Ε Θ Ν Ι Κ Ο Μ Ε Τ Σ Ο Β Ι Ο Π Ο Λ Υ Τ Ε Χ Ν Ε Ι Ο

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Δομοστατικής

Διπλωματική Εργασία

«Πρόταση ενεργειακής αναβάθμισης ξενοδοχειακής υποδομής στην περιοχή της Αθήνας»

Δραγώτη Ιωάννα

Σεκαράς Χρήστος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: κος ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΕΜΠ

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: κα ΣΤΕΛΛΑ ΠΙΕΡΗ, Διδάκτωρ, ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2016

Διπλωματική Εργασία

«Πρόταση ενεργειακής αναβάθμισης ξενοδοχειακής υποδομής στην περιοχή της Αθήνας»

Δραγώτη Ιωάννα

Σεκαράς Χρήστος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΕΜΠ

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΣΤΕΛΛΑ ΠΙΕΡΗ, Διδάκτωρ, ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2016

Copyright © Δραγώτη Ιωάννα και Σεκαράς Χρήστος

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την παρούσα εργασία οφείλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά όλους όσους μας συμβούλεψαν, μας δίδαξαν, μας εμπιστεύτηκαν και μας στήριξαν με τον τρόπο τους.

Θα θέλαμε, πρωτίστως, να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Ιωάννη Τζουβαδάκη, Αναπληρωτή Καθηγητή του τομέα Δομοστατικής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για την ανάθεση και επίβλεψη της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η βοήθεια, η καθοδήγηση και η υποστήριξη που μας παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας, ήταν πολύτιμη και καθοριστική.

Ακόμη, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την κα. Στέλλα Πιερή, Διδάκτωρ ΕΜΠ, για τις χρήσιμες συμβουλές της και την καθοδήγησή της.

Θα θέλαμε, επίσης, να πούμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στη διευθύντρια της ξενοδοχειακής μονάδας που επισκεφθήκαμε και μελετήσαμε, την κα. Χατζηλία Ηρώ, για την άψογη συνεργασία και την παραχώρηση των πληροφοριών που της ζητήθηκαν.

Επίσης, δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε να ευχαριστήσουμε τη συμφοιτήτρια και φίλη μας, Δήμητρα Παναγιωτοπούλου, για την πολύτιμη βοήθεια και τη στήριξή της.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειές μας και τους φίλους μας για την κατανόηση, τη στήριξή τους και την αγάπη τους κατά το διάστημα εκπόνησης της εργασίας και ολοκλήρωσης των σπουδών μας. Τους ευχαριστούμε πραγματικά για όλα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και η ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενης ξενοδοχειακής μονάδας στο κέντρο της Αθήνας. Μετά από αναφορά στο πόσο σημαντικό ρόλο διαδραματίζει ο τουρισμός για την ελληνική οικονομία, αλλά και στις επιπτώσεις της άναρχης ανάπτυξής του για το περιβάλλον, παρουσιάστηκαν οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, οι μορφές και πρακτικές εφαρμογής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι οποίες είναι φιλικές προς το περιβάλλον και ευνοούν την οικονομία. Έτσι, αποφασίστηκαν ορισμένες παρεμβάσεις βασισμένες στις παραπάνω αρχές. Το ξενοδοχείο αρχικά προσομοιώθηκε μέσω του προγράμματος Energy Plus και από τα αποτελέσματα που εξήχθησαν, προτάθηκαν λύσεις ενεργειακής αναβάθμισης του κελύφους του, κυρίως. Κάθε πρόταση από αυτές, προσομοιώθηκε εκ νέου στο λογισμικό και κατόπιν αξιολογήθηκε από την σκοπιά της αποτελεσματικότητας αλλά και της οικονομικής βιωσιμότητάς της. Τελευταίο στάδιο της μελέτης, ήταν να αντιμετωπιστεί το ξενοδοχείο όχι μόνο ως κτιριακό κέλυφος, αλλά και ως ένα σύνολο λειτουργιών. Έτσι, αφού αξιολογήθηκε το ανθρακικό αποτύπωμα του κτιρίου και τα περιθώρια βελτίωσής του, προτάθηκαν λύσεις εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικών πόρων, όπως του νερού για παράδειγμα, μέσω αναβάθμισης κάποιων εσωτερικών λειτουργιών του, εκμεταλλευόμενοι την εξέλιξη της τεχνολογίας.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to study and energy upgrading existing hotel unit in Athens. After referring to the important role that tourism plays for the Greek economy and the effects of its unregulated development for the environment, the basic principles of bioclimatic design, forms and renewable energy implementation practices that are environmentally friendly and promote the economy were presented. Considering all these things, some interventions were decided based on these principles. The hotel originally was simulated through the Energy Plus and the results obtained were proposed upgrade energy solutions of the shell mainly. Any proposal from them simulated again in the software and then evaluated from the perspective of efficiency and its economic viability. Last stage of the study was to address the hotel not only as building shell, but also as a set of functions. So, having assessed the carbon footprint of the building and the margins of its improvement, solutions for electricity and natural resources saving, such as water for example, were proposed, by improving some internal functions, taking advantage of advances in technology.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή 1

1. Πράσινη τουριστική ανάπτυξη 3

1.1 Ξενοδοχειακή Ανάπτυξη και Οικονομία 3

1.1.1 Τουρισμός στην Ελλάδα 3

1.1.2 Ξενοδοχειακή Ανάπτυξη στην Ελλάδα 5

1.1.3 Συμπεράσματα..... 6

1.2 Πράσινη Ανάπτυξη 6

1.2.1 Η έννοια της «Πράσινης Ανάπτυξης» 6

1.2.2 Αειφόρος τουρισμός 7

1.2.3 «Πράσινη Επιχειρηματικότητα» 8

1.3 «Πράσινες» Ξενοδοχειακές Μονάδες 8

1.3.1 «Πράσινα» ξενοδοχειακά καταλύματα (Green Hotels) 8

1.3.2 Αρχές περιβαλλοντικής διαχείρισης 11

1.3.3 Οφέλη υιοθέτησης οικολογικής συνείδησης 11

2. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων 13

2.1 Οι κτιριακές καταναλώσεις στην Ελλάδα 13

2.2 Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού 14

2.2.1 Παθητικά Συστήματα 17

2.2.2 Ενεργητικά Συστήματα 22

2.3 Ανανεώσιμες Πηγες Ενέργειας 24

2.3.1 Αιολική Ενέργεια 25

2.3.2 Ηλιακή Ενέργεια-Φωτοβολταϊκά Συστήματα 26

2.3.3 Τηλεθέρμανση με Βιομάζα 29

2.3.4 Γεωθερμία 31

2.4 Συστήματα Θερμικής Προστασίας Κελύφους 34

2.4.1 Θερμομονωτικά υλικά 34

2.4.2 Υαλοπίνακες Χαμηλης Εκπομπής 36

2.4.3 Φυτευτό Δώμα 39

3. Περιγραφή της υπό μελέτη ξενοδοχειακής μονάδας 41

3.1 Παρουσίαση του κτιρίου και της θέσης του 41

3.2 Γενικά στοιχεία ξενοδοχείου 42
3.3 Περιγραφή χώρων ξενοδοχείου 44
4. Προσομοίωση της Ξενοδοχειακής Μονάδας 50
4.1 Περιγραφή των λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν 50
4.1.1 SketchUp και Legacy Open Studio plug- in 50
4.1.2 Energy Plus 51
4.1.3 Πρόγραμμα PVGIS 53
4.2 Δημιουργία τρισδιάστατου μοντέλου 54
4.3 Προσομοίωση στο Energy Plus 64
4.3.1 Κατηγορία *Simulation Parameters* 64
4.3.2 Κατηγορία *Location and Climate* 65
4.3.3 Κατηγορία *Schedules* 67
4.3.4 Κατηγορία *Surface Construction Elements* 75
4.3.5 Κατηγορία *Thermal Zones and Surfaces* 80
4.3.6 Κατηγορία *Internal Gains* 84
4.3.7 Κατηγορία *Zone AirFlow* 88
4.3.8 Κατηγορία *HVAC Templates* 91
4.3.9 Κατηγορία *Output Reporting* 92
4.4 Αποτελέσματα προσομοίωσης 94
5 Προτεινόμενες επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης προσομοιωμένες στο Energy Plus και PVGIS 99
5.1 Ανάγκη ενεργειακής βελτίωσης 99
5.2 Εφαρμογή νυχτερινού δροσισμού (Night Ventilation) 99
5.2.1 Εισαγωγή παραμέτρων προσομοίωσης 99
5.2.2 Αποτελέσματα προσομοίωσης και υπολογισμός κόστους επένδυσης 101
5.3 Τοποθέτηση Υαλοπινάκων Χαμηλής Εκπομπής (Low-emissivity) 106
5.3.1 Εισαγωγή υλικών στο Energy Plus 106
5.3.2 Αποτελέσματα προσομοίωσης και υπολογισμός κόστους επένδυσης 109
5.4 Προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης 115
5.4.1 Εισαγωγή υλικών στο Energy Plus 115
5.4.2 Αποτελέσματα προσομοίωσης και υπολογισμός κόστους επένδυσης 116
5.5 Τοποθέτηση λαμπτήρων εξοικονόμησης (LED) 120

