



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ENERGY PLUS**

ΚΑΡΑΛΙΒΑΝΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΚΟΥΤΣΙΑΛΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

Επιβλέπων: Ι. Τζουβαδάκης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2013

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ENERGY PLUS**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε τον καθηγητή του Ε.Μ.Π, κύριο Ιωάννη Τζουβαδάκη, για την καθοδήγησή του κατά την διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μας εργασίας και τον υποψήφιο διδάκτορα Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π, κύριο Γεώργιο Μίχο, για την βοήθεια που μας προσέφερε στην εκμάθηση του προγράμματος που χρησιμοποιήθηκε. Ευχαριστούμε τις οικογένειές μας που μας έδωσαν την δυνατότητα να αποφοιτήσουμε από το Ε.Μ.Π.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία γίνεται βιοκλιματικός ανασχεδιασμός υπάρχοντος κτιρίου γραφείων με χρήση του λογισμικού EnergyPlus. Αρχικά, παρουσιάζονται σε θεωρητική βάση τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια, μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Εν συνεχεία, παρουσιάζεται αναλυτικά η προσομοίωση του κτιρίου στο Energy Plus και των προτεινόμενων επεμβάσεων για την αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Έπειτα, αναλύονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης και γίνεται σύγκριση του μοντέλου του κτιρίου πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων. Τέλος, παρουσιάζονται συγκριτικά διαγράμματα ημερήσιων θερμοκρασιών και οι ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια για ψύξη και θέρμανση του κτιρίου.

ABSTRACT

In the current Diploma Thesis, bioclimatic redesign of an existing building is being conducted by using the EnergyPlus software. Initially, energy-saving ways for buildings via bioclimatic design are presented. Next, the simulation of the building and of the proposed interventions is presented in detail for the upgrade of the energy performance of the building. Furthermore, the results of the simulation are analysed and the model of the building is compared before and after all the interventions. Finally, comparative diagrams of daily temperatures and the needs of electric energy for cooling and heating of the building are displayed.

Περιεχόμενα

1. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	σελ. 1
1.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ	σελ. 1
1.2 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	σελ. 2
1.3 ΕΙΔΗ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	σελ. 3
1.4 ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ-ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΠΕ	σελ. 7
1.5 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ	σελ. 9
1.6 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	σελ. 10
1.6.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	σελ. 11
1.7 ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	σελ. 13
1.8 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	σελ. 15
1.8.1 ΥΛΙΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	σελ. 16
1.8.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ	σελ. 18
1.8.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	σελ. 19
1.8.4 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΣΩΣΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	σελ. 19
1.9 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΠΕ	σελ. 20
1.9.1 ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	σελ. 21
1.9.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	σελ. 22
1.10 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ	σελ. 23
1.10.1 ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΘΕΜΑΤΑ	σελ. 25
1.11 ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΒΙΟΜΑΖΑ	σελ. 28
1.12 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	σελ. 30
1.13 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ	σελ. 32
1.14 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΤΟΥ ΤΡΙΤΟΓΕΝΟΥΣ ΤΟΜΕΑ	σελ. 35
2. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ENERGY PLUS	σελ. 37
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 37
2.2 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	σελ. 45
2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ SKETCHUP	σελ. 49
2.4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ENERGY PLUS	σελ. 52
2.4.1 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΣΤΡΩΣΕΙΣ (MATERIAL AND CONSTRUCTION)	σελ. 52
2.4.2 ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΜΑΖΑ (INTERNAL MASS)	σελ. 57
2.4.3 ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ (SCHEDULES)	σελ. 58
2.4.4 ΑΝΘΡΩΠΟΙ-ΧΡΗΣΤΕΣ (PEOPLE)	σελ. 59
2.4.5 ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ (LIGHTS AND ELECTRIC EQUIPMENT)	σελ. 60
2.4.6 ΑΕΡΙΣΜΟΣ (VENTILATION)	σελ. 62
2.4.7 ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ (INFILTRATION)	σελ. 63
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ ENERGY PLUS	σελ. 64
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 64
3.2 ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ	σελ. 64
3.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΑΝΑΓΚΕΣ ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	σελ. 70
4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΣΤΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	σελ. 73
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 73
4.2 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΠΑΡΧΟΝΤΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΜΕ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΚΠΕΜΨΙΜΟΤΗΤΑΣ LOW E	σελ. 73
4.3 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΔΥΟ ΣΚΙΑΣΤΡΩΝ ΤΗ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΒΟΡΕΙΑ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ Β ΟΡΟΦΟΥ	σελ. 78
4.4 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΙΣ ΠΡΟΣΟΨΕΙΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	σελ. 80
4.5 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΠΕΡΣΙΔΩΝ	σελ. 83

4.6 ΝΥΧΤΕΡΙΝΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ	σελ.	86
4.7 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕΤΑ ΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ	σελ.	90
4.8 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ	σελ.	92
4.9 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΣΤΕΓΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ-ΤΕΛΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ	σελ.	97
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ	σελ.	100
5.1 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	σελ.	100
5.2 ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	σελ.	101

Πίνακες

Πίνακας 3.1: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση του κτιρίου (kWh)	σελ.	71
Πίνακας 3.2: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη του κτιρίου (kWh)	σελ.	71
Πίνακας 4.1: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση μετά την τοποθέτηση low e	σελ.	74
Πίνακας 4.2: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μετά την τοποθέτηση low e	σελ.	74
Πίνακας 4.3: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση μετά την τοποθέτηση σκιάστρων στον Β όροφο	σελ.	78
Πίνακας 4.4: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μετά την τοποθέτηση σκιάστρων στον Β όροφο	σελ.	79
Πίνακας 4.5: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση μετά την τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης	σελ.	80
Πίνακας 4.6: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μετά την τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης	σελ.	81
Πίνακας 4.7: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση μετά την τοποθέτηση εξωτερικών περσίδων	σελ.	83
Πίνακας 4.8: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μετά την τοποθέτηση εξωτερικών περσίδων	σελ.	84
Πίνακας 4.9: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση μετά την τοποθέτηση του συστήματος νυχτερινού δροσισμού	σελ.	86
Πίνακας 4.10: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μετά την τοποθέτηση του συστήματος νυχτερινού δροσισμού	σελ.	87
Πίνακας 4.11: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση μετά το σύνολο των επεμβάσεων	σελ.	91
Πίνακας 4.12: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μετά το σύνολο των επεμβάσεων	σελ.	91
Πίνακας 4.13: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ένα φ/β πάνελ (kWh)	σελ.	98
Πίνακας 4.14: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το σύνολο των φ/β πάνελ (kWh)	σελ.	98

Εικόνες

Εικόνα 1.1: Αιολικό πάρκο	σελ.	4
Εικόνα 1.2: Φωτοβολταικά πάρκο	σελ.	5
Εικόνα 1.3: Υδατόπτωση	σελ.	6
Εικόνα 1.4: Βιομάζα	σελ.	7
Εικόνα 1.5: Προσανατολισμός κτιρίου για βέλτιστη εκμετάλλευση του ηλίου	σελ.	13
Εικόνα 1.6: Φωτοβολταικά σε σκεπή σπιτιού	σελ.	23
Εικόνα 1.7: Πρόσοψη κτιρίου με φωτοβολταικά	σελ.	24
Εικόνα 1.8: Στέγαστρα με φωτοβολταικά σε χώρο στάθμευσης	σελ.	26
Εικόνα 1.9: Γεωθερμική ενέργεια	σελ.	30
Εικόνα 2.1: Βόρεια όψη κτιρίου	σελ.	37
Εικόνα 2.2: Νοτιοδυτική όψη κτιρίου	σελ.	38
Εικόνα 2.3: Κατάσταση Υπογείου	σελ.	38
Εικόνα 2.4: Κατάσταση Ισογείου	σελ.	39
Εικόνα 2.5: Κατάσταση μέρους του Α ορόφου	σελ.	39
Εικόνα 2.6 : Κάτοψη Υπογείου	σελ.	40
Εικόνα 2.7 : Κάτοψη Ισογείου	σελ.	41
Εικόνα 2.8 : Κάτοψη Α ορόφου	σελ.	42
Εικόνα 2.9 : Κάτοψη Β ορόφου	σελ.	43
Εικόνα 2.10 : Θερμική ζώνη Υπογείου	σελ.	45
Εικόνα 2.11 : Θερμικές ζώνες Ισογείου	σελ.	46
Εικόνα 2.12 : Θερμικές ζώνες Α ορόφου	σελ.	47
Εικόνα 2.13 : Θερμικές ζώνες Β ορόφου	σελ.	48
Εικόνα 2.14 : Βόρεια όψη κτιρίου στο λογισμικό	σελ.	49
Εικόνα 2.15 : Νοτιοδυτική όψη κτιρίου στο λογισμικό	σελ.	50
Εικόνα 2.16: Ανατολική όψη κτιρίου στο λογισμικό	σελ.	50
Εικόνα 2.17 : Δυτική όψη κτιρίου στο λογισμικό	σελ.	51
Εικόνα 2.18 : Εισαγωγή δομικών υλικών (material) στο λογισμικό	σελ.	52
Εικόνα 2.19 : Εισαγωγή στρώσεων υλικών (construction) στο λογισμικό	σελ.	56
Εικόνα 2.20 : Εισαγωγή εσωτερικής μάζας (internal mass) στο λογισμικό	σελ.	57
Εικόνα 2.21 : Εισαγωγή χρονοδιαγραμμάτων (schedules) στο λογισμικό	σελ.	58
Εικόνα 2.22 : Εισαγωγή χρηστών (people) στο λογισμικό	σελ.	59
Εικόνα 2.23 : Εισαγωγή φωτισμού (lights) στο λογισμικό	σελ.	60
Εικόνα 2.24 : Εισαγωγή ηλεκτρικού εξοπλισμού (electric equipment) στο λογισμικό	σελ.	61
Εικόνα 2.25 : Εισαγωγή αερισμού (ventilation) στο λογισμικό	σελ.	62
Εικόνα 2.26 : Εισαγωγή διείσδυση αέρα (infiltration) στο λογισμικό	σελ.	63
Εικόνα 3.1: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Υπόγειο	σελ.	65
Εικόνα 3.2: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Ποσειδώνος	σελ.	65
Εικόνα 3.3: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Κατράκη	σελ.	66
Εικόνα 3.4: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος	σελ.	66
Εικόνα 3.5: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Εσωτερικά	σελ.	67
Εικόνα 3.6: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Κατράκη Εσωτερικά	σελ.	67
Εικόνα 3.7: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Κατράκη	σελ.	68
Εικόνα 3.8: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος	σελ.	68
Εικόνα 3.9: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Κοινά	σελ.	69
Εικόνα 3.10: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Κατράκη	σελ.	69
Εικόνα 3.11: Εισαγωγή συστήματος HVAC στο λογισμικό	σελ.	70
Εικόνα 4.1: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Ποσειδώνος πριν και μετά (low e)	σελ.	75

Εικόνα 4.2: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (low e)	σελ.	75
Εικόνα 4.3: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (low e)	σελ.	76
Εικόνα 4.4: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Κατράκη πριν και μετά (low e)	σελ.	76
Εικόνα 4.5: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Κατράκη πριν και μετά (low e)	σελ.	77
Εικόνα 4.6: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Κατράκη πριν και μετά (low e)	σελ.	77
Εικόνα 4.7: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (σκίαστρο)	σελ.	79
Εικόνα 4.8: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Ποσειδώνος πριν και μετά (εξωτερική θερμομόνωση)	σελ.	81
Εικόνα 4.9: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (εξωτερική θερμομόνωση)	σελ.	82
Εικόνα 4.10: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (εξωτερική θερμομόνωση)	σελ.	82
Εικόνα 4.11: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Ποσειδώνος πριν και μετά (εξωτερικές περσίδες)	σελ.	84
Εικόνα 4.12: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (εξωτερικές περσίδες)	σελ.	85
Εικόνα 4.13: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (εξωτερικές περσίδες)	σελ.	85
Εικόνα 4.14: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Ποσειδώνος πριν και μετά (νυχτερινός δροσισμός)	σελ.	87
Εικόνα 4.15: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (νυχτερινός δροσισμός)	σελ.	88
Εικόνα 4.16: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (νυχτερινός δροσισμός)	σελ.	88
Εικόνα 4.17: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Κατράκη πριν και μετά (νυχτερινός δροσισμός)	σελ.	89
Εικόνα 4.18: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Κοινά πριν και μετά (νυχτερινός δροσισμός)	σελ.	89
Εικόνα 4.19: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Υπόγειο πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων	σελ.	92
Εικόνα 4.20: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Κατράκη πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων	σελ.	92
Εικόνα 4.21: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Ποσειδώνος πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων	σελ.	93
Εικόνα 4.22: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Κατράκη πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων	σελ.	93
Εικόνα 4.23: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Κατράκη Εσωτερικά πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων	σελ.	94
Εικόνα 4.24: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Εσωτερικά πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων	σελ.	94
Εικόνα 4.25: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων	σελ.	95
Εικόνα 4.26: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Κατράκη πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων	σελ.	95
Εικόνα 4.27: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Κοινά πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων	σελ.	96
Εικόνα 4.28: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων	σελ.	96
Εικόνα 4.29: Νότια όψη του κτιρίου με τα φωτοβολταϊκών πάνελ	σελ.	97

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εξοικονόμηση Ενέργειας μέσω Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

1.1 Κλιματικές αλλαγές

Ο ανθρώπινος πολιτισμός έχει αναπτύξει τη μοναδική ικανότητα δημιουργίας και χρήσης εργαλείων, αυτό που σήμερα ονομάζουμε τεχνολογία. Η τεχνολογία παρέχει τα μέσα με τα οποία τροποποιείται το φυσικό περιβάλλον, έτσι ώστε να εξυπηρετηθούν οι ανθρώπινες ανάγκες. Η εντυπωσιακή κλίμακα της τεχνολογικής δραστηριότητας ασκεί, σε εκθετικό βαθμό, πιέσεις στο φυσικό περιβάλλον.[1] Οι ενεργειακοί πόροι αποτελούν αντιπροσωπευτικό παράδειγμα εξάντλησης φυσικών πόρων, των οποίων η αλόγιστη χρήση επιφέρει δραματικές επιπτώσεις τόσο στο κόστος διαβίωσης όσο και στην ίδια τη ζωή στον πλανήτη. Η χρήση της ενέργειας βρίσκεται σήμερα στο επίκεντρο των περισσότερων ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ενώ πολλά από τα περιβαλλοντικά προβλήματα των σύγχρονων κοινωνιών έχουν ως σημείο αναφοράς τις τεχνολογίες παραγωγής και χρήσης ενέργειας. Ολόκληρος ο πλανήτης συνειδητοποιεί πλέον πως οι υδρογονάνθρακες, η καύση των οποίων δημιουργεί το μεγαλύτερο μέρος του περιβαλλοντικού προβλήματος, είναι πεπερασμένοι.[2] Η καύση των ορυκτών καυσίμων δεσμεύει οξυγόνο από την ατμόσφαιρα, ώστε να μετατραπεί ο άνθρακας σε θερμική ενέργεια δημιουργώντας παράλληλα διοξείδιο του άνθρακα. Το CO₂ είναι ένα από τα αέρια θερμοκηπίου, τα οποία απορροφούν την ακτινοβολία της υπέρυθρης ηλιακής θερμικής ενέργειας που αντανακλάται από τη γήινη επιφάνεια προς το διάστημα, λειτουργώντας με τρόπο όμοιο προς αυτόν του γυαλιού ενός θερμοκηπίου.[1] Το αποτέλεσμα είναι ότι το θερμοκήπιο, στην περίπτωση αυτή όλη η Γη, θερμαίνεται υπερβολικά. Ο μεγάλος όμως όγκος CO₂ και άλλων αερίων θερμοκηπίου, που εκλύεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες στην ατμόσφαιρα, προκαλεί διαταραχές στο ενεργειακό ισοζύγιο του πλανήτη. Η παγκόσμια θέρμανση έχει ήδη μετρήσιμες επιπτώσεις καθώς οι παγετώνες υποχωρούν, ο όγκος του πάγου του Αρκτικού Ωκεανού αραιώνει και η άνοιξη εμφανίζεται τουλάχιστον μία εβδομάδα νωρίτερα από ότι στη δεκαετία του 1950. Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά 0,75 βαθμούς C από τα τέλη περίπου του 19ου αιώνα. Το μεγαλύτερο μέρος της θέρμανσης, 0,5 βαθμοί C, σημειώθηκε μετά το 1950. Ακόμη και αν δεν λάβει χώρα περαιτέρω αλλαγή της ατμοσφαιρικής σύνθεσης, η γήινη επιφάνεια θα θερμανθεί επιπλέον από 0,4 έως 0,7 βαθμούς C, λόγω του μεγάλου χρονικού διαστήματος (100 χρόνια περίπου) που μεσολαβεί μέχρι να θερμανθούν και οι ωκεανοί. Η διαφανόμενη άμεση απειλή αφορά κυρίως τις αλλαγές στο επίπεδο της θάλασσας (διαστολή ωκεάνιων υδάτων) και την ταχύτητα τήξης των πάγων. Ένα μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε απόσταση λίγων μέτρων από το επίπεδο της θάλασσας όπου επίσης βρίσκονται υποδομές τρισεκατομμυρίων δολαρίων. Οι προβλεπόμενες καταστροφές περιλαμβάνουν απώλειες ανθρώπινων ζώων, καταστροφή οικοσυστημάτων/βιοποικιλότητας,

μειωμένη αγροτική παραγωγή, επανεμφάνιση πείνας και ασθενειών (όπως η ελονοσία) στις αναπτυσσόμενες, κυρίως, χώρες και σημαντικές οικονομικές ζημιές. [1] Το κλειδί της επίλυσης του ενεργειακού προβλήματος είναι η προώθηση «πράσινων» τεχνολογιών, φιλικών προς το περιβάλλον, που θα επιτρέψουν τη μείωση της εξάρτησης από το ολόενα και ακριβότερο πετρέλαιο και την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών. [2]

1.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Είμαστε πολύ κοντά στο σημείο μη αναστροφής και σύμφωνα με μερικούς το έχουμε ήδη ξεπεράσει. Και όμως συνεχίζουμε σαν όλα αυτά (οι κλιματικές αλλαγές) να συμβαίνουν σε άλλον πλανήτη. Η μόνη ενέργεια που μπορεί να αποδεχτεί το οικοσύστημα και να την απορροφήσει χωρίς άλλους κραδασμούς, ενώ ταυτόχρονα να αρχίσει η αντιστροφή του φαινομένου των κλιματικών αλλαγών, δεν μπορεί να είναι άλλη από αυτήν που παράγεται με αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και ταυτόχρονη απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, ή -ακόμη καλύτερα- αυτή που δεν δαπανάται καθόλου, δηλ. με Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΕΕ). Δεν είναι ιδεολογικό ούτε πολιτικό το θέμα. Δεν είναι πια οικονομικό. Δεν είναι καν ηθικό. Είναι θέμα επιβίωσης του ανθρώπινου είδους. [2] Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας, ή νέες πηγές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη. Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική. Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, μιας και ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. [3] Οι ήπιες μορφές ενέργειας βασίζονται κατ' ουσίαν στην ηλιακή ακτινοβολία, με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια, η οποία είναι ροή ενέργειας από το εσωτερικό του φλοιού της γης, και την ενέργεια απ' τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία ήπιες πηγές ενέργειας είναι ανανεώσιμες, μιας και δεν πρόκειται να εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος, δηλαδή για μερικά ακόμα δεκατομμύρια χρόνια.

Ουσιαστικά είναι ηλιακή ενέργεια "συσκευασμένη" κατά τον ένα ή τον άλλο τρόπο: η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης, η αιολική εκμεταλλεύεται τους ανέμους που προκαλούνται απ' τη θέρμανση του αέρα ενώ αυτές που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο εξάτμισης-συμπύκνωσης του νερού και την κυκλοφορία του. Η γεωθερμική ενέργεια δεν είναι ανανεώσιμη, καθώς τα γεωθερμικά πεδία κάποια στιγμή εξαντλούνται.

Χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (κυρίως για θέρμανση) είτε μετατρέπομενες σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια). Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό απ' τις ήπιες μορφές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η υψηλή όμως μέχρι πρόσφατα τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής καθώς και πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες που έχουν να κάνουν με τη διατήρηση του παρόντος στάτους κβο στον ενεργειακό τομέα εμπόδισαν την εκμετάλλευση έστω και μέρους αυτού του δυναμικού. [3]

1.3 Είδη ήπιων μορφών ενέργειας

Αιολική ενέργεια

Είναι η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται, μέσω ανεμογεννητριών, σε χρήσιμη μηχανική ενέργεια ή/και σε ηλεκτρική ενέργεια. Ο άνεμος χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο από την αρχαιότητα. Για αιώνες η κίνηση των πλοίων στηριζόταν στη δύναμη του ανέμου. Οι ανεμόμυλοι, που σήμερα είναι «διακοσμητικοί», υπηρέτησαν για πάρα πολλά χρόνια τον αγροτικό τομέα, είτε για να αλέθουν, είτε για να αντλούν νερό από τα πηγάδια. Στη σύγχρονη εποχή, από το 1970, άρχισε να αναπτύσσεται το ενδιαφέρον εκμετάλλευσης του ανέμου κυρίως για παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας, σαν αποτέλεσμα της πετρελαϊκής κρίσης. Από τότε μέχρι σήμερα, και η τεχνολογία αλλά και η εφαρμογή των ανεμογεννητριών έχουν μια συνεχώς αυξητική πορεία. Οι Ανεμογεννήτριες είναι μηχανές που μετατρέπουν την Αιολική ενέργεια, δηλαδή τον αέρα που φυσά, σε Ηλεκτρική ενέργεια. Για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχουν καθιερωθεί οι μηχανές με οριζόντιο άξονα, που «φέρει» τον έλικα (πτερύγια) και ο οποίος μπορεί να περιστρέφεται, ώστε να είναι πάντα παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου. Ο άξονας αυτός περιστρέφει μια γεννήτρια, η οποία με τη σειρά της παράγει Ηλεκτρικό ρεύμα. Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το Αιολικό δυναμικό της περιοχής που εγκαθίσταται. Για να γίνει η επιλογή ενός τόπου, καθώς και του μεγέθους της μηχανής που θα εγκατασταθεί, γίνονται ειδικές ανεμολογικές μετρήσεις και μελέτες. Η τεχνολογία, την τελευταία 20ετία, έχει κάνει εντυπωσιακά άλματα, από μηχανές των 20 -50 kW και διάμετρο πτερύγων τα 15 μέτρα, σε 7,5 MW και διάμετρο περί τα 100 μέτρα, με παράλληλη μείωση του κόστους κατασκευής. Στη πράξη, συνήθως, δεν εγκαθίσταται μια ανεμογεννήτρια μόνη της, αλλά, ανάλογα με τη διαθέσιμη έκταση και την επένδυση,

εγκαθίστανται πολλές μηχανές στη σειρά, δημιουργώντας το λεγόμενο «Αιολικό Πάρκο», η παραγωγή του οποίου διοχετεύεται στο εθνικό δίκτυο. [4]



Εικόνα 1.1: Αιολικό πάρκο (πηγή: <http://www.ethnos.gr/article.asp?catid=22733&subid=2&pubid=149130>)

Ηλιακή ενέργεια

Με το όρο Ηλιακή Ενέργεια χαρακτηρίζουμε το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Το φως και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, απορροφούνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας.

Χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές (ηλιακοί θερμοσίφωνες και φούρνοι) ενώ η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος.

Η τεχνολογία σήμερα αξιοποιεί ένα μηδαμινό ποσοστό της καταφθάνουσας στην επιφάνεια του πλανήτη μας ηλιακής ενέργειας με τριών ειδών συστήματα: τα θερμικά ηλιακά, τα παθητικά ηλιακά και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. [3]



Εικόνα 1.2: Φωτοβολταϊκό πάρκο (πηγή : <http://www.athenspress.gr/>)

Υδατοπτώσεις

Οι υδατοπτώσεις προκαλούνται από τη βαρύτητα με τη μεταφορά του ύδατος από ένα σημείο με μεγαλύτερο υψόμετρο σε ένα με χαμηλότερο. Αυτό το φαινόμενο είναι μέρος του κύκλου του νερού του οποίου η κινητήριος δύναμη προέρχεται από τον ήλιο. Η αύξηση της θερμοκρασίας σε θάλασσες και λίμνες, αναγκάζει το νερό να εξατμιστεί στην ατμόσφαιρα και να μεταφερθεί μέσω των ανέμων σε περιοχές με μεγαλύτερο υψόμετρο.

Σε αυτές τις περιοχές μέσω της συμπύκνωσης πέφτουν βροχές και χιόνια τα οποία δημιουργούν τους ποταμούς. Τα ποτάμια είναι η μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού σε κινητική και είναι αυτή η ενέργεια που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος από τα αρχαία χρόνια για να καλύψει τις ανάγκες του. Η νεροτριβή χρησιμοποιείται ακόμα και τώρα σε ορεινές περιοχές για το πλύσιμο μεγάλων υφασμάτων, οι υδραυλικοί τροχοί με απόδοση που μπορεί να φτάσει και το 90% έδωσαν κίνηση σε νερόμυλους για το άλεσμα του σιταριού, αλλά και για τη κίνηση διάφορων υδροκίνητων μηχανών όπως πχ. των μαρουτόμυλων, μηχανών κλωστοϋφαντουργίας κ.α.



Εικόνα 1.3: Υδατόπτωση (πηγή: www.interenergy.gr)

Τα γνωστά σε όλους υδροηλεκτρικά εργοστάσια βασίζονται στην αρχή των υδραυλικών τροχών, αλλά με τη διαφορά ότι τη θέση του τροχού καταλαμβάνει ο υδροστρόβιλος που μεταφέρει τη κινητική του ενέργεια στην ηλεκτρογεννήτρια.

Ο συγκεκριμένος τρόπος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι εκτός από πολύ αποδοτικός, αλλά και καθαρός, διότι έχει μηδενικές εκπομπές ρύπων αφού δεν εξαρτάται από ορυκτά καύσιμα. Είναι μια αξιόπιστη τεχνολογία με χαμηλά κόστη συντήρησης, μεγάλη διάρκεια ζωής και ποιοτική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η ανάγκη της αδιάλειπτης τροφοδοσίας των υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων με νερό, μας ανάγκασε στη δημιουργία των φραγμάτων. Τα φράγματα είναι ο φυσικός ταμιευτήρας νερού, κατασκευάζεται σε σημεία που υπάρχουν ποταμοί και η μορφολογία του εδάφους το επιτρέπει. Επίσης βοηθούν στον έλεγχο των ποταμών με τον έλεγχο της ροής που τα διασχίζει, άρα μπορούν να αποφευχθούν πλημμύρες σε περιόδους έντονων βροχοπτώσεων. [5]

Βιομάζα

Χρησιμοποιεί τους υδατάνθρακες των φυτών (κυρίως αποβλήτων της βιομηχανίας ξύλου, τροφίμων και ζωοτροφών και της βιομηχανίας ζάχαρης) με σκοπό την αποδέσμευση της ενέργειας που δεσμεύτηκε απ' το φυτό με τη φωτοσύνθεση. Ακόμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αστικά απόβλητα και απορρίμματα. Μπορεί να δώσει βιοαιθανόλη και βιοαέριο, που είναι καύσιμα πιο φιλικά προς το περιβάλλον από τα παραδοσιακά. Είναι μια πηγή ενέργειας με πολλές δυνατότητες και εφαρμογές που θα χρησιμοποιηθεί πλατιά στο μέλλον. [6]



Εικόνα 1.4: Βιομάζα (πηγή : http://www.biomassenergy.gr/uploads/7689307_s.jpg)

Γεωθερμική ενέργεια

Προέρχεται από τη θερμότητα που παράγεται απ' τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. Είναι εκμεταλλεύσιμη εκεί όπου η θερμότητα αυτή ανεβαίνει με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια, π.χ. στους θερμοπίδακες ή στις πηγές ζεστού νερού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας για θερμικές εφαρμογές είτε για την παραγωγή ηλεκτρισμού. [3]

Ενέργεια από παλίρροιες.

Εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης, που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Το νερό αποθηκεύεται καθώς ανεβαίνει και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρισμό. Έχει εφαρμοστεί στην Αγγλία, τη Γαλλία, τη Ρωσία και αλλού. [3]

Ενέργεια από τους ωκεανούς.

Εκμεταλλεύεται τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα στρώματα του ωκεανού, κάνοντας χρήση θερμικών κύκλων. Βρίσκεται στο στάδιο της έρευνας. [7]

1.4 Αειφόρος τεχνολογία-Τεχνολογία ΑΠΕ

Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί ένα από τα βασικά μέσα για την αποφυγή της ενεργειακής εξάρτησης και την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών. Οι ΑΠΕ θεωρούνται, παράλληλα, εναλλακτική επιλογή ζωτικής σημασίας απέναντι στα αδιέξοδα που προκαλεί η μετατροπή ενέργειας από την πυρηνική σχάση. Πολλοί επιστήμονες θεωρούν, επίσης, ότι από το να προσπαθήσει η σύγχρονη τεχνολογία να δημιουργήσει μικρούς τεχνητούς ήλιους πάνω στη Γη, με τη μορφή αντιδραστήρων πυρηνικής σύντηξης, είναι πιο αξιόπιστη η ανάπτυξη τεχνολογίας, η οποία θα μετατρέπει τη φυσική ενέργεια πυρηνικής σύντηξης, που ήδη παράγει ο ήλιος και φθάνει σε εμάς, σε φως. Όλες οι τεχνολογίες εκμετάλλευσης ενέργειας

προκαλούν, σε ορισμένο βαθμό, περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μια σειρά περιβαλλοντικών κριτηρίων περιγράφει ποιά τεχνολογία θεωρείται σημαντική ως προς τις προοπτικές αιεφορίας, ποια τεχνολογία, δηλαδή, χαρακτηρίζεται ως αιεφόρος τεχνολογία. Τα κριτήρια της αιεφορίας μπορούν να περιγραφούν ως εξής:

- Η αποφυγή χρήσης καυσίμων που εξαντλούνται, η αποδοτική μετατροπή και χρήση ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, ως προσωρινό μέτρο, για το χρονικό διάστημα που απαιτείται έως ότου υπάρξει πλήρης εκμετάλλευση των ΑΠΕ.

- Ο σχεδιασμός τεχνολογίας και συστημάτων ενεργειακής μετατροπής έτσι ώστε να χρησιμοποιούν με αποδοτικό τρόπο την ενέργεια.

- Η αντιστοίχιση ενεργειακής μετατροπής και επιλέξιμων καυσίμων με τις ανάγκες του τελικού χρήστη.

- Η ελαχιστοποίηση των τοπικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ενεργειακών τεχνολογιών και ο συμψηφισμός των όποιων τοπικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων με τα ευρύτερα περιβαλλοντικά οφέλη σε παγκόσμια κλίμακα που συνεπάγονται οι τεχνολογίες αυτές. [1]

- Η αποφυγή απόσπασης, από τις φυσικές ενεργειακές ροές, ποσότητας ενέργειας μεγαλύτερης από αυτή που χρειάζονται τα τοπικά ικοσυστήματα.

- Ο συνυπολογισμός στον ενεργειακό σχεδιασμό των απόψεων των τοπικών πληθυσμών σχετικά με τις χρήσεις γης και τις επιπτώσεις στα αισθητικά στοιχεία του τοπίου.

- Η ανάπτυξη τεχνολογιών, οι οποίες θα διασφαλίζουν ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν θα υπερβαίνουν την ενεργειακή φέρουσα ικανότητα του πλανήτη, δεδομένου ότι υπάρχουν τεχνικά όρια ακόμη και στην απόσπαση ενέργειας από τις φυσικές ενεργειακές ροές.

- Η παρακολούθηση εκπομπών άνθρακα της κάθε ενεργειακής επιλογής, καθώς και άλλων αερίων, μέσα από πλήρη ανάλυση του ενεργειακού κύκλου ζωής.

Οι περισσότερες ενεργειακές πηγές προέρχονται άμεσα ή έμμεσα από τον ήλιο. Τα ορυκτά καύσιμα είναι απλά αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια, παγιδευμένη στο υπέδαφος για χιλιάδες χρόνια με τη μορφή γαιάνθρακα, πετρελαίου, φυσικού αερίου. Εντούτοις, μόλις τα σχετικά αποθέματα των πηγών αυτών εξαντληθούν, δεν αντικαθίστανται και χάνονται για πάντα. Αντιθέτως, οι περισσότερες ΑΠΕ βασίζονται σε συνεχείς ηλιακές εισροές, οι οποίες δημιουργούν ανεξάντλητες φυσικές ενεργειακές ροές παρέχοντας άμεση θέρμανση, δημιουργώντας ανέμους ή κύματα, υδάτινες ροές σε ποταμούς και λίμνες ή, αποθηκευόμενες βραχυπρόθεσμα σε φυτικούς ιστούς, μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο με τη μορφή της βιομάζας. [1]

1.5 Κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα

Στην Ε.Ε. ο κτιριακός τομέας (τα νοικοκυριά και ο τριτογενής τομέας) αντιπροσωπεύει το σημαντικότερο τομέα κατανάλωσης της τελικής ενέργειας σε απόλυτες τιμές. (40%). Έχει καταγραφεί ότι η θέρμανση των κτιρίων κατέχει σημαντικό μέρος των συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων τους (69%) ακολουθούμενη από την παραγωγή ζεστού νερού (15%), τις ηλεκτρικές συσκευές και το φωτισμό (11%).

Στην Ελλάδα οι ανάγκες για θέρμανση των κατοικιών ανέρχονται περίπου στο 70% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η κατανάλωση ενέργειας για τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και τον κλιματισμό ανέρχεται στο 18% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου. Οι κατοικίες με κεντρικό σύστημα θέρμανσης, το οποίο χρησιμοποιεί ως καύσιμο αποκλειστικά το πετρέλαιο, αντιστοιχούν στο 35,5% του συνόλου. Το υπόλοιπο 64,5% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν σε ποσοστό 25% πετρέλαιο, 12% ηλεκτρικό ρεύμα και 18% καυσόξυλα. Σε αντίθεση με το σύνολο της ΕΕ, στην Ελλάδα η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια παρουσιάζει αυξητική τάση. [8] Δεδομένου ότι ο κάτοικος των αστικών κυρίως κέντρων βιώνει το 80% της ζωής του στο εσωτερικό των κτιρίων, είναι προφανής η επίδραση της ποιότητας του εσωτερικού κλίματος τόσο στην υγεία και την άνεση όσο και την παραγωγικότητά του. Η κατά τα τελευταία χρόνια δραματική υποβάθμιση του ατμοσφαιρικού προβλήματος καθώς και χρήση υλικών και συσκευών μη φιλικών προς το περιβάλλον έχουν συντελέσει στην εμφάνιση σημαντικών, ποιοτικά και ποσοτικά, περιβαλλοντικών και ενεργειακών προβλημάτων στα κτίρια.

Ειδικότερα, η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στα μεγάλα αστικά κέντρα έχει συντελέσει στην δραματική αύξηση της απαιτούμενης ενέργειας για τον δροσισμό των κτιρίων κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η απαιτούμενη ενέργεια για τον δροσισμό ενός κτιρίου στο κέντρο της Αθήνας ενίαι σχεδόν διπλάσια από την απαιτούμενη στην περιφέρεια της πόλης.

