ευρώ. Επιπλέον αποτρέπεται η εκπομπή 978 τόνοι CO₂ ετησίως.

Με την εφαρμογή των παραπάνω δράσεων ο όμιλος έχει επιτύχει, πέραν των μακροπρόθεσμων οικονομικών κερδών, σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και μείωση του λειτουργικού της κόστους από την κατανάλωση ενέργειας. Έχει βελτιώσει την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος βελτιώνοντας έτσι και τις συνθήκες εργασίας των υπαλλήλων. Τέλος έχει επιτύχει δημόσια αναγνώριση και βελτίωση της εικόνας προς τα έξω καθώς επίσης και περιβαλλοντική προβολή του ομίλου στην Ελλάδα και στην Ε.Ε.

Κεφάλαιο 3:

Σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι η ανάλυση τόσο σε δομικό όσο και σε ηλεκτρομηχανολογικό επίπεδο του υπό εξέταση κτιρίου. Το εν λόγω κτίριο βρίσκεται στην Κηφισιά και στεγάζει τα γραφεία του ομίλου ΕΛΛΑΚΤΩΡ. Η κατασκευή του κτιρίου ξεκίνησε το έτος 1998 και ολοκληρώθηκε το 2002. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι οι προδιαγραφές κατασκευής του δεν ακολούθησαν τις οδηγίες της οδηγίας TOTEE KENAK, παρόλο που αρχικός στόχος ήταν από τότε η ανάπτυξη ενός πράσινου, οικολογικού κτιρίου.

Παρακάτω θα γίνει μια επισταμένη ανάλυση των στοιχείων που δόμησαν και τελικά διαμόρφωσαν την οικολογική ταυτότητα του υπόψη κτιρίου. Τα στοιχεία αυτά πάρθηκαν από το αντίστοιχο τμήμα του Ομίλου, ο οποίος ακόμα ασχολείται στην εύρεση λύσεων προκειμένου να υπάρχουν αφενός περισσότερα ενεργειακά οφέλη και αφετέρου να δημιουργούνται καλύτερες συνθήκες προς τους υπαλλήλους οι οποίοι εργάζονται εντός του χώρου αυτού.

A)Γενικά

Το κτίριο του ομίλου ΕΛΛΑΚΤΩΡ είναι τριγωνικό και αποτελείται από τρεις ορόφους, στους οποίους στεγάζονται γραφεία, και τρία υπόγεια parking. Κάθε όροφος έχει συνολικό εμβαδό 5243 m². Περιμετρικά του κτιρίου υπάρχει αραιή πυκνότητα σε κτίρια.

B)Παραδοχές

Αρχικά θα γίνει μια ανάλυση και χωροθετική περιγραφή των τριών ορόφων, οι οποίοι στεγάζουν γραφεία. Καθώς αναφερόμαστε σε κτίριο που εντάσσεται στον τριτογενή τομέα, η ψυχόμενη επιφάνεια θα είναι ίδια με την θερμαινόμενη. Στην εκτέλεση του προγράμματος του TEE, ο αριθμός των θερμικών ζωνών είναι ίσος με τη μονάδα, καθώς δεν υπάρχουν διαχωριστικά που να διαμορφώνουν άλλες θερμικές ανάγκες σε κάποιο τμήμα του κτιρίου και ο μέσος αριθμός των ανθρώπων σε κάθε σημείο είναι περίπου ομοιογενής. Συνεπώς, παρόλο που υπάρχουν χώροι εστίασης ή μικρές κουζίνες, αυτές υπήχθησαν στην μια ενιαία θερμική ζώνη καθώς δεν υπάρχουν διαφορετικές ανάγκες όσον αφορά την κάλυψη θερμικού ή ψυκτικού φορτίου εντός αυτών. Αποθήκες δεν ελήφθησαν υπόψη, καθώς δεν υπάρχουν. Άλλα στοιχεία που δεν ελήφθησαν για την διεξαγωγή των συμπερασμάτων είναι η ύδρευση/αποχέτευση και οι ανελκυστήρες. Επίσης λόγω της φύσης του κτιρίου, δεν υπάρχει μηχανισμός για Z.N.X. Επειδή όπως προειπώθηκε, περιμετρικά του κτιρίου δεν υπάρχουν γειτνιάζοντα κτίρια, για αυτό το λόγο θεωρείται αμελητέα η σκίαση από τον ορίζοντα.