5.5.1 Εισαγωγή παραμέτρων προσομοίωσης 122
5.5.2 Αποτελέσματα προσομοίωσης και υπολογισμός κόστους επένδυση 123
5.6 Τοποθέτηση Φωτοβολταϊκών Πάνελ 125
5.6.1 Τοποθέτηση κλασσικών φωτοβολταϊκών πάνελ 125
5.6.2 Εισαγωγή Παραμέτρων στο Πρόγραμμα PVGIS 127
5.6.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης και υπολογισμός κόστους επένδυσης 128
5.6.4 Τοποθέτηση Φωτοβολταϊκών CIGS 130
5.6.5 Εισαγωγή νέων Παραμέτρων στο Πρόγραμμα PVGIS 131
5.6.6 Αποτελέσματα προσομοίωσης και υπολογισμός κόστους επένδυσης 132
5.7 Συνολικά Αποτελέσματα 135
6. Λειτουργίες ξενοδοχειακής μονάδας και προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισής της 139
6.1 Ανάγκη για ανάλυση των λειτουργίων του ξενοδοχείου 139
6.2 Λειτουργίες ξενοδοχείου και τρόποι ενεργειακής αναβάθμισής τους 143
6.2.1 Μετακινήσεις ενοίκων 143
6.2.2 Τροφοδοσία 146
6.2.3 Άλλες λειτουργίες που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση 146
6.3 Συνολικά Αποτελέσματα 153
7. Συμπεράσματα και μελλοντικές προοπτικές 154
Βιβλιογραφία 158
Πηγές Εικόνων 165
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α 169
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β 179

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενης ξενοδοχειακής μονάδας στη Αθήνα μέσω παρεμβάσεων στο κέλυφος του κτιρίου, βασιζόμενοι στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Παράλληλα γίνεται τοποθέτηση φωτοβολταικών συστημάτων στην ταράτσα του ξενοδοχείου εκμεταλλευόμενοι τον ανεξάντλητο αθηναϊκό ήλιο, εξασφαλίζοντας έτσι μέρος των αναγκων του ξενοδοχείου σε ηλεκτρική ενέργεια. Τέλος, παρουσιάζονται προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στις εσωτερικές λειτουργίες του ξενοδοχείου, κάνοντας έτσι τη λειτουργία του λιγότερο κοστοβόρα, αλλά και πιο φιλική προς το περιβάλλον.

Στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η απόδειξη μέσω μετρήσιμων παρεμβάσεων και προτεινόμενων λύσεων, της δυνατότητας αναβάθμισης υπάρχοντων κτιρίων σε επίπεδο ενεργειακών καταναλώσεων και των αντίστοιχων οικονομικών ελαφρύνσεων που τους αντιστοιχούν, με ταυτόχρονο σεβασμό στο περιβάλλον, φυσικό και αστικό, αποδεικνύοντας έτσι την αξία της πράσινης επιχειρηματικότητας και την υιοθέτηση της αειφορίας ως στρατηγικό στόχο των επενδύσεων στο μέλλον.

Μέσα έρευνας: Τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου του ξενοδοχείου είναι το πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης SketchUp Make 2015, με την προσθήκη της ηλεκτρονικής εργαλειοθήκης OpenStudio plug-in for SketchUp. Για την προσομοίωση θερμικού φορτίου και ενεργειακής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό EnergyPlus. Επιπλέον, έγινε χρήση της ηλεκτρονικής πλατφόρμας PVGIS για τον υπολογισμό του φωτοβολταϊκού συστήματος. Τέλος, για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων και τη δημιουργία διαγραμμάτων θερμοκρασιών και ενεργειακής κατανάλωσης χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Excel. Για το σκοπό αυτό γίνεται μία συνοπτική παρουσίαση των λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη.

Δομή εργασίας: Στο *1ο κεφάλαιο* της διπλωματικής εργασίας παρουσιάζονται οι έννοιες της «πράσινης ανάπτυξης» και «πράσινης επιχειρηματικότητας» που απασχολούν τον κλάδο των επιχειρήσεων με ολοένα και αυξανόμενο ρυθμό. Στο *2ο κεφάλαιο* αναλύονται οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι βιοκλιματικού σχεδιασμού και χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μπορούν να εφαρμοστούν σε κτιριακές εγκαταστάσεις. Στο *3ο κεφάλαιο* γίνεται η παρουσίαση της υπό μελέτη ξενοδοχειακής μονάδας, καθώς και η περιγραφή της λειτουργίας της και των εγκαταστάσεών της. Στο *4ο κεφάλαιο* περιγράφεται η διαδικασία προσομοίωσης, όπως ακολουθήθηκε κατά τη

διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, από το σχεδιασμό του ξενοδοχείου μέσω του SketchUp και του Legacy Open Studio plug-in μέχρι και την ενεργειακή προσομοίωση στο Energy Plus για την εξαγωγή αποτελεσμάτων. Στο *5ο κεφάλαιο* προτείνονται επεμβάσεις κυρίως στο κτιριακό κέλυφος με στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση και εξοικονόμηση ενέργειας, για τις οποίες γίνεται εκ νέου προσομοίωση και μελετάται η αποτελεσματικότητά τους. Στο *6ο κεφάλαιο* αναλύονται οι υπηρεσίες και λειτουργίες του ξενοδοχείου και προτείνονται λύσεις περιορισμού της άσκοπης κατανάλωσης της ενέργειας. Τέλος, στο *7ο κεφάλαιο* παρουσιάζονται τα συμπεράσματα συνολικά για όλες τις επεμβάσεις και μελλοντικές προτάσεις για το εν λόγω κτίριο.

1. Πράσινη τουριστική ανάπτυξη

1.1 Ξενοδοχειακή Ανάπτυξη και Οικονομία

1.1.1 Τουρισμός στην Ελλάδα

Ο διεθνής τουρισμός αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους και πιο δυναμικούς τομείς της παγκόσμιας οικονομίας, σημειώνοντας συνεχή άνοδο και διαφοροποίηση με την ανάδειξη νέων χωρών-προορισμών στον παγκόσμιο τουριστικό χάρτη. Σε αυτό συμβάλλει αφενός η οικονομική ανάπτυξη και η άνοδος του βιοτικού επιπέδου σε αρκετές χώρες με αποτέλεσμα την αύξηση του διαθέσιμου εισοδήματος, αφετέρου η βελτίωση των υποδομών και των μεταφορών, γεγονός που καθιστά τις μετακινήσεις φθηνότερες και ταχύτερες. Η μετεξέλιξη του τουρισμού σε προσδιοριστικό παράγοντα κοινωνικής και οικονομικής προόδου τον κάνει πλέον αναπόσπαστο τμήμα του διεθνούς εμπορίου, με τις εισπράξεις από τον αλλοδαπό τουρισμό να κατατάσσονται στην τέταρτη θέση παγκοσμίως, έπειτα από το εισόδημα που δημιουργείται από τις εξαγωγές καυσίμων, χημικών και προϊόντων της αυτοκινητοβιομηχανίας.[1]

Για την ελληνική οικονομία, ο τουρισμός αποτελεί κεντρικό πυλώνα ανάπτυξης με σημαντική συνεισφορά στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν, στην απασχόληση και στις επενδύσεις. Η πλούσια πολιτιστική κληρονομιά, η εκτεταμένη ακτογραμμή και το φυσικό περιβάλλον είναι ορισμένα από τα συγκριτικά πλεονεκτήματα που καθιστούν τη χώρα μας από τους σημαντικότερους τουριστικούς προορισμούς παγκοσμίως. Ταυτόχρονα, ο τουρισμός μαζί με την ναυτιλία αποτελούν τους πιο εξωστρεφείς τομείς της ελληνικής οικονομίας, με την εισροή ταξιδιωτικού συναλλάγματος να επιδρά θετικά στο ισοζύγιο πληρωμών της χώρας, συμβάλλοντας στη μείωση του ελλείμματος των τρεχουσών συναλλαγών. [1] Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά, για το έτος 2014 η συνεισφορά του τουρισμού στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) της Ελλάδας έφτασε σε ποσοστό 17.3%, ενώ η συνολική απασχόληση στην τουριστική οικονομία (699.000 θέσεις εργασίας) αντιστοιχεί στο 17.3% των απασχολουμένων.

Τα βασικά μεγέθη του ελληνικού τουρισμού για το έτος 2014, καθώς και συγκριτικά στοιχεία για επίσης ανταγωνιστικές στον τομέα αυτό χώρες για το έτος 2013, παρουσιάζονται στους πίνακες του ΣΕΤΕ που εμφανίζονται στις παρακάτω Εικόνες 1.1 και 1.2, αντίστοιχα.

Βασικά Μεγέθη του Ελληνικού Τουρισμού 2014	2014
Συμμετοχή στο ΑΕΠ	17.3% [WTTC]
Συμμετοχή στην απασχόληση	17.3% της συνολικής απασχόλησης [WTTC]
Συνολική Απασχόληση	699.000 [WTTC]
Έσοδα	13 δισ. € (δεν περιλαμβάνονται τα έσοδα από κρουαζιέρα) [ΤτΕ]
Αφίξεις Αλλοδαπών	22 εκατ. (δεν περιλαμβάνονται οι αφίξεις από κρουαζιέρα)
Μέση κατά κεφαλή δαπάνη	590 € (δεν περιλαμβάνονται τα ποσά κρουαζιέρας)
Μερίδιο Αγοράς	1.8% Παγκόσμια, 3.8% Ευρώπη
Εποχικότητα	56% των αφίξεων αλλοδαπών πραγματοποιείται Ιούλιο - Αύγουστο - Σεπτέμβριο
Συγκέντρωση Προσφοράς	70% των ξενοδοχειακών κλινών συγκεντρώνονται σε 4 περιοχές της Ελλάδας [ΞΕΕ]
Ξενοδοχειακή Υποδομή	9.851 ξενοδοχεία / 792.304 κλίνες [ΞΕΕ]
Top 5 αγορές	Γερμανία (2.459.228), Ην. Βασίλειο (2.089.529), Γαλλία (1.463.159), Ρωσία (1.250.174), Ιταλία (1.117.711) [ΤτΕ]
Top 5 αεροδρόμια (σε αφίξεις αλλοδαπών	Αθήνα (3.388.647), Ηράκλειο (2.595.702), Ρόδος (1.926.675), Θεσσαλονίκη (1.569.814), Κέρκυρα (1.074.289) [ΔΑΑ & ΥΠΑ.]