Παράλληλα η αύξηση των επιπέδων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και οι υψηλές εκπομπές μέρους των σύγχρονων δομικών υλικών συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης ρυπαντών στο εσωτερικό των κτιρίων, με ιδιαίτερα σημαντικές συνέπειες τόσο στην υγεία όσο και την παραγωγικότητα των ενοίκων. Μετρήσεις σε κτίρια γραφείων και νοσοκομεία στην ευρύτερη περιοχή Αθηνών έδειξαν ιδιαίτερα αυξημένες συγκεντρώσεις ρύπων στο εσωτερικό των κτιρίων καθώς και αυξημένα ποσοστά παθολογίας των ενοίκων. Τα παραπάνω καθορίζουν το πλαίσιο εξέτασης και ανάλυσης του όλου ενεργειακού και περιβαλλοντικού προβλήματος των κτιρίων. Η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων δεν θα πρέπει να αποσυνδέεται από τα προβλήματα περιβάλλοντος και θα πρέπει να μελετάται σαν μια ενότητα μαζί με το συγκεκριμένο εξωτερικό μικροκλίμα στον χώρο του κτιρίου, καθώς και το διαμορφούμενο εσωτερικό περιβάλλον. [9] Η ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας είναι ιδιαίτερα εμφανής στον κτιριακό τομέα, ο οποίος

καλύπτει το 36% περίπου της συνολικής τελικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ελλάδα, με μέσο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 7%. Επιπλέον, τα κτίρια ευθύνονται για πάνω από το 45% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, βασικού αερίου του φαινομένου του θερμοκηπίου. Όλα αυτά προβλημάτισαν τους επιστήμονες στην εύρεση ενός νέου τρόπου οικοδόμησης των κατοικιών, περισσότερο υγιή και φιλικό προς το περιβάλλον. Το αποτέλεσμα ήταν η στροφή προς τη Βιοκλιματική Δόμηση με τη χρήση Α.Π.Ε. και άλλων μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας. Ο σωστός προγραμματισμός μπορεί να οδηγήσει στη σταδιακή μείωση της περιβαλλοντικής κρίσης και στην αναβάθμιση του αστικού και κατ' επέκταση του γήινου περιβάλλοντος. [8]

1.6 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτιρίων με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των χώρων, αλλά κυρίως οι τεχνικές δόμησης των κτιρίων που βελτιώνουν τη φυσική λειτουργία και την ενεργειακή συμπεριφορά του κελύφους διεποχικά.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών μέσω των παθητικών ηλιακών συστημάτων (ΠΗΣ) επιτυγχάνεται στα πλαίσια της συνολικής θερμικής λειτουργίας του κτιρίου και της σχέσης κτιρίου - περιβάλλοντος. Η δε θερμική λειτουργία ενός κτιρίου αποτελεί μια δυναμική κατάσταση, η οποία εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους, βασίζεται στην αντίστοιχη ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών στοιχείων και των ενσωματωμένων παθητικών ηλιακών συστημάτων. [8] Το κτίριο και το κλίμα του τόπου πρέπει να αντιμετωπίζονται ως αλληλεξαρτώμενη ενότητα με πρωταρχικό στόχο τη διασφάλιση συνθηκών βιολογικής άνεσης (θερμικής, οπτικής, ακουστικής) για τον άνθρωπο που κατοικεί μέσα σε αυτό.

Οι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η εξασφάλιση ηλιασμού, η προστασία από τους δυνατούς ανέμους και η ελαχιστοποίηση των απωλειών θερμότητας το χειμώνα, καθώς και η προστασία από τον ήλιο, η εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων και η απομάκρυνση της πλεονάζουσας θερμότητας το καλοκαίρι.

Έτσι το βιοκλιματικό κτίριο έχει δυναμικό χαρακτήρα και αλλάζει ανάλογα με την εποχή, αλλά και ανάλογα με το αν είναι ημέρα ή νύκτα. Με τη χρήση παθητικών βιοκλιματικών συστημάτων στις κατοικίες, παρέχεται παθητική ηλιακή θέρμανση, ενισχύεται ο φυσικός δροσισμός και ρυθμίζεται το μικροκλίμα μέσα και γύρω από τις κατοικίες. Πέραν της ενσωμάτωσης βιοκλιματικών συστημάτων σε ένα κτίριο, επιπλέον επιθυμητή είναι η χρήση οικολογικών υλικών για την κατασκευή του, ώστε να εξοικονομείται ενέργεια και για το στάδιο αυτό.

Σημαντική επίσης είναι η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια, καθώς περιορίζουν την κατανάλωση των συμβατικών καυσίμων και την επίπτωσή τους στο περιβάλλον. [8]

Ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων με βάση και την βιοκλιματική αρχιτεκτονική συνεπάγεται πολλαπλά οφέλη, όπως: ενεργειακά (εξοικονόμηση ενέργειας και θερμική/οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση καυσίμων και κόστους Η.Μ εγκαταστάσεων), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων, περιορισμός φαινομένου του θερμοκηπίου), κοινωνικά (βελτίωση της ποιότητας ζωής), ενώ η εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε νέα κτίρια δεν αυξάνει το κατασκευαστικό κόστος, εφ' όσον εφαρμόζονται απλά συστήματα και τεχνολογίες. [10]

1.6.1 Περιβαλλοντικές παράμετροι

Από τις παραμέτρους του περιβάλλοντος που επηρεάζουν καθοριστικά το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτηρίων διακρίνονται:

α. Το κλίμα του τόπου

β. Το φυσικό περιβάλλον, δηλαδή το ανάγλυφο του εδάφους, η βλάστηση, το τοπίο – θέα, η γειτνίαση με νερό.

Το κλίμα του τόπου

Το σύνολο των μετεωρολογικών δεδομένων συνθέτει το κλίμα κάθε τόπου ή περιοχής. Τα στοιχεία του κλίματος επηρεάζουν την ανταλλαγή θερμότητας ανάμεσα στο κτήριο και το εξωτερικό περιβάλλον, συνεπώς καθορίζουν την αίσθηση της άνεσης - ευεξίας στους ανθρώπους. Επίσης καθορίζουν την ποσότητα και ποιότητα του παρεχόμενου φυσικού φωτός και κατά συνέπεια την αίσθηση οπτικής άνεσης.

Οι βασικές παράμετροι του κλίματος, οι οποίες κρίνονται απαραίτητες για το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτηρίων, είναι:

- . Η θερμοκρασία του αέρα (μέση, μέγιστη, ελάχιστη) και οι διακυμάνσεις της χειμώνα και καλοκαίρι,
- . Η ηλιακή ακτινοβολία, ηλιοφάνεια και ένταση σε μηνιαία βάση,
- . Οι άνεμοι -χειμερινοί, ψυχροί θερινοί, δροσεροί- κατεύθυνση και ένταση,
- . Η σχετική υγρασία (μέση, μέγιστη, ελάχιστη) και οι διακυμάνσεις της χειμώνα και καλοκαίρι.

Οι κλιματικές συνθήκες επηρεάζουν το σχεδιασμό του κτηρίου στη φάση των αρχικών επιλογών, δηλαδή στα προσχέδια, με την έννοια της χωροθέτησής του στο οικοπέδο, έτσι ώστε

να αξιοποιούνται οι θετικές παράμετροι -ήλιος το χειμώνα, δροσεροί άνεμοι το καλοκαίρι- με παράλληλη αποφυγή των ψυχρών ανέμων και της υγρασίας. Στην περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμα τα τοπικά κλιματικά δεδομένα, λαμβάνονται υπόψη αυτά του πλησιέστερου μετεωρολογικού σταθμού.

Το φυσικό περιβάλλον

. Το ανάγλυφο του εδάφους, επίπεδο ή με κλίση, επηρεάζει την τοποθέτηση του κτηρίου, αλλά και τη μορφολογία του, σε επίπεδη διάταξη ή κλιμακωτή προσαρμοσμένη στο έδαφος.

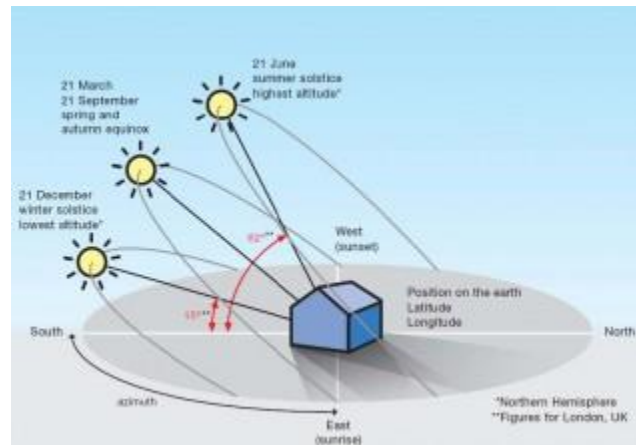
. Ο προσδιορισμός των προσήλιων και υπήνεμων περιοχών, σε σχέση με τους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους καθορίζει την ένταξη του κτηρίου στο οικόπεδο.

. Το τοπίο -βλάστηση χαμηλή ή δέντρα- καθορίζει τις επιλογές για τη χωροθέτηση του κτηρίου - αποφυγή της σκίασης το χειμώνα, εξαρτώμενης από το ύψος των γύρω στοιχείων - κτηρίων, αναγλύφου και δέντρων -φυλλοβόλα ή αειθαλή, ενώ αντίστροφα το καλοκαίρι επιδιώκεται η σκίασή του από τα δέντρα και τα γύρω στοιχεία, εφόσον είναι εφικτή.

. Η θέα -εφόσον υπάρχει- είναι καθοριστικός παράγων ως προς την τοποθέτηση του κτηρίου και των ανοιγμάτων στο κελύφος του, καθώς και ως προς τη διάταξη των εσωτερικών χώρων. Στην περίπτωση που η θέα βρίσκεται στη βορεινή πλευρά του οικοπέδου, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, προβλέποντας μεγάλα ανοίγματα στο κτήριο προς το Βορρά, παρά το γεγονός ότι ίσως αυξάνονται οι θερμικές απώλειες του κελύφους.

. Η γειτνίαση με νερό -θάλασσα, ποτάμι, λίμνη- αποτελεί στοιχείο βοηθητικό για τη δημιουργία άνετου μικροκλίματος το καλοκαίρι στο άμεσο περιβάλλον του κτηρίου, αρκεί να διασφαλίζεται η προστασία του από την υγρασία, κυρίως το χειμώνα. [11]

1.7 Αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού



Εικόνα 1.5: Προσανατολισμός κτιρίου για βέλτιστη εκμετάλλευση του ηλίου (πηγή: http://sunandshadow.gr/wordpress/wp-content/uploads/2010/11/Xrisimoi_oroι-320x221.jpg)

1. Βελτίωση ή ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών (Βελτίωση μικροκλίματος)

Η βελτίωση και η ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών που επικρατούν στο χώρο κατασκευής του κτιρίου επιτυγχάνεται με τον στρατηγικό σχεδιασμό συνολικά του κτιρίου ώστε να γίνεται η βέλτιστη εκμετάλλευση του ηλίου, των επικρατούντων ανέμων, της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και της υγρασίας.

2. Εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας επιτυγχάνεται με τον ορθό σχεδιασμό του κελύφους του κτιρίου (μεγιστοποίηση της απορρόφησης της ηλιακής ενέργειας το χειμώνα και ελαχιστοποίησή της το καλοκαίρι), τον ορθό προσανατολισμό των χώρων του και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων (ο νότιος προσανατολισμός είναι ο καταλληλότερος), την κατάλληλη διαστασιολόγηση των ανοιγμάτων, τη διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων με βάση τις θερμικές τους ανάγκες και με την υιοθέτηση των κατάλληλων παθητικών εφαρμογών που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και αποτελούν «φυσικά» συστήματα θέρμανσης.

3. Θερμική προστασία κτιρίων και προστασία μέσω σκίασης

Η θερμική προστασία του κτιρίου επιτυγχάνεται κυρίως με τον κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων ώστε να αποφευχθεί η διαφυγή της θερμότητας από το κτίριο, η σωστή μόνωση του κελύφους και η ορθή διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων (οι χώροι που χρησιμοποιούνται συχνότερα τοποθετούνται στο νότο, ώστε να αποφεύγεται ο «ψυχρός» βορράς). Με την προστασία μέσω της σκίασης επιδιώκεται η προστασία του κτιρίου από την υπερθέρμανση το

καλοκαίρι με τη στρατηγική τοποθέτηση εσωτερικών και εξωτερικών, κάθετων και οριζόντιων σκίαστρων.

4. Συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού

Αναφέρεται στον έλεγχο του μικροκλίματος του κτιρίου, στον αυτοσκιασμό του κτιριακού όγκου, στον περιορισμό των θερμικών προσόδων μέσω του σκιασμού των ανοιγμάτων και των αδιαφανών στοιχείων του κελύφους τους θερμοούς καλοκαιρινούς μήνες.

5. Φυσικός φωτισμός

Αποτελεί την εκμετάλλευση του άμεσου και έμμεσου ηλιακού φωτός με επάρκεια ώστε να εξασφαλίζονται συνθήκες άνεσης ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου, με ομαλή κατανομή στους εσωτερικούς χώρους και τέλος σε όλες τις εποχές του χρόνου.

6. Ακουστική προστασία

Η ακουστική προστασία ενός κτιρίου επιτυγχάνεται μέσα από τον ορθό σχεδιασμό και τοποθέτηση του κτιρίου ώστε να προστατεύεται από την ηχορύπανση (υπάρχουσα ή τυχαία).

Πάνω από όλα τονίζεται πως βασική αρχή του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η μικρότερη δυνατή ενεργειακή κατανάλωση πάντα όμως με την εξασφάλιση θερμικής και οπτική άνεσης στο χρήστη του κτιρίου.

Για να σχεδιάσουμε μία κατοικία με βάση τις βιοκλιματικές αρχές, θα πρέπει αρχικά να μελετήσουμε το κλίμα του τόπου, το φυσικό περιβάλλον, την τοπογραφία, τη θέα, την ετήσια και ημερησία διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα, την ηλιακή ακτινοβολία, τους ανέμους και τη σχετική υγρασία της περιοχής . [12]

Κατά το σχεδιασμό της κατοικίας και για τη μέγιστη αξιοποίηση των ηλιακών κερδών, θα πρέπει, όταν είναι εφικτό, η κύρια όψη καθώς και τα μεγαλύτερα ανοίγματα της κατοικίας, να είναι προσανατολισμένα προς το νότο. Αντιθέτως στις Βορινές πλευρές των κτιρίων θα πρέπει να έχουμε συμπαγείς τοίχους με μικρά ανοίγματα. Όλοι οι τοίχοι του κτιρίου θα πρέπει να έχουν μεγάλο όγκο και να είναι από συμπαγή υλικά ώστε να έχουν μεγάλη θερμική αδράνεια και να γίνεται σωστή εκμετάλλευση της θερμικής μάζας του κτιρίου για εξισορρόπηση των θερμοκρασιακών μεταβολών. [13]

Επιπλέον επιθυμητή είναι η εκμετάλλευση της θερμικής αδράνειας του εδάφους τόσο σχεδιάζοντας υπόσκαφα κτίρια, όσο και κτίρια που βρίσκονται σε εδάφη με μεγάλη κλίση. Τα

ανοίγματα της κατοικίας θα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να προσφέρουν διαμπερή αερισμό. Περιβάλλουσα βλάστηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ηλιοπροστασία, σκιασμό αλλά και προστασία από τους ανέμους, βελτιώνοντας παράλληλα το μικροκλίμα γύρω από την κατοικία. Η Νότια πλευρά του κτιρίου χρησιμοποιείται για παθητική ηλιακή θέρμανση ενώ η Βόρεια για ανάσχεση της θερμότητας και προστασία από τους ψυχρούς ανέμους. [13]

1.8 Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα στα κτίρια αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα, καθώς και για παροχή φυσικού φωτισμού. Βασίζονται στη φυσική ροή της θερμικής ενέργειας, εκμεταλλεύονται τις φυσικές ιδιότητες των υλικών του κτηρίου και χρησιμοποιούν, για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την αποθήκευση της θερμότητας, τα δομικά στοιχεία του κελύφους (τοίχους, δάπεδα, οροφές, δώμα).

Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα είναι το σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους, το οποίο αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση, με άμεσο τρόπο μέσω ανοιγμάτων κατάλληλου (νότιου) προσανατολισμού των χώρων. Εκτός από τα ανοίγματα το σύστημα αποτελείται από την απαιτούμενη θερμική μάζα (χρήση υλικών υψηλής θερμοχωρητικότητας), την κατάλληλη θερμική προστασία (θερμομόνωση κελύφους, διπλοί υαλοπίνακες) και την απαιτούμενη ηλιοπροστασία κατά τους θερινούς μήνες. [8]

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

- Ηλιακοί τοίχοι: αποτελούνται από τοιχοποιίες συνδυαζόμενες με υαλοστάσιο, τοποθετημένο εξωτερικά, σε απόσταση 5-15cm. Η τοιχοποιία είναι είτε αμόνωτος τοίχος μεγάλης θερμικής μάζας (τοίχος θερμικής αποθήκευσης), είτε θερμομονωμένος (θερμοσιφωνικό πανέλο), ενώ, το υαλοστάσιο μπορεί να είναι σταθερό ή ανοιγόμενο και να φέρει μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες. Ο ηλιακός τοίχος λειτουργεί ως ηλιακός συλλέκτης και η θερμότητα που δημιουργείται μεταφέρεται μέσω της μάζας του τοίχου ή μέσω θυρίδων στον προσκείμενο χώρο.

- Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι): είναι κλειστοί χώροι που προσαρτώνται ή ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή ακτινοβολία, εισερχόμενη από τα νότια υαλοστάσια του θερμοκηπίου, μετατρέπεται σε θερμική και μέρος αυτής αποδίδεται άμεσα στο χώρο (αυξάνοντας τη θερμοκρασία αέρα), ενώ μέρος αυτής αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του χώρου (θερμική μάζα) και αποδίδεται με χρονική

υστέρηση. Η μεταφορά της θερμικής ενέργειας από τον ηλιακό χώρο προς το εσωτερικό του κτιρίου επιτυγχάνεται μέσω θυρίδων ή ανοιγμάτων του διαχωριστικού δομικού στοιχείου.

•Ηλιακά αίθρια: είναι οι αιθριακοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι επικαλύπτονται με υαλοστάσια και η θερμική τους λειτουργία είναι παρόμοια με αυτή των θερμοκηπίων.

Όλα τα ΠΗΣ πρέπει να συνδυάζονται με κατάλληλη θερμική προστασία, ικανή θερμική μάζα (για να αποθηκεύεται μέρος της θερμικής ενέργειας και να αποδίδεται σταδιακά στους χώρους), αλλά και με επαρκή συστήματα ηλιοπροστασίας (σκιασμού) και φυσικού αερισμού για το καλοκαίρι για την αποφυγή ανεπιθύμητων συνθηκών. [8]

1.8.1 Υλικά παθητικών ηλιακών συστημάτων

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα παθητικά ηλιακά συστήματα, διακρίνονται σε υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας και σε υλικά αποθήκευσης της θερμότητας.

Τα υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας είναι διαφανή υλικά (διαπερατά από την ηλιακή ακτινοβολία). Τα κριτήρια για την επιλογή των διαφανών υλικών που θα χρησιμοποιηθούν σε ένα παθητικό σύστημα είναι:

. Οι θερμοφυσικές ιδιότητες (διαπερατότητα, απορροφητικότητα και ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας, θερμοπερατότητα).

. Η αισθητική, που είναι καθοριστικός παράγοντας για τη διαμόρφωση των όψεων του κτηρίου και η οποία συνδέεται και με τις θερμοφυσικές ιδιότητες του διαφανούς υλικού, (π.χ. συντελεστής ηλιακής ανακλαστικότητας, απορροφητικότητας).

. Η αντοχή, που πρέπει να είναι ικανή να παραλαμβάνει τις μηχανικές καταπονήσεις από θερμοκρασιακές μεταβολές και ανεμοπιέσεις.

. Το βάρος που μπορεί να φέρει το στοιχείο στο οποίο εφαρμόζεται το διαφανές υλικό.

. Το κόστος αγοράς, τοποθέτησης και συντήρησης που πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο για να μην επιβαρύνεται η κατασκευή.

Τα συνηθέστερα διαφανή υλικά που χρησιμοποιούνται σε κτιριακές κατασκευές είναι:

- . Οι υαλοπίνακες
- . Τα σκληρά πλαστικά (ακρυλικά, πολυεστερικά και πολυκαρβονικά)
- . Η διαφανής θερμομόνωση

Οι υαλοπίνακες είναι άκαμπτοι, εμφανίζουν αντοχή στις καιρικές μεταβολές, στο φως και στις χημικές αντιδράσεις. Μειονέκτημα είναι το βάρος και η μικρή αντοχή τους σε μηχανική κρούση, εκτός εάν έχουν υποστεί ανάλογη επεξεργασία (π.χ. υαλοπίνακες ασφαλείας -τύπου "securit"). Το κοινό γυαλί έχει διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία από 0,78 - 0,91, ανάλογα με την ποιότητα και το πάχος του. Εάν χρησιμοποιηθούν πολλαπλοί υαλοπίνακες, μειώνεται η διαπερατότητα του συστήματος, αλλά βελτιώνεται σημαντικά ο συντελεστής θερμοπερατότητας. Ανακλαστικοί και απορροφητικοί υαλοπίνακες με υψηλό συντελεστή ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας αντίστοιχα, πρέπει να χρησιμοποιούνται με σύνεση στα παθητικά ηλιακά συστήματα, γιατί μειώνουν το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στο χώρο. Αντίθετα, ενδείκνυνται υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμπιμότητας (low emissivity ή low-e), κατάλληλα τοποθετημένοι, οι οποίοι περιορίζουν τη διαφυγή της θερμικής ενέργειας με ακτινοβολία προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Η επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και ειδικότερα τις θερμικές και ψυκτικές απαιτήσεις του κάθε κτηρίου, καθώς και από τις απαιτήσεις του κτηρίου σε φυσικό φως.

Τα σκληρά πλαστικά ανήκουν στα θερμοπλαστικά πολυμερή. Ανάλογα με την επεξεργασία και τη χημική σύσταση διακρίνονται σε ακρυλικά, σε πολυεστερικά, σε πολυκαρβονικά και σε προϊόντα πολυαιθυλενίου. Εμφανίζουν μεγάλη αντοχή σε μηχανική κρούση και έχουν μικρότερο βάρος από το κοινό γυαλί. Μειονέκτημά τους είναι ότι έχουν, συγκριτικά με το κοινό γυαλί, μικρότερο συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους και μικρότερη αντίσταση στη φωτιά.

Η διαφανής μόνωση είναι ημιδιαφανές θερμομονωτικό υλικό, κυψελωτής δομής, κυρίως πολυκαρβονικής προέλευσης.

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

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

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

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

. το νερό είναι το υλικό με τη μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα, αλλά υπάρχουν κατασκευαστικές δυσκολίες για τη χρησιμοποίησή του σε δομικά στοιχεία. Μπορεί να τοποθετηθεί σε δεξαμενές νερού που ενσωματώνονται στα δομικά στοιχεία (π.χ. σε τμήμα της εξωτερικής τοιχοποιίας), ή σε μεμονωμένα στοιχεία-δοχεία.

. τα υλικά αλλαγής φάσης (π.χ. τα εύτηκτα άλατα, όπως το άλας του Glauber), είναι σχετικά νέα υλικά που χρησιμοποιούνται σε επιλεγμένες θέσεις μέσα σε ειδικές δεξαμενές για την αποθήκευση της θερμότητας. Τα υλικά αυτά αλλάζουν φάση (Phase Change Materials - PCM), δηλαδή αλλάζοντας φυσική κατάσταση (για παράδειγμα, από τη στερεά στην υγρή κατάσταση), αποθηκεύουν θερμότητα, την οποία αποδίδουν για να επιστρέψουν στην αρχική φυσική τους κατάσταση. [14]

1.8.2 Τεχνικές φυσικού δροσισμού

Οι πιο συνηθισμένες και απλές μέθοδοι φυσικού δροσισμού είναι:

1. Η ηλιοπροστασία (σκίαση) του κτιρίου, η οποία επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους και μέσα, όπως η φυσική βλάστηση, τα γεωμετρικά στοιχεία (προεξοχές) του κτιρίου, σκίαστρα μόνιμα ή κινητά, εξωτερικά ή εσωτερικά των ανοιγμάτων, υαλοπίνακες με ειδικές επιστρώσεις ή ειδικής επεξεργασίας (ανακλαστικοί, επιλεκτικοί, ηλεκτροχρωμικοί, κ.λ.π.).

2. Ο φυσικός εξαερισμός με κατάλληλο σχεδιασμό και λειτουργία των ανοιγμάτων στο κέλυφος και θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων που επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους.

- Ο νυχτερινός διαμετρής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, με αποτέλεσμα την μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα.

- Η χρήση ανεμιστήρων, ιδιαίτερα ανεμιστήρων οροφής, ενισχύει το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επί πλέον, συνεισφέρει στην επίτευξη θερμικής άνεσης σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις συνήθειες (περίπου 2-3°C), καθώς με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα.

3. Η χρήση της θερμικής μάζας για την μείωση των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου. [15]

1.8.3 Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού

Κατάλληλα σχεδιασμένα συστήματα φυσικού φωτισμού αξιοποιούν το ηλιακό φως. Τα συστήματα φυσικού φωτισμού διακρίνονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες:

- Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγοί

Τα συστήματα αυτά συνδυάζονται με συγκεκριμένες τεχνικές που αφορούν στο σχεδιασμό των ανοιγμάτων, στις οπτικές ιδιότητες των υαλοπινάκων, στα φωτομετρικά χαρακτηριστικά επιφανειών (υφή, χρώμα, φωτοδιαπερατότητα υλικών) και στη χρήση ανακλαστήρων, έτσι ώστε να υπάρχει επάρκεια και ομαλήκατανομή φυσικού φωτός μέσα στους χώρους. Οι συνηθέστερες τεχνολογίες φυσικού φωτισμού αφορούν υαλοπίνακες με συγκεκριμένες ιδιότητες, πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία, διαφανή μονωτικά υλικά και ανακλαστήρες (ράφια φωτισμού ή ανακλαστικές περσίδες). [8]

1.8.4 Ο ρόλος της σωστής χρήσης της κατασκευής

Η απόδοση των βιοκλιματικών κτιρίων και των παθητικών συστημάτων αυτών επηρεάζεται σημαντικά από τη σωστή κατασκευή, τη συντήρηση και τη χρήση τους. Στις περισσότερες των περιπτώσεων βιοκλιματικών κτιρίων στην Ελλάδα, η απόκλιση της τελικής κατασκευής από την αρχική μελέτη του κτιρίου (κατασκευαστικά λάθη και παραλείψεις) αποτελεί τον βασικό παράγοντα στον οποίο οφείλεται η μειωμένη απόδοση των παθητικών συστημάτων.

Για όλα τα ΠΗΣ και της τεχνικές κελύφους για εξοικονόμηση ενέργειας υπάρχει ως ένα βαθμό η αναγκαιότητα της συμβολής του χρήστη. Ο παράγοντας αυτός πρέπει να αποτελεί για τους μελετητές βασικό κριτήριο κατά την επιλογή των συστημάτων και τεχνικών, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις αναμένεται μειωμένη συμβολή από την απαιτούμενη κατά τη λειτουργία και χρήση του κτιρίου.

Σε κτίρια του τριτογενή τομέα, συχνά η αποδοτική λειτουργία των παθητικών συστημάτων απαιτεί εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμού, καθώς είναι δυσχερής η συμβολή του χρήστη στη λειτουργία των συστημάτων. Η συντήρηση αποτελεί την τελευταία παράμετρο για εξασφάλιση της βέλτιστης απόδοσης των βιοκλιματικών κτιρίων με παθητικά συστήματα και άλλες τεχνικές και την μείωση των προβλημάτων που συνήθως δημιουργούνται με το χρόνο και τη χρήση των συστημάτων. [8]

1.9 Ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων με ενσωμάτωση ΑΠΕ

Ο ενεργειακός σχεδιασμός οικιστικών συνόλων έχει ως στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας, την εξασφάλιση συνθηκών άνεσης και την αξιοποίηση των τοπικά διαθέσιμων Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε επίπεδο κτιρίου, οικοδομικού τετραγώνου και οικιστικού συνόλου.

Περιλαμβάνει το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων και του περιβάλλοντος χώρου, τη χωροθέτηση των κτιρίων και των λειτουργιών με γνώμονα την εξοικονόμηση ενέργειας και την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων του οικισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η εφαρμογή προσεγγίσεων ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού με ενσωμάτωση των ενεργειακά αποδοτικότερων τεχνολογιών στο δομημένο περιβάλλον είναι προϋπόθεση για την πλήρη αξιοποίηση του ενεργειακού δυναμικού για κάθε κτίριο σε κάθε τόπο. Η μέγιστη αξιοποίηση αυτή του δυναμικού, μέσω ενός βέλτιστου συνδυασμού τεχνολογιών και συστημάτων, επιφέρει σημαντική μείωση στις ενεργειακές ανάγκες ενός κτιριακού συνόλου. Η μείωση αυτή των αναγκών, εκτός από τον περιορισμό της ενεργειακής κατανάλωσης, επιφέρει και μείωση της απαιτούμενης εγκατεστημένης ισχύος των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού και φωτισμού με αποτέλεσμα την μικρότερη διαστασιολόγησή τους, το μειωμένο κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης, το μειωμένο ηλεκτρικό φορτίο αιχμής το καλοκαίρι, συγχρόνως με τη μείωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος από τους ρύπους σε επίπεδο κτιρίου και σε επίπεδο δικτύου.

Επίπλέον η αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) αποτελεί σήμερα απαραίτητη προϋπόθεση για τη βελτίωση των ενεργειακών και περιβαλλοντικών συνθηκών ενός τόπου. Με σημαντική συμβολή στην αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος χωρίς επιβάρυνση του περιβάλλοντος, η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι πια σε θέση να συμβάλει και με οικονομο-τεχνικά οφέλη για μια αειφόρο ανάπτυξη σε επίπεδο οικιστικών συνόλων (τοπικό επίπεδο), όσο και σε περιφερειακό και εθνικό επίπεδο.

Ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός ενός οικισμού - που είναι βασισμένος στις τοπικές ανάγκες σχεδιασμού για τον ήδη υπάρχοντα και νέο πληθυσμό και στις ανάγκες ενσωμάτωσης των τοπικών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας – μπορεί να αποδώσει σε μια γενικότερη κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη.

Εκτός από τα προαναφερθέντα πλεονεκτήματα και αναλόγως του μεγέθους του οικισμού, προσφέρει δυνατότητες απασχόλησης σε διάφορους τομείς (δημόσια κτίρια, ενεργειακές εγκαταστάσεις), όπως επίσης και στις δραστηριότητες σχετικές με περιβαλλοντικές μετρήσεις, ενεργειακές μετρήσεις, περαιτέρω ενεργειακές μελέτες, ενεργειακό σχεδιασμό κλπ. - παράγοντας με σημαντικό δυναμικό συνεισφοράς στην περαιτέρω περιφερειακή και αειφόρο ανάπτυξη. [8]

1.9.1 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούν τους συλλέκτες και τη δεξαμενή αποθήκευσης ως χωριστές συνιστώσες και η μεταφορά της ενέργειας γίνεται με την βοήθεια κάποιας αντλίας συστήματος. Ένα θερμικό ηλιακό σύστημα, συλλέγει, αποθηκεύει και διανέμει την ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιώντας είτε κάποιο υγρό είτε αέρα ως ρευστό μεταφοράς της θερμότητας τωνσυλλεκτών. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση νερού οικιακής χρήσης, για τη θέρμανση και ψύξη χώρων, για βιομηχανικές διεργασίες, για απαλάτωση, για διάφορες αγροτικές εφαρμογές, για θέρμανση πισίνων κ.λ.π.

Κατηγορίες θερμικών ηλιακών συστημάτων

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να ταξινομηθούν σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζονται, την τεχνολογία που χρησιμοποιείται, το μέγεθος τους, τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, κ.λ.π. Η ποικιλία που παρουσιάζουν οι διατάξεις των συστημάτων αυτών οφείλεται κυρίως στους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους τα συστήματα προστατεύονται από τον παγετό. Οι τύποι των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι δύο: Τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας και τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας. Τα πρώτα χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

1. Τους *συμπαγείς θερμαντήρες* ή, όπως ονομάζονται αλλιώς, τα ολοκληρωμένα συστήματα συλλέκτη-αποθήκευσης, που αποτελούνται από μια ή περισσότερες δεξαμενές αποθήκευσης και τοποθετούνται σε ένα μονωμένο περίβλημα με την διαφανή πλευρά να βλέπει προς τον ήλιο.

2. Τα *θερμοσιφωνικά συστήματα*, τα οποία στηρίζονται στη φυσική μεταφορά για την κυκλοφορία του νερού στους συλλέκτες και τη δεξαμενή, η οποία βρίσκεται επάνω από το συλλέκτη. Καθώς το νερό θερμαίνεται στον ηλιακό συλλέκτη γίνεται ελαφρύτερο και ανέρχεται με φυσικό τρόπο προς την δεξαμενή αποθήκευσης ενώ το ψυχρότερο νερό της δεξαμενής ρέει μέσω των σωληνώσεων προς το κατώτερο σημείο του συλλέκτη δημιουργώντας κυκλοφορία σε όλο το σύστημα. Τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας συστήματα χρησιμοποιούν ηλεκτρικές αντλίες, βαλβίδες και συστήματα ελέγχου για να κυκλοφορήσουν το νερό ή τα άλλα ρευστά μεταφοράς της θερμότητας μέσα στους συλλέκτες. Υπάρχουν δυο τύποι τέτοιων συστημάτων:

1. Τα *συστήματα ανοικτού βρόχου*, τα οποία χρησιμοποιούν αντλίες (κυκλοφορητές), για να κυκλοφορήσουν το νερό χρήσης στους συλλέκτες.

2. Τα *συστήματα κλειστού βρόχου*, που αντλούν το ρευστό μεταφοράς θερμότητας, όπως είναι π.χ. ένα αντιπηκτικό μίγμα γλυκόλης και νερού, μέσα στους συλλέκτες. Η θερμότητα μεταφέρεται μέσω εναλλακτών θερμότητας από το ρευστό στο νερό που αποθηκεύεται στις δεξαμενές. Τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας είναι γενικά πιο αξιόπιστα, ευκολότερα στη

συντήρηση και ενδεχομένως μεγαλύτερης διάρκειας ζωής από τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας. [8]

1.9.2 Εφαρμογές

1. Παραγωγή ζεστού νερού για οικιακή χρήση

Οι ηλιακοί θερμαντήρες ζεστού νερού κάθε τύπου μπορούν να καλύψουν ένα μεγάλο ποσοστό των αναγκών των νοικοκυριών σε ζεστό νερό χρήσης, μειώνοντας ταυτόχρονα τις οικιακές δαπάνες σε ενέργεια. Η ποσότητα του ζεστού νερού που αποδίδει η ηλιακή ενέργεια εξαρτάται από τον τύπο και το μέγεθος του συστήματος, το κλίμα και την ποιότητα της περιοχής όσον αφορά την ηλιοφάνεια. Ιδιαίτερα αποδοτικά είναι τα κεντρικά ηλιακά συστήματα, τα οποία εφαρμόζονται σε σύνολα κατοικιών.