Θα πρέπει επίσης να επισημανθεί ότι στους υπολογισμούς λήφθηκε υπόψη μια θερμαινόμενη ζώνη, αυτή της ενιαίας του κτιρίου, αλλά κανένας μη θερμαινόμενος χώρος. Ενώ ο χώρος των γκαράζ θα μπορούσε να θεωρηθεί μη θερμαινόμενη περιοχή, στους υπολογισμούς δεν λήφθηκε υπόψη καθώς αυτοί είναι υπόγειοι.

Γ)Ανάλυση δεδομένων

Όσον αφορά τον προσανατολισμό του κτιρίου, έχει τρεις όψεις μια Βόρειοανατολική, μια Νότιοανατολική και μια Δυτική. Ανοίγματα υπάρχουν και στις τρεις πλευρές του κτιρίου, ενώ τα υλικά του είναι οπλισμένο σκυρόδεμα, γυψοσανίδα, οπτοπλινθοδομή και υαλότουβλα. Τα παραπάνω στοιχεία εισήχθησαν στο πρόγραμμα του KENAK, μέσω του συντελεστή θερμοπερατότητας U_k , μέσω της γωνίας γ , του συνολικού εμβαδού, του συντελεστή απορροφητικότητας και του συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας. Σκιάσεις από προβόλους, φυσικά ή τεχνητά εμπόδια ή τέντες δεν υπάρχουν. Στη σκίαση λήφθηκε υπόψη μόνο η σκίαση στα ανοίγματα-παράθυρα, καθώς υπάρχουν ρυθμιζόμενες περσίδες. Επίσης θα πρέπει να επισημανθεί ότι επειδή το κτίριο παρόλο που προοριζόταν εξαρχής για χρήση με εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά κατασκευάστηκε πριν το 2010, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι θερμικές απώλειες λόγω θερμογεφυρών στο αντίστοιχο σημείο μέσα στο πρόγραμμα.

Το κτίριο έχει τρεις πλευρές, και σε μια από αυτές (την Βόρειοανατολική), υπάρχει μια τετράγωνη εσοχή. Συνεπώς στον προσδιορισμό των αδιαφανών επιφανειών λήφθηκαν υπόψη επιπλέον και αυτές οι τοιχοποιίες. Στις διαφανείς επιφάνειες συμπεριλήφθηκαν όλα τα γυάλινα ανοίγματα και οι γυάλινες πόρτες.

Όπως έγινε σαφές, η θερμική ζώνη είναι μία και το συνολικό εμβαδόν της και για τους τρεις ορόφους είναι 15729 m^2 . Το ύψος ενός ορόφου είναι περίπου 3 m. Σαν πηγή ενέργειας για τις ανάγκες θέρμανσης χρησιμοποιείται το φυσικό αέριο, ενώ για τις ανάγκες ψύξης, αερισμού, φωτισμού και συσκευών χρησιμοποιείται η ηλεκτρική ενέργεια. Οι λέβητες για τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης είναι ονομαστικής ισχύος 1.000.000 KCAL με συντελεστή απόδοσης ίσος με 0.94. Στο δίκτυο διανομής υπάρχουν αεραγωγοί με μόνωση, ενώ υπάρχουν οι κάτωθι αντλίες:

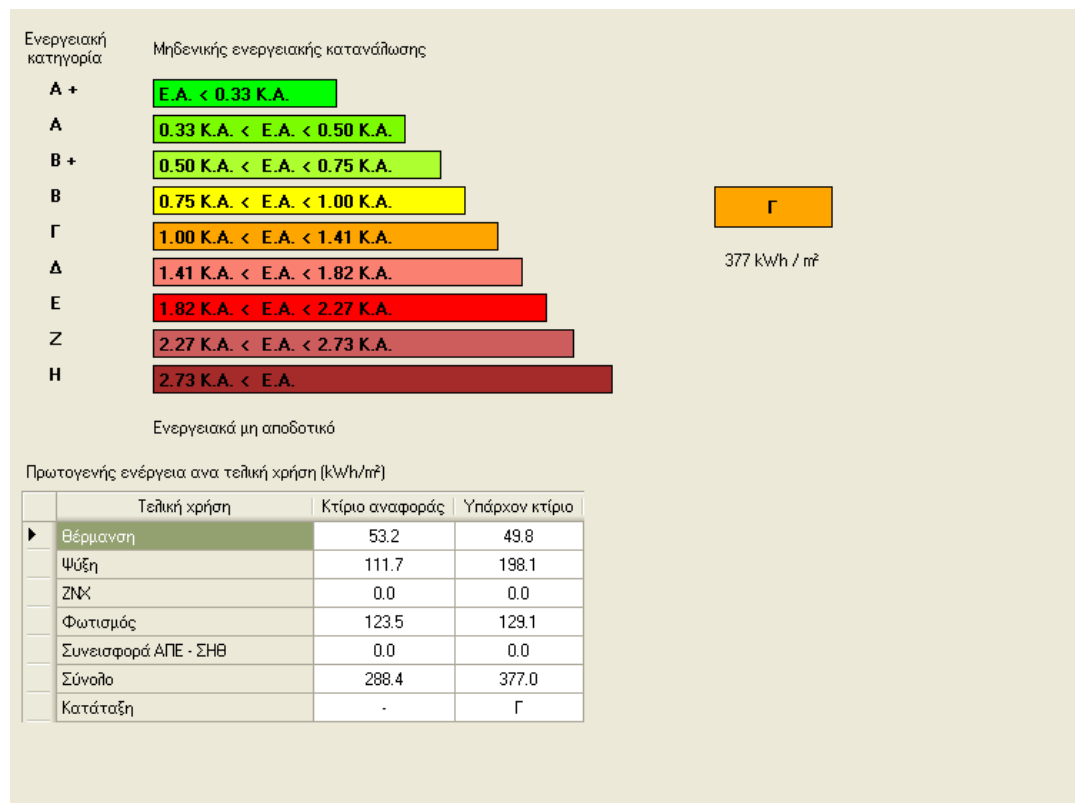
- Για θέρμανση
1^{ον} :3 αντλίες από 7 KW έκαστη.
2^{ον} :3 αντλίες από 12 KW έκαστη.

- Γιαψύξη

1^{ov} :3 αντλίες από 7 KW έκαστη.

2^{ov} :4 αντλίες από 12 KW έκαστη.

Παρακάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα από την εξομοίωση του κτιρίου στο πρόγραμμα του KENAK:



Εικόνα 1: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	5.1	8.5	8.3	2.3	0.0	0.0	0.0	26.2
	Υγραση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ΖΝΚ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	3.4	3.1	3.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	3.4	17.3
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	15.0	21.4	21.2	5.6	0.0	0.0	0.0	68.3
	ΖΝΚ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Φωτισμός	3.8	3.4	3.8	3.7	3.8	3.7	3.8	3.8	3.7	3.8	3.7	3.8	44.5
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Σύνολο	7.2	6.5	7.1	4.5	8.8	18.7	25.2	25.0	9.3	3.8	6.9	7.1	130.1
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)			Εκπομπές CO2 (kg/m ²)									
▶	Ηλεκτρισμός	130.0			128.6									
	Πετρέλαιο	0.0			0.0									
	Φυσικό αέριο	0.1			0.0									
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0			0.0									
	Ηλιακή	0.0			0.0									
	Βιομάζα	0.0			0.0									
	Γεωθερμία	0.0			0.0									
	Άλλο ΑΠΕ	0.0			0.0									
	Σύνολο	130.1			128.6									

Εικόνα 2: Ενεργειακή αποτύπωση κατανάλωσης του υπό μελέτη κτιρίου.

Κτίριο αναφοράς														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	5.3	8.7	8.6	2.3	0.0	0.0	0.0	26.9
	Υγραση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ΖΝΚ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	3.6	3.3	3.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	3.6	18.4
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	9.3	11.8	11.6	3.0	0.0	0.0	0.0	38.5
	ΖΝΚ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Φωτισμός	3.6	3.3	3.6	3.5	3.6	3.5	3.6	3.6	3.5	3.6	3.5	3.6	42.6
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Σύνολο	7.2	6.5	7.2	4.4	6.4	12.8	15.4	15.3	6.5	3.6	7.0	7.2	99.5
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)			Εκπομπές CO2 (kg/m ²)									
▶	Ηλεκτρισμός	99.4			98.3									
	Πετρέλαιο	0.1			0.0									
	Φυσικό αέριο	0.0			0.0									
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0			0.0									
	Ηλιακή	0.0			0.0									
	Βιομάζα	0.0			0.0									
	Γεωθερμία	0.0			0.0									
	Άλλο ΑΠΕ	0.0			0.0									
	Σύνολο	99.5			98.3									

Εικόνα 3: Ενεργειακή αποτύπωση κατανάλωσης κτιρίου αναφοράς.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	176,849.5	231,257.1
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)		
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)		
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)		
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)		
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)		

Εικόνα 4: Οικονομικά αποτελέσματα.