Εικόνα 1.1: Βασικά μεγέθη του ελληνικού τουρισμού 2012 [1]

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ 2013

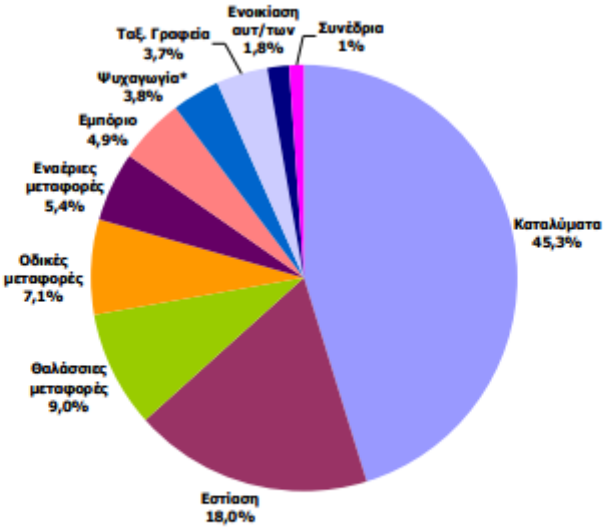
TOURISM COMPETITIVENESS RANKING 2013

Κατάταξη Ανταγωνιστικότητας Τουρισμού 2013* Tourism Competitiveness Ranking 2013*							
Κατάταξη Ranking	Χώρα Country		Διεθνείς Τουριστικές Αφίξεις (000) International Tourist Arrivals (000)	Διεθνείς Τουριστικές Εισπράξεις (εκατ. USD) International Tourism Receipts (mi. USD)	Μέση κατά Κεφαλή Δαπάνη (USD) Average per Capita Tourism Expenditure (USD)	Πληθυσμός (εκατ.) Population (mi.)	Κατά κεφαλή ΑΕΠ (USD) GDP per capita (USD)
1	Ελβετία	Switzerland	8.534,3	17.540,4	2.055	8,1	44.451,6
2	Γερμανία	Germany	28.351,6	38.841,6	1.370	86,5	38.077,2
3	Αυστρία	Austria	23.012,0	19.859,7	863	8,8	41.556,1
4	Ισπανία	Spain	56.694,3	59.892,3	1.056	48,8	30.477,7
5	Ηνωμένο Βασίλειο	United Kingdom	29.305,6	35.069,0	1.197	65,3	36.521,6
6	Η.Π.Α.	U.S.A.	62.711,2	116.115,0	1.852	325,1	48.327,9
7	Γαλλία	France	81.411,0	54.512,1	670	66,6	35.068,2
8	Καναδάς	Canada	16.014,4	16.679,6	1.042	35,7	40.519,1
9	Σουηδία	Sweden	10.784,0	13.761,4	1.276	9,9	40.704,8
10	Σιγκαπούρη	Singapore	10.390,3	17.989,9	1.731	5,3	59.710,3
11	Αυστραλία	Australia	5.875,3	31.473,1	5.357	23,5	40.847,1
12	Νέα Ζηλανδία	New Zealand	2.601,4	5.578,9	2.145	4,6	28.011,5
13	Ολλανδία	Netherlands	11.299,5	14.347,9	1.270	17,3	42.023,1
14	Ιαπωνία	Japan	6.218,7	10.966,5	1.763	134,9	34.748,1
15	Χονγκ Κονγκ	Hong Kong	22.316,1	27.685,9	1.241	7,4	49.417,0
16	Ισλανδία	Iceland	566,0	748,3	1.322	0,3	38.060,2
17	Φινλανδία	Finland	4.192,0	3.852,8	919	5,6	35.981,0
18	Βέλγιο	Belgium	7.456,5	11.662,2	1.564	11,3	37.780,6
19	Ιρλανδία	Ireland	7.630,0	4.567,2	599	4,7	40.838,0
20	Πορτογαλία	Portugal	7.412,2	11.338,6	1.530	11,2	23.362,6
21	Δανία	Denmark	7.363,0	6.238,7	847	5,8	37.047,9
22	Νορβηγία	Norway	4.963,0	5.301,4	1.068	5,1	53.396,3
23	Λουξεμβούργο	Luxembourg	542,6	4.809,0	8.863	0,5	80.558,8
24	Μάλτα	Malta	1.411,7	1.265,9	897	0,4	25.597,9
25	Κορέα	Korea	9.794,8	12.304,3	1.256	49,4	31.220,5
...	...	...	...	...	...	...	...
32	**Ελλάδα**	**Greece**	16.427,2	14.622,6	890	12,0	26.258,0
...	...	...	...	...	...	...	...
35	Κροατία	Croatia	9.926,7	9.364,0	943	4,6	18.014,3
...	...	...	...	...	...	...	...
46	Τουρκία	Turkey	34.038,0	23.020,0	676	74,3	14.392,5
...	...	...	...	...	...	...	...
85	Αίγυπτος	Egypt	9.496,9	8.707,1	917	83,1	6.454,8

Εικόνα 1.2: Επιδόσεις 2012 [2]

1.1.2 Ξενοδοχειακή Ανάπτυξη στην Ελλάδα

Σε αντίθεση, όμως, με σημαντικούς κλάδους της οικονομίας, η οικονομική δραστηριότητα του τουρισμού δεν αποτυπώνεται σε ένα μεμονωμένο κλάδο, καθώς συνδέεται με ένα ευρύ φάσμα οικονομικών δραστηριοτήτων για την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών που καταναλώνονται από τους επισκέπτες μιας περιοχής. Αγαθά και υπηρεσίες όπως η διαμονή, η διατροφή, οι μεταφορές, τα ταξιδιωτικά πρακτορεία, προϊόντα λιανικού εμπορίου και πολιτιστικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες σχετίζονται με την τουριστική δαπάνη[1]. Στο διάγραμμα του Ιδρύματος Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών (ΙΟΒΕ) που ακολουθεί (Εικόνα 1.3) αποτυπώνεται η συγκεντρωτική παρουσίαση των παραπάνω υπηρεσιών.



(*) Ως ποσοστό του τουριστικού ΑΕΠ που προκύπτει από την τουριστική δαπάνη
(**) Πολιτιστικές – Ψυχαγωγικές – Αθλητικές δραστηριότητες

Εικόνα 1.3: Άμεση επίδραση στους συναφείς με τον τουρισμό κλάδους οικονομικής δραστηριότητας*[3]

Μεταξύ των δραστηριοτήτων που συνθέτουν το τουριστικό προϊόν, οι υπηρεσίες καταλύματος κατέχουν κομβικό ρόλο καλύπτοντας τις ανάγκες διαμονής των επισκεπτών της χώρας, αλλά και της εσωτερικής τουριστικής κίνησης. Την τελευταία δεκαετία ο ξενοδοχειακός κλάδος ακολούθησε ανοδική πορεία, με επενδύσεις για την αναβάθμιση και τη βελτίωση των προσφερόμενων υπηρεσιών, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη της οικονομίας και στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Σχετικά με την κατανομή του ξενοδοχειακού δυναμικού ανά κατηγορία, τα ξενοδοχεία πέντε και τεσσάρων αστέρων αντιπροσωπεύουν το 40% περίπου του συνόλου των εν λειτουργία

κλινών. Ενδεικτικό επίσης, της τουριστικής ζήτησης στην Ελλάδα αποτελεί η γεωγραφική κατανομή των τουριστικών καταλυμάτων, καθώς η πλειοψηφία τους εντοπίζεται σε πέντε από τις δεκατρείς συνολικά περιφέρειες (Αττική, Ιόνια Νησιά, Νότιο Αιγαίο, Κεντρική Μακεδονία και Κρήτη).[2]

1.1.3 Συμπεράσματα

Ο τουρισμός αποτελεί κεντρικό πυλώνα ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας, με σημαντική συνεισφορά στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν και στην απασχόληση. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει το ρόλο που καλείται να διαδραματίσει στην αναπτυξιακή πορεία της οικονομίας και ιδιαίτερα στην υιοθέτηση ενός νέου παραγωγικού προτύπου το οποίο θα στηρίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό, συγκριτικά με το παρελθόν, στην εξωστρέφεια. Αναδεικνύεται, επίσης, η δυναμική του στο πλαίσιο της οικονομικής ανάπτυξης της χώρας για τα επόμενα έτη. Για το σκοπό αυτό, είναι απαραίτητη η εκμετάλλευση ακόμα περισσότερων πόρων που θα αυξήσουν την τουριστική ζήτηση και θα ενισχύσουν ακόμα περισσότερο την οικονομία της χώρας. Απαιτείται η εύρεση εναλλακτικών μορφών τουρισμού, η ακόμα μεγαλύτερη ανάδειξη των τουριστικών θέλγητρων του τόπου, και κυρίως η βελτιστοποίηση των παρεχόμενων υπηρεσιών που σχετίζονται με την τουριστική ανάπτυξη. Οι ξενοδοχειακές επιχειρήσεις οφείλουν και πρέπει να ικανοποιούν απόλυτα τους επισκέπτες, να βελτιώνουν ολοένα και περισσότερο τις παρεχόμενες υπηρεσίες τους και να είναι σε θέση να ανταγωνιστούν τις αντίστοιχες επιχειρήσεις των επίσης τουριστικά ελκυστικών χωρών.