Αυτά τα συστήματα αποτελούνται από ένα κεντρικό σύστημα συλλεκτών και μια κεντρική δεξαμενή, η οποία παρέχει ζεστό νερό στις μεμονωμένες κατοικίες (π.χ. διαμερίσματα), μέσω δικτύου αγωγών. Με το σύστημα αυτό η ζήτηση θερμού νερού είναι ομαλότερα κατανομημένη κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου και έτσι μειώνονται οι θερμικές απώλειες του αποθηκευμένου νερού για την κάλυψη των απαιτήσεων του συνόλου των κατοικιών. [8]

2. Θέρμανση και δροσισμός χώρων

Η ηλιακή θέρμανση χώρων αντιπροσωπεύει μια εν δυνάμει πολύ μεγάλη αγορά, αν και οι δυνατότητες για την διάδοση αυτής της τεχνολογίας σε υφιστάμενα κτήρια πυκνοκατοικημένων αστικών περιοχών, ειδικότερα στα πολυώροφα, είναι μάλλον περιορισμένες.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης χώρων βασίζονται σε εξαρτήματα όπως οι συλλέκτες στέγης για τη συλλογή και τη διανομή της θερμότητας. Χρησιμοποιούν αέρα ή ένα υγρό που θερμαίνεται στους ηλιακούς συλλέκτες και, στη συνέχεια, μεταφέρεται από ανεμιστήρες ή αντλίες με μικρή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα ηλιακά συστήματα αέρος αποτελούνται από συλλέκτες, ανεμιστήρες, αεραγωγούς και συστήματα ελέγχου, και μπορούν να θερμάνουν τον αέρα ενός σπιτιού χωρίς εναλλάκτες θερμότητας ή θερμική αποθήκευση. Στα μεγάλα συστήματα αέρος χρησιμοποιείται συνήθως θερμική αποθήκευση, για παράδειγμα κάποιο δοχείο με χαλίκια ή μικρές πέτρες.

Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης υγρών περιλαμβάνουν τους ηλιακούς συλλέκτες, τις δεξαμενές αποθήκευσης, τις αντλίες, τις σωληνώσεις, τους εναλλάκτες θερμότητας (στα συστήματα κλειστού βρόχου) και τα συστήματα ελέγχου. [8]

1.10 Φωτοβολταϊκά στα κτίρια

Η χρήση Φ/Β για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο θεωρείται σημαντική από περιβαλλοντική πλευρά αλλά όχι πάντα οικονομική. Η Ελλάδα παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις, για ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων λόγω του ιδιαίτερα υψηλού δυναμικού ηλιακής ενέργειας.

Η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τόσο σε απομακρυσμένες όσο και σε κατοικημένες περιοχές, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον, κάνει ελκυστική τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα. Σήμερα υπάρχουν αρκετοί χρήστες, ιδιαίτερα σε απομακρυσμένες περιοχές που χαρακτηρίζονται από έλλειψη ηλεκτρικού δικτύου, για τους οποίους τα φωτοβολταϊκά συστήματα θεωρούνται η πλέον ενδεδειγμένη και οικονομική λύση για την κάλυψη των ηλεκτρικών τους αναγκών. Με την φωτοβολταϊκή τεχνολογία γίνεται εκμετάλλευση της ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας.



Εικόνα 1.6: φωτοβολταϊκά σε σκεπή σπιτιού (πηγή: www.buildnet.gr)

Η ισχύς της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μία επιφάνεια 1 m² μια ηλιόλουστη μέρα μπορεί να φθάσει το 1 kW. Η ενέργεια η οποία προσπίπτει συνολικά σε ένα έτος σε μια επιφάνεια εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση και το προσανατολισμό της επιφάνειας. Για τη περιοχή της Αθήνας, η τιμή της ετήσιας ενέργειας που προσπίπτει σε μια οριζόντια επιφάνεια 1 m² κυμαίνεται περίπου στις 1.500 kWh. Με δεδομένο ότι τα Φ/Β πλαίσια που κυκλοφορούν στην αγορά μετατρέπουν περίπου το 11% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, ένα πλαίσιο επιφάνειας 1 m² παράγει περίπου 110 Wp.

Πλεονεκτήματα- μειονεκτήματα

Βασικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας των Φ/Β είναι η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο σημείο χρήσης. Άλλα πλεονεκτήματα είναι τα παρακάτω:

- μηδενική ρύπανση της ατμόσφαιρας,
- μεγάλη διάρκεια ζωής των ηλιακών στοιχείων (πάνω από 25 χρόνια)
- αθόρυβη λειτουργία,
- μηδαμινό κόστος συντήρησης και λειτουργίας,
- δυνατότητα ενσωμάτωσης τους σε οροφές, προσόψεις κτιρίων ως κύρια δομικά στοιχεία,
- δυνατότητα επέκτασης του συστήματος ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις



Εικόνα 1.7: Πρόσοψη κτιρίου με φωτοβολταϊκά (πηγή: <http://www.easy2find.gr>)

Τα τελευταία χρόνια έχει εκδηλωθεί έντονο ενδιαφέρον για εφαρμογές Φ/Β συστημάτων ενσωματωμένων σε κτίρια. Στις εφαρμογές αυτές τα Φ/Β συστήματα εγκαθίστανται σε κτίρια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενώ συγχρόνως τα Φ/Β πλαίσια χρησιμοποιούνται και σαν δομικά στοιχεία για τη κάλυψη εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου, όπως π.χ. σε οροφές, προσόψεις, σκιάστρα κλπ.

Επίσης μπορούν να εγκατασταθούν ομοίως και σε κατασκευές του ευρύτερου οικιστικού περιβάλλοντος, όπως σε υπαίθρια πάρκινγκ, στέγαστρα, ηχοπετάσματα κλπ. Τα οφέλη από τη μεγάλης κλίμακας εφαρμογή των Φ/Β σε κτίρια είναι πολλαπλά. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β είναι η μόνη τεχνολογία που μπορεί να εφαρμοσθεί σε αστικό περιβάλλον με μηδενική ρύπανση

Η παραγωγή των Φ/Β προκύπτει κατά τις ώρες αιχμής της ζήτησης, υποστηρίζοντας το σύστημα παραγωγής ενέργειας σε περιόδους υψηλού κόστους παραγωγής. Λόγω δε της κατανεμημένης παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στα σημεία ζήτησης μειώνονται οι απώλειες στο σύστημα μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Το κόστος των Φ/Β πλαισίων αποτελεί το μεγαλύτερο μειονέκτημα για την ευρεία εξάπλωση της Φ/Β τεχνολογίας. Παρόλα αυτά, σε αρκετές περιπτώσεις, όπως σε απομακρυσμένες περιοχές ή σε περιοχές όπου το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλό, τα Φ/Β αποτελούν τη πλέον ενδεδειγμένη, τεχνικά αξιόπιστη και οικονομικά αποδεκτή λύση.

1.10.1 Σημαντικότερα θέματα

Το κύριο όφελος για τον εγκαταστάτη Φ/Β σε κτίρια είναι η χρήση των Φ/Β και σαν δομικά στοιχεία τα οποία αντικαθιστούν άλλα υλικά της εξωτερικής επιφάνειας των κτιρίων και τα οποία πολλές φορές έχουν σημαντικό κόστος, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται για τη κάλυψη προσόψεων των κτιρίων. Η εξοικονόμηση που προκύπτει από την αποφυγή αυτού του κόστους καθιστά οικονομικότερη τη χρήση των Φ/Β. Οι κυριότερες εφαρμογές ενσωμάτωσης Φ/Β σε κτίρια είναι:

- η κάλυψη ολόκληρης ή μέρους της οροφής του κτιρίου
- η χρήση τους σε υάλινες προσόψεις του κτιρίου
- η χρήση τους σε επιφάνειες προστασίας από καιρικές συνθήκες όπως στέγαστρα, σκίαστρα.



Εικόνα 1.8: Στέγαστρα με φωτοβολταϊκά σε χώρο στάθμευσης (πηγή: http://solarenergy.gr/images/uploads/solar_parking_shades_solarenergy.jpg)

Στις εφαρμογές πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό ώστε τα Φ/Β πλαίσια να δένουν αισθητικά με την αρχιτεκτονική του κτιρίου. Κατά τη φάση της σχεδίασης του Φ/Β συστήματος απαιτείται πλέον και η ενεργός συμμετοχή των αρχιτεκτόνων, ώστε να συνδυασθεί η τεχνική λύση με αποτελέσματα που πληρούν τους όρους της αισθητικής.

Ενσωμάτωση σε κτίρια.

Για εγκατάσταση Φ/Β πλαισίων σε υπάρχουσες κατασκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα κοινά πλαίσια με το πλαίσιο αλουμινίου που διαθέτουν. Σε αυτήν τη περίπτωση απαιτείται μια πρόσθετη ενδιάμεση κατασκευή πάνω στην οποία θα πρέπει να τοποθετηθούν τα Φ/Β πλαίσια. Για εφαρμογές Φ/Β συστημάτων σε νέα κτίρια είναι προτιμότερα τα πλαίσια χωρίς το πλαίσιο αλουμινίου (τύπου 'laminated') τα οποία επιτρέπουν την ενσωμάτωσή τους σαν δομικές επιφάνειες του κτιρίου.

Η στήριξη των πλαισίων μπορεί να γίνει με ειδικά σχεδιασμένα υλικά ή με τυποποιημένα υλικά που χρησιμοποιούνται στην αγορά για τη στήριξη υαλοπινάκων. Επίσης πολλές κατασκευάστριες εταιρείες μπορούν να παράγουν Φ/Β κατά παραγγελία σε συγκεκριμένες διαστάσεις ή ακόμα και σε διαφορετικά γεωμετρικά σχήματα.

Για εφαρμογές ενσωμάτωσης Φ/Β πλαισίων σε κτίρια διατίθενται και πλαίσια διαφόρων χρωμάτων και βαθμού διαφάνειας, σε βάρος όμως της απόδοσης. Επίσης οι κατασκευαστές διαθέτουν και ειδικά προϊόντα όπως Φ/Β πλαίσια που μπορούν να αντικαταστήσουν απευθείας κεραμίδια, ή άλλα συμβατικά υλικά που χρησιμοποιούνται για τη κάλυψη οροφών.

Προσανατολισμός

Στα Φ/Β συστήματα που εγκαθίστανται στο έδαφος πάντοτε δίνεται ο προσανατολισμός και η κλίση που θα επιτρέπει την βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτό είναι επιθυμητό και στις εφαρμογές των Φ/Β σε κτίρια, παρόλα' αυτά αυτό δεν είναι συνήθως δυνατό καθόσον υπάρχουν περιορισμοί από τις δεδομένες επιφάνειες του κτιρίου.

Έτσι δεν γίνεται πάντα η βέλτιστη εκμετάλλευση ηλιακής ακτινοβολίας, όμως οι απώλειες από το μη σωστό προσανατολισμό μπορούν να μην είναι τόσο σημαντικές, σε σχέση με τα οφέλη που προκύπτουν από την χρήση των πλαισίων σε αντικατάσταση άλλων δομικών στοιχείων του κτιρίου.

Αυτό που είναι σημαντικό είναι να μη δημιουργούνται σκιασμοί στην επιφάνεια των Φ/Β πλαισίων από παρακείμενα κτίρια ή αντικείμενα, κυρίως τις ώρες υψηλής ακτινοβολίας, διότι έστω και μικρός σκιασμός των Φ/Β πλαισίων προκαλεί σημαντική μείωση της παραγόμενης ισχύος.

Σε περιπτώσεις δε που η ακτινοβολία δεν προσπίπτει ομοιόμορφα σε όλα τα Φ/Β πλαίσια, συνιστάται η σύνδεση των Φ/Β πλαισίων σε μικρές συστοιχίες με ομοιόμορφη πρόσπτωση ακτινοβολίας. Σε μια συστοιχία με μη ομοιόμορφη πρόσπτωση ακτινοβολίας η σε περίπτωση μερικού σκιασμού αυτής, η απόδοση ολόκληρης της συστοιχίας καθορίζεται από την απόδοση του πλαισίου με τη μικρότερη απόδοση.

Ηλεκτρική σύνδεση

Η έξοδος της Φ/Β συστοιχίας συνδέεται μέσω κατάλληλων μετατροπέων στο ηλεκτρικό δίκτυο. Η ηλεκτρική ενέργεια η οποία παράγεται από το Φ/Β σύστημα χρησιμοποιείται για τη κάλυψη μέρους των αναγκών του κτιρίου ενώ οι υπόλοιπες καλύπτονται από το ηλεκτρικό δίκτυο. Έτσι ο ιδιοκτήτης ωφελείται από τη μειωμένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο. Αν υπάρχουν περίοδοι που η παραγωγή από τα Φ/Β είναι μεγαλύτερη από το φορτίο του κτιρίου, το πλεόνασμα της ενέργειας μπορεί να πωλείται στο δίκτυο με τη προβλεπόμενη τιμή. Για τη σύνδεση των Φ/Β συστοιχιών με το ηλεκτρικό δίκτυο χρησιμοποιούνται μετατροπείς οι οποίοι μετατρέπουν το συνεχές ρεύμα που παράγουν τα Φ/Β σε εναλλασσόμενο. Η υψηλή τεχνολογία των μετατροπέων επιτρέπει τη παροχή ηλεκτρικής ισχύος εξόδου υψηλής ποιότητας, ενώ για λόγους ασφαλείας του δικτύου διακόπτουν τη λειτουργία τους σε περίπτωση που διακόπτεται η παροχή του δικτύου. [8]

1.11 Τηλεθέρμανση με βιομάζα

Τηλεθέρμανση είναι η παροχή θέρμανσης χώρων καθώς και θερμού νερού χρήσης σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η θερμότητα μεταφέρεται με δίκτυο μονωμένων αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια. Ένα σύστημα τηλεθέρμανσης αποτελείται από:

- α) Το σταθμό παραγωγής θερμότητας όπου είναι εγκατεστημένος ο κεντρικός εξοπλισμός (λέβητες, σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, καπνοδόχος, αντλίες κλπ).
- β) Το δίκτυο διανομής του θερμαινόντος μέσου, το οποίο είναι θερμό ή υπέρθερμο νερό, από το σταθμό παραγωγής θερμότητας προς τα θερμαινόμενα κτίρια.
- γ) Τους υποσταθμούς σύνδεσης, μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η σύνδεση των εσωτερικών εγκαταστάσεων θέρμανσης των κτιρίων με το δίκτυο διανομής τηλεθέρμανσης.
- δ) Τις εσωτερικές εγκαταστάσεις θέρμανσης των κτιρίων (δίκτυα σωληνώσεων, θερμαντικά σώματα κλπ).

Πλεονεκτήματα

- Εξοικονόμηση ενέργειας με την αξιοποίηση ενός εγχώριου ενεργειακού πόρου.
- Επίτευξη μεγαλύτερου βαθμού απόδοσης. Η συνήθως πλημμελής συντήρηση των καυστήρων και των λεβήτων των κεντρικών θερμάνσεων των κατοικιών μειώνει σημαντικά το βαθμό απόδοσης του συστήματος, ενώ σε κεντρικά συστήματα ο βαθμός απόδοσης έχει υψηλές τιμές λόγω της συνεπούς συντήρησης, με άμεσο αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας.
- Βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, καθώς επιτυγχάνεται καλύτερη ποιότητα θέρμανσης, ειδικά σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν τοπικές θερμάνσεις (τζάκια, ξυλόσομπες κλπ.), ενώ ο καταναλωτής εξασφαλίζει τη θέρμανσή του χωρίς πρόσθετες δικές του φροντίδες (προμήθεια πετρελαίου ή καυσόξυλων, συντήρηση καυστήρα κλπ).
- Μείωση της εξάρτησης της χώρας από ξένες ενεργειακές πηγές.
- Εξοικονόμηση σημαντικού ποσού συναλλάγματος, λόγω της μείωσης των εισαγόμενων συμβατικών καυσίμων.
- Ελαχιστοποίηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, αφενός εξαιτίας της χρησιμοποίησης ενός κεντρικού σταθμού παραγωγής θερμότητας σωστά συντηρούμενου, αντί πολλών λεβήτων διασκορπισμένων στα κτίρια, και αφετέρου εξαιτίας της χρήσης βιομάζας σαν καύσιμο, αντί του πετρελαίου. Οι εκπομπές SO_x είναι ελάχιστες, οι εκπομπές NO_x πολύ μικρότερες από αυτές των συμβατικών καυσίμων, ενώ επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση CO₂.

Σημαντικότερες τεχνολογίες

Στο σταθμό παραγωγής θερμότητας είναι εγκατεστημένοι ειδικοί λέβητες στους οποίους καίγεται βιομάζα και παράγεται θερμό νερό. Συνήθως χρησιμοποιούνται λέβητες με εστίες κινούμενων εσχαρών. Η βιομάζα τροφοδοτείται προς τους λέβητες με πλήρως αυτοματοποιημένα συστήματα τροφοδοσίας.

Τα καυσαέρια καθαρίζονται με ειδικές διατάξεις όπως πολυκυκλώνες, σακκόφιλτρα ή ηλεκτροστατικά φίλτρα και στη συνέχεια οδηγούνται στην καμινάδα και από εκεί στην ατμόσφαιρα. Οι αγωγοί του δικτύου διανομής είναι προμονωμένοι και αποτελούνται από εσωτερικό χαλύβδινο αγωγό, μόνωση πολυουρεθάνης και εξωτερικό προστατευτικό περίβλημα πολυαιθυλενίου.

Οι προμονωμένοι αγωγοί τοποθετούνται απευθείας στο έδαφος. Στη μόνωση πολυουρεθάνης είναι τοποθετημένα σύρματα (συνήθως χάλκινα) προκειμένου να εντοπίζονται τα σημεία εμφάνισης υγρασίας κατά μήκος του δικτύου, μέσω ειδικού ηλεκτρονικού συστήματος ελέγχου. Η εμφάνιση υγρασίας μπορεί να οφείλεται είτε σε διαρροή του χαλύβδινου αγωγού, είτε σε είσοδο της υγρασίας του εδάφους στη μόνωση. Το θερμό νερό ανακυκλοφορεί στο δίκτυο διανομής με τη βοήθεια αντλιών.

Σημαντικότερα θέματα

ΤΕΧΝΙΚΑ

Η τεχνολογία είναι ώριμη τόσο σε ότι αφορά την παραγωγή θερμού νερού από καύση βιομάζας σε λέβητες, όσο και σε ότι αφορά τη διανομή του θερμού νερού από το σταθμό παραγωγής θερμότητας προς τα συνδεδεμένα κτίρια μέσω δικτύου προμονωμένων αγωγών. Εφαρμογές τηλεθέρμανσης με βιομάζα υπάρχουν εν λειτουργία διεθνώς για πάνω από 25 χρόνια (Δανία, Φινλανδία, Αυστρία κλπ).

ΜΗ ΤΕΧΝΙΚΑ

Οι εφαρμογές τηλεθέρμανσης με βιομάζα είναι επενδύσεις έντασης κεφαλαίου λόγω του υψηλού απαιτούμενου αρχικού κεφαλαίου. Το κόστος του καυσίμου αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη διαμόρφωση των εξόδων των συστημάτων τηλεθέρμανσης, με συνέπεια η οικονομικότητα τέτοιων επενδύσεων να είναι ευαίσθητη στις μεταβολές του.

Σημαντικό πρόβλημα που θα πρέπει να έχει επιλυθεί πριν από την έναρξη υλοποίησης ενός έργου τηλεθέρμανσης, είναι η εξασφάλιση προμήθειας των απαιτούμενων ποσοτήτων βιομάζας και σε συμφωνημένες τιμές. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με μακροχρόνια συμβόλαια και συμφωνίες με τους αγρότες, τους δασικούς συνεταιρισμούς, τα Δασαρχεία κλπ. Επίσης, σημαντική είναι η δυνατότητα χρησιμοποίησης εναλλακτικού καυσίμου, έστω και για μικρό χρονικό διάστημα, έτσι ώστε να είναι εξασφαλισμένη η τροφοδοσία του συστήματος με καύσιμο σε κάθε περίπτωση.

Σημαντικός παράγοντας για τη βιωσιμότητα μιας επένδυσης τηλεθέρμανσης είναι ο αριθμός των κτιρίων που συνδέονται με το σύστημα, προκειμένου να προμηθεύονται από αυτό θερμότητα. Έτσι, προκειμένου να επιτευχθεί η άμεση σύνδεση του μεγαλύτερου δυνατού αριθμού κτιρίων στο σύστημα όταν το έργο κατασκευασθεί, απαιτείται πλήρης και σφαιρική ενημέρωση των κατοίκων του οικισμού, δηλ. των δυνητικών καταναλωτών, πριν ακόμα αποφασισθεί υλοποίηση του έργου, για τα οφέλη που θα αποκομίσουν αυτοί από την εγκατάσταση του συστήματος τηλεθέρμανσης (οικονομικά, περιβαλλοντικά, ποιότητας ζωής κλπ), αλλά και για τις πιθανές επιβαρύνσεις (π.χ. από την ανέγερση του λεβητοστασίου). Αυτή η δράση μπορεί να υλοποιηθεί με ημερίδες, ενημερωτικά φυλλάδια κλπ. Η επιχείρηση διαχείρισης του συστήματος τηλεθέρμανσης πρέπει να καθορίσει με ιδιαίτερη προσοχή την τιμολογιακή της πολιτική.

Προκειμένου να είναι ανταγωνιστική η τιμή της θερμικής ενέργειας που θα πωλείται από την επιχείρηση του συστήματος προς τους καταναλωτές, θα πρέπει αυτή να είναι σημαντικά χαμηλότερη από την εναλλακτική περίπτωση της χρησιμοποίησης τοπικού λέβητα πετρελαίου, έτσι ώστε να υπάρχει ένα ισχυρό κίνητρο για τους καταναλωτές να συνδεθούν με το δίκτυο. [8]

1.12 Γεωθερμία

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει ποικιλία ενεργειακών αναγκών. Η γεωθερμική ενέργεια είναι η ενέργεια η οποία υπάρχει στο εσωτερικό της γης και η οποία αξιοποιείται μέσω των γεωθερμικών ρευστών.



Εικόνα 1.9: Γεωθερμική ενέργεια (πηγή; <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/eikones/iceland.jpg>)

Ο σημαντικότερος παράγοντας για την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας μιας περιοχής είναι η θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών που καθορίζει και το είδος της εφαρμογής της. Στην Ελλάδα η συνηθέστερη εφαρμογή γεωθερμίας αφορά στη θέρμανση θερμοκηπίων.

Άλλες εφαρμογές είναι η τηλεθέρμανση στα κτίρια, ο συνδυασμός με αντλίες θερμότητας στα κτίρια, οι ιχθυοκαλλιέργειες, η ξήρανση αγροτικών προϊόντων, η αφαλάτωση νερού (θαλασσινού ή ακόμα και γεωθερμικού νερού) και άλλες.

Πλεονεκτήματα της γεωθερμίας

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί καθαρή μορφή ενέργειας, εφόσον η τελική διάθεση των γεωθερμικών αποβλήτων πραγματοποιείται κατάλληλα. Ήδη έχει αναπτυχθεί και είναι διαθέσιμη η σχετική τεχνολογία για την προστασία του περιβάλλοντος. Το όφελος είναι προφανές αν συνυπολογισθεί, μαζί με την ενεργειακή εξοικονόμηση η μείωση των εκπομπών του CO₂, SO₂, NO_x και των λοιπών ρύπων. Ειδικότερα, σε περιπτώσεις που τα χαρακτηριστικά των γεωθερμικών ρευστών το επιβάλλουν, επιλέγεται η λύση της επιστροφής των ρευστών μετά τη χρήση τους στον υδροφόρο ορίζοντα, μέσα από μια δεύτερη γεώτρηση (γεώτρηση επανεισαγωγής). Η λύση αυτή παρουσιάζει επιπλέον το πλεονέκτημα της ανανέωσης των γεωθερμικών ρευστών, αυξάνει το χρόνο ζωής και τη δυναμικότητα του γεωθερμικού πεδίου. Οι γεωτρήσεις και τα αντλιοστάσια επεμβαίνουν ελάχιστα στην αισθητική του τοπίου δεδομένου ότι αποτελούν κατασκευές μικρού όγκου.

Σημαντικότερες τεχνολογίες

Η γεωθερμική ενέργεια, ανάλογα με τη θερμοκρασία των ρευστών, διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες:

- χαμηλής ενθαλπίας (25-100° C)
- μέσης ενθαλπίας (100-150° C)
- υψηλής ενθαλπίας (> 150° C)

Η γεωθερμική ενέργεια υψηλής ενθαλπίας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η εγκατεστημένη ισχύς των γεωθερμικών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο ανέρχεται σε 8.250 MWe περίπου (1999). Η τεχνολογία που απαιτείται για την εκμετάλλευση των γεωθερμικών ρευστών αυτής της κατηγορίας έχει αναπτυχθεί σε σημαντικό βαθμό και είναι ευρύτατα γνωστή. Συνίσταται κυρίως στη χρήση εναλλακτών θερμότητας ή σε μερικές περιπτώσεις, στην απευθείας χρήση των γεωθερμικών ρευστών.

Εφαρμογές γεωθερμίας στον κτιριακό τομέα

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας στα κτίρια ποικίλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία του διαθέσιμου ρευστού. Για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 90°C οι εφαρμογές είναι:

1. η ηλεκτροπαραγωγή,
2. η ψύξη και ο κλιματισμός με αντλίες θερμότητας ρόφησης,
3. η θέρμανση χώρων με σώματα καλοριφέρ,
4. η παραγωγή ζεστού νερού σε μπόιλερ και
5. η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού για χρήση σε ξενοδοχεία κλπ.

Για μικρότερες θερμοκρασίες υπάρχουν εφαρμογές όπως η θέρμανση χώρων με αερόθερμα νερού ή ενδοδαπέδιο σύστημα, η παραγωγή ή προθέρμανση ζεστού νερού με εναλλάκτη θερμότητας και τα θερμά λουτρά. Για θερμοκρασίες νερού κάτω από 40°C χρησιμοποιούνται αντλίες θερμότητας για θέρμανση και κλιματισμό. Εάν δεν υπάρχει διαθέσιμο υπόγειο νερό, οι αντλίες θερμότητας μπορούν να συνδυαστούν με γήινους εναλλάκτες θερμότητας. [8]

1.13 Ενεργειακή διαχείριση κτιρίων

Η χρήση της ενέργειας αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα του λειτουργικού κόστους ενός κτιρίου ή μιας βιομηχανίας και διαδραματίζει πρωταρχικό ρόλο στην επίτευξη του επιπέδου άνεσης των ενοίκων (όσον αφορά τα κτίρια).

Η Ενεργειακή Διαχείριση του κτιρίου, είναι μια συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων. Η ενεργειακή διαχείριση στοχεύει στην εξασφάλιση συνθηκών και υπηρεσιών τέτοιων που να κάνουν την παραμονή των ενοίκων στα κτίρια ευχάριστη με την ελάχιστη δυνατή ενεργειακή κατανάλωση, και βασίζεται στην συνετή χρήση του ενεργειακού εξοπλισμού.

Η διαδικασία της ενεργειακής διαχείρισης αποτελείται από τέσσερα αλληλοεξαρτώμενα στάδια, συγκεκριμένα τη σκέψη, το σχεδιασμό, την υλοποίηση και την καταμέτρηση, (βλ. Το παρακάτω σχήμα). Βασικά εργαλεία στη διαχείριση της ενέργειας αποτελούν η ενεργειακή επιθεώρηση, η ενεργειακή παρακολούθηση, η σωστή συντήρηση του εξοπλισμού, καθώς και η λήψη μέτρων για εξοικονόμηση της ενέργειας που καταναλώνεται.

Ενεργειακή επιθεώρηση

Η ενεργειακή επιθεώρηση είναι μία μελέτη που σκοπό έχει τον ακριβή καθορισμό των ενεργειακών ροών μιας εγκατάστασης και απάντά στα ακόλουθα τέσσερα ερωτήματα:

- Πόση ενέργεια από κάθε διαθέσιμο είδος χρησιμοποιείται και πόσο κοστίζει;

- Για ποιο σκοπό χρησιμοποιείται η ενέργεια αυτή;
- Τι επιλογές υπάρχουν (και πόσο κοστίζουν) αυτές, για να μειωθεί η χρήση της ενέργειας;
- Ποια είναι τα οικονομικώς αποδοτικότερα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας;

Διακρίνονται δύο είδη επιθεωρήσεων, η συνοπτική και η εκτενής. Η συνοπτική επιθεώρηση βασίζεται σε παρελθόντα στοιχεία και δεδομένα, όπως είναι οι λογαριασμοί κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος και προμήθειας καυσίμων, το μέγεθος και το είδος του κτιρίου / βιομηχανικής μονάδας, τα στοιχεία διαθεσιμότητας των ενεργειακών συστημάτων κλπ. Αυτού του είδους η επιθεώρηση βασίζεται σε υπολογισμούς και δεν περιλαμβάνει κανενός είδους επιτόπιο έλεγχο. Από την άλλη, η εκτενής επιθεώρηση βασίζεται σε επιτόπιους ελέγχους και ακριβείς καταγραφές των συνθηκών και των ενεργειακών καταναλώσεων.

Ενεργειακή παρακολούθηση

Η παρακολούθηση της λειτουργίας των ενεργειακών συστημάτων των κτιρίων αποτελεί ουσιαστική διαδικασία για την αποδοτική χρήση της ενέργειας. Με την ενεργειακή παρακολούθηση οργανώνεται, καταγράφεται και εξετάζεται η χρήση της ενέργειας σε ολόκληρο το κτίριο, χωρίζοντας τα ενεργειακά δεδομένα ανάλογα με την χρήση και την πηγή της ενέργειας.

Επίσης επιτρέπει το διαρκή έλεγχο του πόση ενέργεια καταναλώνεται πού και για ποιο σκοπό, και βοηθά τον ενεργειακό διαχειριστή να γνωρίζει διαρκώς την κατάσταση των ενεργειακών συστημάτων του κτιρίου / της μονάδας.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται διάφοροι δείκτες, π.χ. ο λόγος της ενέργειας που καταναλώνεται σε ένα κτίριο προς τον όγκο ή την επιφάνειά του ο οποίος πέρα από την ενεργειακή παρακολούθηση του κτιρίου χρησιμοποιείται και για την ενεργειακή του κατάταξη.

Συντήρηση

Τα ενεργειακά συστήματα που δεν συντηρούνται σωστά καταναλώνουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας για να επιτύχουν τα ίδια επίπεδα άνεσης. Η προληπτική συντήρηση διατηρεί χαμηλά το κόστος λειτουργίας, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνεται η ποιότητα των υπηρεσιών, καθώς τα συστήματα αποδίδουν καλύτερα και μειώνονται οι ώρες μη λειτουργίας τους λόγω βλαβών. Για παράδειγμα, η κακή συντήρηση ενός λέβητα μπορεί να μειώσει την αποδοτικότητά του περισσότερο από 10%. Η περιοδική συντήρηση του εξοπλισμού πρέπει να εκτελείται σύμφωνα με κάποιο προκαθορισμένο πρόγραμμα. Έτσι μπορεί να προλαμβάνεται η μη αποδοτική λειτουργία, αντί να χρειαστεί να επιδιορθωθεί. Πρέπει να ακολουθούνται κάθε φορά οι οδηγίες του κατασκευαστή, καθώς είναι πολύ πιθανό οι ανάγκες σε συντήρηση να αλλάζουν σημαντικά μεταξύ διαφορετικών συστημάτων.

Εξοικονόμηση ενέργειας

Υπάρχουν διάφορα επίπεδα στα ενεργειακά οφέλη που μπορούν να επιτευχθούν ανάλογα με τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις και το ύψος των διαθέσιμων επενδύσεων. Μπορούν να εξεταστούν τόσο χαμηλού ή και μηδενικού κόστους μέτρα, για τα οποία απαιτείται η πληρέστερη οικονομική ανάλυσή τους πριν εφαρμοσθούν.

Μέτρα χαμηλού ή μηδενικού αρχικού κόστους

- Διακοπή των πηγών ενέργειας (θέρμανση, φωτισμός) όταν δεν είναι αναγκαίες.
- Κινητοποίηση των ενοίκων για αποδοτική χρήση της ενέργειας (αυτό μπορεί να απαιτεί εκπαίδευση για τη βελτίωση του επιπέδου ενημέρωσης τους).

Μέτρα που περιλαμβάνουν κάποιο επίπεδο αρχικής επένδυσης

- Εισαγωγή συστημάτων ελέγχου – κεντρικά συστήματα θέρμανσης, σύστημα κεντρικής ενεργειακής διαχείρισης.
- Βελτιώσεις στο κτίριο ή σε θέματα σχεδιασμού κάποιου νέου κτιρίου.
- Βελτιώσεις στο φωτισμό.
- Χρήση συστημάτων Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και θερμότητας.
- Βελτίωση στον κλιματισμό / εξαερισμό
- Εισαγωγή συστημάτων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας

Όταν εξετάζονται μέτρα αυτού του είδους, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες:

- Τα οφέλη που θα επιτευχθούν.
- Η επένδυση κεφαλαίου που απαιτείται και ο χρόνος για να αποσβεσθεί.
- Το επίπεδο ενόχλησης που θα προσκληθεί αρχικά και τα θέματα συντήρησης.
- Το απαιτούμενο επίπεδο των τεχνικών γνώσεων.

1.14 Ενεργειακή διαχείριση σε κτίρια του τριτογενούς τομέα

Ένα δομημένο πρόγραμμα Ενεργειακής Διαχείρισης (Ε.Δ.) ενός κτιρίου ή συγκροτήματος κτιρίων του τριτογενούς δημόσιου και εμπορικού τομέα, πρέπει να περιλαμβάνει :

- Εκτεταμένους ελέγχους, καταγραφές και μετρήσεις στο κέλυφος και τις ενεργειακές κτιριακές εγκαταστάσεις, που αποσκοπούν στη γνώση του ποσού, των περιοχών και της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης και καταλήγουν στον προσδιορισμό δόκιμων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.
 - Προσδιορισμό κατάλληλων στόχων ενεργειακής κατανάλωσης
 - Μελέτες τεχνοοικονομικής σκοπιμότητας για την εφαρμογή συγκεκριμένων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας, όπου θα διερευνάται η επιλογή νέων ενεργειακών τεχνολογιών (π.χ. συμπαραγωγή με χρήση φυσικού αερίου, κεντρικά συστήματα αυτομάτου ελέγχου και ενεργειακής διαχείρισης, νέες τεχνολογίες αξιοποίησης δυναμικού Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας κ.α.)
 - Δημιουργία αρχείου ενεργειακών καταναλώσεων και συνεχής ενημέρωσή του.
 - Σύνταξη ενεργειακών εκθέσεων-αναφορών, σε τακτά χρονικά διαστήματα, προς τον φορέα διοίκησης-διαχείρισης.
 - Έλεγχο της εφαρμογής ενός προγράμματος ορθολογικής λειτουργίας και συντήρησης των κτιριακών ενεργειακών εγκαταστάσεων (θέρμανσης, κλιματισμού, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης) και συσκευών.
 - Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του χρήστη του κτιρίου σχετικά με τους στόχους του προγράμματος Ε.Δ. και σχετικά με την συμμετοχή του σε αυτό.
 - Εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού και συνεργατών που εμπλέκονται στη λειτουργία και τη συντήρηση του κτιρίου και των εγκαταστάσεών του.
 - Διαδικασίες εξεύρεσης τρόπων χρηματοδότησης ενεργειακών έργων.
- Επίβλεψη κατασκευής ενεργειακών εφαρμογών και συνεχής παρακολούθηση της απόδοσής τους μετά την κατασκευή με σκοπό την αξιολόγηση της ωφελιμότητάς τους.