Το υπό μελέτη κτίριο μελετήθηκε και αποτυπώθηκε η ενεργειακή του ταυτότητα. Κατατάσσεται στην Γ κατηγορία γεγονός που σημαίνει ότι επιδέχεται παραπάνω βελτιώσεων, όσον αφορά τα δομικά και ηλεκτρολογικά χαρακτηριστικά του. Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται μια ανάλυση για τους τρόπους βελτιστοποίησης του.

Κεφαλαίο 4 : Επεμβάσεις από τη μελέτη του Ομίλου

4.1 Προτεινόμενα μέτρα

Ο αρχικός σκοπός διεξαγωγής της μελέτης και πραγματοποίησης των απαραίτητων επεμβάσεων στο κτίριο ήταν η ουσιαστική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σύμφωνα με την ευρωπαϊκή Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (Directive 2002/91/EC). Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την παραπάνω οδηγία τα κράτη μέλη της Ευρώπης θα πρέπει να εφαρμόζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση των νέων και υφιστάμενων κτιρίων, να διασφαλίζουν την ενεργειακή απόδοσή τους και να πραγματοποιούν τακτική επιθεώρηση των λεβήτων και των συστημάτων κλιματισμού των κτιρίων. Για την υλοποίηση των παραπάνω απαιτείται να χρησιμοποιηθούν αυστηρότεροι περιορισμοί, καινοτομικές τεχνολογίες και οικονομικά κίνητρα. Ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μέσω συστημάτων HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning).

4.1.1 Έλεγχος Απαιτούμενου Εξαερισμού (Demand Control Ventilation)

Στην προσπάθεια εφαρμογής της οδηγίας 91/2002 στα κτίρια του ομίλου και προκειμένου να μειωθεί η συνολική ηλεκτρική κατανάλωση, πραγματοποιήθηκε μελέτη ώστε το σύστημα εξαερισμού να προσαρμόζεται στις ειδικές απαιτήσεις του χρήστη και της λειτουργίας του κτιρίου (Demand Control Ventilation). Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα αντί να παρέχει την ίδια ποσότητα αέρα σε όλους τους χώρους προσαρμόζεται στην εκάστοτε ζήτηση κάνοντας χρήση αισθητήρων ανίχνευσης παρουσίας και κίνησης ενοίκων, θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και ρυπών CO₂. Δηλαδή, προσαρμόζει την παροχή αέρα από λεπτό σε λεπτό και από δωμάτιο σε δωμάτιο σύμφωνα με τις πραγματικές ανάγκες.

Συνοπτικά, η παραπάνω μελέτη προτείνει την εγκατάσταση 247 εισόδων αέρα που θα τοποθετηθούν στο πάνω μέρος των παραθύρων και στους τοίχους των γραφείων, παρέχοντας τον απαιτούμενο καθαρό αέρα. Ο ρυθμός παροχής αέρα θα εξαρτάται από τις μετρήσεις των αισθητήρων, οι οποίες αφορούν την θερμοκρασία, την υγρασία, τα επίπεδα CO₂ και τη διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας.

Παράλληλα, θα εγκατασταθούν σε όλους τους χώρους (γραφεία, τουαλέτες, κουζίνες) 344 μονάδες εξαγωγής του αέρα οι οποίες αποτελούνται από στόμια (grilles) και ειδικούς ανιχνευτές

παρουσίας, διασφαλίζοντας έτσι την ποιότητα του παρεχόμενου αέρα και την εξοικονόμηση ενέργειας. Όταν κάποιος χώρος είναι άδειος, η παροχή αέρα μειώνεται αυτόματα, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στην βέλτιστη ενεργειακή διαχείριση .

Παρόλο που η μέτρηση και η καταγραφή της πραγματικά εξοικονομούμενης ενέργειας απαιτεί τουλάχιστον ένα χρόνο παρακολούθησης, είναι ασφαλές να θεωρηθεί ότι η αντικατάσταση ενός κλασικού συστήματος αερισμού από ένα DCV μπορεί να οδηγήσει σε τουλάχιστον 30% μείωση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων καθώς και σε μείωση της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού.

4.1.2 Συστήματα Ηλιακού Κλιματισμού

Στην εξεταζόμενη κτίρια του Ομίλου η ψύξη, σε επίπεδα πρωτογενούς ενέργειας, αντιστοιχεί στο 15% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας των εγκαταστάσεων. Οι παραγόμενες εκπομπές CO₂ το 2010 ήταν 1.046 τόνοι. Είναι προφανές ότι χρειάζεται να ληφθούν μέτρα για την βελτίωση της παρούσας κατάστασης, αξιοποιώντας τεχνολογίες "μηδενικών εκπομπών" με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO₂.