1.2 Πράσινη Ανάπτυξη

1.2.1 Η έννοια της «Πράσινης Ανάπτυξης»

Αδιαμφισβήτητα η ραγδαία τεχνολογική και βιομηχανική ανάπτυξη έχει αποφέρει τεράστιες αρνητικές επιπτώσεις στον πλανήτη, όπως η κλιματική αλλαγή και η αβεβαιότητα διαθεσιμότητας ορυκτών καυσίμων. Η παγκόσμια κρίση, η μεγάλη πρόκληση της κλιματικής αλλαγής και το νέο αναπτυξιακό πρότυπο οδηγούν στην ανάγκη να υιοθετήσουμε ένα νέο πρότυπο ανάπτυξης για τη χώρα. Ένα πρότυπο ανάπτυξης που υπηρετεί τον άνθρωπο και τις πραγματικές του ανάγκες. Η πράσινη ανάπτυξη, αυτή που σέβεται το περιβάλλον και το αντιμετωπίζει ως αναπτυξιακό απόθεμα είναι η μόνη εφικτή και βιώσιμη λύση για τον τόπο.[3]

Προτεραιότητες της πράσινης ανάπτυξης αποτελούν το κλίμα και η ενέργεια, η αναδιάρθρωση στους παραγωγικούς τομείς και η εξοικονόμηση των φυσικών πόρων, ενώ προωθεί κυρίως την παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές και την εξοικονόμηση ενέργειας.[3]

Η ανάδειξη αυτού του νέου αναπτυξιακού προτύπου ανοίγει νέες δυνατότητες από τον αγροτικό μέχρι τον τουριστικό τομέα, δημιουργώντας νέες προοπτικές στον κλάδο της μεταποίησης, στον κατασκευαστικό τομέα, στον τομέα της ενέργειας. Αξιοσημείωτη είναι η προσπάθεια εφαρμογής της πράσινης ανάπτυξης στον τομέα της δόμησης, εφαρμόζοντας τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού.[3]

1.2.2 Αειφόρος τουρισμός

Ο σύγχρονος τουρισμός με την άναρχη ανάπτυξή του πιέζει ισχυρά σε βάθος χρόνου το φυσικό περιβάλλον και την τοπική κουλτούρα, με αποτέλεσμα ο κίνδυνος αυτοκαταστροφής των τουριστικών περιοχών και όχι μόνο να είναι πλέον ορατός. Φυσική κατάληξη είναι η περιβαλλοντική και αισθητική ρύπανση και υποβάθμιση ενός από τους σημαντικότατους τουριστικούς πόρους, του περιβάλλοντος (φυσικού και τεχνητού).[4]

Η καθοριστική σχέση μεταξύ τουρισμού και περιβάλλοντος, αποτελεί το βασικό λόγο που ο τουρισμός θα πρέπει να αφομοιώνει τις αρχές της αειφορίας. Ο όρος ‘’Αειφόρος Τουρισμός’’ αναφέρεται στο μοντέλο διαχείρισης των φυσικών οικοσυστημάτων και των ανανεώσιμων φυσικών πόρων, σύμφωνα με το οποίο η περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική δραστηριότητα πρέπει να εξασφαλίζει τη διαρκή αξιοποίηση των φυσικών πόρων, να μην προκαλεί δηλαδή ανεπανόρθωτη βλάβη στο περιβάλλον υπονομεύοντας το μέλλον των επερχόμενων γενεών, αλλά να επιτυγχάνει τη σταθερή περιβαλλοντική ποιότητα, την ισορροπία και την παρατεινόμενη τουριστική ανάπτυξη. Σκοπός της είναι να αλλάξει την επιβαρυντική για το περιβάλλον λειτουργία του τουρισμού, ώστε να ελαχιστοποιηθούν ενδεχόμενες παρενέργειες της τουριστικής ανάπτυξης, όπως η αστικοποίηση, η μόλυνση και η διάβρωση του φυσικού χώρου.[4]

1.2.3 <<Πράσινη Επιχειρηματικότητα>>

Το επιχειρηματικό περιβάλλον είναι μέρος του φυσικού περιβάλλοντος και αξιοποιεί τους διαθέσιμους πόρους, όπως τη γη, τον αέρα και την θάλασσα για να παράγει προϊόντα και υπηρεσίες που τροφοδοτούν την «πραγματική οικονομία». Η ανταγωνιστική χρήση των φυσικών πόρων σε παγκόσμια κλίμακα οδηγεί στην μείωση των αποθεμάτων τους και αποτελεί βασικό περιορισμό στην βιώσιμη ανάπτυξη των επιχειρήσεων. Συνεπώς, είναι απαραίτητη η υιοθέτηση μιας περιβαλλοντική πολιτικής στα πλαίσια της επιχείρησης που θα λαμβάνει υπόψη αυτόν τον περιορισμό και θα τον ενσωματώνει στην παραγωγική της διαδικασία.[5]

«Πράσινη επιχειρηματικότητα» ονομάζεται εκείνη η μορφή οικονομικής δραστηριότητας που θέτει την προστασία του περιβάλλοντος και της φύσης γενικότερα στο επίκεντρο της στρατηγικής της και συνίσταται στη θετική στάση της επιχείρησης απέναντι στην περιβαλλοντική προστασία, τόσο με τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες που παράγει, όσο και με τις διαδικασίες παραγωγής. Η «πράσινη επιχείρηση» κρατάει θετική στάση απέναντι στην προστασία του περιβάλλοντος στο σύνολο των δραστηριοτήτων της, διότι η «πράσινη» επιχείρηση δε βλέπει το περιβάλλον ως περιοριστικό παράγοντα στη δημιουργία προστιθέμενης αξίας. Συνεπώς, η «πράσινη επιχείρηση» εξ ορισμού παρέχει ποιοτικές υπηρεσίες που κάνουν τη ζωή των ανθρώπων καλύτερη και υγιέστερη και η δραστηριότητά της συνδέεται άρρηκτα με την ποιότητα, την πιστοποίηση και την διαφάνεια.[6]

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται αναφορά της εφαρμογής μεθόδων που προωθούν την πράσινη ανάπτυξη στον τομέα των τουριστικών επιχειρήσεων.

1.3 « Πράσινες» Ξενοδοχειακές Μονάδες

1.3.1 «Πράσινα» ξενοδοχειακά καταλύματα (Green Hotels)

Εικόνα 1.4: Εικόνα από την ιστοσελίδα των Green Hotels [4]

Τα ξενοδοχεία, ακόμα και τα μικρότερα εξ αυτών, αποτελούν σημαντικό παράγοντα της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος: καταναλώνουν υψηλά ποσά ενέργειας και νέρου για την κάλυψη των καθημερινών τους αναγκών, παράγουν μεγάλες ποσότητες αποβλήτων ως απόρροια της αυξημένης κατανάλωσης αγαθών, ενώ τα χημικά που χρησιμοποιούνται καθημερινά τόσο για τον καθαρισμό των εγκαταστάσεων, όσο και για τα συστήματα κλιματισμού τους, εκλύουν βλαβερά αέρια στην ατμόσφαιρα συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στην καταστροφή της στιβάδας του όζοντος.[7] Η Green Seal, ένας οργανισμός που πιστοποιεί τις περιβαλλοντικές πολιτικές ποικίλων επιχειρήσεων, διαπίστωσε μέσω έρευνας που διεξήγαγε πριν από λίγα χρόνια ότι, κατά μέσο όρο, ένα ξενοδοχείο 150 δωματίων καταναλώνει σε μία εβδομάδα όσο 1004 νοικοκυριά σε ένα χρόνο. Ο βασικός λόγος είναι ότι οι άνθρωποι στη δική τους κατοικία έχουν επίγνωση της σπατάλης, π.χ. σε νερό, ρεύμα, κάτι που δεν συμβαίνει και κατά τη διαμονή τους σε ξενοδοχειακά καταλύματα.[9]

Όλο και περισσότερα καταλύματα στην Ελλάδα -αν και με καθυστέρηση σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες- κάνουν στροφή στον πράσινο τουρισμό, λογώ της σπατάλης και της οικολογικής καταστροφής, και εφαρμόζουν τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας εντεταγμένες μέσα στο διεθνές πλαίσιο περιβαλλοντικής και οικολογικής συνείδησης.[8]

Στην κατάταξη ξενοδοχειακών μονάδων σε πράσινες ή μη συμβάλλει σημαντικά και η εφαρμογή του θεσμού Green Key (Πράσινο Κλειδί, Εικόνα 2.4) στα ξενοδοχεία που ξεχωρίζουν. Είναι ένα διεθνές πρόγραμμα που απονέμει ένα σήμα οικολογικής ποιότητας (Eco-label, Εικόνα 2.5), συντονίζεται από το διεθνές Ίδρυμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (FEE-Foundation for the Environmental Education) και λειτουργεί σήμερα σε 17 χώρες παγκοσμίως. Εθνικός χειριστής του προγράμματος είναι η Ελληνική Εταιρία Προστασίας της Φύσης, η αρχαιότερη περιβαλλοντική Μη Κυβερνητική Οργάνωση πανελλήνιας εμβέλειας. Τα κριτήρια καλύπτουν τομείς που σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας, την κατανάλωση νερού, τη διαχείριση των απορριμμάτων, τη χρήση φιλικών προς το περιβάλλον προϊόντων προσωπικής καθαριότητας και απορρυπαντικών, την ποιότητα της τροφής και των ποτών, τη μετατροπή των ελεύθερων χώρων σε χώρους πρασίνου και επιπλέον την περιβαλλοντική εκπαίδευση. Με τη διαδικασία της βράβευσης τα ξενοδοχεία κατηγοριοποιούνται σε καλούς, μέτριους ή κακούς εξοικονομητές, ενώ η σύγκριση αυτή γίνεται με μοντέλα πρότυπων ξενοδοχείων στη συγκεκριμένη γεωγραφική θέση που βρίσκεται το εκάστοτε ξενοδοχείο[8],[10].