Πρόγραμμα δράσης

Όταν εντοπισθούν πιθανές δυνατότητες εξοικονόμηση ενέργειας, θα πρέπει να καταστρωθεί και να δρομολογηθεί ένα κατάλληλο σχέδιο δράσης. Αυτό επιτρέπει την καλύτερη οργάνωση των δράσεων και διασφαλίζει ότι δεν θα ξεχαστούν κάποιες από αυτές στην πορεία, ενώ διευκολύνει και την εκ των υστέρων εκτίμηση των ενεργειακών οφελών που επιτεύχθηκαν χάρη στην κάθε δράση ξεχωριστά. Ένα τυπικό πρόγραμμα δράσης ενεργειακής διαχείρισης περιλαμβάνει τα εξής:

- Απαιτείται μία ενεργειακή επιθεώρηση για την εκτίμηση της τρέχουσας κατάστασης του κτιρίου.
- Πρέπει να εκτελούνται πρωτίστως τα απλά μέτρα εξοικονόμησης και η σωστή συντήρηση. Με αυτά είναι ενδεχόμενο να εξαιρεθεί ένα μεγάλο ποσοστό από τις πιο δαπανηρές δράσεις.
- Τα μέτρα αυξημένου κόστους πρέπει να αποδεικνύουν ότι είναι οικονομικώς βιώσιμα, πριν από την εφαρμογή τους. Ειδικά, τα χρήματα μπορούν να διοχετευθούν σε κάποια άλλη κατεύθυνση, όπου θα είναι πιο χρήσιμα.
- Η αντικατάσταση ολόκληρων συστημάτων είναι η πιο δαπανηρή δράση και θα πρέπει να αποφεύγεται (εκτός εάν είναι απολύτως απαραίτητη), καθώς πέρα από το κόστος που συνεπάγεται, μπορούν να ανακύψουν και άλλα προβλήματα. [8]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ENERGY PLUS

2.1 Εισαγωγή

Το προς μελέτη κτίριο είναι ένα κτίριο γραφείων, το οποίο βρίσκεται στη διασταύρωση των οδών Λεωφόρου Ποσειδώνος και Βάσως Κατράκη, στην περιοχή της Γλυφάδας, στην Αττική. Πρόκειται για ένα διώροφο κτίριο, με υπόγειο, συνολικού εμβαδού 2410 τ.μ.. Έχει κατασκευαστεί το έτος 1973. Πριν δύο χρόνια προγραμματιζόταν η κατεδάφισή του με σκοπό την ανέγερση νέου κτιρίου. Για διάφορους λόγους όμως ματαιώθηκε και εν συνεχεία άρχισαν διαδικασίες ανακαίνισης. Στο βόρειο μέρος του Α ορόφου λειτουργεί φροντιστήριο και στον Β όροφο λειτουργούν ιδιωτικά ιατρεία. Το υπόλοιπο κτίριο σήμερα βρίσκεται στην κατάσταση που φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



Εικόνα 2.1: Βόρεια όψη κτιρίου



Εικόνα 2.2: Νοτιοδυτική όψη κτιρίου



Εικόνα 2.3: Κατάσταση Υπογείου



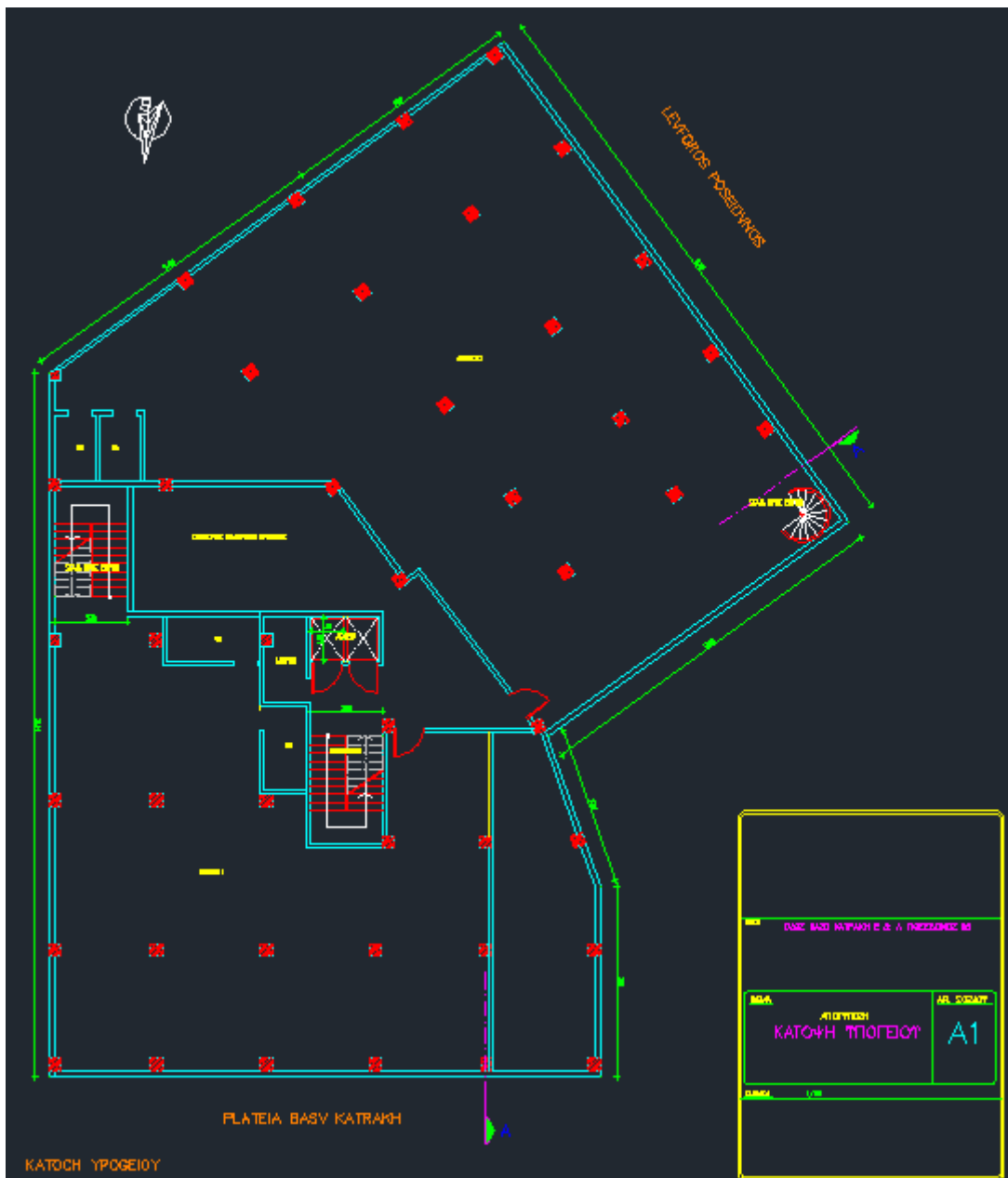
Εικόνα 2.4: Κατάσταση Ισογείου



Εικόνα 2.5: Κατάσταση μέρους του Α ορόφου

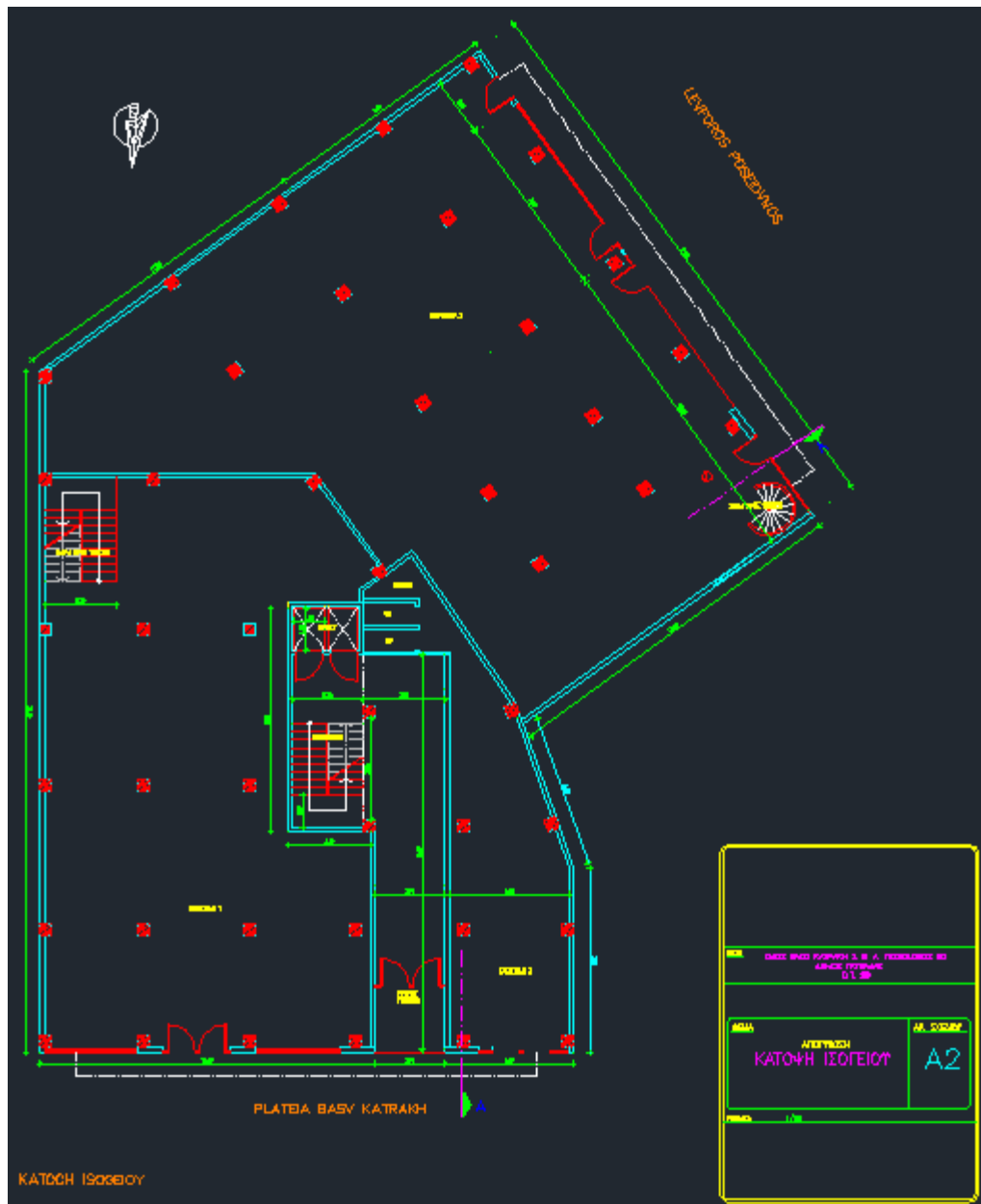
Επιπλέον του βιοκλιματικού ανασχεδιασμού του κτιρίου, που είναι και το βασικό αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής, κάνουμε και πρόταση για την διαρρύθμιση του, μετά από συνεννόηση με τον ιδιοκτήτη και τον επιβλέποντα μηχανικό και σύμφωνα με τις μελλοντικές ανάγκες αλλά και χρήσεις που σχεδιάζονται.

Στο υπόγειο, έκτασης 670 τ.μ. , θα προταθούν δύο αυτόνομες αποθήκες.



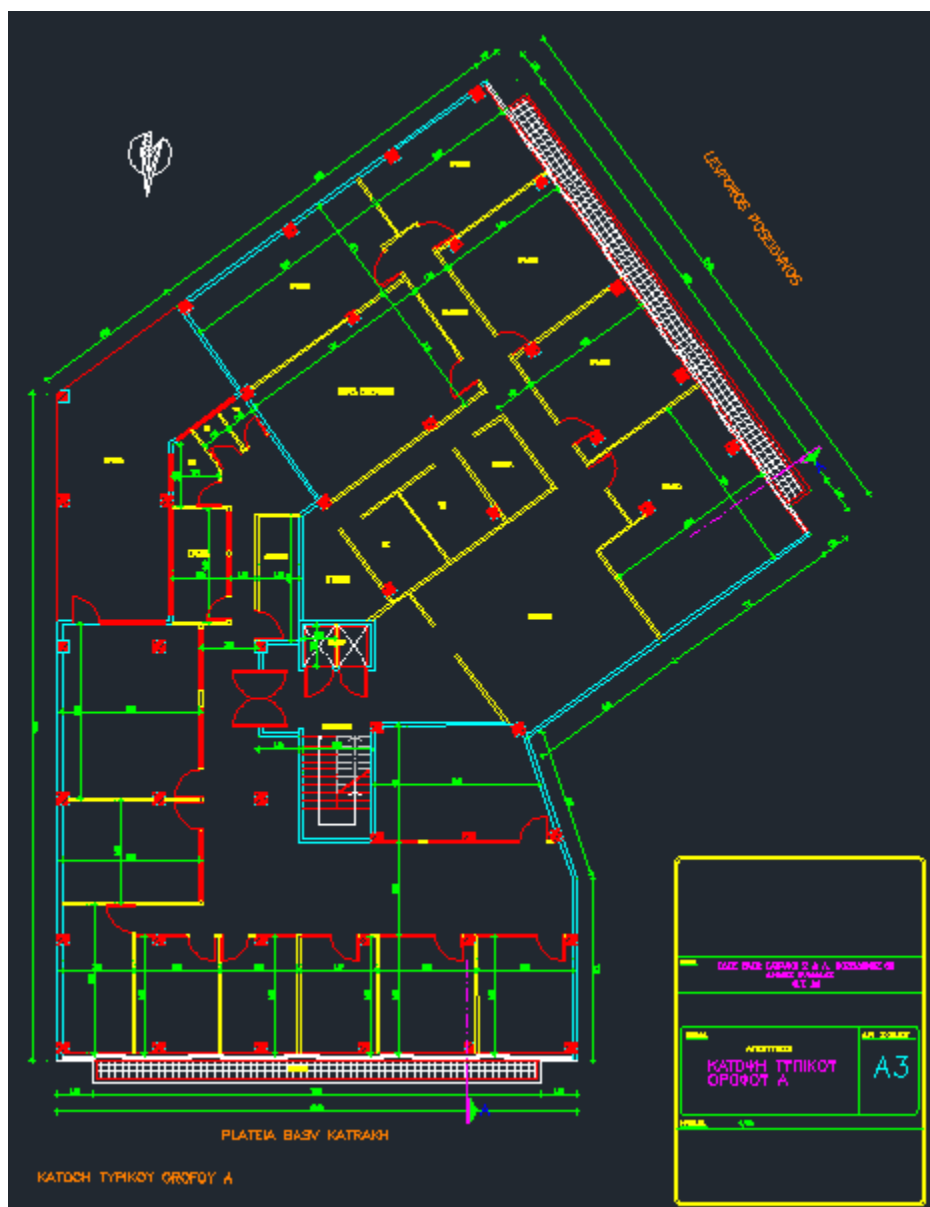
Εικόνα 2.6 : Κάτοψη Υπογείου

Στο ισόγειο, έκτασης 670 τ.μ., θα προταθούν 3 καταστήματα.



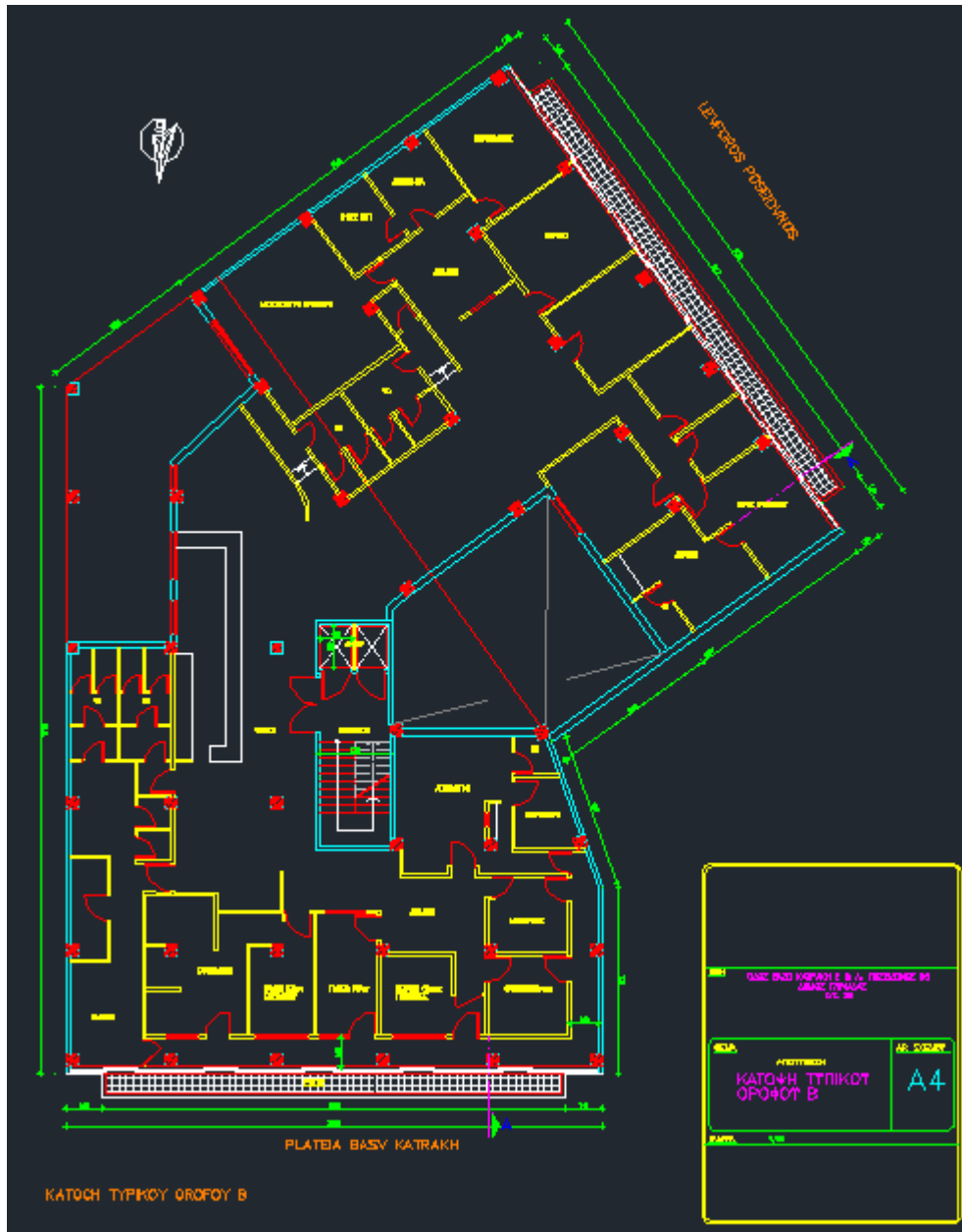
Εικόνα 2.7 : Κάτοψη Ισογείου

Στον Α όροφο, έκτασης 550 τ.μ. , λειτουργεί φροντιστήριο και θα γίνει πρόταση για γραφεία για το ανεκμετάλλευτο τμήμα του ορόφου.



Εικόνα 2.8 : Κάτοψη Α ορόφου

Ο Β όροφος , έκτασης 520 τ.μ., παραμένει ως έχει με τη λειτουργία των ιατρείων.



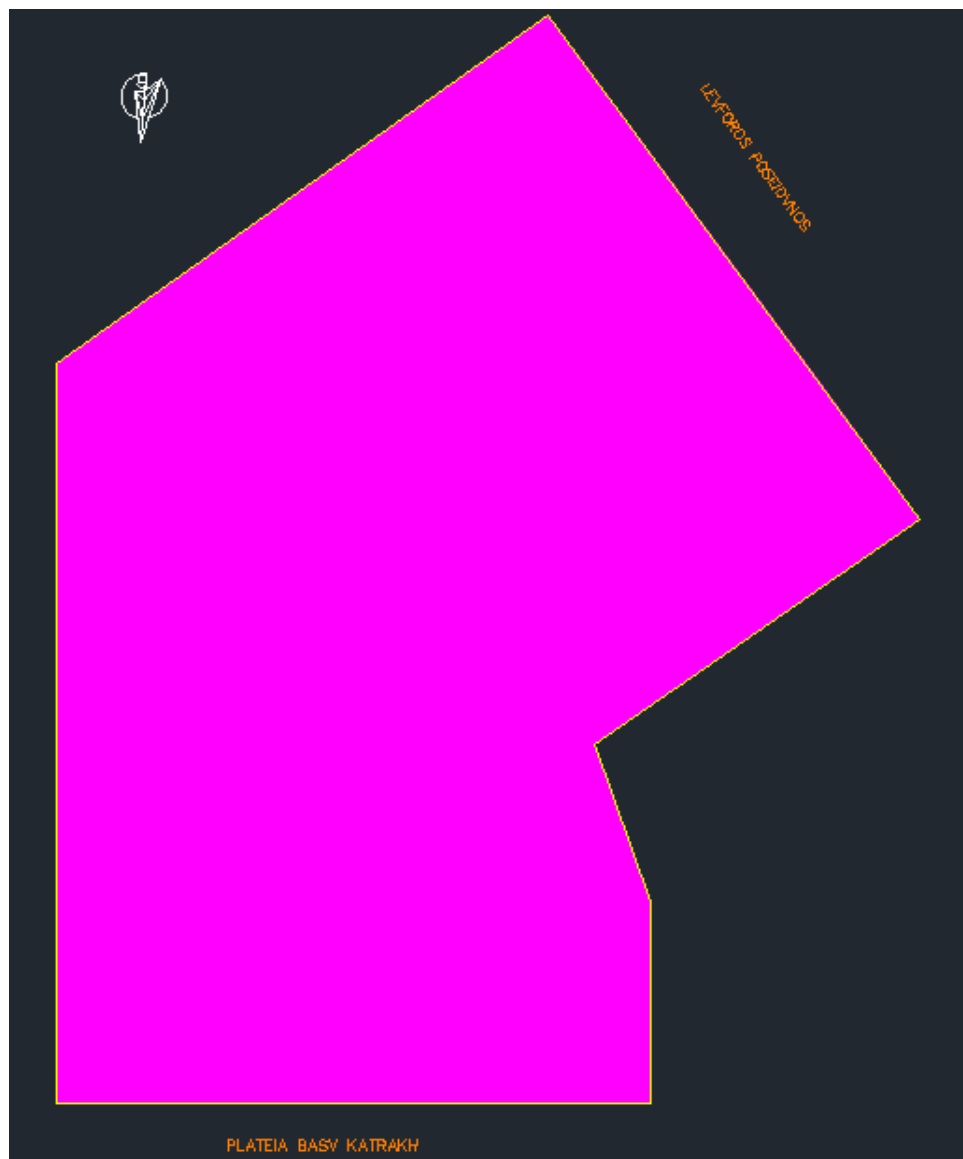
Εικόνα 2.9 : Κάτοψη Β ορόφου

Το λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση του κτιρίου είναι το Energy Plus. Το συγκεκριμένο λογισμικό είναι ένα πρόγραμμα προσομοίωσης και ενεργειακής ανάλυσης θερμικών φορτίων. Βασίζεται στην περιγραφή του κτιρίου από τον χρήστη και υπολογίζει τα φορτία θέρμανσης και ψύξης που είναι απαραίτητα για να διατηρηθούν επιθυμητες θερμοκρασίες, τις συνθήκες ενός δευτερεύοντος συστήματος θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning) και την ενεργειακή κατανάλωση του κύριου ηλεκτρικού εξοπλισμού. Το λογισμικό αυτό έχει αναπτυχθεί από το U.S. Department και διατίθεται δωρεάν.

Επειδή το Energy Plus είναι ένα πρόγραμμα χωρίς να έχει φιλικό, προς τον χρήστη, γραφικό περιβάλλον, υπάρχουν μια σειρά άλλα προγράμματα διαθέσιμα για χρήση μαζί με το Energy Plus. Στην παρούσα διπλωματική, για την εισαγωγή της γεωμετρίας του κτιρίου έγινε χρήση του λογισμικού SketchUp της Google, καθώς και του add-on προγράμματος Legacy Open Studio Plug-in for SketchUp που λειτουργεί σε συνδυασμό με το SketchUp. Αυτό το λογισμικό καθιστά εύκολη τη δημιουργία γεωμετρίας του κτιρίου στα αρχεία του Energy Plus.

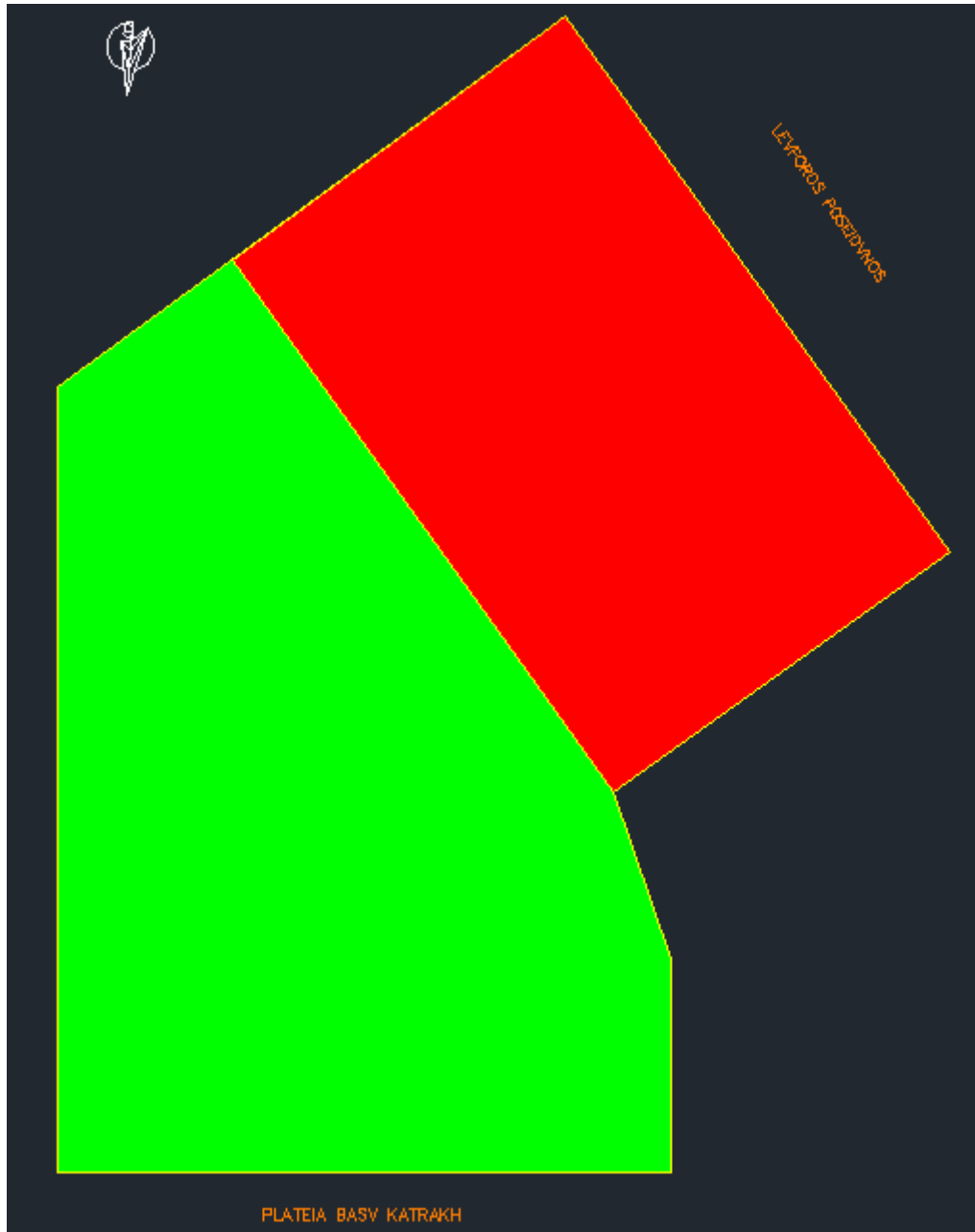
2.2 Θερμικές Ζώνες

Για την μελέτη και προσομοίωση του κτιρίου στο Energy Plus προαπαιτείται ο χωρισμός του σε θερμικές ζώνες. Η θερμική ζώνη είναι ένας όγκος αέρα με ενιαία θερμοκρασία. Ο όγκος αέρα περικλείεται από επιφάνειες που αποτελούνται από στρώσεις υλικών με συγκεκριμένες θερμικές ιδιότητες. Κατά την διαδικασία χωρισμού του κτιρίου σε θερμικές ζώνες, λόγω της πολυπλοκότητας της γεωμετρίας του, αντιμετωπίσαμε πρόβλημα με την απόκριση του λογισμικού SketchUp. Ο αρχικός λεπτομερής διαχωρισμός απλουστεύθηκε ώστε να αποφευχθούν τα προβλήματα αυτά. Τελικά το κτίριο χωρίστηκε συνολικά σε 10 θερμικές ζώνες. Το υπόγειο θεωρήθηκε μια ενιαία ζώνη καθώς δεν χρησιμοποιείται σε μόνιμη βάση από χρήστες αφού θα χρησιμοποιηθεί για αποθηκευτικούς χώρους.



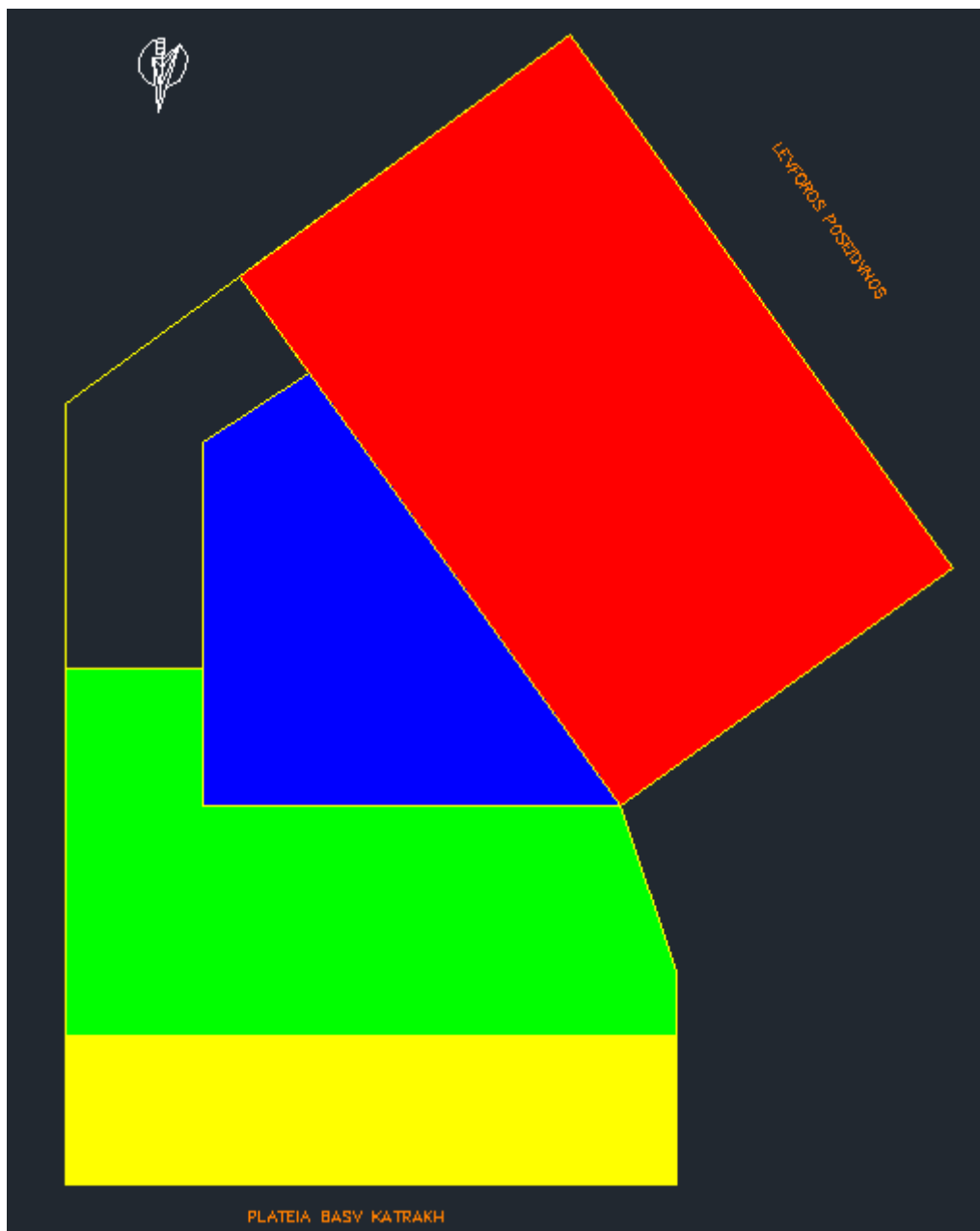
Εικόνα 2.10 : Θερμική ζώνη Υπογείου

Στο ισόγειο θεωρήσαμε δυο ξεχωριστές ζώνες , μια τα καταστήματα της βόρειας πλευράς και μια το κατάστημα της νοτιοδυτικής πλευράς.



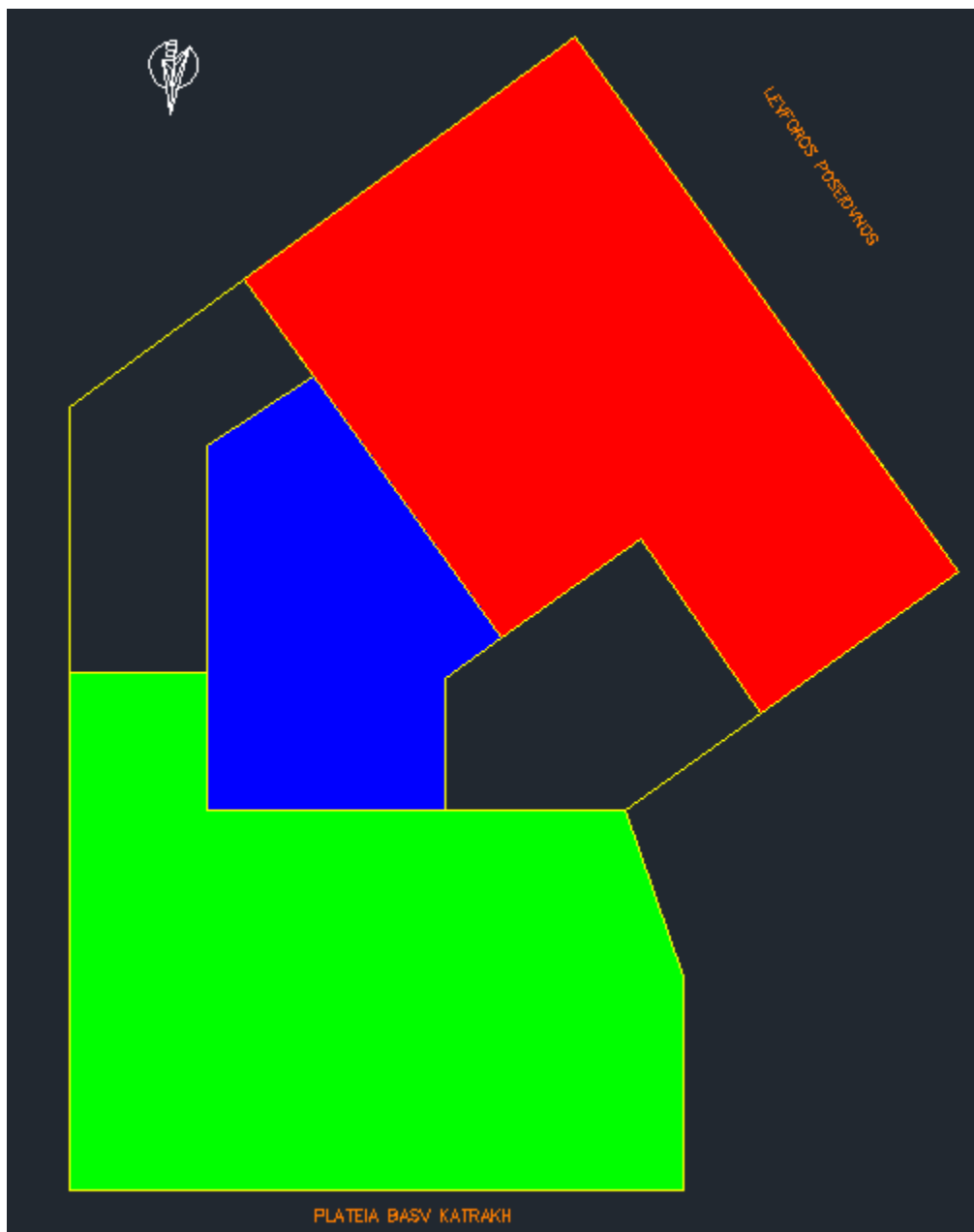
Εικόνα 2.11 : Θερμικές ζώνες Ισογείου

Ο πρώτος όροφος χωρίσθηκε σε τέσσερις θερμικές ζώνες. Μια η βόρεια πλευρά , μια η νοτιανατολική πλευρά και άλλες δυο οι ενδιάμεσες αυτών. Με αυτόν τον τρόπο θα επιτευχθεί μεγαλύτερη λεπτομέρεια στην ανάλυση καθώς τα θερμικά κέρδη και οι απώλειες είναι διαφορετικές για τα μέρη με νότιο προσανατολισμό και με βόρειο προσανατολισμό.