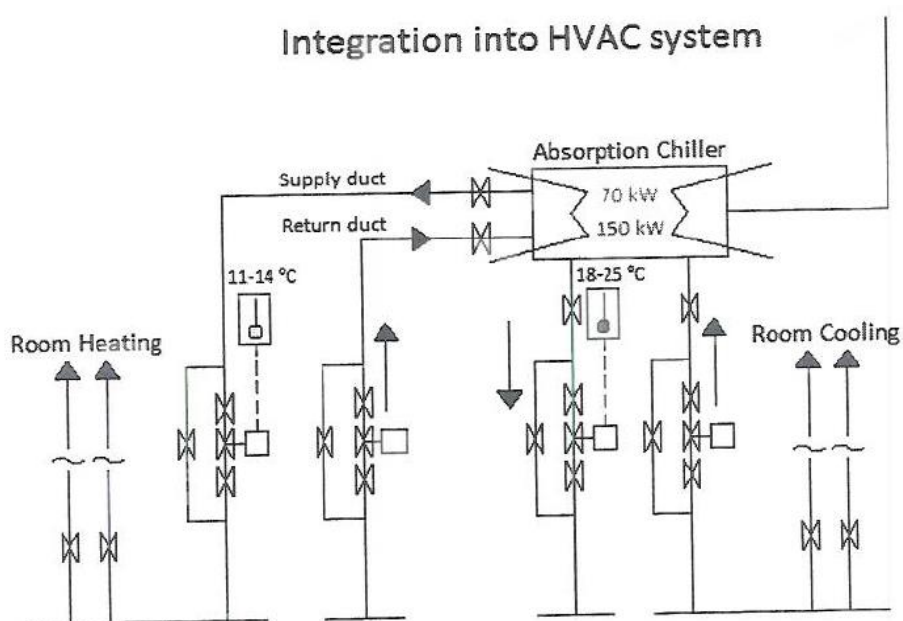
Στη μελέτη που πραγματοποιήθηκε για τα συγκεκριμένα κτίρια εξετάστηκε η χρήση θερμικών ηλιακών συλλεκτών και αντλιών θερμότητας. Όσον αφορά τις αντλίες θερμότητας του συστήματος είναι αέρος/νερού, με συντελεστή απόδοσης από 2 έως και 5, περίπου ίδια δηλαδή με την απόδοση των χρησιμοποιούμενων ψυκτών νερού (water cooled chillers). Σημειώνεται ότι αν και οι αντλίες εδάφους/νερού (ή γεωθερμικές αντλίες) έχουν καλύτερο συντελεστή συμπεριφοράς EER, λόγω τεχνικών περιορισμών δεν μπορούν να εφαρμοσθούν στη συγκεκριμένη διάταξη. Όσον αφορά τη χρήση της ηλιακής ενέργειας, η λειτουργία του ηλιακού συστήματος κλιματισμού είναι γνωστή: ο ηλιακός ψύκτης ψύχει το ζεστό νερό με φυσικό τρόπο μέσω της διαδικασίας συμπύκνωσης και εξάτμισης του ψυκτικού μέσου (νερού) υπό συνθήκες κενού. Συνεπώς, η λειτουργία συστημάτων κλιματισμού χώρων έχει το πλεονέκτημα ότι το ψυκτικό φορτίο συμπίπτει με τη διαθεσιμότητα της ηλιακής ενέργειας και επομένως η απαίτηση ψύξης ενός κτιρίου συμπίπτει με την υψηλή ηλιακή ακτινοβολία, με αποτέλεσμα να είναι ενεργειακά αποδοτικά και περιβαλλοντικά φιλικά.

Στα κτίρια του ομίλου θα χρησιμοποιηθεί επιφάνεια 600 m² από την ταράτσα του βοηθητικού κτιρίου, η οποία θα καλυφθεί με 250 m² από ηλιακούς θερμικούς συλλέκτες δυνατότητας ψύξης

70kW και θέρμανσης 150kW. Παράλληλα, για τη σωστή λειτουργία του συστήματος απαιτείται η εγκατάσταση ψύκτη απορρόφησης και ενός πύργου ψύξης

Η εγκατάσταση αυτή έχει τη δυνατότητα να αξιοποιηθεί καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Κατά τη διάρκεια του έτους το ζεστό νερό θα χρησιμοποιηθεί για την εξασφάλιση του ζεστού νερού χρήσης, το χειμώνα επιπλέον θα χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση του κτιρίου και το καλοκαίρι για τον κλιματισμό του κτιρίου..