Εικόνα 1.5: Σήμα θεσμού πιστοποίησης Green Key[5]

Εικόνα 1.6: Σήμα οικολογικής ποιότητας Eco-Label[6]

Κατηγορία	Περιγραφή κατηγορίας
Green Hotels	Το ξενοδοχείο χαρακτηρίζεται ως ένα οικολογικό ξενοδοχείο. Λειτουργεί με πλήρη συναίσθηση των επιπτώσεων που έχει η λειτουργία ενός ξενοδοχείου στο περιβάλλον και εφαρμόζει μεθόδους και πρακτικές που επιφέρουν τα -κατά το δυνατό ανά περίπτωση- μέγιστα ποσοστά εξοικονόμησης ενεργειακών και φυσικών πόρων. Παράλληλα δημοσιοποιεί και προωθεί τη φιλοσοφία και τον τρόπο λειτουργίας του και προς τους πελάτες του ούτως ώστε και αυτοί με τη σειρά τους να υιοθετήσουν αντίστοιχες τακτικές τόσο κατά τη διαμονή τους όσο και στην καθημερινότητά τους. Το ξενοδοχείο φέρει οικολογική πιστοποίηση (EMAS, ISO 14001, ECO LABEL).
eco CLASS A	Το ξενοδοχείο παρουσιάζεται ιδιαιτέρως ευαισθητοποιημένο για την προστασία του περιβάλλοντος και έχει υιοθετήσει ουσιαστικές μεθόδους και πρακτικές προκειμένου για την αποτελεσματική λειτουργία του, την προσανατολισμένη προς την εξοικονόμηση ενεργειακών και φυσικών πόρων. Παράλληλα, γνωστοποιεί και προωθεί τις δράσεις του και προς τους πελάτες ούτως ώστε να υιοθετήσουν και αυτοί με τη σειρά τους αντίστοιχες τακτικές τόσο κατά τη διαμονή τους όσο και στην καθημερινότητά τους.
eco CLASS B	Γίνεται σημαντική προσπάθεια προς την προστασία του περιβάλλοντος και την εξοικονόμηση ενεργειακών και φυσικών πόρων με την υιοθέτηση έξυπνων τακτικών και μεθόδων προκειμένου για τη λειτουργία του ξενοδοχείου. Παρόλα αυτά, υπάρχει το περιθώριο ανάπτυξης και βελτιστοποίησης προς έναν περισσότερο οικολογικό τρόπο λειτουργίας του ξενοδοχείου και γνωστοποίησης της περιβαλλοντικής του δράσης προς τους πελάτες του.
eco CLASS C	Η λειτουργία του ξενοδοχείου βασίζεται σε ορισμένες ευρέως αποδεκτές μεθόδους περιβαλλοντικής προστασίας και εξοικονόμησης φυσικών και ενεργειακών πόρων, παρόλα αυτά δε γίνεται ουσιαστική γνωστοποίηση του προγράμματός του ή/ και υστερεί η συνολική αποτελεσματικότητα των εφαρμοζόμενων μεθόδων του.

Εικόνα 1.7:Πράσινη Κατάταξη Καταλυμάτων[7]

Δημιουργείται έτσι μία σχέση αξιοπιστίας μεταξύ των ξενοδοχειακών μονάδων και των πελατών, ενώ παράλληλα δημοσιοποιείται και προωθείται η φιλοσοφία και ο τρόπος λειτουργίας τους και προς τους πελάτες, ούτως ώστε και αυτοί με τη σειρά τους να υιοθετήσουν αντίστοιχες τακτικές,

τόσο κατά τη διαμονή τους, όσο και στην καθημερινότητά τους. Πάντως, τα αποκαλούμενα «πράσινα» ξενοδοχεία (Green Hotels) αποτελούν το πρώτο δίκτυο Ελληνικών Οικολογικών Ξενοδοχείων και προσελκύουν ολοένα και περισσότερους ευρωπαίους τουρίστες που επιλέγουν για προορισμό των διακοπών τους περιοχές με ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις που σέβονται το περιβάλλον.[7]

1.3.2 Αρχές περιβαλλοντικής διαχείρισης

Οι αρχές περιβαλλοντικής διαχείρισης που εφαρμόζονται από τις ξενοδοχειακές μονάδες έχουν ως στόχο τη μείωση των ποσοστών κατανάλωσης νερού, τον περιορισμό του όγκου των αποβλήτων τους, την καθιέρωση πολιτικών ανακύκλωσης, την ελαχιστοποίηση του ενεργειακού αποτυπώματος, την παροχή βιολογικών και τοπικών προϊόντων στους πελάτες τους, τη χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών και την προώθηση της περιβαλλοντικής πολιτικής τους τόσο στο προσωπικό του ξενοδοχείου/ καταλύματος όσο και στους ίδιους τους πελάτες τους[8].

Επίσης εφαρμόζονται αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού που αφορούν στο σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, στοχεύοντας στην εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Οι αρχές και οι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού παρουσιάζονται αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο.

1.3.3 Οφέλη υιοθέτησης οικολογικής συνείδησης

Με την υιοθέτηση οικολογικής συνείδησης και την εφαρμογή των αρχών περιβαλλοντικής διαχείρησης και βιοκλιματικού σχεδιασμού ανακύπτουν πολλά οφέλη:

- Περιβαλλοντικά οφέλη λόγω της μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων και του σεβασμού των φυσικών πόρων.
- Οικονομικά οφέλη λόγω μείωσης καταναλώσεων ενέργειας και νερού.

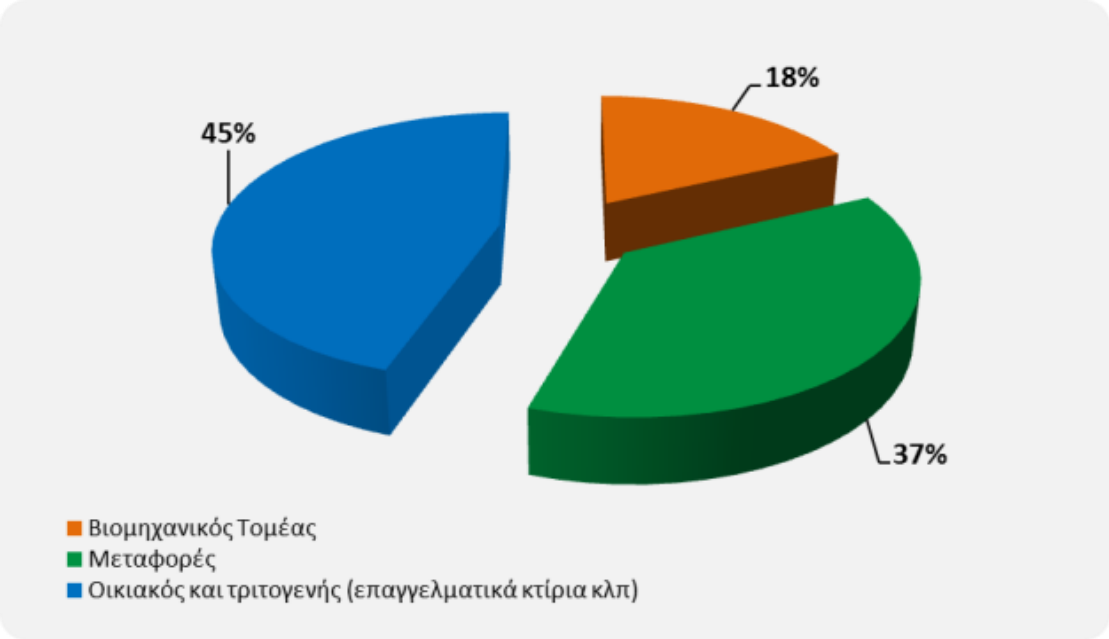
- Ικανοποίηση του προσωπικού με την αίσθηση συμμετοχής σε δράσεις κοινωνικής προσφοράς.
- Προσαρμογή στα νέα διεθνή πρότυπα Εταιρικής Στρατηγικής.
- Θωράκιση ενάντια στην "Πράσινη Εξαπάτηση".
- Ικανοποίηση των μετόχων με την αίσθηση συμμετοχής σε μια κοινωνικά και περιβαλλοντικά ευαίσθητη εταιρία.
- Ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε κλαδικό/διεθνές επίπεδο.
- Εξασφάλιση βιωσιμότητας του οργανισμού.
- Αποτελεσματική διαχείριση ρίσκου.
- Αμφίδρομη δέσμευση με ενδιαφερόμενα μέρη.

Προφανώς, τα οφέλη αυτά πολλαπλασιάζονται αν η υιοθέτηση οικολογικής συνείδησης πιστοποιηθεί από εξωτερικούς αξιολογητές.[11]

2. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων

2.1 Οι κτιριακές καταναλώσεις στην Ελλάδα

Ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 45% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο.[12]



Εικόνα 2.1: Ποσοστό κτιριακής κατανάλωσης ενέργειας [8]

Στην Ελλάδα οι ανάγκες για θέρμανση των κατοικιών ανέρχονται περίπου στο 70% της συνολικής ενεργειακής τους 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% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν σε ποσοστό 25% πετρέλαιο, 12% ηλεκτρισμό και 18% καυσόξυλα. Αποτέλεσμα αυτών είναι η σημαντική οικονομική επιβάρυνση λόγω του υψηλού κόστους της ενέργειας και η μεγάλη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με ρύπους, κυρίως διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. [12]

Παρά ταύτα, η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια στην Ελλάδα παρουσιάζει αυξητική τάση , λόγω της αύξησης της χρήσης κλιματιστικών και μικροσυσκευών. Η χρήση των κλιματιστικών αποτελεί σημαντικό παράγοντα αύξησης του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής στη χώρα, με τεράστιες οικονομικές συνέπειες και σημαντική επιβάρυνση του καταναλωτή[12]. Επί πλέον, τα κλιματιστικά επιδεινώνουν το φαινόμενο της υπερθέρμανσης των αστικών κέντρων και τις συνεπαγόμενες δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν το καλοκαίρι[13]. Αυτή η ολοένα και περισσότερη χρήση των κλιματιστικών προκαλεί σοβαρά προβλήματα σε ώρες αιχμής φορτίου, με συνέπεια την αύξηση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας και τη διατάραξη της ενεργειακής ισορροπίας. Επίσης, έχει καταγραφεί ότι η θέρμανση των κτιρίων, παρόλο που είναι μια χώρα με ήπιο κλίμα, κατέχει σημαντικό μέρος των συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων (69%) του τομέα των κατοικιών και του τριτογενούς τομέα, ακολουθούμενη από την παραγωγή ζεστού νερού (13%), τις ηλεκτρικές συσκευές, τη ψύξη και το φωτισμό (18%) (Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, 1997).