Εικόνα 2.12 : Θερμικές ζώνες Α ορόφου

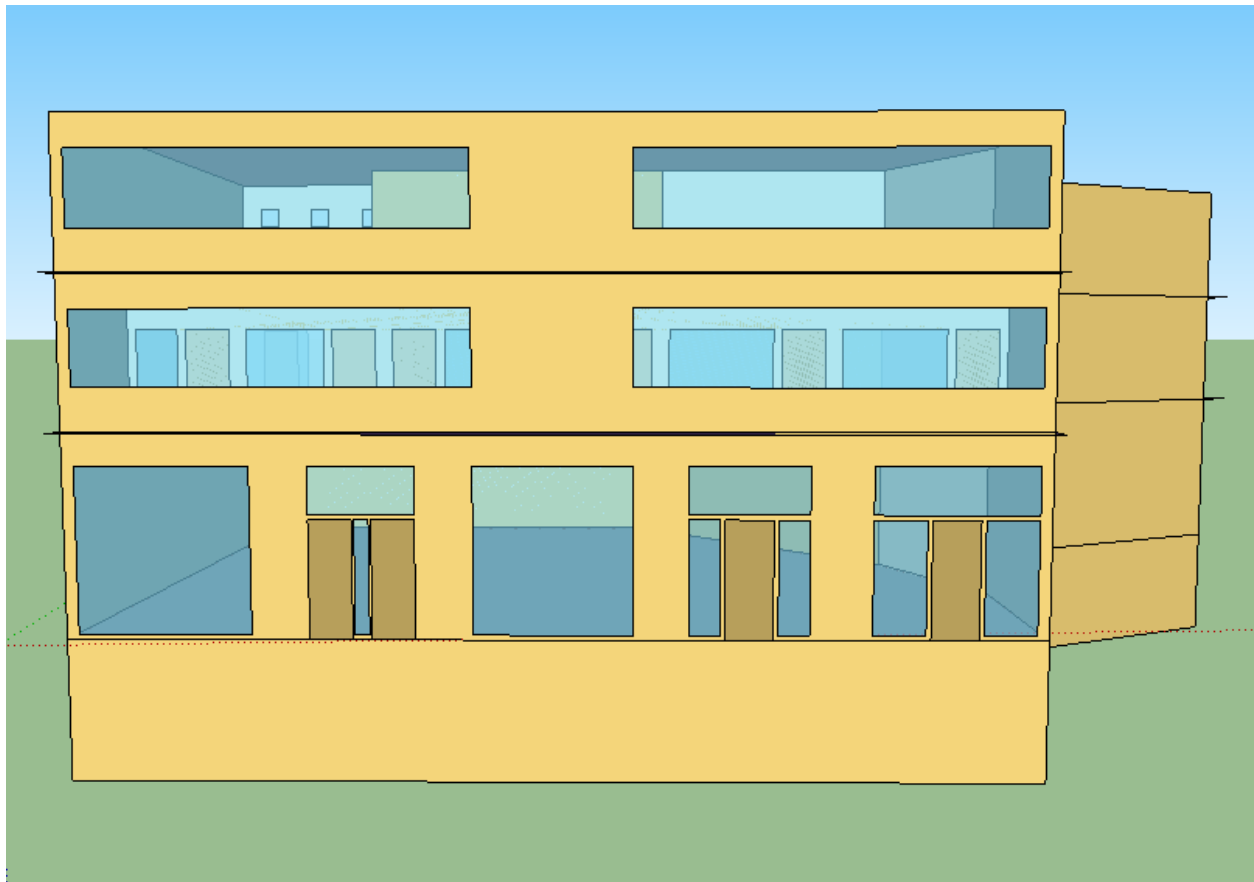
Αντίστοιχα με τον πρώτο όροφο, ο δεύτερος όροφος χωρίστηκε σε τρεις θερμικές ζώνες, μια η βόρεια πλευρά, μια η νοτιοανατολική και μια η ενδιάμεση αυτών.



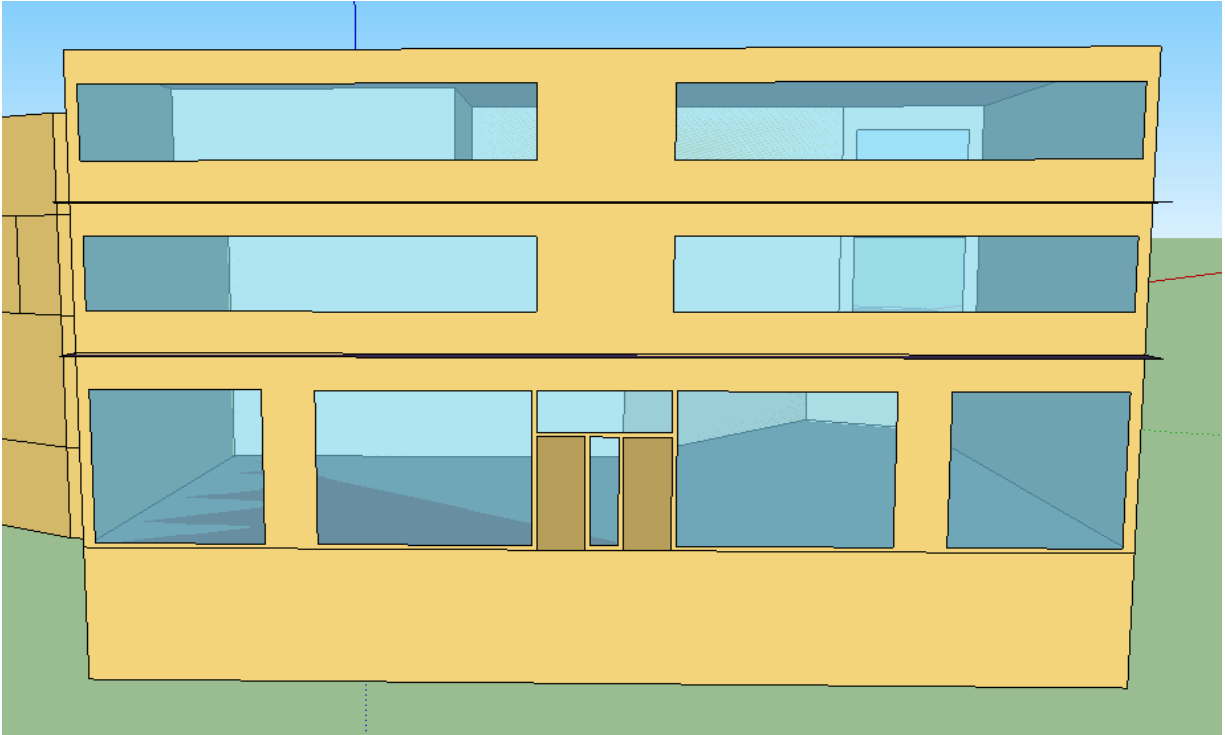
Εικόνα 2.13 : Θερμικές ζώνες Β ορόφου

2.3 Σχεδιασμός κτιρίου στο SketchUp

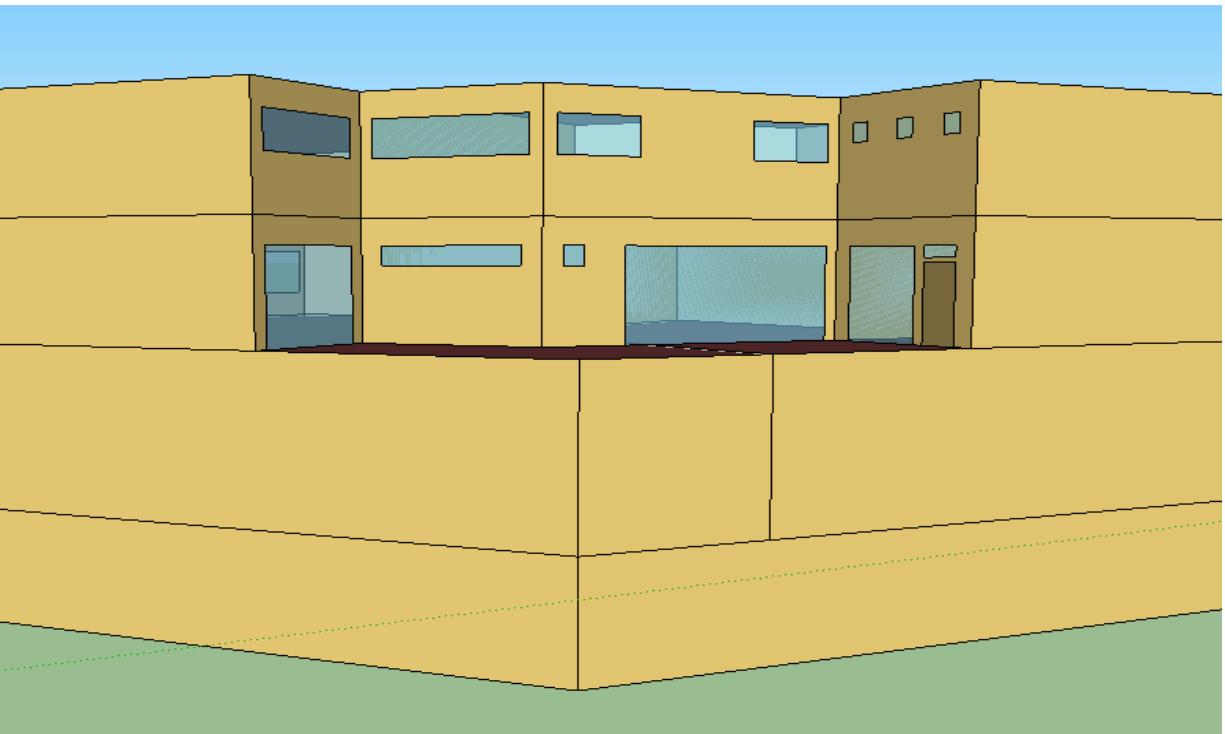
Σε αυτό το στάδιο σχεδιάζουμε το κτίριο στο SketchUp σύμφωνα με το διαχωρισμό που έγινε, παραπάνω, σε θερμικές ζώνες. Οι βεράντες του κτιρίου προστέθηκαν με τη μορφή σκιάστρων.



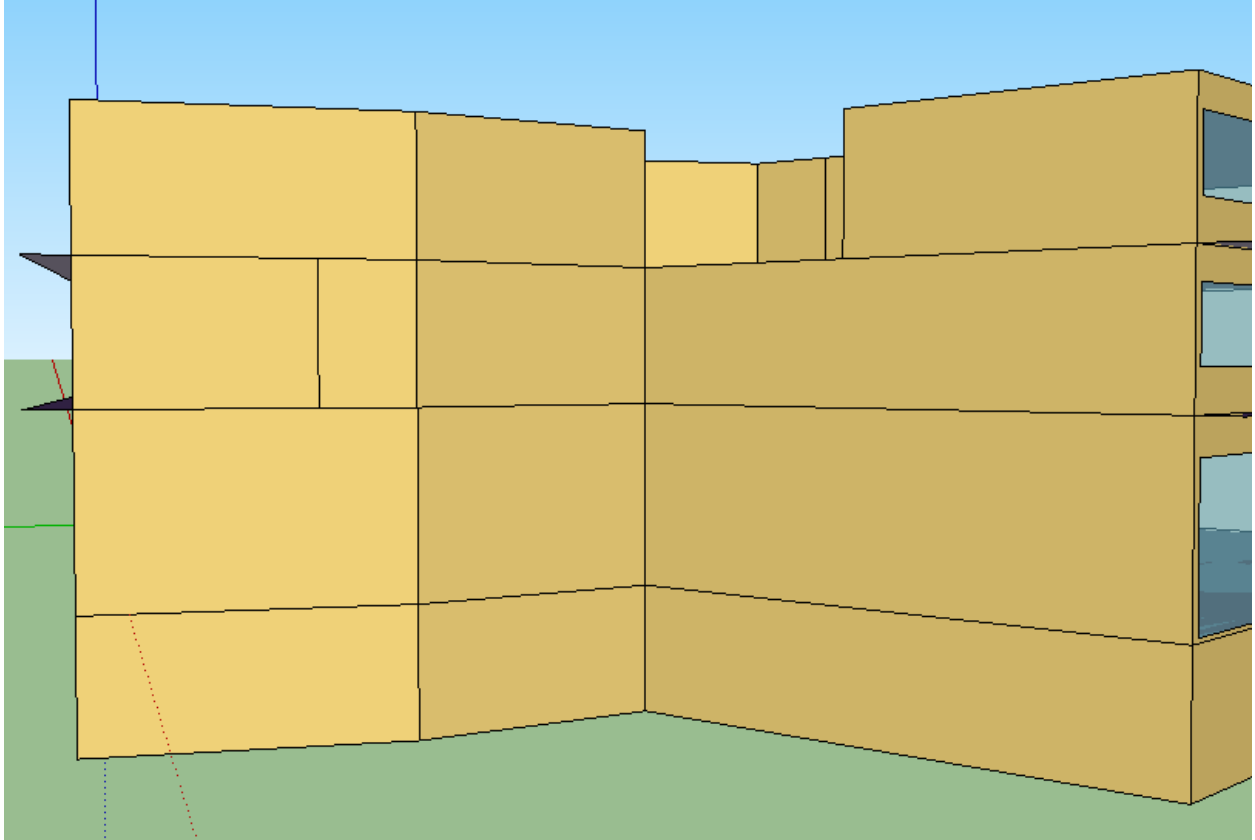
Εικόνα 2.14 : Βόρεια όψη κτιρίου στο λογισμικό



Εικόνα 2.15 : Νοτιοδυτική όψη κτιρίου στο λογισμικό



Εικόνα 2.16: Ανατολική όψη κτιρίου στο λογισμικό



Εικόνα 2.17 : Δυτική όψη κτιρίου στο λογισμικό

2.4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ENERGY PLUS

2.4.1 Δομικά υλικά και στρώσεις (material and construction)

Σε αυτό το στάδιο εισάγουμε τα δομικά υλικά (materials) με τα χαρακτηριστικά τους, καθώς και στρώσεις αυτών που συνθέτουν τα constructions. Τα χαρακτηριστικά των δομικών υλικών είναι το όνομα (name), η τραχύτητα (roughness), το πάχος (thickness), ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (conductivity), η πυκνότητα (density) και η ειδική θερμοχωρητικότητα του υλικού. Οι τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, της πυκνότητας και της ειδικής θερμοχωρητικότητας λήφθηκαν από την Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος 20701-2/2010.

Field	Units	Obj5	Obj6	Obj7	Obj8	Obj9
Name		Epixrisma 1	Domik. Opt. 9	Domik. Opt. 6	Keramika Plakidia	Tsimentk
Roughness		MediumRough	MediumRough	MediumRough	MediumRough	Mediumf
Thickness	m	0.01	0.09	0.06	0.01	0.04
Conductivity	W/m-K	0.87	0.6	0.6	1.84	1.4
Density	kg/m3	1800	1500	1500	2000	2000
Specific Heat	J/kg-K	1000	1000	1000	840	1100
Thermal Absorptance		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Solar Absorptance		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Visible Absorptance		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

Εικόνα 2.18 : Εισαγωγή δομικών υλικών (material) στο λογισμικό

Οι στρώσεις των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν, από έξω προς τα μέσα, είναι οι παρακάτω :

Εξωτερικά και εσωτερικά παράθυρα

- Γυαλί (0.005m)

Δάπεδο υπογείου

- Οπλισμένο σκυρόδεμα (0.15m)
- Τσιμεντοκονία (0.04m)
- Κεραμικά πλακίδια (0.01m)

Οροφή υπογείου

- Κεραμικά πλακίδια (0.01m)
- Τσιμεντοκονία (0.04m)
- Επίχρισμα (0.02m)
- Οπλισμένο σκυρόδεμα (0.25m)
- Επίχρισμα (0.01m)

Δάπεδο ισόγειου

- Επίχρισμα (0.01m)
- Οπλισμένο σκυρόδεμα (0.25m)
- Επίχρισμα (0.02m)
- Τσιμεντοκονία (0.02m)
- Κεραμικά πλακίδια (0.01m)

Οροφή ισόγειου

- Κεραμικά πλακίδια (0.01m)
- Τσιμεντοκονία (0.04m)
- Επίχρισμα (0.02m)
- Οπλισμένο σκυρόδεμα (0.25m)
- Επίχρισμα (0.01m)

Δάπεδο α ορόφου

- Επίχρισμα (0.01m)
- Οπλισμένο σκυρόδεμα (0.25m)
- Επίχρισμα (0.02m)
- Τσιμεντοκονία (0.02m)
- Κεραμικά πλακίδια (0.01m)

Οροφή α ορόφου

- Κεραμικά πλακίδια (0.01m)
- Τσιμεντοκονία (0.04m)
- Επίχρισμα (0.02m)
- Οπλισμένο σκυρόδεμα (0.25m)
- Επίχρισμα (0.01m)

Δάπεδο β ορόφου

- Επίχρισμα (0.01m)
- Οπλισμένο σκυρόδεμα (0.25m)
- Επίχρισμα (0.02m)
- Τσιμεντοκονία (0.02m)
- Κεραμικά πλακίδια (0.01m)

Δάπεδο β ορόφου

- Ασφαλτόπανο (0.02m)
- Λάσπη (0.02m)
- Τσιμεντόπλακα (0.04m)
- Κυψελωτό τσιμεντοκονίαμα (0.03m)
- Οπλισμένο σκυρόδεμα (0.25m)
- Επίχρισμα (0.01m)

Εξωτερικοί τοίχοι οπτοπλινθοδομής

- Επίχρισμα (0.02m)
- Δομική οπτοπλινθοδομή (0.06m)
- Δομική οπτοπλινθοδομή (0.09m)
- Επίχρισμα (0.02m)

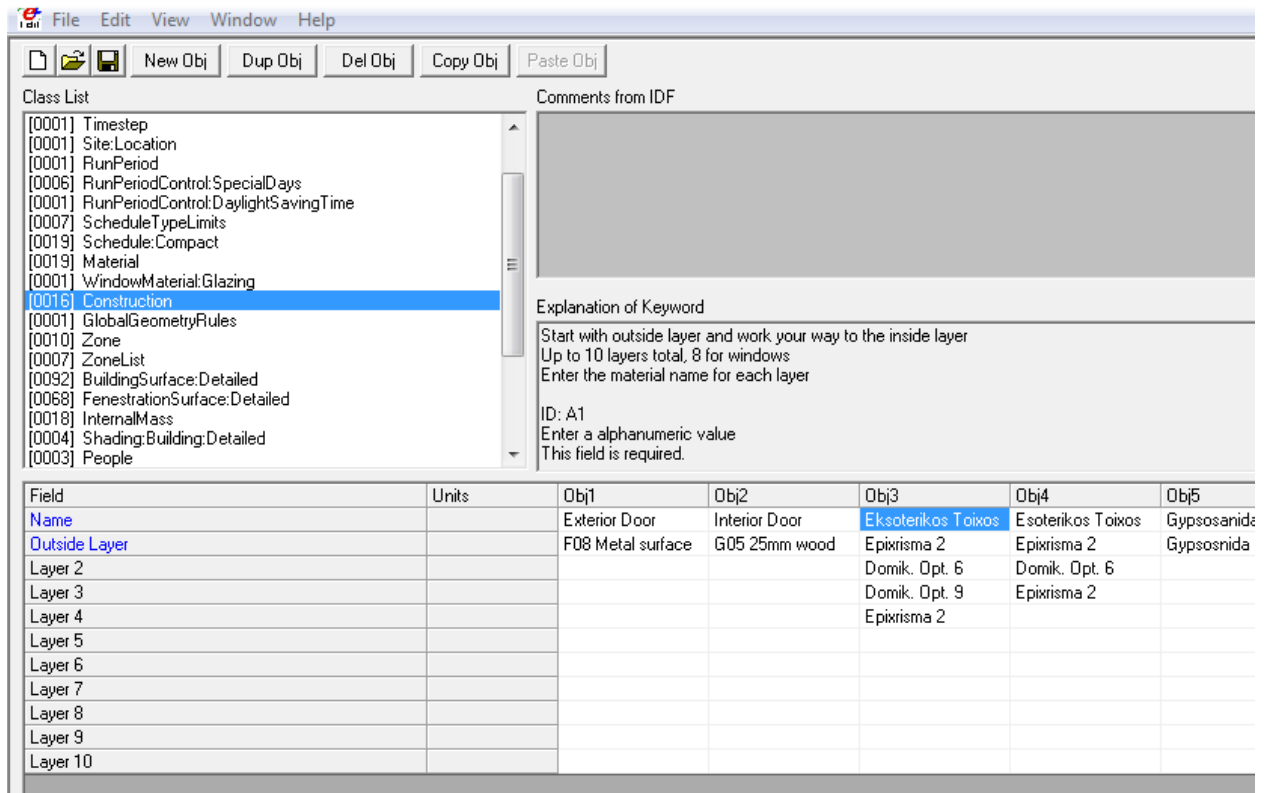
Εσωτερικοί τοίχοι οπτοπλινθοδομής

- Επίχρισμα (0.02)
- Δομική οπτοπλινθοδομή (0.06m)
- Επίχρισμα (0.02m)

Εσωτερική τοιχοποιία γυψοσανίδας

- Τοιχοποιία γυψοσανίδας ξηρής δόμησης (0.1m)

Στη συνέχεια εισάγουμε τις στρώσεις υλικών (construction) στο IDF Editor.



Εικόνα 2.19 : Εισαγωγή στρώσεων υλικών (construction) στο λογισμικό

2.4.2 Εσωτερική μάζα (Internal Mass)

Κατά την μελέτη μας έως τώρα έχουμε λάβει υπόψη τα υλικά και τις στρώσεις που αποτελούνται οι θερμικές ζώνες εξωτερικά. Όμως, κάθε θερμική ζώνη περιλαμβάνει υποστυλώματα και τοιχοποιίες που δεν έχουμε συμπεριλάβει κατά το σχεδιασμό του κτιρίου. Αυτά τα στοιχεία αποτελούν την εσωτερική μάζα, η οποία επηρεάζει τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4
Name		Int. Mass Υπογειο κ	Int. Mass Υπογειο γ	Int. Mass Ισογειο Κε	Int. Mass Ισογειο Κε
Construction Name		Esoterikos Toixos	Ypostylwma	Esoterikos Toixos	Ypostylwma
Zone Name		Υπογειο	Υπογειο	Ισογειο Katraki	Ισογειο Katraki
Surface Area	m2	225	141	300	116

Εικόνα 2.20 : Εισαγωγή εσωτερικής μάζας (internal mass) στο λογισμικό

2.4.3 Χρονοδιαγράμματα (Schedules)

Με την εισαγωγή των χρονοδιαγραμμάτων έχουμε τη δυνατότητα να ρυθμίσουμε τον φωτισμό, την πυκνότητα των χρηστών στους χώρους του κτιρίου ανά θερμική ζώνη, τον φυσικό αερισμό του κτιρίου και τις ηλεκτρικές συσκευές.

The screenshot shows the software interface with the 'Class List' on the left and a table of parameters for the selected 'Office Lights Sched' object. The table has columns for 'Field', 'Units', and five object identifiers (Obj1 to Obj5).

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5
Name		Office Lights Sched	Office Equipment S	Office Occupancy E	Infiltration Schedule	Infiltratic
Schedule Type Limits Name		Fraction	Fraction	Fraction	Fraction	Fraction
Field 1	varies	Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31	Throug
Field 2	varies	For: Weekdays	For: Weekdays	For: Weekdays	For: Weekdays Sun	For: We
Field 3	varies	Until: 05:00	Until: 08:00	Until: 06:00	Until: 06:00	Until: 06
Field 4	varies	0.05	0.4	0	1	1
Field 5	varies	Until: 07:00	Until: 12:00	Until: 07:00	Until: 22:00	Until: 22
Field 6	varies	0.1	0.9	0.1	0	0.5
Field 7	varies	Until: 08:00	Until: 13:00	Until: 08:00	Until: 24:00	Until: 24
Field 8	varies	0.3	0.8	0.2	1	1
Field 9	varies	Until: 17:00	Until: 17:00	Until: 12:00	For: Saturday Winte	For: Sat
Field 10	varies	0.9	0.9	0.95	Until: 06:00	Until: 06
Field 11	varies	Until: 18:00	Until: 18:00	Until: 13:00	1	1

Εικόνα 2.21 : Εισαγωγή χρονοδιαγραμμάτων (schedules) στο λογισμικό

2.4.4 Άνθρωποι-Χρήστες (People)

Προσδιορίζουμε την επίδραση των χρηστών στο κτίριο. Οι παράμετροι που εισάγουμε για να έχουμε το αποτέλεσμα αυτό είναι ο αριθμός των χρηστών σε κάθε θερμική ζώνη, η πυκνότητα των χρηστών αυτών, το χρονοδιάγραμμα διαμονής τους στον χώρο, ο συντελεστής εκπομπής θερμότητας από τους χρήστες και χρονοδιάγραμμα που καθορίζει την ποσότητα θερμικών κερδών ανά χρήστη.

Explanation of Keyword

Sets internal gains and contaminant rates for occupants in the zone. If you use a ZoneList in the Zone or ZoneList name field then this definition . to all the zones in the ZoneList.

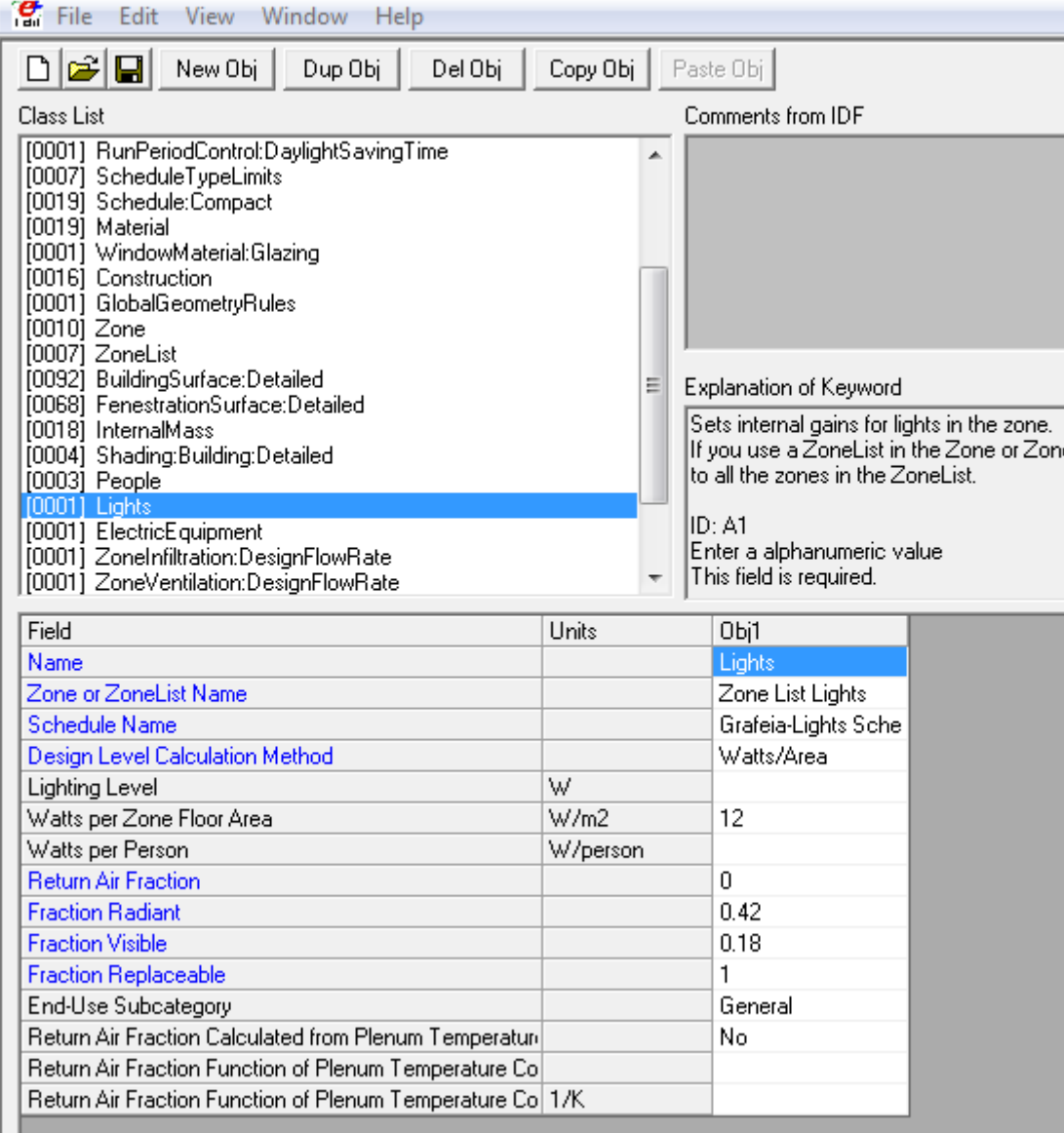
ID: A1
Enter a alphanumeric value
This field is required.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3
Name		People Katasthmate	People A Orofos	People B Orofos
Zone or ZoneList Name		Zone List Isogeio	Zone List A Orofos	Zone List B Orofos
Number of People Schedule Name		Grafeia-Occupancy	Grafeia-Occupancy	Grafeia-Occupancy
Number of People Calculation Method		People	People	People
Number of People		15	20	12
People per Zone Floor Area	person/m2			
Zone Floor Area per Person	m2/person			
Fraction Radiant		0.35	0.35	0.35
Sensible Heat Fraction		autocalculate	autocalculate	autocalculate
Activity Level Schedule Name		Office Activity Sche	Office Activity Sche	Office Activity Sche
Carbon Dioxide Generation Rate	m3/s-W	0.000000382	0.000000382	0.000000382
Enable ASHRAE 55 Comfort Warnings		Yes	Yes	Yes
Mean Radiant Temperature Calculation Type		ZoneAveraged	ZoneAveraged	ZoneAveraged

Εικόνα 2.22 : Εισαγωγή χρηστών (people) στο λογισμικό

2.4.5 Φωτισμός και Ηλεκτρικός εξοπλισμός (Lights and Electric Equipment)

Προσδιορίσαμε το ηλεκτρικό σύστημα φωτισμού της κάθε ζώνης, την ισχύ του και το χρονοδιάγραμμα λειτουργίας του. Στο κτίριο μας, οι ηλεκτρικές συσκευές που συμβάλλουν στα θερμικά κέρδη είναι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και οι εκτυπωτές που υπάρχουν στους χώρους. Προσδιορίσαμε την ισχύ των ηλεκτρικών συσκευών, τις ζώνες όπου υπάρχουν καθώς και χρονοδιάγραμμα λειτουργίας τους.



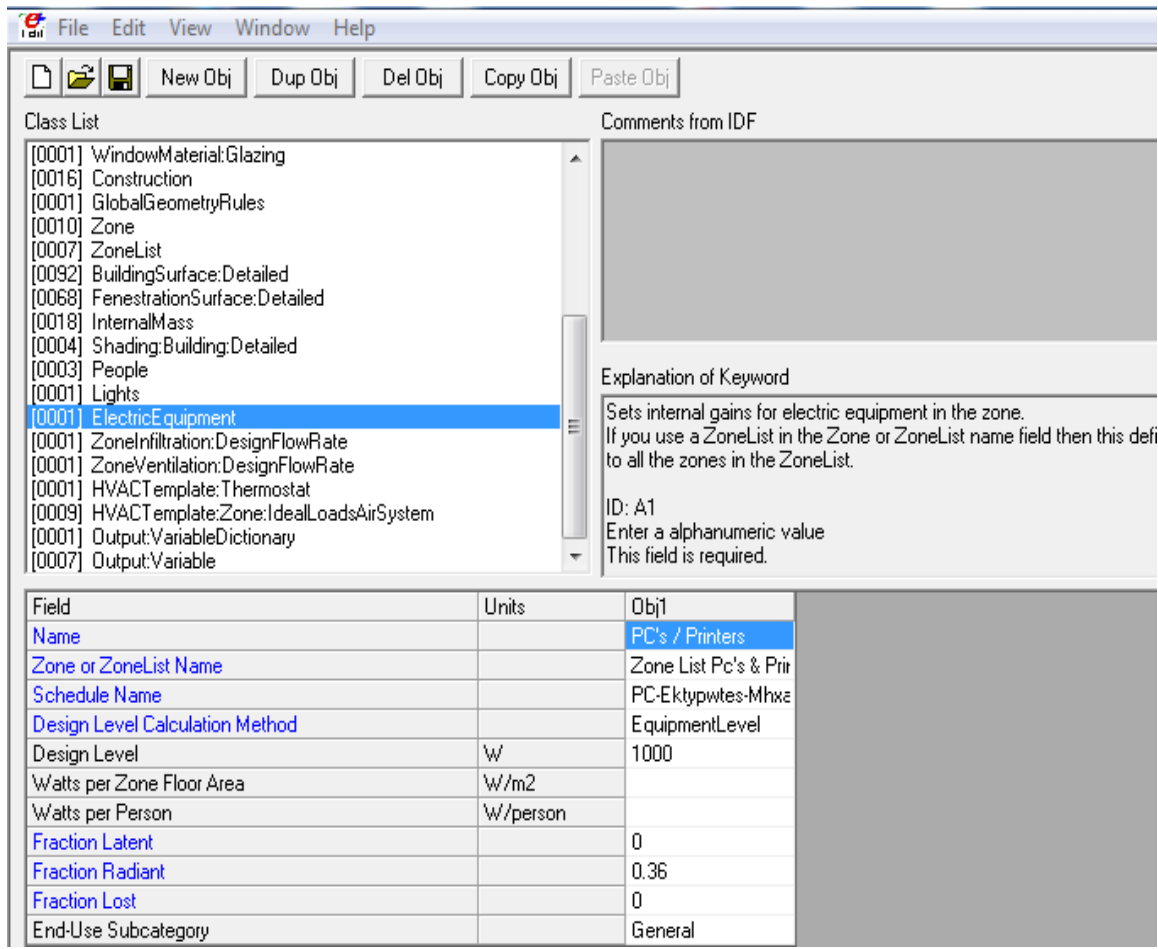
The screenshot shows the EnergyPlus software interface. The 'Class List' on the left contains the following items:

- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0019] Schedule:Compact
- [0019] Material
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0016] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0010] Zone
- [0007] ZoneList
- [0092] BuildingSurface:Detailed
- [0068] FenestrationSurface:Detailed
- [0018] InternalMass
- [0004] Shading:Building:Detailed
- [0003] People
- [0001] Lights
- [0001] ElectricEquipment
- [0001] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] ZoneVentilation:DesignFlowRate

The 'Explanation of Keyword' on the right states: "Sets internal gains for lights in the zone. If you use a ZoneList in the Zone or ZoneList to all the zones in the ZoneList. ID: A1 Enter a alphanumeric value This field is required."