Ωστόσο, λόγω των υψηλών αναγκών θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου, η παραπάνω εγκατάσταση δεν επαρκεί, καθώς θα απαιτούσε μεγαλύτερη έκταση για ηλιακούς συλλέκτες κάτι που δεν είναι εφικτό. Για το λόγο αυτό, η παραπάνω εγκατάσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σαν βοηθητική στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις ψυκτών νερού και καυστήρα αερίου. Στο παρακάτω σχηματικό διάγραμμα απεικονίζεται η ενσωμάτωση της ηλιακής ψύξης στο υπάρχον σύστημα HVAC. Όπως φαίνεται υπάρχουν δύο θερμοκρασιακά σημεία αναφοράς στα οποία θα εφαρμόζεται ο ηλιακός κλιματισμός σύμφωνα με την εξωτερική θερμοκρασία. Το πρώτο σημείο αναφοράς θα έχει ένα θερμοκρασιακό εύρος μεταξύ 11 °C και 14 °C και θα ενεργοποιεί τη λειτουργία θέρμανσης, ενώ η λειτουργία ψύξης θα ενεργοποιείται για θερμοκρασίες μεταξύ 18 °C και 25 °C.



Διάγραμμα 1: Ενοποίηση Ηλιακού κλιματισμού στο υπάρχον HVAC Σύστημα

4.1.3 Φωτοβολταϊκά

Η παρούσα ανάλυση θα ασχοληθεί με την εναλλακτική εγκατάσταση αποκλειστικά ενός φωτοβολταϊκού σταθμού στην οροφή του κεντρικού κτιρίου με βάση την απαιτούμενη έκταση για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού και τους τεχνικούς περιορισμούς μιας σύνδεσης σε δίκτυο μέσης τάσης (>100kw).

Πιο συγκεκριμένα εξετάζεται η εγκατάσταση 264 πολυκρυσταλικών πάνελ (2*1 m) ονομαστικής ισχύος 280 Wp. Η συνολική ισχύς του φωτοβολταϊκού σταθμού υπολογίζεται ότι θα είναι 74 kW.

Για τη βέλτιστη λειτουργία του σταθμού πρέπει να προσεχθούν βασικές παράμετροι όπως ο προσανατολισμός, η κλίση και ο σκιασμός. Τα φωτοβολταϊκά τοποθετούνται με νότιο προσανατολισμό και με κλίση 30°, που είναι και οι πλέον βέλτιστες, για την περιοχή της Αθήνας.

Για την διεξαγωγή της παραπάνω μελέτης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος SOLAREC της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το PVGIS είναι ένα εργαλείο ανεπτυγμένο σε περιβάλλον GIS, που παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ηλιακή ακτινοβολία και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, η εκτιμώμενη ετήσια παραγωγή ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά ισούται με 126.000 kWh με 17% συνολικές απώλειες (panels, inverters, καλώδια κ.α.). Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το παραγόμενο ρεύμα θα διανεμηθεί με χρήση converters σε δίκτυα χαμηλής τάσης και θα πωληθεί στο εθνικό δίκτυο σε ορισμένη τιμή.

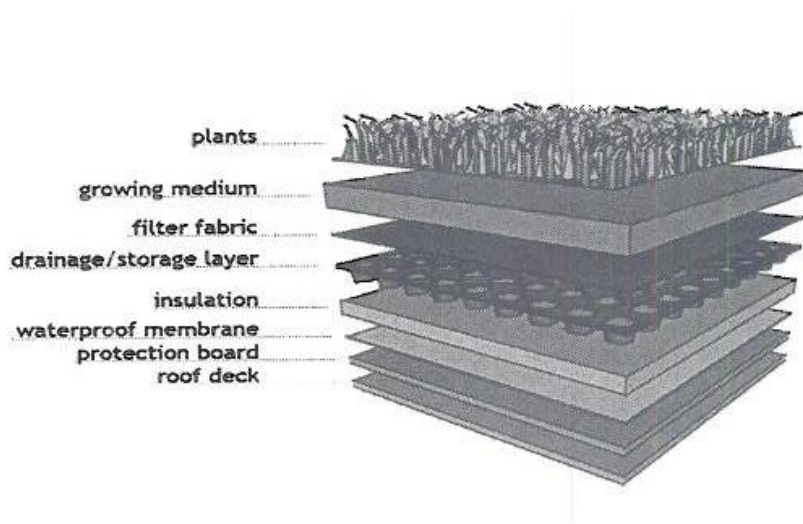
Επιπλέον οφέλη από την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού σταθμού στην οροφή του κεντρικού κτιρίου θα είναι η σκίαση και η φυσική ψύξη (στη διάρκεια του καλοκαιριού) των χώρων που βρίσκονται κάτω από την οροφή. Ίδια οφέλη θα υπάρξουν, όπως θα παρατηρηθεί και στη συνέχεια, και με την ανάπτυξη εκτεταμένης πράσινης στέγης.