Η ανάγκη, λοιπόν, για εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα είναι πιο μεγάλη από ποτέ. Πρέπει να δοθεί έμφαση σε στρατηγικές που βελτιώνουν τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου, το κλίμα στο εσωτερικό του κτιρίου και το μικροκλίμα εξωτερικά αυτού. Οι στρατηγικές αυτές αποτελούν τις αρχές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού.

2.2 Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στον σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, συνήθως αναφερόμενο ως μικροκλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Με τον όρο "βιοκλιματικός σχεδιασμός" εννοείται ο σχεδιασμός ο οποίος αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων.[14]

Η γενικότερη αρχή του βιοκλιματικού σχεδιασμού θέτει ότι η νότια πλευρά του κτιρίου πρέπει να χρησιμοποιείται για παθητική ηλιακή θέρμανση, ενώ αντίθετα η βόρεια για προστασία από τους ανέμους και ανάσχεση της θερμότητας. Ειδικότερα, οι βασικές αρχές του Βιοκλιματικού

Σχεδιασμού σχετίζονται με την αρχιτεκτονική δομή και τον προσανατολισμό του κτιρίου, καθώς και με τον περιβάλλοντα χώρο.

Αρχιτεκτονική δομή του κτιρίου

- Καταλληλότερο σχήμα για την κατοικία είναι το επιμήκες κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης, διότι προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το Νότο για συλλογή της ηλιακής θερμότητας τους χειμερινούς μήνες. Αντίστοιχα, η μεγαλύτερη όψη της κατοικίας και τα μεγαλύτερα ανοίγματα πρέπει να είναι προσανατολισμένα προς το Νότο, ενώ αντίστοιχα στη βόρεια πλευρά του κτιρίου πρέπει να υπάρχουν συμπαγείς τοίχοι και όσο το δυνατόν μικρότερα ανοίγματα. Σε περίπτωση που το σχήμα του οικοπέδου ή άλλα εμπόδια δεν επιτρέπουν τη διαμόρφωση επιμήκους κτίσματος κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης, τότε διαμορφώνεται το κτίριο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να περιέχει "σπαστούς" όγκους για να εξασφαλίζουν ηλιασμό το χειμώνα και οι πίσω χώροι του κτίσματος.

- Οι τοίχοι του κτιρίου πρέπει να είναι ογκώδεις και φτιαγμένοι από συμπαγή υλικά για καλύτερη προστασία από τις θερμοκρασιακές μεταβολές. Ιδανική συνθήκη είναι οι τοιχοποιίες να είναι φτιαγμένες από υλικά φιλικά προς το περιβάλλον, συμβάλλοντας ενεργά σε μια βιώσιμη κατεύθυνση και ανάπτυξη. Αντίστοιχα, οι γυάλινες επιφάνειες των ανοιγμάτων (πόρτες-παράθυρα) της κατοικίας αποτελούν τον απλούστερο ηλιακό συλλέκτη.

- Προτείνονται μεγάλα ανοίγματα προς το Νότο, μετρίου μεγέθους στην ανατολική και δυτική όψη και μικρότερα ανοίγματα προς το Βορρά.

- Τα ανοίγματα της κατοικίας πρέπει να προσφέρουν διαμπερή αερισμό (κυρίως στην κατεύθυνση Βορρά-Νότου) και γι' αυτό το λόγο πρέπει οπωσδήποτε να υπάρχουν βόρεια ανοίγματα στην κατοικία. Ο διαμπερής αερισμός προσφέρει φυσικό δροσισμό τους θερινούς μήνες.

- Χρειάζεται να εκμεταλλευόμαστε τη θερμική αδράνεια του εδάφους όπου αυτό είναι δυνατό (π.χ. σε εδάφη με μεγάλη κλίση).

- Ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και τις ανάγκες των κατοικούντων σε αυτό προσαρμόζεται και η χωροθέτηση των εσωτερικών χώρων. Έτσι, καθώς η βόρεια πλευρά του κτιρίου είναι η πιο ψυχρή και η λιγότερο φωτεινή, αυτοί οι χώροι προορίζονται για δωμάτια με ολιγόωρη

χρήση (για παράδειγμα υπνοδωμάτια, τουαλέτα). Με αυτό τον τρόπο το κέρδος είναι διπλό, καθώς αφενός οι κύριοι χώροι χρήσης (π.χ. σαλόνι) τοποθετούνται στις νοτιότερες (και επομένως πιο ζεστές) μεριές του κτιρίου, αφετέρου οι δευτερεύοντες χώροι λειτουργούν ως ζώνη προστασίας από τους ψυχρούς ανέμους και ανάσχεσης των θερμικών απωλειών των κύριων χώρων χρήσης.

- Η θερμική προστασία των κτιρίων τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι πρέπει να εξασφαλίζεται με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.

- Η απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο πρέπει να πραγματοποιείται με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός, κυρίως τις νυχτερινές ώρες.

Προσανατολισμός

Η μεγαλύτερη όψη του κτιρίου πρέπει να είναι προσανατολισμένη προς το Νότο με απόκλιση έως 30 μοίρες (ανατολικα ή δυτικά).

Περιβάλλοντας χώρος

- Χρειάζεται να δίνουμε προσοχή στο μικροκλίμα γύρω από την κατοικία. Η βλάστηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ηλιοπροστασία, σκιασμό και προστασία από τους ανέμους. Έτσι συνίσταται η φύτευση μεγάλων φυλλοβόλων δένδρων στις νότιες και δυτικές πλευρές του κτιρίου, ενώ αντίστοιχα στη βόρεια πλευρά η ύπαρξη αειθαλών δένδρων βοηθά στην ανάσχεση των χειμερινών ανέμων και παράλληλα προσφέρει δροσισμό του αέρα τους καλοκαιρινούς μήνες.

- Σε περίπτωση που υπάρχει κάποιο εμπόδιο στη νότια πλευρά του οικοπέδου, (π.χ. μια γειτονική κατοικία) το οποίο ενδεχομένως να εμποδίσει τον ηλιασμό της κατοικίας κατά τους χειμερινούς μήνες, επιλέγουμε απόσταση ανάμεσα στο εμπόδιο και την κατοικία τουλάχιστον μιάμιση φορά το ύψος του εμποδίου (εμπειρικός κανόνας).[15]

2.2.1 Παθητικά Συστήματα

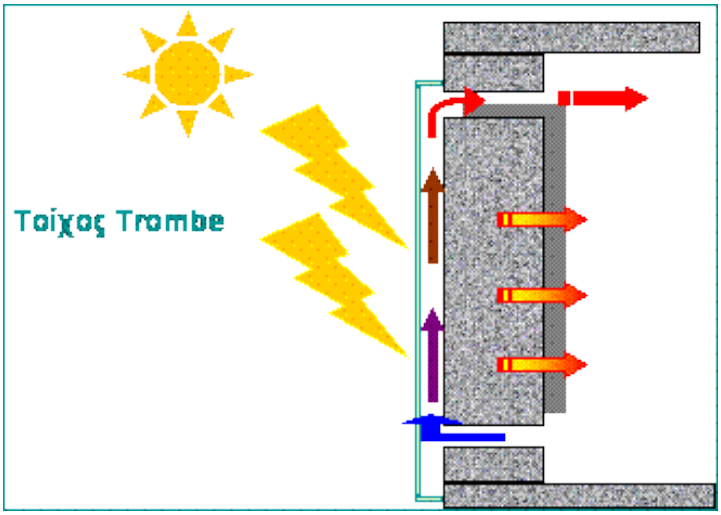
Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων αποτελούν τα παθητικά συστήματα, τα οποία αποτελούν δομικά στοιχεία ενός κτιρίου. Τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια. Χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:[14]

1. 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. Συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, και ειδικότερα στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα.[16]

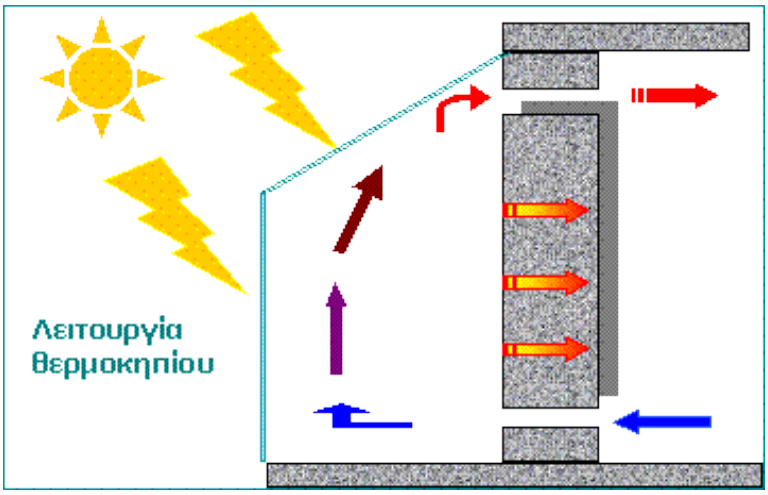
- Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού, σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα, χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά). Αυτή απορροφά μέρος της θερμότητας και την «προσφέρει» στο χώρο αργότερα, διατηρώντας έτσι το χώρο θερμό για πολλές ώρες. Ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορεί να εμποδίσει τον καλοκαιρινό ήλιο που έρχεται από πιο ψηλά να μπει απ' ευθείας στο χώρο.[16]