Field	Units	Obj1
Name		Lights
Zone or ZoneList Name		Zone List Lights
Schedule Name		Grafea-Lights Sche
Design Level Calculation Method		Watts/Area
Lighting Level	W	
Watts per Zone Floor Area	W/m2	12
Watts per Person	W/person	
Return Air Fraction		0
Fraction Radiant		0.42
Fraction Visible		0.18
Fraction Replaceable		1
End-Use Subcategory		General
Return Air Fraction Calculated from Plenum Temperature		No
Return Air Fraction Function of Plenum Temperature Co		
Return Air Fraction Function of Plenum Temperature Co	1/K	

Εικόνα 2.23 : Εισαγωγή φωτισμού (lights) στο λογισμικό



Εικόνα 2.24 : Εισαγωγή ηλεκτρικού εξοπλισμού (electric equipment) στο λογισμικό

2.4.6 Αερισμός (Ventilation)

Αερισμός είναι η ροή αέρα από το περιβάλλον προς μια θερμική ζώνη, ο οποίος γίνεται σκόπιμα. Στην καρτέλα αυτή του IDF Editor, ορίζουμε το όνομα, την ζώνη στην οποία γίνεται ο αερισμός, το χρονοδιάγραμμα του αερισμού, τις αλλαγές αέρα ανά χρονικά διαστήματα (επιλέξαμε αλλαγές αέρα ανά ώρα-air changes per hour) και τον τύπο του αερισμού (φυσικός αερισμός).

The screenshot shows the IDF Editor interface. The 'Class List' on the left contains various object classes, with '[0001] ZoneVentilation:DesignFlowRate' selected. The 'Comments from IDF' pane on the right provides an explanation of the keyword: 'Ventilation is specified as a design le... Ventilation=Vdesign * Fschedule * (A... If you use a ZoneList in the Zone or... to all the zones in the ZoneList.' Below this, the 'ID: A1' and 'Enter a alphanumeric value' are visible.

Field	Units	Obj1
Name		Ventilation
Zone or ZoneList Name		Zone List Ventilator
Schedule Name		PC-Ektypwtes-Mhxz
Design Flow Rate Calculation Method		AirChanges/Hour
Design Flow Rate	m3/s	
Flow Rate per Zone Floor Area	m3/s-m2	
Flow Rate per Person	m3/s-person	
Air Changes per Hour	1/hr	3
Ventilation Type		Natural
Fan Pressure Rise	Pa	
Fan Total Efficiency		1
Constant Term Coefficient		1
Temperature Term Coefficient		
Velocity Term Coefficient		
Velocity Squared Term Coefficient		

Εικόνα 2.25 : Εισαγωγή αερισμού (ventilation) στο λογισμικό

2.4.7 Διείσδυση αέρα (Infiltration)

Η διείσδυση αέρα είναι η ροή αέρα από το περιβάλλον προς μια θερμική ζώνη, χωρίς αυτό να είναι σκόπιμο. Για παράδειγμα, διείσδυση αέρα μπορεί να έχουμε από το άνοιγμα και το κλείσιμο των παραθύρων του κτιρίου. Προσδιορίζουμε το όνομα, τις ζώνες στις οποίες έχουμε διείσδυση αέρα, το χρονοδιάγραμμα της διείσδυσης αέρα και τις αλλαγές αέρα ανά χρονικά διαστήματα (επιλέξαμε air changes per hour).

The screenshot shows the EnergyPlus software interface. The 'Class List' on the left contains the following items:

- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0016] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0010] Zone
- [0007] ZoneList
- [0092] BuildingSurface:Detailed
- [0068] FenestrationSurface:Detailed
- [0018] InternalMass
- [0004] Shading:Building:Detailed
- [0003] People
- [0001] Lights
- [0001] ElectricEquipment
- [0001] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] ZoneVentilation:DesignFlowRate
- [0001] HVACTemplate:Thermostat
- [0009] HVACTemplate:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0007] Output:Variable

The 'Explanation of Keyword' on the right states:

Infiltration is specified as a design level
 $Infiltration = I_{design} * FSchedule * (A +$
 If you use a ZoneList in the Zone or Z
 to all the zones in the ZoneList.

ID: A1
 Enter a alphanumeric value

Field	Units	Obj1
Name		Infiltration-1 air char
Zone or ZoneList Name		All Zones
Schedule Name		Always On
Design Flow Rate Calculation Method		AirChanges/Hour
Design Flow Rate	m3/s	
Flow per Zone Floor Area	m3/s-m2	
Flow per Exterior Surface Area	m3/s-m2	
Air Changes per Hour	1/hr	0.3
Constant Term Coefficient		1
Temperature Term Coefficient		0
Velocity Term Coefficient		0
Velocity Squared Term Coefficient		0

Εικόνα 2.26 : Εισαγωγή διείσδυση αέρα (infiltration) στο λογισμικό

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

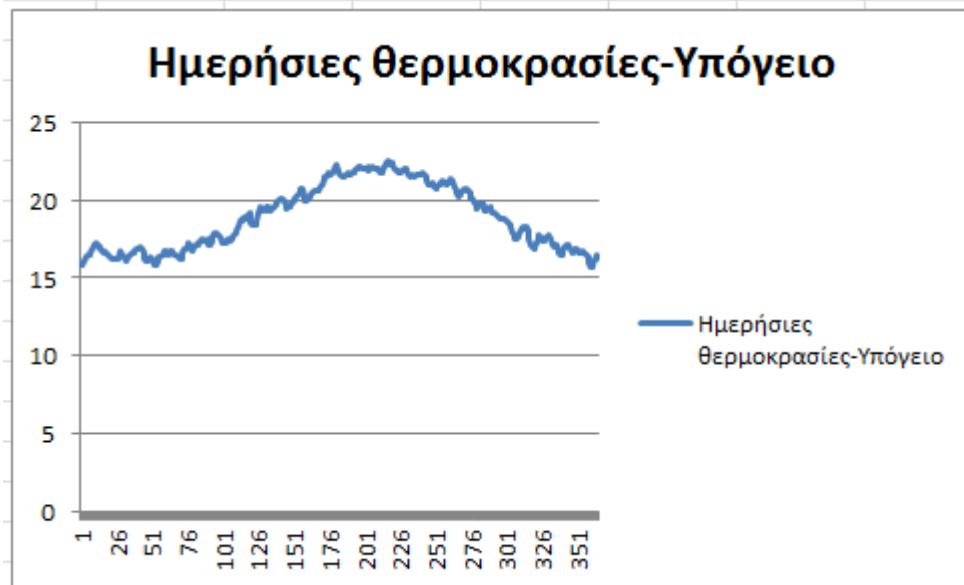
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ ENERGY PLUS

3.1 Εισαγωγή

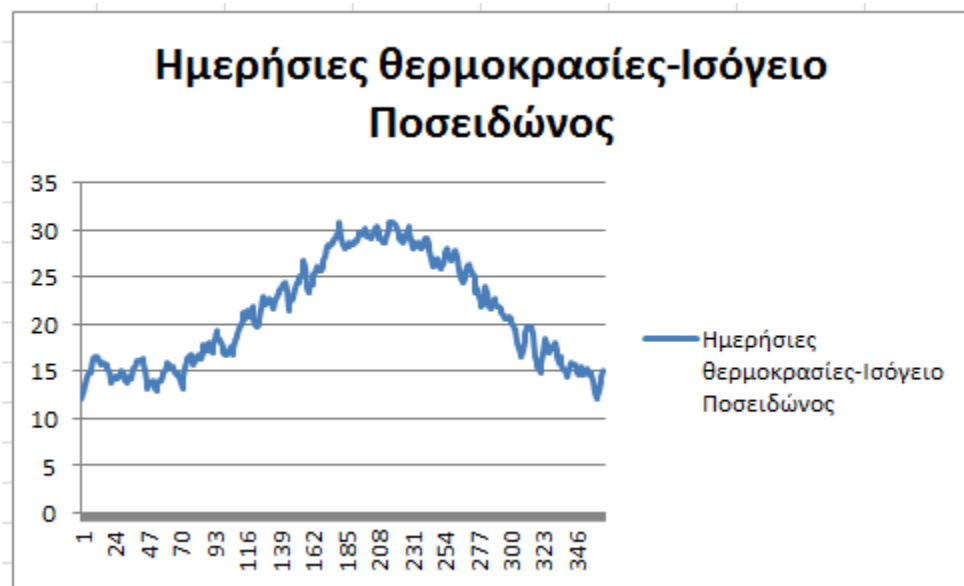
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης του κτιρίου στο πρόγραμμα Energy Plus. Παρατίθενται σε διαγράμματα οι ημερήσιες θερμοκρασίες αέρα και ημερήσιες τιμές υγρασίας για κάθε θερμική ζώνη κατά τη διάρκεια του έτους. Ακόμη, μέσω του ιδανικού συστήματος θέρμανσης και ψύξης HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning) προσδιορίζεται το μέγεθος της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου για ανάγκες θέρμανσης και ψύξης.

3.2 Ημερήσιες θερμοκρασίες θερμικών ζωνών

Από τα διαγράμματα ημερήσιων θερμοκρασιών παρατηρούμε ότι τη χαμηλότερη διακύμανση τιμών την έχουμε στη ζώνη του Υπογείου. Οι ζώνες με τη μεγαλύτερη διακύμανση είναι αυτές τις νοτιοδυτικής πλευράς, δηλαδή, η ζώνη Ισόγειο Ποσειδώνος, η ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος και η ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος. Η δυσμενέστερη ζώνη από θέμα θερμοκρασιών είναι η Β όροφος Ποσειδώνος όπου έχουμε τη μέγιστη και την ελάχιστη θερμοκρασία.



Εικόνα 3.1: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Υπόγειο



Εικόνα 3.2: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Ποσειδώνος



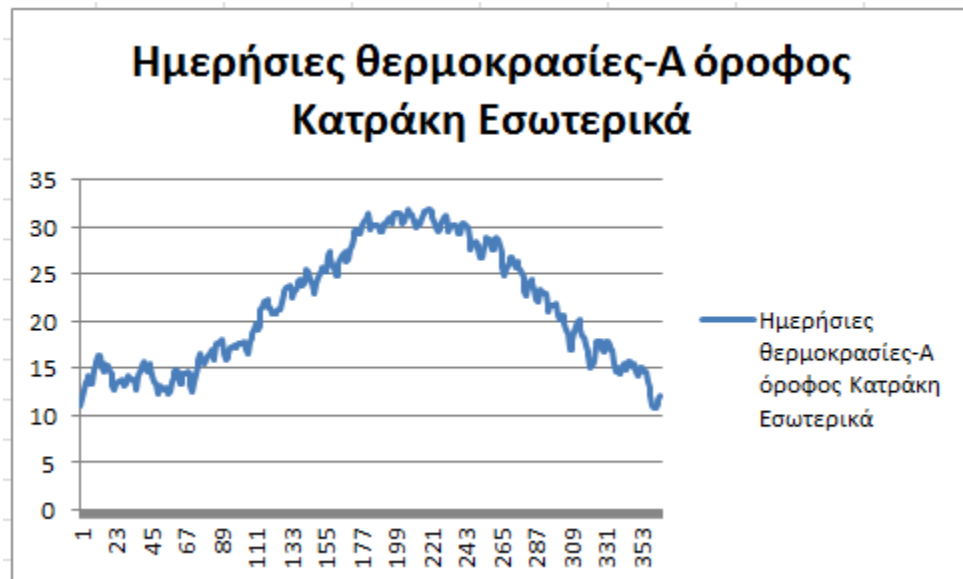
Εικόνα 3.3: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Κατράκη



Εικόνα 3.4: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος



Εικόνα 3.5: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Εσωτερικά



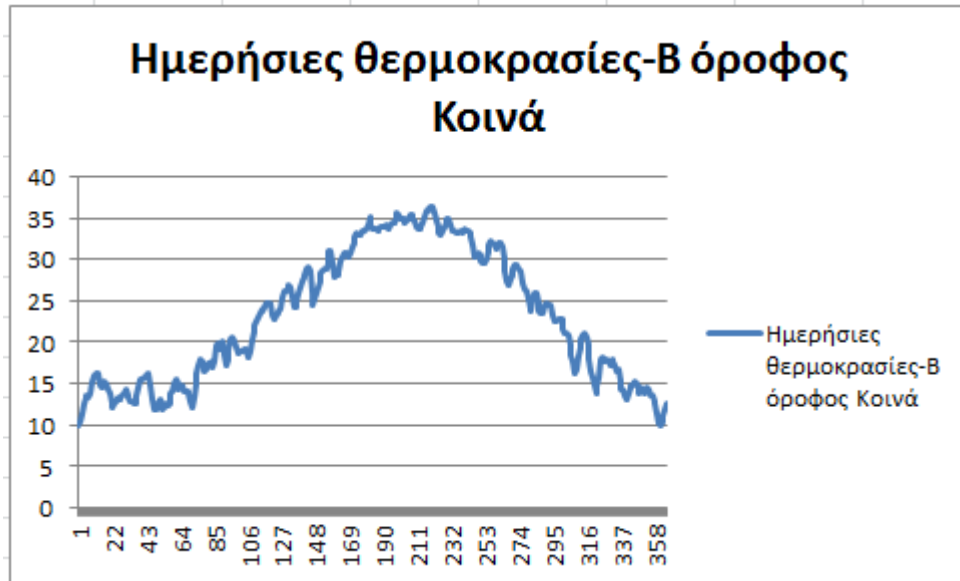
Εικόνα 3.6: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Κατράκη Εσωτερικά



Εικόνα 3.7: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Κατράκη



Εικόνα 3.8: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος



Εικόνα 3.9: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Κοινά



Εικόνα 3.10: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Κατράκη

3.4 Ενεργειακές απαιτήσεις για ανάγκες ψύξης και θέρμανσης

Μέσω του συστήματος HVAC προσδιορίστηκε η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για ανάγκες ψύξης και θέρμανσης. Ορίστηκε στο IDF Editor το άνω και κάτω θερμοκρασιακό όριο όπου θα λειτουργεί το σύστημα HVAC. Ως άνω όριο, δηλαδή το σημείο όπου θα ενεργοποιηθεί το σύστημα ψύξης (constant cooling setpoint), ορίστηκαν οι 27°C και ως κάτω όριο, δηλαδή το σημείο που θα ενεργοποιηθεί το σύστημα θέρμανσης (constant heating setpoint), οι 16 °C.

The screenshot shows the IDF Editor interface. The 'Class List' on the left includes various building components, with 'ZoneHVAC:IdealLoadsAirSystem' selected. The 'Explanation of Keyword' pane on the right shows the ID 'A1' and a note that the field is required. Below these panes is a table with the following data:

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4
Name		Isogeio Poseidwnos	Isogeio KatrakiZone	A PoseidwnosZone1	A EswterikaZor
Availability Schedule Name					
Zone Supply Air Node Name		Isogeio Poseidwnos	Isogeio Katraki Sup	A Poseidwnos Supp	A Eswterika Su
Zone Exhaust Air Node Name					
Maximum Heating Supply Air Temperature	C	50	50	50	50
Minimum Cooling Supply Air Temperature	C	13	13	13	13
Maximum Heating Supply Air Humidity Ratio	kgWater/kgDryA	0.008	0.008	0.008	0.008
Minimum Cooling Supply Air Humidity Ratio	kgWater/kgDryA	0.009	0.009	0.009	0.009
Heating Limit		NoLimit	NoLimit	NoLimit	NoLimit

Εικόνα 3.11: Εισαγωγή συστήματος HVAC στο λογισμικό

Προέκυψαν, λοιπόν, τα παρακάτω αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων του κτιρίου σύμφωνα με την παραπάνω ρύθμιση.

	Ισόγειο Ποσειδώνος	Ισόγειο Κατράκη	A όροφος Ποσειδώνος	A όροφος Εσωτερικά	B όροφος Ποσειδώνος	B όροφος Κοινά	A όροφος Κατράκη	A όροφος Κατράκη Εσωτερικά	B όροφος Κατράκη	ΣΥΝΟΛΟ
Ιανουάριος	1,817.06	2,375.07	1,302.34	216.28	2,201.72	506.34	594.29	463.05	2,827.88	12,304.02
Φεβρουάριος	2,451.58	3,068.94	1,697.52	254.54	2,490.45	561.17	751.59	526.31	3,132.88	14,934.97
Μάρτιος	1,212.30	1,606.47	697.87	99.41	1,061.14	202.89	349.84	263.49	1,502.88	6,996.29
Απρίλιος	58.56	103.67	4.40	0.00	7.13	0.00	23.63	8.37	69.70	275.47
Μάιος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ιούλιος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Αύγουστος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Οκτώβριος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Νοέμβριος	298.36	302.87	123.28	8.92	360.67	56.11	54.35	21.92	464.09	1,690.57
Δεκέμβριος	1,817.58	2,273.28	1,399.39	275.29	2,472.88	642.19	661.14	534.04	2,980.47	13,056.28
ΣΥΝΟΛΟ	7,655.43	9,730.29	5,224.79	854.44	8,594.00	1,968.70	2,434.85	1,817.19	10,977.90	49,257.60

Πίνακας 3.1: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση του κτιρίου (kWh)

	Ισόγειο Ποσειδώνος	Ισόγειο Κατράκη	A όροφος Ποσειδώνος	A όροφος Εσωτερικά	B όροφος Ποσειδώνος	B όροφος Κοινά	A όροφος Κατράκη	A όροφος Κατράκη Εσωτερικά	B όροφος Κατράκη	ΣΥΝΟΛΟ
Ιανουάριος	0.28	0.39	0.23	0.10	0.44	0.46	0.02	0.10	0.87	2.88
Φεβρουάριος	0.02	0.08	0.02	0.03	0.04	0.14	0.01	0.13	0.13	0.60
Μάρτιος	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.01	0.01	0.07
Απρίλιος	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29
Μάιος	0.00	0.00	6.46	176.63	143.41	139.42	0.72	0.00	0.28	466.92
Ιούνιος	760.01	412.61	1,558.04	924.04	2,931.52	1,201.10	485.03	401.63	1,822.60	10,496.59
Ιούλιος	1,831.96	913.19	3,588.09	1,621.58	5,459.90	2,008.34	1,132.60	933.62	4,184.68	21,673.95
Αύγουστος	1,653.66	664.97	3,299.35	1,428.24	5,072.98	1,895.86	897.84	814.05	3,793.20	19,520.16
Σεπτέμβριος	450.73	93.05	1,139.33	791.81	1,987.14	886.07	283.71	343.31	980.25	6,955.39
Οκτώβριος	0.18	0.00	12.89	86.87	35.22	28.32	3.43	7.62	1.45	175.99
Νοέμβριος	0.36	0.24	0.44	0.04	1.94	0.60	0.12	0.16	2.42	6.32
Δεκέμβριος	1.60	1.37	2.03	0.44	5.44	2.05	0.77	1.05	6.36	21.12
ΣΥΝΟΛΟ	4,698.80	2,085.90	9,606.88	5,030.10	15,638.02	6,162.39	2,804.25	2,501.67	10,792.24	59,320.27

Πίνακας 3.2: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη του κτιρίου (kWh)

Το κτίριο παρουσιάζει συνολικές ανάγκες θέρμανσης 49.257,60 kWh και συνολικές ανάγκες ψύξης 59.320,27 kWh. Οι πιο ενεργοβόρες ζώνες από θέμα θέρμανσης είναι αυτές με βόρειο προσανατολισμό. Η δυσμενέστερη ζώνη είναι η Β όροφος Κατράκη με μέγιστη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση 3.132,88 kWh κατά τον μήνα Φεβρουάριο, ο οποίος είναι και ο πιο ενεργοβόρος μήνας θέρμανσης. Δυσμενέστερες ζώνες από θέμα ψύξης είναι αυτές με νοτιοδυτικό προσανατολισμο δηλαδή η Ισόγειο Ποσειδώνας , η Α όροφος Ποσειδώνας και η Β όροφος Ποσειδώνας. Η Β όροφος Ποσειδώνας είναι η δυσμενέστερη από θέμα ψύξεως με ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας 5.459,60 kWh τον μήνα Αύγουστο, ο οποίος είναι και ο πιο ενεργοβόρος για ψύξη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

4.1 Εισαγωγή

Σε αυτήν την ενότητα εξετάζουμε τις πιθανές επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν στο κτίριο μας με σκοπό την βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του. Για κάθε μια προτεινόμενη επέμβαση γίνεται προσομοίωση του μοντέλου του κτιρίου και σύγκριση θερμοκρασιών μεταξύ της προηγούμενης και νέας κατάστασης. Παρουσιάζονται λεπτομέρειες για κάθε επέμβαση και τα αποτελέσματα των συγκρίσεων των θερμοκρασιών σε διαγράμματα. Επιλέγουμε να παρουσιάσουμε τις δυσμενέστερες θερμοκρασιακά ζώνες, που είναι αυτές της νοτιοδυτικής πλευράς (Ισόγειο Ποσειδώνος, Α όροφος Ποσειδώνος , Β όροφος Ποσειδώνος) και της βόρειας (Ισόγειο Κατράκη, Α όροφος Κατράκη, Β όροφος Κατράκη).

4.2 Αντικατάσταση υπάρχοντων υαλοπινάκων με υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμψιμότητας Low-E

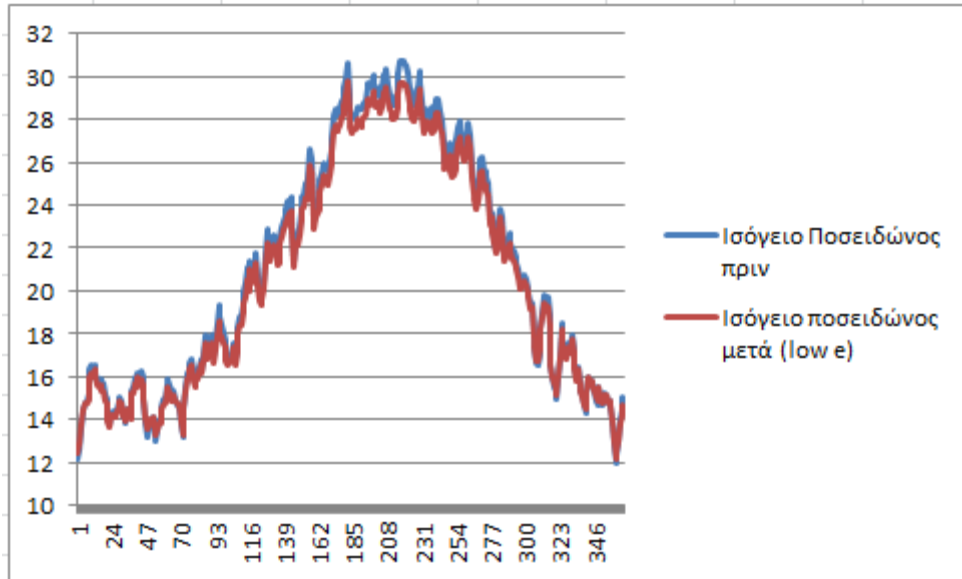
Προτείνουμε την αντικατάσταση των υπάρχοντων υαλοπινάκων, οι οποίοι αποτελούνται από μια στρώση γυαλιού (5mm), με υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμψιμότητας Low-E, οι οποίοι αποτελούνται από δυο εξωτερικές στρώσεις γυαλιού χαμηλής εκπεμψιμότητας (6mm) και ενδιάμεσα περιέχει κενό με Αργό (6mm). Γίνεται πρόταση αντικατάστασης των υαλοπινάκων των προσόψεων του κτιρίου δηλαδή της νοτιοδυτικής και βόρειας πλευράς. Οι διαφορές είναι ιδιαίτερα εμφανείς στις ζώνες της νοτιοδυτικής πλευράς οι οποίες και εκτείνονται στον ήλιο το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της ημέρας. Συγκεκριμένα στις ζώνες Α όροφος Ποσειδώνος και Β όροφος Ποσειδώνος παρατηρούμε μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας από τους 34,05° C στους 32,39° C και από τους 36,13° C στους 34,96° C αντίστοιχα. Το κόστος της τοποθέτησης εκτιμήθηκε στα 80 €/τ.μ.. Συνολικά προτείνουμε την τοποθέτηση υαλοπινάκων εμβαδού 147,86τ.μ. και συνολικού κόστους 11.828,8 €. Παρατηρούμε ετήσια μείωση των συνολικών αναγκών για ψύξη και θέρμανση από 108.577,87 kWh σε 96.555,08 kWh. Η μείωση είναι 12.022,69 kWh ανά έτος. Αυτό μεταφράζεται (με τιμή kWh 0,0727€) έχουμε ετήσια μείωση κόστους κατά 874,04€. Σε βάθος 20αετίας έχουμε συνολική μείωση κόστους 17.480,99€. Η απόσβεση της τοποθέτησης των υαλοπετασμάτων γίνεται μετά από 13.5 έτη και στο τέλος της 20αετίας το όφελος από την επέμβαση είναι **5.652,19€**.

ΜΗΝΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ (kWh)
Ιανουάριος	11921.94
Φεβρουάριος	14070.70
Μάρτιος	6871.81
Απρίλιος	298.50
Μάιος	0
Ιούνιος	0
Ιούλιος	0
Αύγουστος	0
Σεπτέμβριος	0
Οκτώβριος	0
Νοέμβριος	1503.39
Δεκέμβριος	12283.73
ΣΥΝΟΛΟ	46.950,10

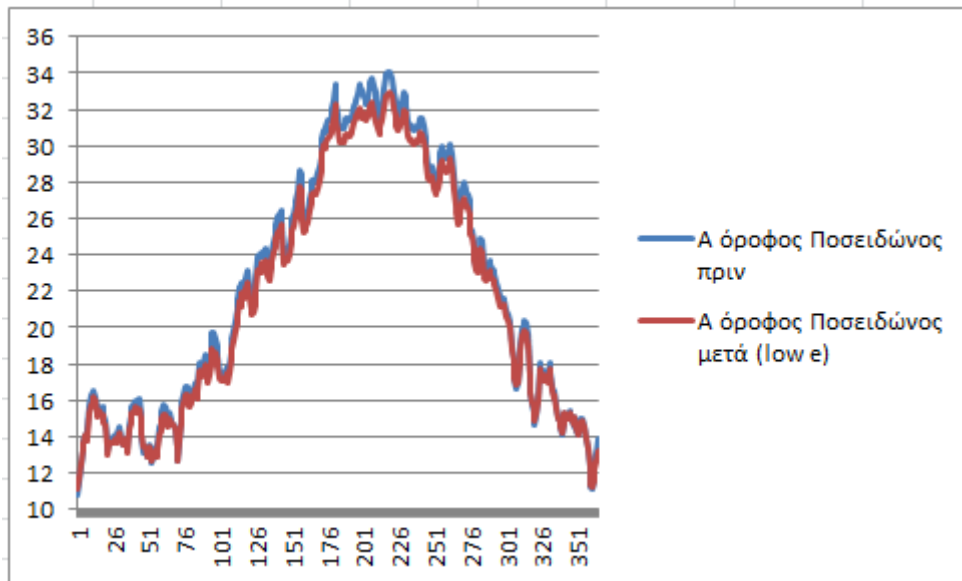
Πίνακας 4.1: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση μετά την τοποθέτηση low e

	ΣΥΝΟΛΟ (kWh)
Ιανουάριος	3.00
Φεβρουάριος	0.53
Μάρτιος	0.068
Απρίλιος	0
Μάιος	302.24
Ιούνιος	8595.68
Ιούλιος	18480.65
Αύγουστος	16388.30
Σεπτέμβριος	5681.55
Οκτώβριος	126.61
Νοέμβριος	6.05
Δεκέμβριος	20.34
ΣΥΝΟΛΟ	49.605,06

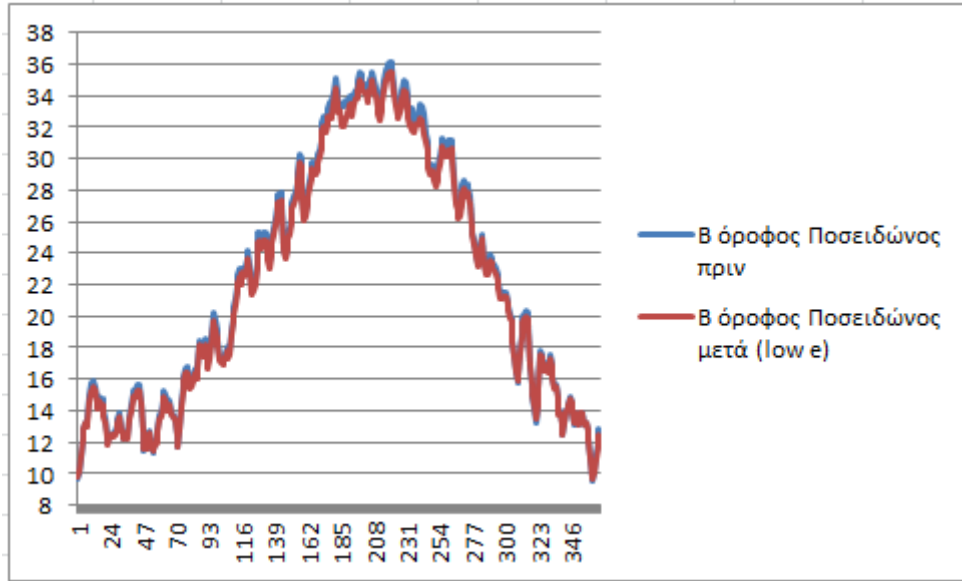
Πίνακας 4.2: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μετά την τοποθέτηση low e



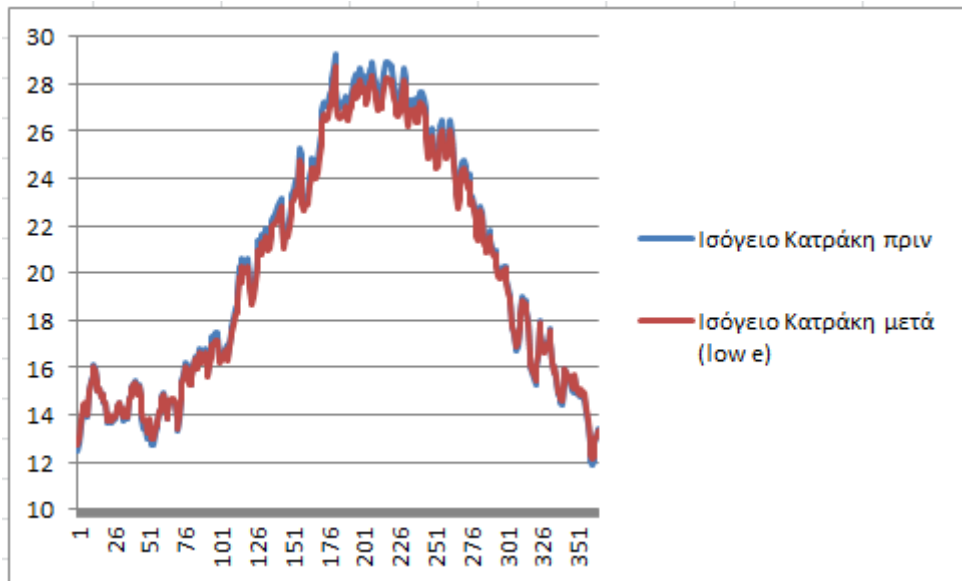
Εικόνα 4.1: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Ποσειδώνος πριν και μετά (low e)



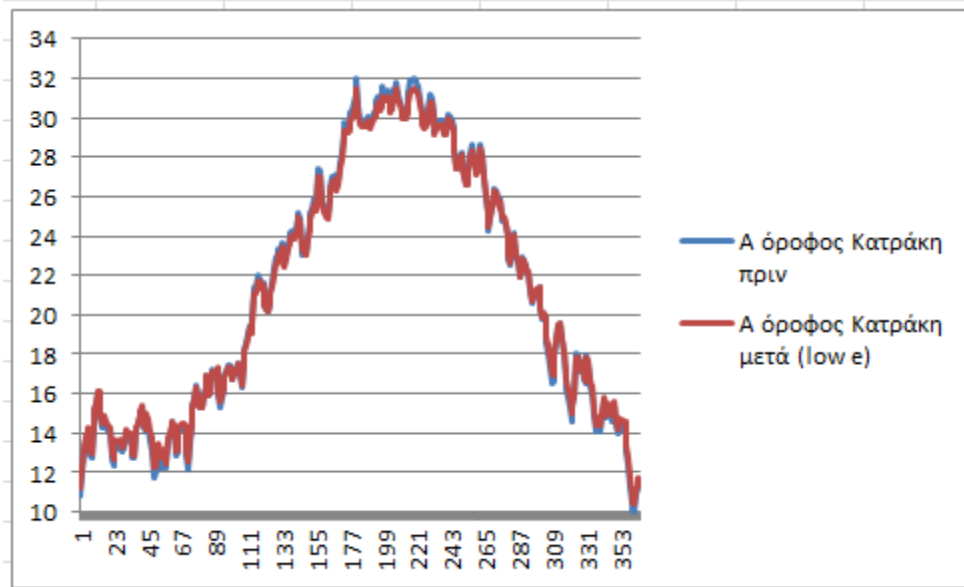
Εικόνα 4.2: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (low e)



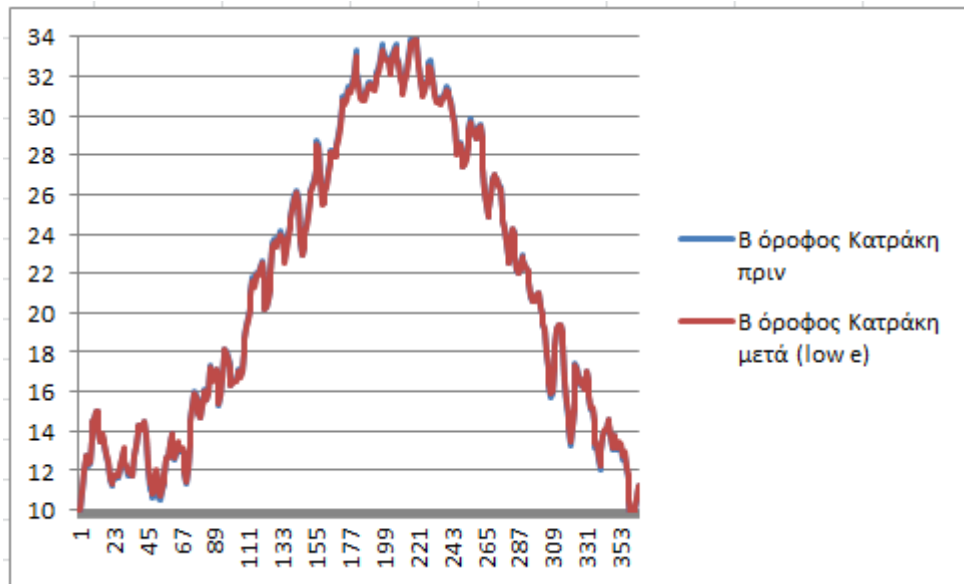
Εικόνα 4.3: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (low e)



Εικόνα 4.4: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Κατράκη πριν και μετά (low e)



Εικόνα 4.5: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Κατράκη πριν και μετά (low e)



Εικόνα 4.6: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Κατράκη πριν και μετά (low e)

4.3 Τοποθέτηση δυο σκιάστρων στη νοτιοδυτική και βόρεια πλευρά του β ορόφου

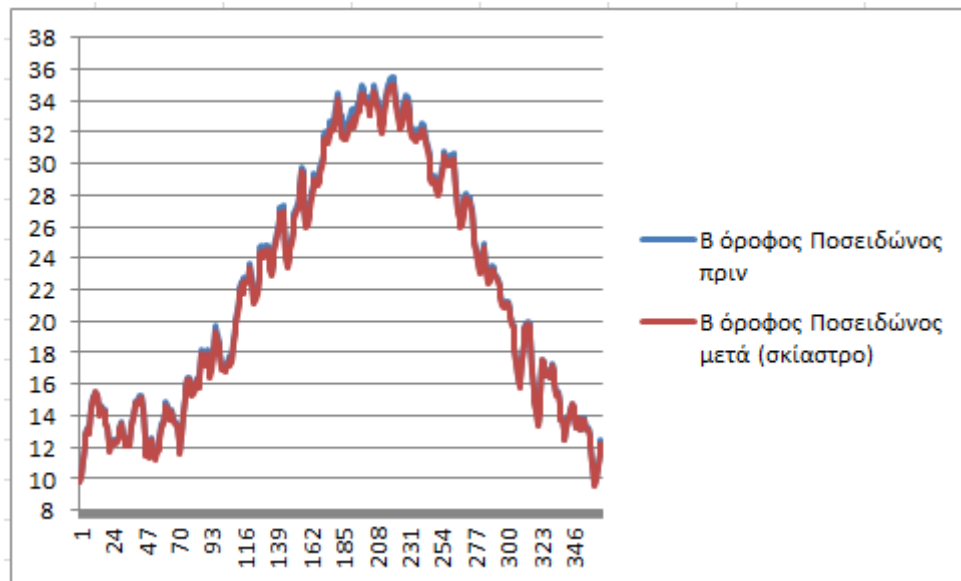
Εν συνεχεία, προτείνουμε την τοποθέτηση σκιάστρου στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνας στη ζώνη Β όροφος Κατράκη για να μειώσουμε την επιρροή του ήλιου. Παρακάτω παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα της σύγκρισης μετά και από αυτή την επέμβαση. Οι μεταβολές στη δυσμενή ζώνη Β όροφος Ποσειδώνας είναι μικρές καθώς έχουμε μεγάλες επιφάνειες υαλοπινάκων. Στην αντίστοιχη βόρεια ζώνη Β όροφος Κατράκη οι μεταβολές είναι αμελητέες λόγω του προσανατολισμού της. Το κόστος τοποθέτησης εκτιμήθηκε στα 50€/τ.μ.. Συνολικά τοποθετήθηκαν σκιάστρα επιφάνειας 40,7 τ.μ.. Το κόστος τοποθέτησης είναι 2035€. Οι ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη και θέρμανση μειώθηκαν από 96.555,08 kWh σε 95.752,37 kWh. Η ετήσια μείωση είναι 802,71 kWh. Αυτό μεταφράζεται σε μείωση του ετήσιου κόστους κατά 58,35€. Σε ορίζοντα 20αετίας έχουμε μείωση του κόστους κατά 1.167,14 €. Η επέμβαση είναι ζημιογόνα καθώς σε ορίζοντα 20αετίας παρουσιάζει ζημία **867,85€**.

ΜΗΝΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ (kWh)
Ιανουάριος	12057.45
Φεβρουάριος	14305.92
Μάρτιος	6997.75
Απρίλιος	311.01
Μάιος	0
Ιούνιος	0
Ιούλιος	0
Αύγουστος	0
Σεπτέμβριος	0
Οκτώβριος	0
Νοέμβριος	1536.72
Δεκέμβριος	12382.13
ΣΥΝΟΛΟ	47.591,00

Πίνακας 4.3: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση μετά την τοποθέτηση σκιάστρων στον Β όροφο

ΜΗΝΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ (kWh)
Ιανουάριος	3.10
Φεβρουάριος	0.60
Μάρτιος	0.08
Απρίλιος	0.00
Μάιος	257.54
Ιούνιος	8,244.17
Ιούλιος	18,057.14
Αύγουστος	16,013.41
Σεπτέμβριος	5,440.70
Οκτώβριος	117.65
Νοέμβριος	6.30
Δεκέμβριος	20.68
ΣΥΝΟΛΟ	48,161.37

Πίνακας 4.4: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μετά την τοποθέτηση σκιάστρων στον Β όροφο



Εικόνα 4.7: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (σκιάστρο)

4.4 Τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης στις προσόψεις του κτιρίου

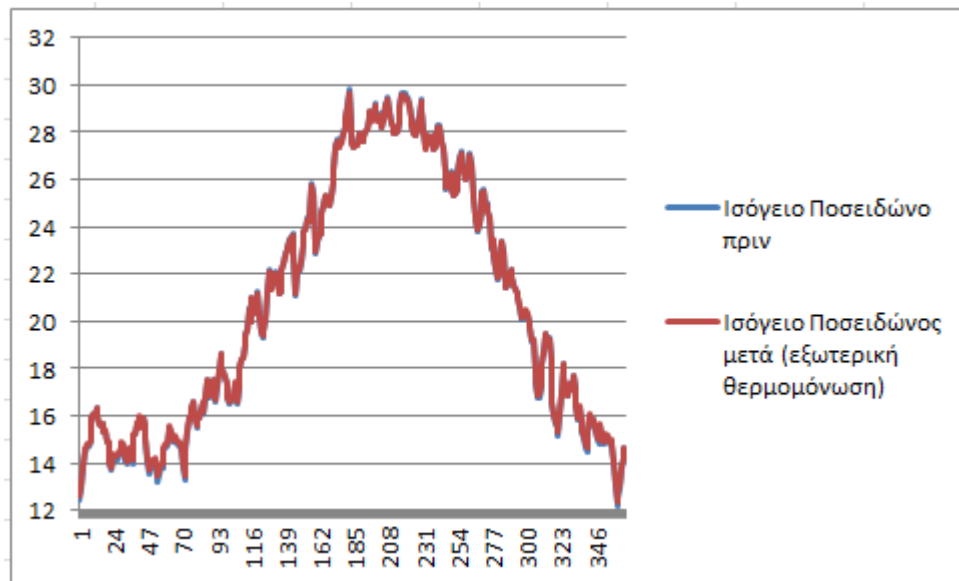
Σε αυτό το στάδιο τοποθετούμε εξωτερική θερμομόνωση στη νοτιοδυτική και στη βόρεια πλευρά του κτιρίου, δηλαδή στις δυο προσόψεις. Η εξωτερική θερμομόνωση αποτελείται από αφρό πολυουρεθάνης κλειστών κυψελών σε μορφή σπρέυ πάχους 4cm και θερμομονωτικό επίχρισμα πάχους 3cm. Παρουσιάζουμε συγκριτικά διαγράμματα θερμοκρασιών των ζωνών της νοτιοδυτικής πλευράς, πριν και μετά την επέμβαση αυτή. Οι διαφορές είναι μικρές της τάξεως των 0.3 ° C διότι έχουμε μεγάλες επιφάνειες υαλοπινάκων. Το κόστος της επέμβασης εκτιμήθηκε στα 20€/τ.μ.. Συνολικά προτείνουμε την τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης σε επιφάνεια εμβαδού 205 τ.μ. με συνολικό κόστος 4100€. Οι συνολικές ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη και θέρμανση μειώθηκαν από 95.752,37 kWh σε 91.162,3 kWh. Η ετήσια μείωση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι 4590,07 kWh. Αυτό μεταφράζεται σε μείωση ετήσιου κόστους 333,7€. Η απόσβεση της τοποθέτησης γίνεται σε 12 έτη. Σε ορίζοντα 20αετίας έχουμε συνολική μείωση 6673,96€ και το συνολικό όφελος από την επέμβαση αυτή είναι **2.573,96€**.

ΜΗΝΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ (kWh)
Ιανουάριος	11331.68
Φεβρουάριος	13366.60
Μάρτιος	6405.20
Απρίλιος	236.28
Μάιος	0
Ιούνιος	0
Ιούλιος	0
Αύγουστος	0
Σεπτέμβριος	0
Οκτώβριος	0
Νοέμβριος	1281.42
Δεκέμβριος	11486.46
ΣΥΝΟΛΟ	44.107,66

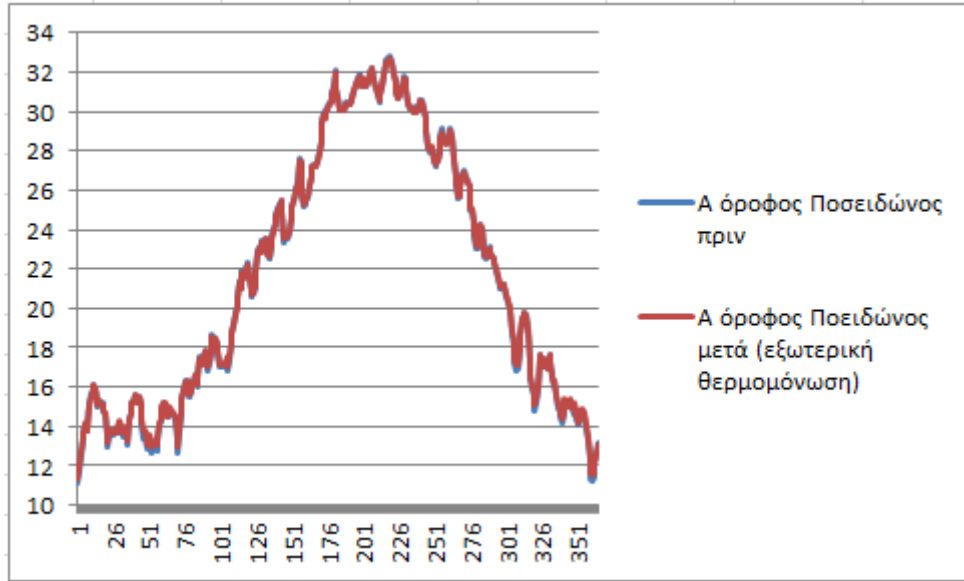
Πίνακας 4.5: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση μετά την τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης

ΜΗΝΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ (kWh)
Ιανουάριος	2.87
Φεβρουάριος	0.56
Μάρτιος	0.06
Απρίλιος	0
Μάιος	261.36
Ιούνιος	8106.84
Ιούλιος	17624.23
Αύγουστος	15516.40
Σεπτέμβριος	5395.30
Οκτώβριος	122.18
Νοέμβριος	5.58
Δεκέμβριος	19.21
ΣΥΝΟΛΟ	47.054,63

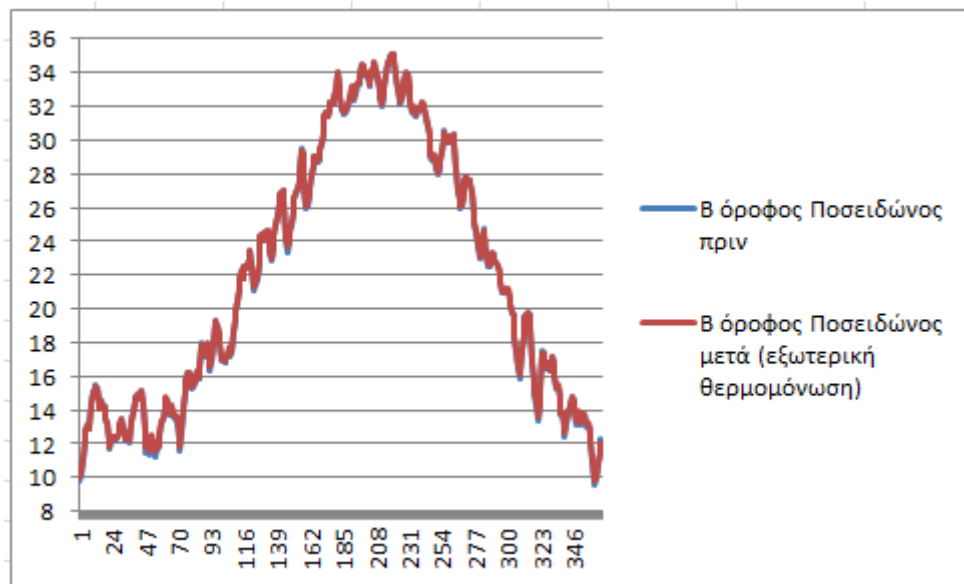
Πίνακας 4.6: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μετά την τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης



Εικόνα 4.8: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Ποσειδώνος πριν και μετά (εξωτερική θερμομόνωση)



Εικόνα 4.9: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (εξωτερική θερμομόνωση)



Εικόνα 4.10: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (εξωτερική θερμομόνωση)

4.5 Τοποθέτηση οριζόντιων εξωτερικών περσίδων

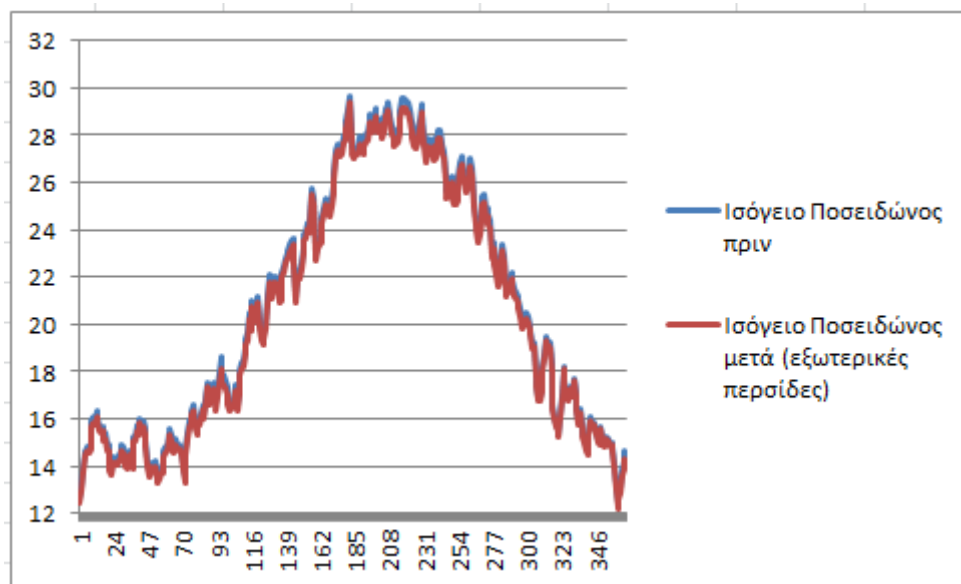
Προτείνουμε την τοποθέτηση οριζόντιων εξωτερικών περσίδων αλουμινίου στα παράθυρα της νοτιοδυτικής και βόρειας και συγκρίνουμε τα αποτελέσματα με την προηγούμενη επέμβαση στο κτίριο. Οι διαφορές, πλέον, ιδιαίτερα εμφανείς στη νοτιοδυτική πλευρά με μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας από τους 32,64° C στους 31,54 ° C για τη ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος και από τους 34,6° C στους 33,8° C για τη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος. Το κόστος των εξωτερικών περσίδων αλουμινίου εκτιμήθηκε στα 70€/τ.μ.. Συνολικά προτείνουμε την τοποθέτηση σε επιφάνεια εμβαδού 112τ.μ.. Το συνολικό κόστος τοποθέτησης είναι 7.840€. Οι συνολικές ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη και θέρμανση μειώθηκαν από 91.162,3 kWh σε 88.682,69 kWh. Η ετήσια μείωση είναι 2.299,61 kWh. Αυτό μεταφράζεται σε μείωση κόστους 167,18€ ανά έτος. Σε βάθος 20αετίας η συνολική μείωση είναι 3.343,63€. Η πρόταση αυτή είναι ζημιογόνα καθώς σε ορίζοντα 20αετίας έχουμε ζημία **4.496,37€**.

ΜΗΝΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ (kWh)
Ιανουάριος	12360.65
Φεβρουάριος	14471.15
Μάρτιος	7396.59
Απρίλιος	420.78
Μάιος	0
Ιούνιος	0
Ιούλιος	0
Αύγουστος	0
Σεπτέμβριος	0
Οκτώβριος	0
Νοέμβριος	1584.73
Δεκέμβριος	12415.02
ΣΥΝΟΛΟ	48.648,95

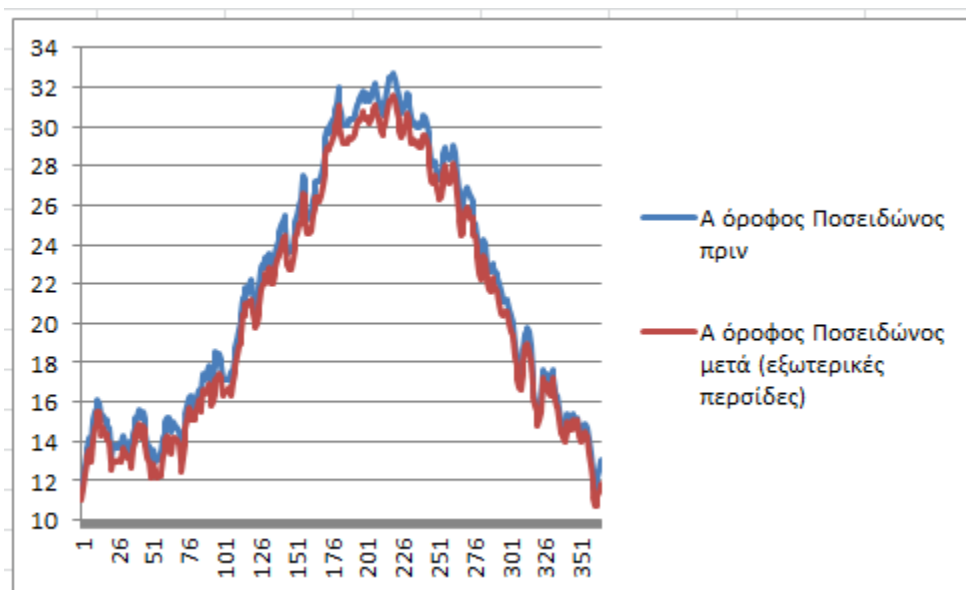
Πίνακας 4.7: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση μετά την τοποθέτηση εξωτερικών περσίδων

ΜΗΝΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ (kWh)
Ιανουάριος	3.43
Φεβρουάριος	0.75
Μάρτιος	0.15
Απρίλιος	0
Μάιος	174.63
Ιούνιος	6666.60
Ιούλιος	15542.58
Αύγουστος	13468.26
Σεπτέμβριος	4066.51
Οκτώβριος	81.67
Νοέμβριος	7.43
Δεκέμβριος	21.68
ΣΥΝΟΛΟ	40.033,74

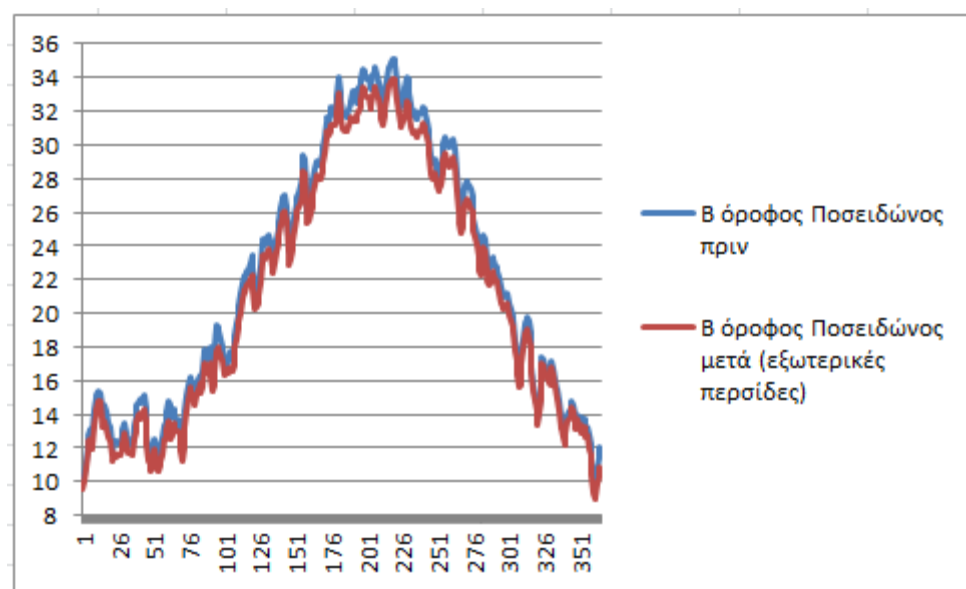
Πίνακας 4.8: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μετά την τοποθέτηση εξωτερικών περσίδων



Εικόνα 4.11: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Ποσειδώνος πριν και μετά (εξωτερικές περσίδες)



Εικόνα 4.12: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α οροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (εξωτερικές περσίδες)



Εικόνα 4.13: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (εξωτερικές περσίδες)

4.6 Νυχτερινός Δροσισμός

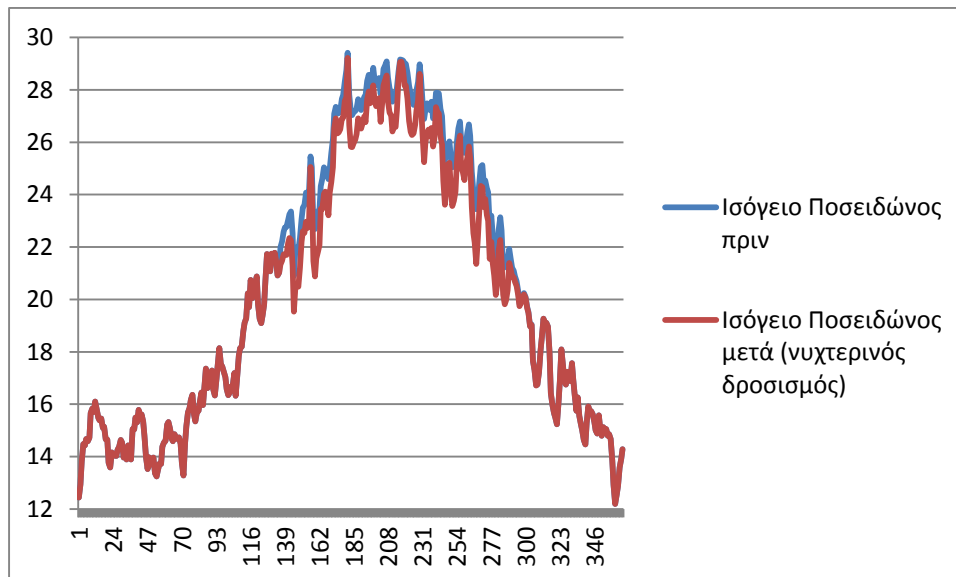
Το τελευταίο και πιο αποτελεσματικό στάδιο ως τώρα είναι ο νυχτερινός δροσισμός. Είναι ένα σύστημα με το οποίο έχουμε τη δυνατότητα να ανοίγουμε τα παράθυρα το διάστημα Μάιο-Σεπτέμβριο τις βραδυνές ώρες 23:00-06:00. Με αυτή την επέμβαση παρατηρούμε τις μεγαλύτερες μειώσεις θερμοκρασιών τους θερινούς μήνες. Συγκεκριμένα στις δυο δυσμενέστερες ζώνες , Α όροφος Ποσειδώνος και Β όροφος Ποσειδώνος έχουμε μείωση της θερμοκρασίας από τους 31,54° C στους 30,3° C και από τους 33,8° C στους 32,1° C αντίστοιχα. Παρατηρούμε στη ζώνη Β όροφος Κοινά μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας από τους 35,48° C στους 33° C. Επιτεύχθηκε η μέγιστη απόλυτη, ως τώρα, μείωση των 2,48° C. Εκτιμήθηκε ότι για τις 9 ζώνες που εφαρμόζεται αυτό το μέτρο, απαιτούνται 4 μηχανισμοί ανά ζώνη κατά μέσο όρο. Το κόστος τοποθέτησης του κάθε μηχανισμού εκτιμήθηκε στα 60€. Έτσι έχουμε συνολικό κόστος 2.160€. Οι συνολικές ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη και θέρμανση μειώθηκαν από 88.682,69 kWh σε 81.325,18 kWh. Η μείωση είναι 7.357,51 kWh ανά έτος. Αυτό μεταφράζεται σε μείωση ετήσιου κόστους 534,89€. Σε ορίζοντα 20αετίας η μείωση κόστους είναι 10.697,81€. Η απόσβεση της τοποθέτησης γίνεται σε 4 έτη. Το συνολικό όφελος είναι **8.537,81€**.

ΜΗΝΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ (kWh)
Ιανουάριος	12360.65
Φεβρουάριος	14471.15
Μάρτιος	7396.59
Απρίλιος	420.78
Μάιος	0
Ιούνιος	0
Ιούλιος	0
Αύγουστος	0
Σεπτέμβριος	0
Οκτώβριος	0
Νοέμβριος	1589.28
Δεκέμβριος	12408.91
ΣΥΝΟΛΟ	48.647,38

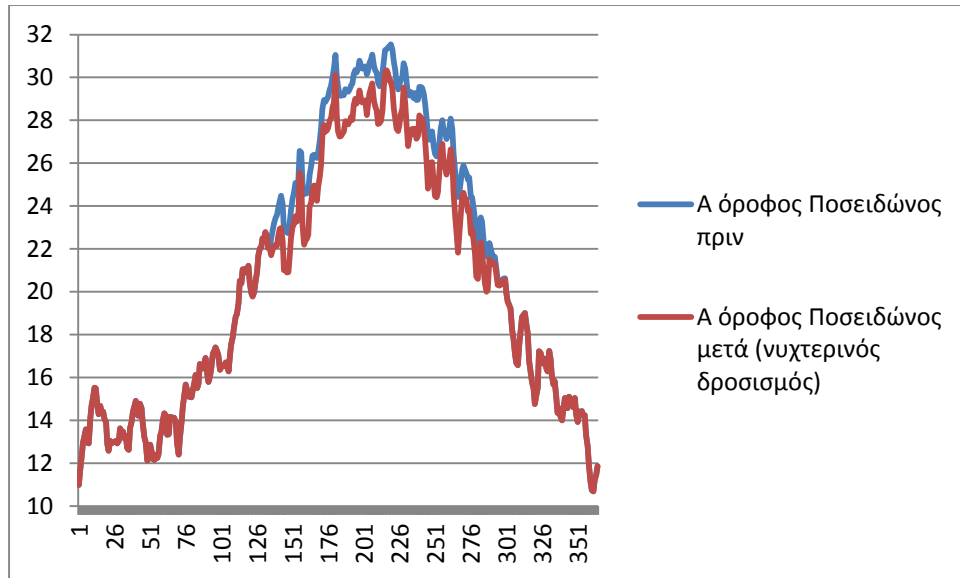
Πίνακας 4.9: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση μετά την τοποθέτηση του συστήματος νυχτερινού δροσισμού

ΜΗΝΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ (kWh)
Ιανουάριος	3.43
Φεβρουάριος	0.75
Μάρτιος	0.15
Απρίλιος	0
Μάιος	55.63
Ιούνιος	4825.43
Ιούλιος	13571.77
Αύγουστος	11795.27
Σεπτέμβριος	2375.10
Οκτώβριος	21.10
Νοέμβριος	7.51
Δεκέμβριος	21.61
ΣΥΝΟΛΟ	32.677,80

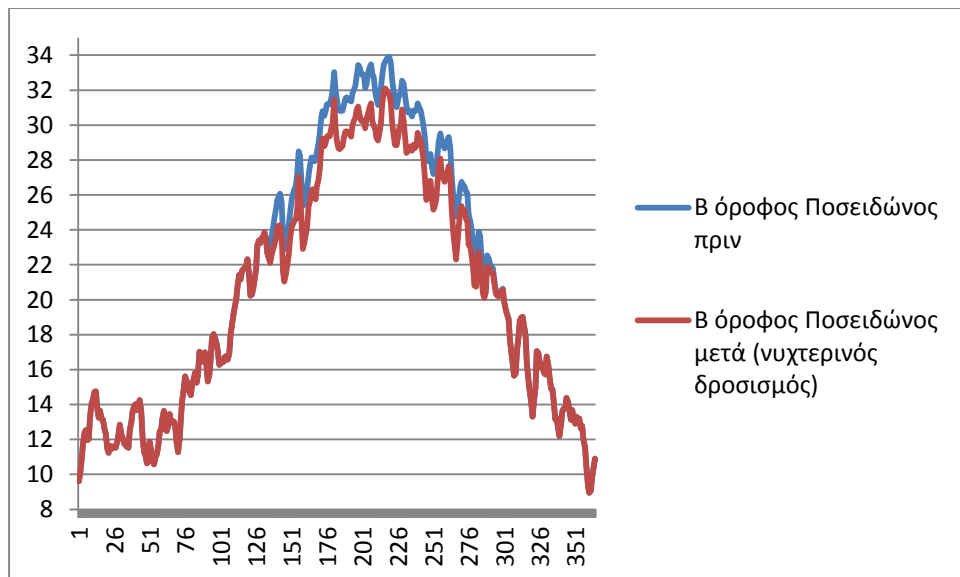
Πίνακας 4.10: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μετά την τοποθέτηση του συστήματος νυχτερινού δροσισμού



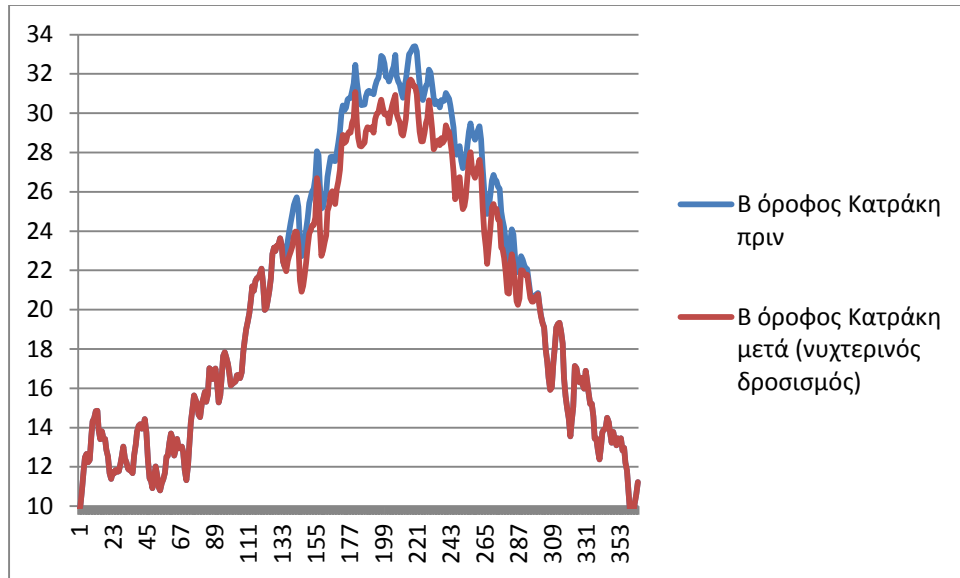
Εικόνα 4.14: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Ποσειδώνος πριν και μετά (νυχτερινός δροσισμός)



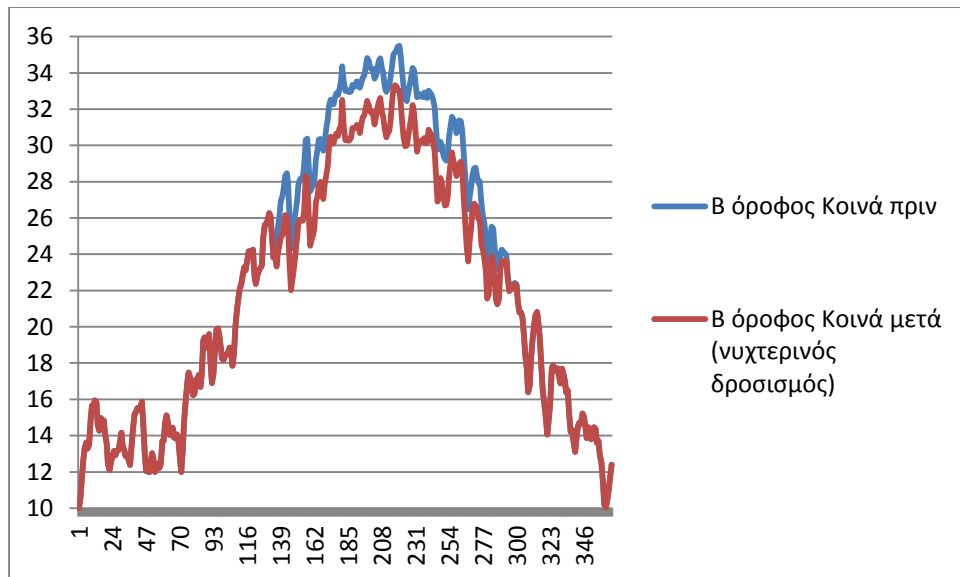
Εικόνα 4.15: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (νυχτερινός δροσισμός)



Εικόνα 4.16: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά (νυχτερινός δροσισμός)



Εικόνα 4.17: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη B όροφος Κατράκη πριν και μετά (νυχτερινός δροσισμός)



Εικόνα 4.18: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη B όροφος Κοινά πριν και μετά (νυχτερινός δροσισμός)

4.7 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη και θέρμανση μετά το σύνολο των επεμβάσεων

Πριν τις επεμβάσεις , όπως είδαπε παραπάνω, οι συνολικές ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη ήταν 59.320,27 kWh και για θέρμανση 49.257,60 kWh. Μετά το σύνολο των επεμβάσεων οι νέες μειωμένες ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη είναι 32.677,81 kWh και για θέρμανση 48.647,89 kWh. Είναι αξιοσημείωτη η ποσοστιαία μείωση των αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη , η οποία είναι 45%. Οι ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για την ψύξη της δυσμενέστερης ζώνης, της Β όροφος Ποσειδώνος, μειώθηκαν από 5.459,60 kWh σε 3.131,50 kWh, μεγάλη ποσοστιαία μείωση 42,64%. Από την άλλη οι ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση της δυσμενέστερης ζώνης, Β όροφος Κατράκη, μειώθηκαν από 3.132,88 kWh σε 2.899,92 kwh, με ποσοστιαία μείωση 7,43%. %. Οι συνολικές ανάγκες μειώθηκαν από 108.577,87 kWh σε 81.325,70 kWh. Η συνολική ποσοστιαία μείωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι **25,09%**. Το συνολικό ετήσιο κόστος μειώθηκε από 7.893€ σε 5.912,37€. Το όφελος σε ορίζοντα 20αετίας λαμβάνοντας υπόψη και το κόστος των επεμβάσεων είναι **11.399,78€** . Ετήσιο όφελος μετά το σύνολο των προτεινόμενων επεμβάσεων **569,98€** .