4.1.4. Εκτεταμένη πράσινη στέγη –Εφαρμογή στα κτίρια του Ομίλου

Σε μελέτη που διεξήχθη στα πλαίσια της ενεργειακής εξοικονόμησης επιλέχθηκε να εξεταστεί η εγκατάσταση εκτεταμένης πράσινης στέγης, η οποία έχει χαμηλότερες απαιτήσεις συντήρησης και άρδευσης. Πιο συγκεκριμένα, για τα κτίρια του ομίλου ΕΛΛΑΚΤΩΡ προτείνεται η δημιουργία ενός κήπου στην οροφή του τρίτου ορόφου (και των 2 κτιρίων), με ελαφρύ υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών ύψους 8-15 cm, συνολικής έκτασης 620 m², με κορεσμένο φορτίο υποστρώματος 60-150 kg/m². Θα χρησιμοποιηθούν φυτά χαμηλής βλάστησης όπως φυτά εδαφοκάλυψης, ποώδη φυτά κ.τ.λ. τα οποία επιπλέον πρέπει να είναι ανθεκτικά στο κρύο, τον ήλιο, τον άνεμο, την ξηρασία.

Για την κατασκευή της στέγης θα χρησιμοποιηθεί ένα ελαφρύ σύστημα φύλλου επικάλυψης με λεπτές στρώσεις από σκεπάσματα στέγης, που περιέχουν εσωτερικό σύστημα παραγωγής πρασινάδας. Η κλίση της στέγης είναι μικρότερη από 33%, δημιουργώντας έτσι μικρότερη ανάγκη φύτευσης και φυσική απορροή του νερού.

Η παρακάτω διάταξη παρουσιάζει την ανάπτυξη εκτεταμένης πράσινης στέγης στην οροφή κτιρίου. Τα βασικά υποστρώματα αποτελούνται από το μέσο καλλιέργειας, το στρώμα βλάστησης, τη μόνωση, την μεμβράνη υγραμόνωσης.



Εικόνα 1: Ανάπτυξη εκτεταμένης πράσινης στέγης

Όπως αναφέρθηκε τόσο τα φωτοβολταϊκά όσο και οι πράσινες στέγες προσφέρουν φυσική σκίαση και ψύξη στα κτίρια που εφαρμόζονται. Κατά τη διάρκεια των ζεστών μηνών (Μάιος – Σεπτέμβριος) οι ψύκτες νερού λειτουργούν επιπλέον δύο ώρες το πρωί (8-10) για τα γραφεία της διοίκησης που στεγάζονται στον τρίτο όροφο. Σε αυτή την περίοδο τα περισσότερα γραφεία είναι άδεια και γι αυτό δεν υπάρχουν τα αποκαλούμενα εσωτερικά φορτία (άνθρωποι, φωτισμός, συσκευές). Λαμβάνοντας επίσης υπόψη ότι οι περσίδες βρίσκονται σε κλειστή θέση, αναμένεται μηδενική μεταφορά θερμότητας από θερμική ακτινοβολία.

4.1.5 Αποδοτικός Φωτισμός

Αναμφισβήτητα, τα φορτία φωτισμού των εξεταζόμενων κτηρίων συμβάλουν σημαντικά στις καταναλώσεις ηλεκτρικού φορτίου, το οποίο έχει μεγάλη συμβολή στην εκπομπή αερίων ρύπων υπεύθυνων για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι περισσότερες οδηγίες και πρότυπα θέτουν συγκεκριμένες προδιαγραφές σχετικά με τα συστήματα φωτισμού ειδικά του τριτογενούς τομέα (π.χ. BEMS, 55 lumen / W).