- Ένα άλλο παθητικό σύστημα είναι οι ηλιακοί τοίχοι. Έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία, τζάμι (υαλοπίνακα) και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου (τοίχος θερμικής αποθήκευσης), είτε μέσω θυρίδων (θερμοσιφωνικό πανέλο) στον εσωτερικό χώρο. Συνδυασμός των δύο λειτουργιών είναι ο τοίχος μάζας με θυρίδες (τοίχος Trombe – Michel).[17]



Εικόνα 2.2: Τοίχος Trombe[9]

- Τέλος, αναφέρεται και ο ηλιακός χώρος – θερμοκήπιο και κατ' επέκταση το ηλιακό αίθριο. Ο ηλιακός χώρος είναι ένας κλειστός χώρος με γυαλί στη νότια πλευρά του κτιρίου ούτως ώστε να λειτουργεί ως "θερμοκήπιο". Ανάμεσα στον ηλιακό χώρο και στην κατοικία υπάρχει ένας τοίχος θερμικής συσσώρευσης προκειμένου να κρατιέται σταθερή η θερμοκρασία στον ηλιακό χώρο και στο υπόλοιπο κτίριο.[18]



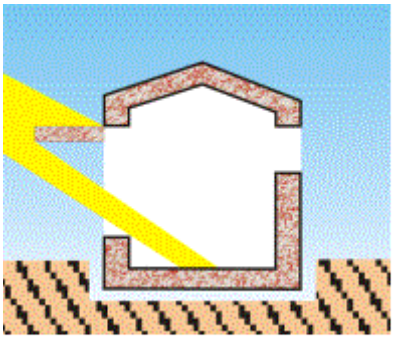
Εικόνα 2.3: Λειτουργία του Θερμοκηπίου[10]

2. Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού

Με το φυσικό δροσισμό, εκτός της εξοικονομούμενης ενέργειας, βελτιώνονται σημαντικά οι συνθήκες άνεσης μέσα στους χώρους ακόμα και σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Από μετρήσεις σε βιοκλιματικά δροσιζόμενες κατοικίες στην Ελλάδα προκύπτει ότι η θερμοκρασία μέσα στα κτίρια είναι σημαντικά χαμηλότερη από την εξωτερική θερμοκρασία (ως και 10°C), ενώ παράλληλα παρατηρούνται συνθήκες άνεσης σε πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες (ως και 31,5 °C), καθώς λόγω των δροσερών δομικών στοιχείων και των ρευμάτων αέρα μέσα στους χώρους η παραμονή των ενοίκων γίνεται ευχάριστη.[19]

Οι πιο συνηθισμένες και απλές μέθοδοι φυσικού δροσισμού είναι:

- 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.).



Εικόνα 2.4: Σκίαση Κτιρίου με Προεξοχές[11]

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

- Ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός, κυρίως 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

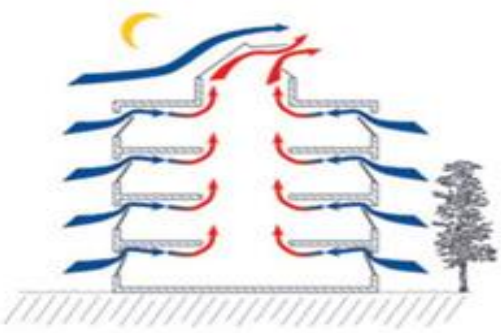
επίτευξη θερμικής άνεσης σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις συνήθεις (περίπου 2-3°C), καθώς με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα.

- Η χρήση της θερμικής μάζας για τη μείωση των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου.

- Μείωση των εσωτερικών κερδών του κτιρίου (θερμότητα που παράγεται από τις ηλεκτρικές, κυρίως συσκευές).

Άλλες μέθοδοι παθητικού δροσισμού πιο σύνθετες και όχι τόσο ευρείας εφαρμογής, επιφέρουν επιπρόσθετα οφέλη ψύξης, και είναι:

- Θερμική προστασία του κτιριακού περιβλήματος με τεχνικές όπως φυτεμένο δώμα, αεριζόμενο κέλυφος, ανακλαστικά επιχρίσματα εξωτερικών επιφανειών, φράγμα ακτινοβολίας.
- Ενίσχυση του φυσικού εξαερισμού με πύργους αερισμού ή ηλιακές καμινάδες



Σχήμα 2.5: Καμινάδα Αερισμού [12]

Σχήμα 2.6: Ηλιακή Καμινάδα [13]

- Δροσισμός με εξάτμιση νερού με τεχνικές όπως: επιφάνειες νερού, πύργος δροσισμού, ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης), ή και βλάστηση (μέσω της εξατμισοδιαπνοής των φυτών).

- Δροσισμός με απόρριψη της θερμότητας στην ατμόσφαιρα με ακτινοβολία στο νυχτερινό ουρανό.

- Δροσισμός με απόρριψη της θερμότητας από το κτίριο στη γη με αγωγή, (υπόσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτίρια, ή υπεδάφιο σύστημα αγωγών και εναλλάκτες εδάφους-αέρα).[20]

3. Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο φυσικός φωτισμός στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας. Ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού έχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό από το φυσικό φως, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους.

Μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο «θάμβωσης».

Τα συστήματα φυσικού φωτισμού διακρίνονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες:

1. Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
2. Ανοίγματα οροφής
3. Αίθρια
4. Φωταγωγοί

Τα συστήματα αυτά συνδυάζονται με συγκεκριμένες τεχνικές που αφορούν στο σχεδιασμό των ανοιγμάτων, στις οπτικές ιδιότητες των υαλοπινάκων, στα φωτομετρικά χαρακτηριστικά επιφανειών του χώρου και των ανοιγμάτων του (υφή, χρώμα, φωτοδιαπερατότητα υλικών) και στη χρήση ανακλαστήρων, για την εξασφάλιση επάρκειας και ομαλής κατανομής του φυσικού φωτός. Οι συνηθέστερες τεχνολογίες φυσικού φωτισμού αφορούν υαλοπίνακες με συγκεκριμένες ιδιότητες, πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία, διαφανή μονωτικά υλικά και ανακλαστήρες (ράφια φωτισμού ή ανακλαστικές περσίδες).[21]

Εικόνα 2.7: Αίθριο [14]

2.2.2 Ενεργητικά Συστήματα

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα ονομάζονται τα συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, και στη συνέχεια τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε νερό, αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό μέσο. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, οι γνωστοί σε όλους ηλιακοί θερμοσίφωνες.

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, ένα δοχείο αποθήκευσης της θερμότητας και σωληνώσεις. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα μεταφέρεται στο δοχείο αποθήκευσης. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες τοποθετούνται συνήθως στην οροφή του κτιρίου, με νότιο προσανατολισμό και κλίση 30°-60° ως προς τον ορίζοντα, ώστε να μεγιστοποιηθεί το ποσό της ακτινοβολίας που συλλέγεται ετησίως. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από δύο βασικά μέρη:

1. Το τμήμα συλλογής (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας).
2. Το τμήμα αποθήκευσης (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού) που συνήθως διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με θερμοστάτη, για να μπορεί να παράγεται ζεστό νερό και σε περιόδους μικρής ή μηδενικής ηλιοφάνειας.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα διακρίνονται σε δύο είδη ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου:

1. Ανοικτού κυκλώματος: Απευθείας θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε).
2. Κλειστού κυκλώματος: Έμμεση θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο κυκλοφορεί σε ιδιαίτερο κύκλωμα το οποίο θερμαίνει το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε χωρίς να γίνεται ανάμιξή τους, μέσω εναλλάκτη θερμότητας).

Λειτουργία των ηλιακών συλλεκτών:

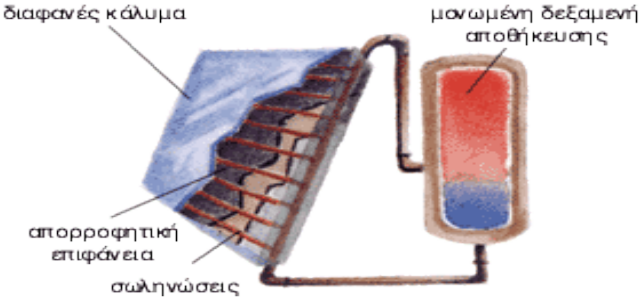
Ο ηλιακός συλλέκτης τοποθετείται σε σημείο που βλέπει το Νότο. Η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στη μαύρη, μεταλλική συνήθως, επίπεδη επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται

ένα διαφανές κάλυμμα, συνήθως από γυαλί ή πλαστικό, που αφήνει τις ακτίνες του ήλιου να περάσουν αλλά εμποδίζει τη θερμότητα να διαφύγει. Οι σωληνώσεις μέσα από τις οποίες κυκλοφορεί το ρευστό βρίσκονται σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια με αποτέλεσμα την μεταφορά θερμότητας στο ρευστό.

Το πιο απλό και διαδομένο ηλιακό ενεργητικό σύστημα είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνας. Η αρχή λειτουργίας του είναι απλή και βασίζεται στο γεγονός ότι το νερό που θερμαίνεται στο συλλέκτη διαστέλλεται και γίνεται ελαφρύτερο από το χαμηλότερης θερμοκρασίας νερό της δεξαμενής. Αυτή η διαφορά πυκνότητας του νερού έχει ως αποτέλεσμα τη φυσική κυκλοφορία του μέσου του συλλέκτη και τη μεταφορά του θερμού νερού στην αποθηκευτική δεξαμενή. Την ίδια στιγμή το κρύο νερό της δεξαμενής ωθείται προς το συλλέκτη. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη φυσική κυκλοφορία του νερού είναι η τοποθέτηση της δεξαμενής σε σημείο ψηλότερο από τους συλλέκτες. Σε περίπτωση που βρίσκεται χαμηλότερα, η κυκλοφορία του νερού γίνεται με τη βοήθεια κατάλληλου αυτοματισμού.