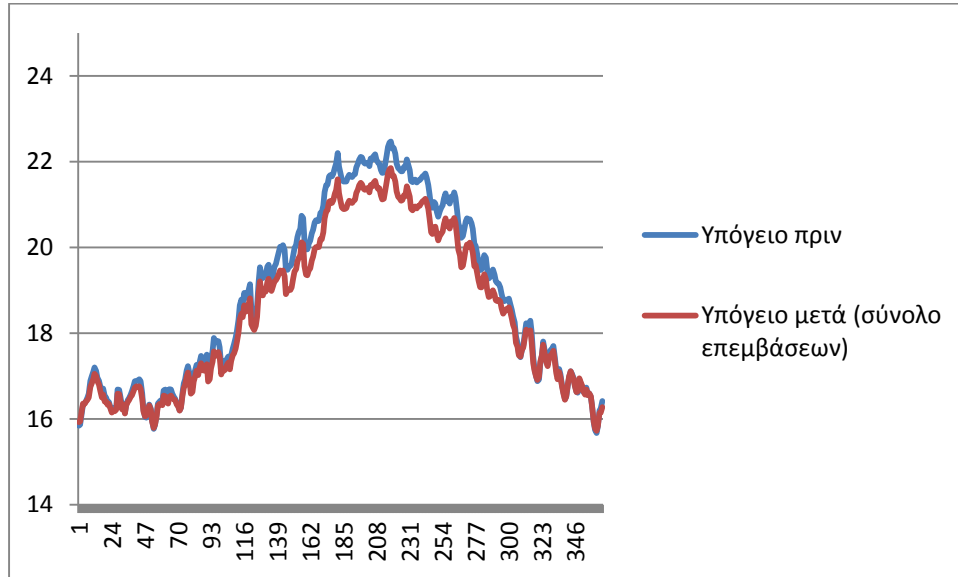
	Ισόγειο Ποσειδώνος	Ισόγειο Κατράκη	A όροφος Ποσειδώνος	A όροφος Εσωτερικά	B όροφος Ποσειδώνος	B όροφος Κοινά	A όροφος Κατράκη	A όροφος Κατράκη Εσωτερικά	B όροφος Κατράκη	ΣΥΝΟΛΟ
Ιανουάριος	1,841.39	2,138.86	1,595.81	207.71	2,601.30	501.11	395.53	439.82	2,639.12	12,360.66
Φεβρουάριος	2,359.67	2,711.73	1,904.42	231.81	2,821.91	540.55	508.29	492.86	2,899.92	14,471.16
Μάρτιος	1,277.11	1,505.50	973.44	94.30	1,380.77	199.64	244.09	268.23	1,453.51	7,396.60
Απρίλιος	98.89	118.05	32.31	0.00	63.63	0.00	15.54	13.84	78.53	420.78
Μάιος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ιούλιος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Αύγουστος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Οκτώβριος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Νοέμβριος	283.72	238.90	143.01	5.19	442.45	52.95	12.20	15.36	395.50	1,589.28
Δεκέμβριος	1,742.47	1,928.67	1,561.36	250.38	2,683.30	624.50	414.21	491.84	2,712.17	12,408.91
ΣΥΝΟΛΟ	7,603.26	8,641.72	6,210.35	789.39	9,993.37	1,918.75	1,589.86	1,721.95	10,178.74	48,647.39

Πίνακας 4.11: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση μετά το σύνολο των επεμβάσεων (kWh)

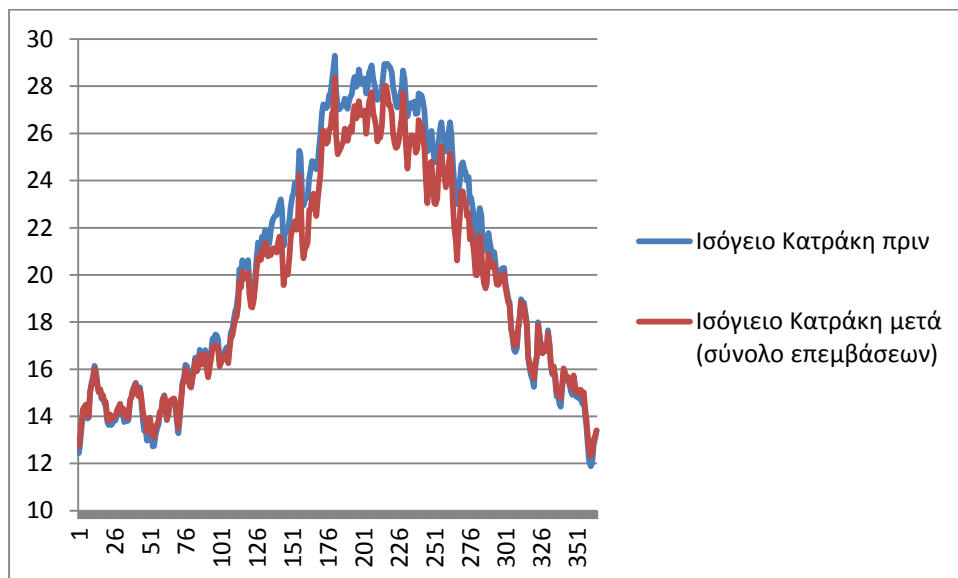
	Ισόγειο Ποσειδώνος	Ισόγειο Κατράκη	A όροφος Ποσειδώνος	A όροφος Εσωτερικά	B όροφος Ποσειδώνος	B όροφος Κοινά	A όροφος Κατράκη	A όροφος Κατράκη Εσωτερικά	B όροφος Κατράκη	ΣΥΝΟΛΟ
Ιανουάριος	0.34	0.34	0.27	0.08	0.94	0.44	0.01	0.09	0.93	3.44
Φεβρουάριος	0.02	0.07	0.04	0.04	0.13	0.16	0.01	0.13	0.15	0.76
Μάρτιος	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.03	0.00	0.01	0.04	0.15
Απρίλιος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Μάιος	0.00	0.00	0.00	33.96	0.00	21.68	0.00	0.00	0.00	55.64
Ιούνιος	536.79	284.35	509.56	515.96	1,020.53	666.61	214.28	182.57	894.78	4,825.43
Ιούλιος	1,441.10	658.72	1,487.83	1,081.92	3,131.50	1,596.64	624.23	604.61	2,945.23	13,571.78
Αύγουστος	1,280.91	469.15	1,260.93	933.08	2,727.16	1,477.37	466.94	535.28	2,644.46	11,795.27
Σεπτέμβριος	261.47	19.23	176.95	432.24	396.13	440.88	123.68	148.23	376.28	2,375.11
Οκτώβριος	0.00	0.00	0.00	14.80	0.00	6.30	0.00	0.00	0.00	21.10
Νοέμβριος	0.31	0.15	0.68	0.03	2.80	0.60	0.08	0.12	2.76	7.52
Δεκέμβριος	1.42	0.91	2.49	0.35	6.35	2.04	0.57	0.96	6.54	21.62
ΣΥΝΟΛΟ	3,522.36	1,432.92	3,438.74	3,012.48	7,285.59	4,212.74	1,429.79	1,472.01	6,871.17	32,677.81

Πίνακας 4.12: Ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μετά το σύνολο των επεμβάσεων (kWh)

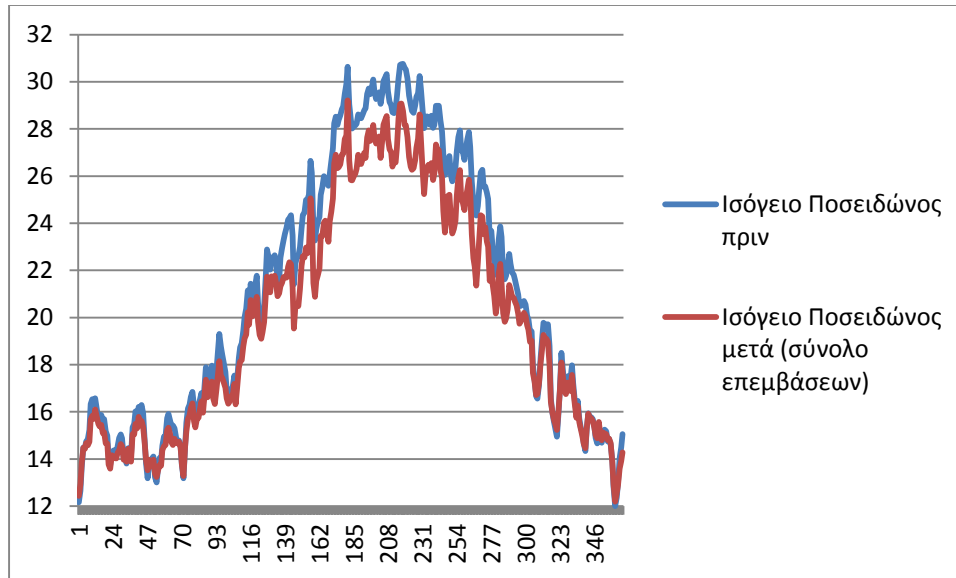
4.8 Διαγράμματα σύγκρισης ημερήσιων θερμοκρασιών θερμικών ζωνών πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων



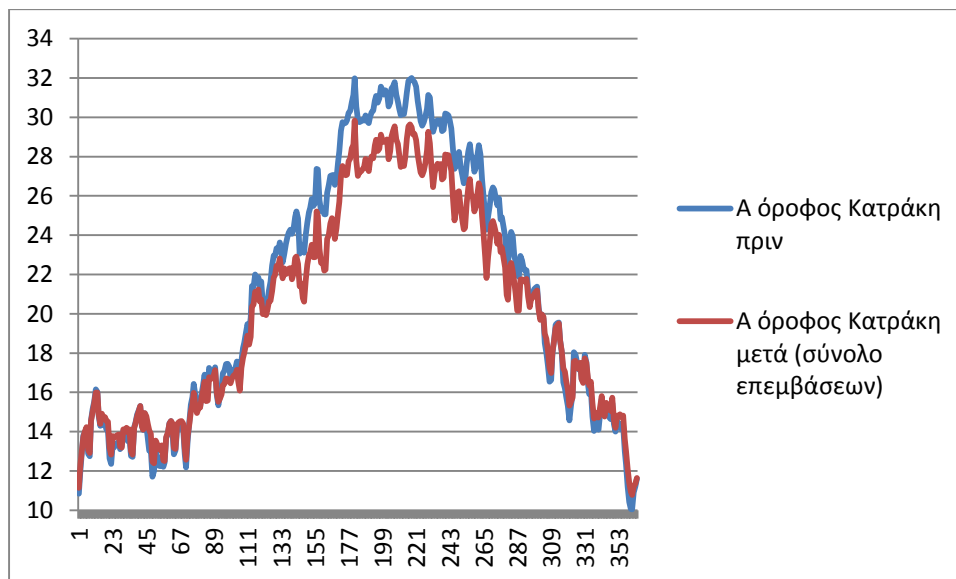
Εικόνα 4.19: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Υπόγειο πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων



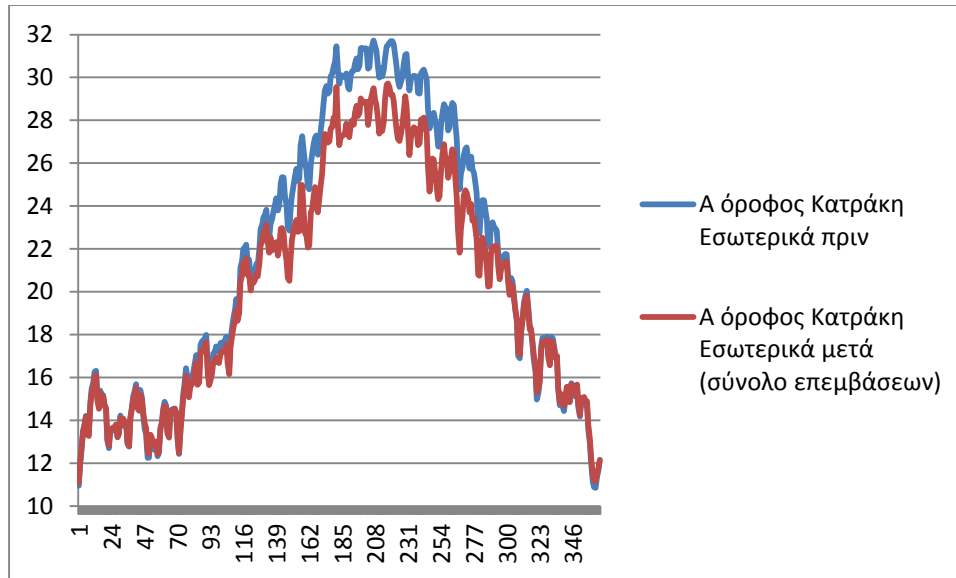
Εικόνα 4.20: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Κατράκη πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων



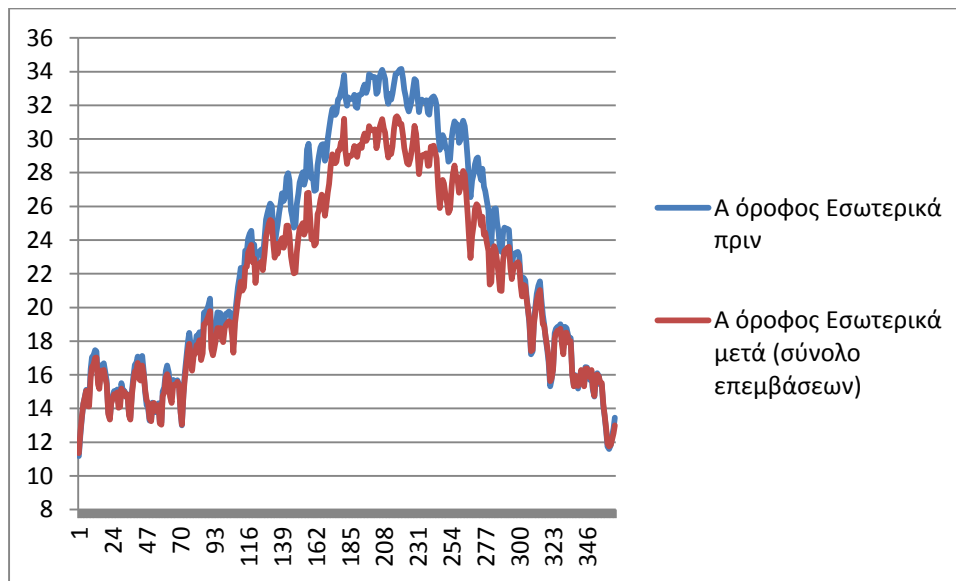
Εικόνα 4.21: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Ισόγειο Ποσειδώνος πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων



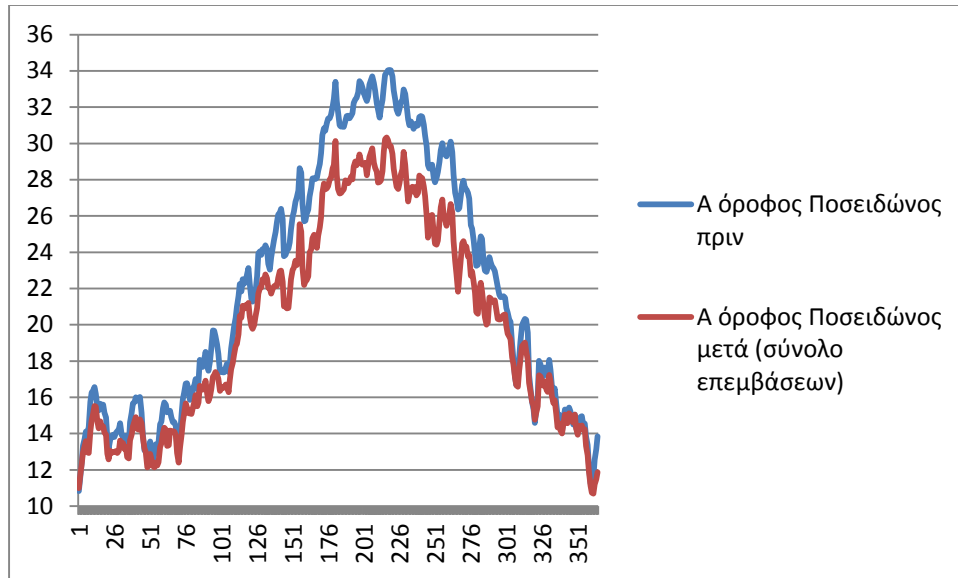
Εικόνα 4.22: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Κατράκη πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων



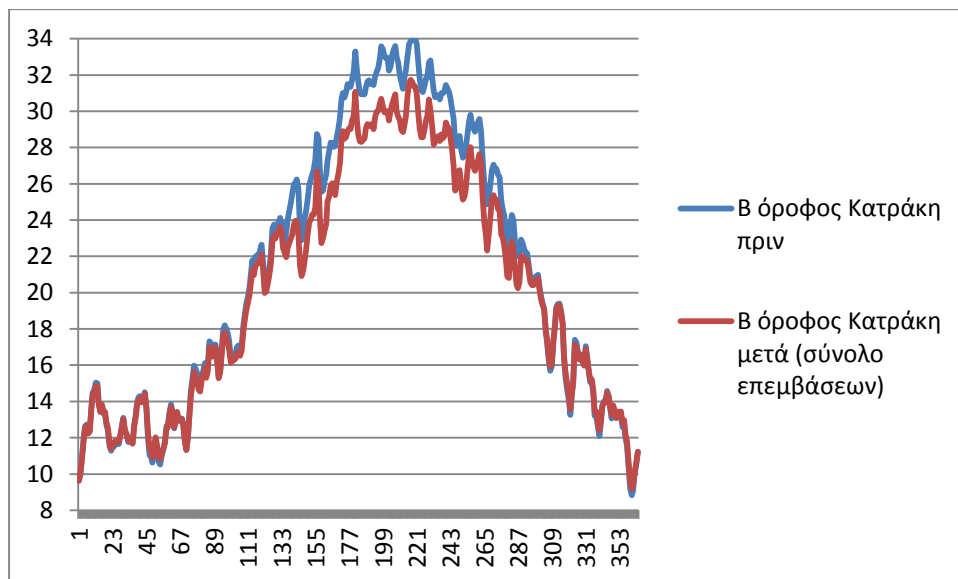
Εικόνα 4.23: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Κατράκη Εσωτερικά πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων



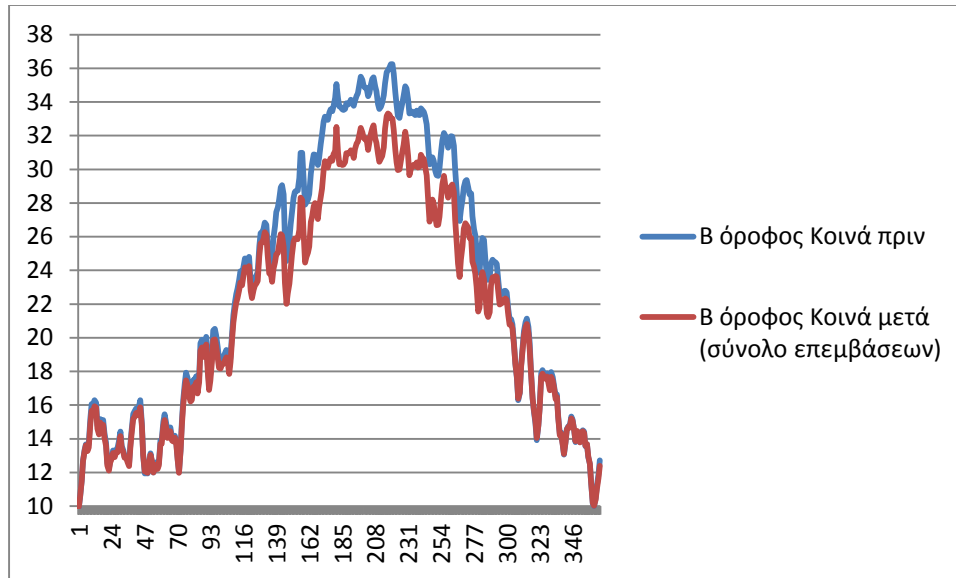
Εικόνα 4.24: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Εσωτερικά πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων



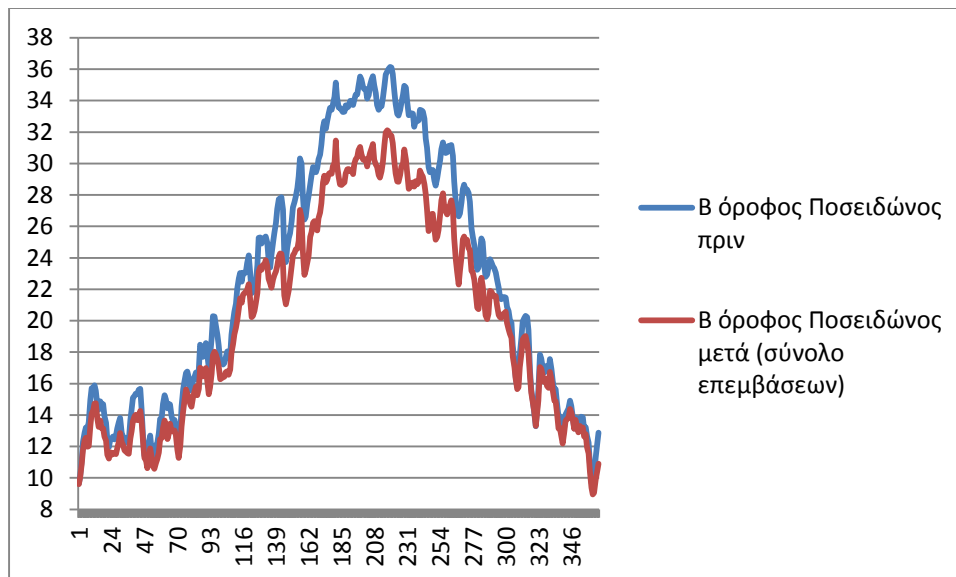
Εικόνα 4.25: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων



Εικόνα 4.26: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Κατράκη πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων



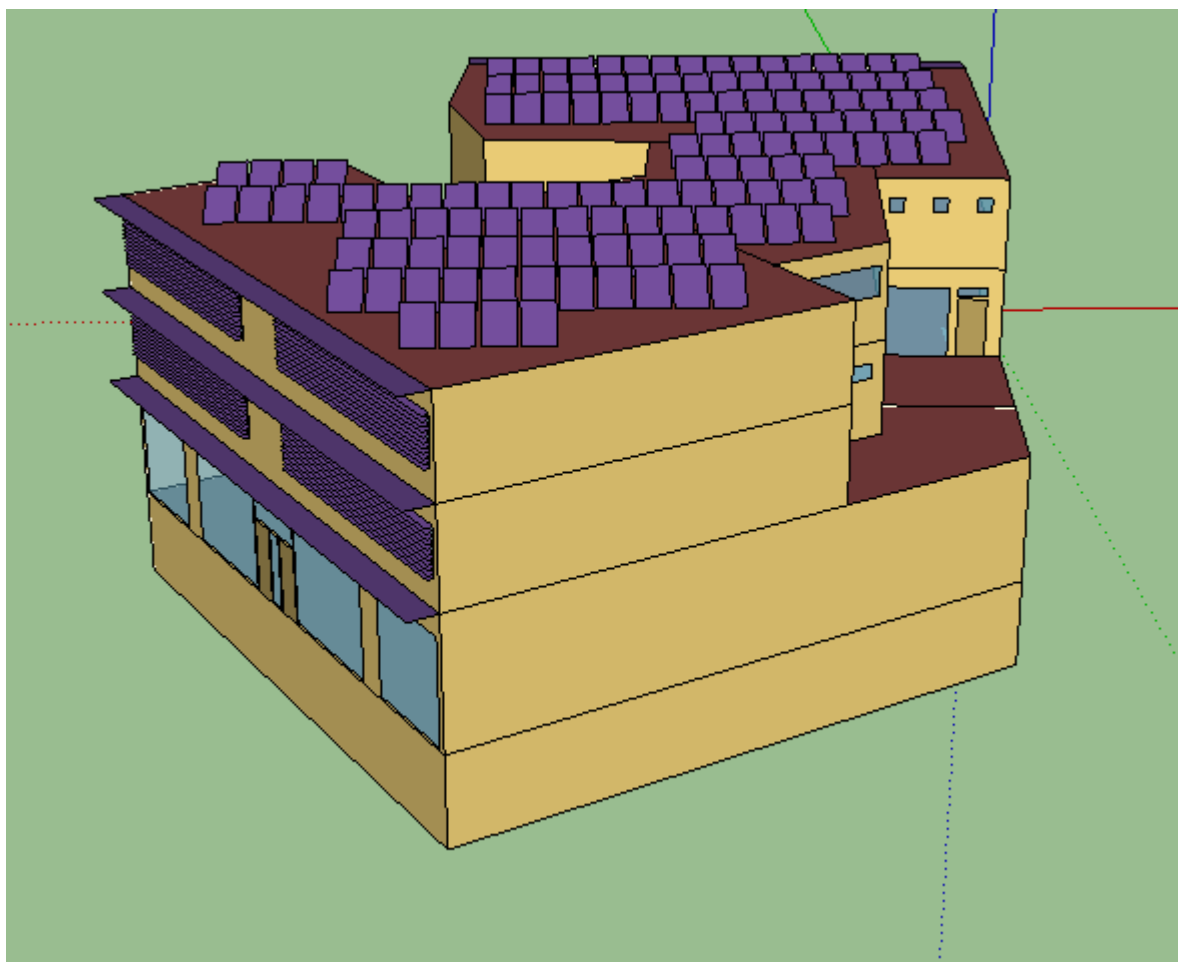
Εικόνα 4.27: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζών Β όροφος Κοινά πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων



Εικόνα 4.28: Ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος πριν και μετά το σύνολο των επεμβάσεων

4.9 Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων στη στέγη του κτιρίου-Τελικό όφελος

Προτείνουμε εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ στη στέγη του κτιρίου. Έχουμε τη δυνατότητα να τοποθετήσουμε συνολικά 134 φωτοβολταϊκά πάνελ διαστάσεων 0,99m x 1,66m και απόδοσης 245Wp το καθένα. Κάθε φωτοβολταϊκό πάνελ αποτελείται από 60 κύτταρα μονοκρυσταλλικού πυριτίου διαστάσεων 156mm x 156mm. Η κλίση των πάνελ είναι 30° με νότιο προσανατολισμό και η απόσταση μεταξύ των σειρών είναι το διπλάσιο του ύψους των πάνελ όταν αυτά είναι με γωνία 30°, δηλαδή 1,66m. Η εισαγωγή των φωτοβολταϊκών πάνελ στο λογισμικό Energy Plus έγινε μέσω των καρτελών Photovoltaic Performance:Simple, Generator:Photovoltaic, ElectricLoadCenter:Generators, ElectricLoadCenter:Inverter:Simple και ElectricLoadCenter:Distribution του IDF Editor. Ορίζουμε την επιφάνεια κάλυψης των φ/β πάνελ στο 85% την απόδοση τους 14%, την επιφάνεια που βρίσκεται κάθε πάνελ και την ισχύ τους.



Εικόνα 4.29: Νότια όψη του κτιρίου με τα φωτοβολταϊκών πάνελ

Μήνες	Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ένα φ/β πάνελ (kWh)
Ιανουάριος	18,32
Φεβρουάριος	19,28
Μάρτιος	27,36
Απρίλιος	32,44
Μάιος	35,8
Ιούνιος	40,2
Ιούλιος	42,6
Αύγουστος	40,3
Σεπτέμβριος	36,22
Οκτώβριος	26,22
Νοέμβριος	16,34
Δεκέμβριος	15,54
ΣΥΝΟΛΟ	350,62

Πίνακας 4.13: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ένα φ/β πάνελ

Μήνες	Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από 134 φ/β πάνελ (kWh)
Ιανουάριος	2.454,88
Φεβρουάριος	2.583,52
Μάρτιος	3.666,24
Απρίλιος	4.346,96
Μάιος	4.797,2
Ιούνιος	5.386,8
Ιούλιος	5.708,4
Αύγουστος	5.400,2
Σεπτέμβριος	4.853,48
Οκτώβριος	3.513,48
Νοέμβριος	2.189,56
Δεκέμβριος	2.082,36
ΣΥΝΟΛΟ	46.983,08

Πίνακας 4.14: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το σύνολο των φ/β πάνελ

Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης για ένα φ/β πάνελ εκτιμήθηκε στα 260€. Το κόστος, λοιπόν, για το σύνολο των 134 φ/β πάνελ είναι 34.840€. Τα φ/β πάνελ παράγουν σε ετήσια βάση 46.983,08 kWh. Το κτίριο έχει ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας 81.325,70 kWh. Με αυτόν τον τρόπο οι απαιτήσεις ηλεκτρικής ενέργειας είναι πλέον 34.342,62 kWh. Το κτίριο γίνεται αυτόνομο σε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για κάλυψη των αναγκών του για ψύξη και θέρμανση κατά 57,7%. Αυτό μεταφράζεται σε ετήσια μείωση του κόστους κατά 3.415,66€. Η απόσβεση της τοποθέτησης των φ/β πάνελ γίνεται σε 10 έτη. Το όφελος σε ορίζοντα 20αετίας είναι **34.156,6€**. Το συνολικό όφελος από όλες τις επεμβάσεις σε συνδυασμό με την εγκατάσταση των φ/β πάνελ στη στέγη ανέρχεται σε ορίζοντα 20αετίας στα **45.556€**. Το τελικό ετήσιο όφελος είναι **2.277€**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

5.1 Παθητικά συστήματα

Η πρόταση για αντικατάσταση των υπάρχοντων υαλοπινάκων με υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμπιμότητας (low-e) κρίνεται ως ιδιαίτερα συμφέρουσα καθώς είναι μια από τις προτάσεις με τη μεγαλύτερη θετική επίδραση στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας στη νοτιοδυτική ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος από τους 36,13° C στους 34,96° C. Στη ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος η μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία μειώθηκε από τους 34,05° C στους 32,39° C. Οι ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση παρουσίασαν μικρή διαφορά, από 49.257,60 kWh σε 46.950,11 kWh, καθώς μειώθηκαν τα θερμικά κέρδη από τα παράθυρα κατά τους χειμερινούς μήνες. Οι ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη παρουσίασαν ιδιαίτερα αξιοσημείωτη μείωση από τις 59.320,27 kWh στις 49.605,07 kWh. Το κόστος της επέμβασης αυτής ανέρχεται στα 11.828,8 €. Σε ορίζοντα 20αετίας γίνεται απόσβεση του κόστους της επέμβασης και ταυτόχρονα έχουμε όφελος **5.652,19€**.

Η πρόταση για τοποθέτηση σκιάστρων στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος και στη ζώνη Β όροφος Κατράκη δεν είχε ικανοποιητικά αποτελέσματα όσον αφορά την περαιτέρω μείωση των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών των ζωνών. Η μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας στη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος ήταν της τάξεως των 0,2° C. Στη ζώνη Β όροφος Κατράκη, η οποία έχει βόρειο προσανατολισμό, οι ελάχιστες θερμοκρασίες κατά τους χειμερινούς μήνες έπεσαν κατά 0,01-0,1° C, καθώς το σκίαστρο μείωσε τα θερμικά κέρδη από τα παράθυρα του Β ορόφου. Οι ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μειώθηκαν από τις 49.605,07 kWh στις 48.161,37 kWh και οι ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση αυξήθηκαν από τις 46.950,11 kWh στις 47.591 kWh. Το κόστος τοποθέτησης ανέρχεται στα 2035€ , η επέμβαση αυτή είναι ζημιογόνα καθώς σε ορίζοντα 20αετίας παρουσιάζεται ζημία **867,85€** .

Η πρόταση για τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης στις προσόψεις του κτιρίου είχε ως αποτέλεσμα πολύ μικρή μείωση της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας στις ζώνες της νοτιοδυτικής πλευράς κατά 0,3° C. Αντίστοιχα είχαμε αύξηση των ελάχιστων θερμοκρασιών στις ζώνες της βόρειας πλευράς κατά 0,2° C. Οι συνολικές ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μειώθηκαν από 48.167,37 kWh σε 47.054,63 kWh. Οι συνολικές ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση μειώθηκαν από 47.591 kWh σε 44.107,66 kWh. Σε ορίζοντα 20αετίας έχουμε συνολική μείωση 6673,96€ και το συνολικό όφελος από την επέμβαση αυτή είναι **2.573,96€** .

Η πρόταση για τοποθέτηση εξωτερικών οριζόντιων περσίδων είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας από τους 32,64° C στους 31,54 ° C για τη ζώνη Α όροφος Ποσειδώνος και από τους 34,6° C στους 33,8° C για τη ζώνη Β όροφος Ποσειδώνος. Οι συνολικές ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μειώθηκαν από 47.054,63 kWh σε 40.033,75 kWh , μείωση 8,57% και οι συνολικές ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση αυξήθηκαν από 44.107,66 kWh σε 48.648,75 kWh. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κατά τους χειμερινούς μήνες οι εξωτερικές περσίδες μειώνουν τα θερμικά κέρδη των παραθύρων με αποτέλεσμα την ανάγκη μεγαλύτερης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση. Έτσι, καταλήγουμε στο συμπέρασμα, ότι κατά τους χειμερινούς μήνες το ιδανικό θα ήταν να υπάρχει ένα αυτόματο σύστημα το οποίο θα αλλάζει την κλίση των εξωτερικών περσίδων ώστε να μην μειώνονται τα θερμικά κέρδη από τα παράθυρα. Η πρόταση αυτή, ως έχει, είναι ζημιογόνα καθώς σε ορίζοντα 20αετίας έχουμε ζημία **4.496,37€** .

Η πρόταση τοποθέτησης αυτόματου συστήματος νυχτερινού δροσισμού το διάστημα Μάιο-Σεπτέμβριο τις βραδυνές ώρες 23:00-06:00 είχε ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη πτώση της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας στις ζώνες της νοτιοδυτικής πλευράς σε σχέση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Η μέγιστη μείωση που επιτεύχθηκε ήταν 2,48° C. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση των συνολικών αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη από 40.033,75 kWh σε 32.677,8 kWh. Η μείωση είναι 18,37% και είναι η μεγαλύτερη μείωση από το σύνολο των επεμβάσεων. Ο νυχτερινός δροσισμός είναι η πιο συμφέρουσα πρόταση. Σε ορίζοντα 20αετίας η μείωση κόστους είναι 10.697,81€. Το συνολικό όφελος είναι **8.537,81€** .

5.2 Ενεργητικά συστήματα

Εν συνεχεία, έγινε πρόταση για τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ στη στέγη του κτιρίου. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το κτίριο να γίνει αυτόνομο κατά 57,7% σε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για κάλυψη των αναγκών του για ψύξη και θέρμανση. Το όφελος σε ορίζοντα 20αετίας είναι **23.463,2€**.

Αναφορές-Βιβλιογραφία

[1] : www.nomosphysis.org.gr

[2] : www.buildnet.gr

[3] : www.wikipedia.gr

[4] : www.protergia.gr

[5] : www.eeee.gr

[6] : www.green4powersol.gr

[7] : www.e-yliko.gr

[8] : www.cres.gr

[9] : www.buildings.gr

[10] : www.eco-logiki.eu

[11] : www.energynius.gr

[12] : www.edpenenergy.com

[13] : www.courses.arch.ntua.gr

[14] : www.sites.google.com

[15] : www.econ3.gr