Μετά τον έλεγχο του ηλεκτρικού φορτίου του κτιρίου προέκυψε ότι, ο φωτισμός προκαλεί το 35% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται. Παρόλο που το κτίριο έχει εγκατεστημένο ένα αποδοτικό σύστημα φωτισμού, όπου χρησιμοποιούνται λάμπες φθορισμού T5, η συνολική κατανάλωση ενέργειας εξακολουθεί να είναι υψηλή (945.846 kWh). Αυτό οφείλεται στη συνολική έκταση των κτιρίων (περίπου 31 στρέμματα) και στον αριθμό των εργαζομένων (630 άτομα), τα οποία έχουν σαν αποτέλεσμα την δημιουργία αυξημένων αναγκών φωτισμού και συνεπώς της αναφερόμενης ηλεκτρικής κατανάλωσης. Επομένως είναι σημαντικό να εφαρμοστούν τεχνολογίες που θα μειώσουν την ηλεκτρική κατανάλωση και ταυτόχρονα θα διατηρούνται τα επιθυμητά επίπεδα φωτεινότητας.

Μέχρι τώρα οι λαμπτήρες T5 θεωρούνται ιδιαίτερα αποδοτικοί για χώρους εργασίας, όμως η εφαρμογή διαφορετικών ειδών λαμπτήρων (π.χ. LED) ενδεχομένως να έχει σαν αποτέλεσμα είτε την αύξηση του κόστους είτε αρνητικές επιπτώσεις στα επίπεδα φωτεινότητας. Γι' αυτό θα πρέπει να βρεθούν δραστικότερες λύσεις για την μείωση της ηλεκτρικής κατανάλωσης εξαιτίας του φωτισμού, κάτι που αποτελεί αντικείμενο ειδικότερης και εκτενέστερης μελέτης.

4.2. Επεμβάσεις που καταδεικνύουν τα αποτελέσματα του λογισμικού

Από το κεφάλαιο 3, αποδείξαμε ότι το υπό μελέτη κτίριο ανήκει στην Ενεργειακή κλάση B. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να γίνουν επεμβάσεις προκειμένου το κτίριο είτε να διατηρηθεί στην τρέχουσα κλάση είτε να υπαχθεί στην επόμενη ενεργειακή κλάση B+. Τέτοιες επεμβάσεις θα πρέπει να αφορούν το σύνολο των κατηγοριών κατανάλωσης φορτίων και πιο συγκεκριμένα την βέλτιστη απόδοση των συμμετεχόντων εξοπλισμών και επιμέρους βοηθητικών τμημάτων/εξοπλισμών στο ευρύτερο σύστημα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου.

- Τα κύρια φορτία προέρχονται από την ψύξη/θέρμανση και τον φωτισμό του κτιρίου και δευτερευόντως από το ζεστό νερό χρήσης (ZNX). Επομένως θα πρέπει είτε να βελτιστοποιηθούν είτε να επανασχεδιαστούν τα παρακάτω:
- Η θερμομόνωση του κτιρίου, η οποία καθορίζει την διαπερατότητα της ηλιακής ακτινοβολίας και την διείσδυση του αέρα (π.χ. μέσω βέλτιστης επιλογής υαλοστασίων).
- Όσον αφορά την θέρμανση/ψύξη θα πρέπει να γίνεται σωστή χρήση της αυτονομίας θέρμανσης και θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη ζώνη. Επίσης κατά το δυνατόν αύξηση της συμμετοχής εναλλακτικών μορφών παραγωγής ενέργειας (για παράδειγμα των ηλιακών συλλεκτών, φωτοβολταϊκών κ.α.).
- Όσον αφορά το φωτισμό θα πρέπει να ελέγχεται αυστηρά με αυτόματο διακόπτη και αισθητήρα παρουσίας. Επίσης καθίσταται αναγκαία η βέλτιστη εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού όπως και ο βέλτιστος δυνατός συνδυασμός του με τον τεχνικό φωτισμό.

Οι παραπάνω προτάσεις γίνονται σε θεωρητικό επίπεδο, αφού για την υλοποίησή τους θα πρέπει να γίνουν νέες μελέτες, με νέα δεδομένα που θα οδηγήσουν σε νέα αποτελέσματα και επεμβάσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ε. Κακαράς, Δ. Γιαννακόπουλος, Χ. Χατζηλάου: «Τα Εθνικά Σχέδια Κατανομής Δικαιωμάτων Εκπομπών CO₂ και θέματα ηλεκτροπαραγωγής», 2005
- [2] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών», Έκδοση Α'.
- [3] Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010 (ΦΕΚ Β' 407) «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)».
- [4] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και της έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης», Έκδοση Α'.