Μια άλλη εφαρμογή που έχει εξαπλωθεί στην Ευρωπαϊκή αγορά είναι ο συνδυασμός παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης χώρων με ενεργητικά ηλιακά συστήματα. Η χρήση των συστημάτων αυτών, θεωρείται τεχνικά αλλά και οικονομικά αποδοτική, αν συνδυαστεί με την κατάλληλη μελέτη/κατασκευή του κτιρίου (καλή μόνωση, εκμετάλλευση των παθητικών ηλιακών ωφελειών, κ.λπ.) και τη συνεργασία του χρήστη. Ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε επίσης για ψύξη χώρων, με τις κατάλληλες τεχνολογίες (ψυκτικές μηχανές τύπου απορρόφησης). Πέρα από την οικιακή χρήση, η οποία είναι και η πιο διαδεδομένη σήμερα, ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε απαιτείται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης (όπως στη θέρμανση/ψύξη χώρου, στα συστήματα αφαλάτωσης νερού, στη θέρμανση νερού πισίνας κ.λπ.).

Η τεχνολογία των κεντρικών ηλιακών συστημάτων θεωρείται μια αρκετά αποδοτική λύση για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και βρίσκει ευρεία εφαρμογή σε κατοικίες, ξενοδοχεία, εστιατόρια, βιομηχανίες κ.λπ.[22]



Εικόνα 2.8: Τυπικό Ενεργητικό Ηλιακό Σύστημα[15]

2.3 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Οι σύγχρονες κοινωνίες καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας για τη θέρμανση χώρων (κατοικιών και γραφείων), τα μέσα μεταφοράς, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και για τη λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων. Με την πρόοδο της οικονομίας και την άνοδο του βιοτικού επιπέδου, η ενεργειακή ζήτηση αυξάνεται ολοένα και περισσότερο. Στις μέρες μας, το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας που χρησιμοποιούμε προέρχεται από συμβατικές πηγές ενέργειας (πετρέλαιο, βενζίνη, άνθρακας). Πρόκειται για μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που αργά ή γρήγορα θα εξαντληθούν. Η παραγωγή και χρήση της ενέργειας που προέρχεται από αυτές τις πηγές δημιουργούν μια σειρά από περιβαλλοντικά προβλήματα με αιχμή τους το γνωστό σε όλους μας φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Από την άλλη πλευρά, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες όπως το ξύλο και ακόμη τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης, είναι πηγές ενέργειας που η προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ. Υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον και είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.[23]

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. Συγκεκριμένα σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές θεωρείται η αιολική, η ηλιακή, η αεροθερμική, η γεωθερμική, η υδροθερμική και η ενέργεια των ωκεανών, η υδροηλεκτρική, η ενέργεια παραγόμενη από βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια.

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.[24]

2.3.1 Αιολική Ενέργεια

Οι άνεμοι, δηλαδή οι μεγάλες μάζες αέρα που μετακινούνται με ταχύτητα από μία περιοχή σε κάποια άλλη, οφείλονται στην ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της Γης από την ηλιακή ακτινοβολία. Η κινητική ενέργεια των ανέμων είναι τόση που, με βάση τη σημερινή τεχνολογία εκμετάλλευσής της, θα μπορούσε να καλύψει πάνω από δύο φορές τις ανάγκες της ανθρωπότητας σε ηλεκτρική ενέργεια.[25]

Γενικά, αιολικη ενεργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται "ήπια μορφή ενέργειας" και περιλαμβάνεται στις "καθαρές" πηγές, όπως συνηθίζονται να λέγονται οι πηγές ενέργειας που δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους. Η αρχαιότερη μορφή εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας ήταν τα ιστία (πανιά) των πρώτων ιστιοφόρων και πολύ αργότερα οι ανεμόμυλοι στην ξηρά. Ονομάζεται αιολική γιατί στην ελληνική μυθολογία ο Αίολος ήταν ο θεός του ανέμου.

Η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής. Το «καύσιμο» είναι άφθονο, αποκεντρωμένο και δωρεάν. Δεν εκλύονται αέρια και άλλοι ρύποι, και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι μικρές σε σύγκριση με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα. Επίσης, τα οικονομικά οφέλη μιας περιοχής από την ανάπτυξη της αιολικής βιομηχανίας είναι αξιοσημείωτα.

Η σημερινή τεχνολογία βασίζεται σε ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα 2 ή 3 πτερυγίων, με αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ 200 – 400kW. Όταν εντοπιστεί μια ανεμώδης περιοχή – και εφόσον βέβαια έχουν προηγηθεί οι απαραίτητες μετρήσεις και μελέτες – για την αξιοποίηση του αιολικού της δυναμικού τοποθετούνται μερικές δεκάδες ανεμογεννήτριες, οι οποίες απαρτίζουν ένα «αιολικό πάρκο».

Η εγκατάσταση κάθε ανεμογεννήτριας διαρκεί 1-3 μέρες. Αρχικά ανυψώνεται ο πύργος και τοποθετείται τμηματικά πάνω στα θεμέλια. Μετά ανυψώνεται η άτρακτος στην κορυφή του πύργου. Στη βάση του πύργου συναρμολογείται ο ρότορας ή δρομέας (οριζοντίου άξονα, πάνω στον οποίο είναι προσαρτημένα τα πτερύγια), ο οποίος αποτελεί το κινητό μέρος της ανεμογεννήτριας. Η άτρακτος περιλαμβάνει το σύστημα μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε

ηλεκτρική. Στη συνέχεια, ο ρότορας ανυψώνεται και συνδέεται στην άτρακτο. Τέλος, γίνονται οι απαραίτητες ηλεκτρικές συνδέσεις.[26]

Η σημαντικότερη οικονομικά εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η σύνδεσή τους στο ηλεκτρικό δίκτυο μιας χώρας. Στην περίπτωση αυτή, ένα αιολικό πάρκο, δηλαδή μία συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μία περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύει το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό σύστημα. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται, μηχανικής ενέργειας για χρήση σε αντλιοστάσια, καθώς και θερμότητας. Όμως, η ισχύς που παράγεται σε εφαρμογές αυτού του είδους είναι περιορισμένη, το ίδιο και η οικονομική τους σημασία.

Στα κτίρια μπορούν να εγκατασταθούν αιολικά συστήματα μικρού μεγέθους, δηλαδή ανεμογεννήτριες με μικρή διάμετρο περιστροφής, οι οποίες, όμως, παράγουν και σχετικά μειωμένα ποσά ενέργειας. Ανεμογεννήτριες με μεγαλύτερη διάμετρο περιστροφής παράγουν κατά κανόνα περισσότερη ενέργεια.[25]

Εικόνα 2.9:Ανεμογεννήτριες σε σπίτια [16]

2.3.2 Ηλιακή Ενέργεια – Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Με το όρο ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζουμε το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Το φώς και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, απορροφούνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας. 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.[27]

Με τον γενικό όρο φωτοβολταϊκά ονομάζεται η βιομηχανική διάταξη πολλών φωτοβολταϊκών κυττάρων σε μία σειρά. Στην ουσία πρόκειται για τεχνητούς ημιαγωγούς (συνήθως από πυρίτιο) οι οποίοι ενώνονται με σκοπό να δημιουργήσουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σε σειρά. Οι ημιαγωγοί αυτοί απορροφούν φωτόνια από την ηλιακή ακτινοβολία και παράγουν μια ηλεκτρική τάση. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται"φωτοβολταϊκό φαινόμενο". Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια έχουν ως βασικό μέρος το ηλιακό στοιχείο (solar cell) που είναι ένας κατάλληλα επεξεργασμένος ημιαγωγός μικρού πάχους σε επίπεδη επιφάνεια. Η πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας δημιουργεί ηλεκτρική τάση και με την κατάλληλη σύνδεση σε φορτίο παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα.

Χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες:

1. Κρυσταλλικού Πυριτίου

- Μονοκρυσταλλικού πυριτίου, με ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων 14,5% έως 21%,
- Πολυκρυσταλλικού πυριτίου, με ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων 13% έως 14,5%.2.

2. Λεπτών Μεμβρανών

- Άμορφου Πυριτίου, ονομαστικής απόδοσης ~7%.
- Χαλκοπυριτών CIS / CIGS, ονομαστικής απόδοσης από 7% έως 14%.[28]

Το φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα αριθμό μερών ή υποσυστημάτων:

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ (ή πλαίσια, ή όπως λέγονται συχνά στο εμπόριο, «κρύσταλλα») φωτοβολταϊκών στοιχείων (ή «κυψελών» ή «κυττάρων»), μαζί με τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή, όπως: (α) τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια με τη μηχανική υποστήριξη και πιθανόν ένα σύστημα παρακολούθησης της ηλιακής τροχιάς, (β) μπαταρίες (υποσύστημα αποθήκευσης)- πλέον δεν χρησιμοποιούνται, εκτός από απομακρυσμένες εγκαταστάσεις όπως είναι π.χ. οι φάροι, διαφορετικά η σύνδεση του πάνελ γίνεται απευθείας με το υφιστάμενο δίκτυο της ΔΕΗ, (γ) καθορισμό ισχύος και συσκευή ελέγχου που περιλαμβάνει φροντίδα για μέτρηση και παρατήρηση, (δ) εφεδρική γεννήτρια. Η επιλογή του πώς και ποιά από αυτά τα στοιχεία ολοκληρώνονται μέσα στο σύστημα εξαρτάται από ποικίλες εκτιμήσεις.

Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο, με πλευρά 120-160mm. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό. Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα, και κατά τη μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών της εφαρμογής (κατεύθυνση και διάρκεια της ηλιοφάνειας, τυχόν σκιάσεις κλπ.) ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία.

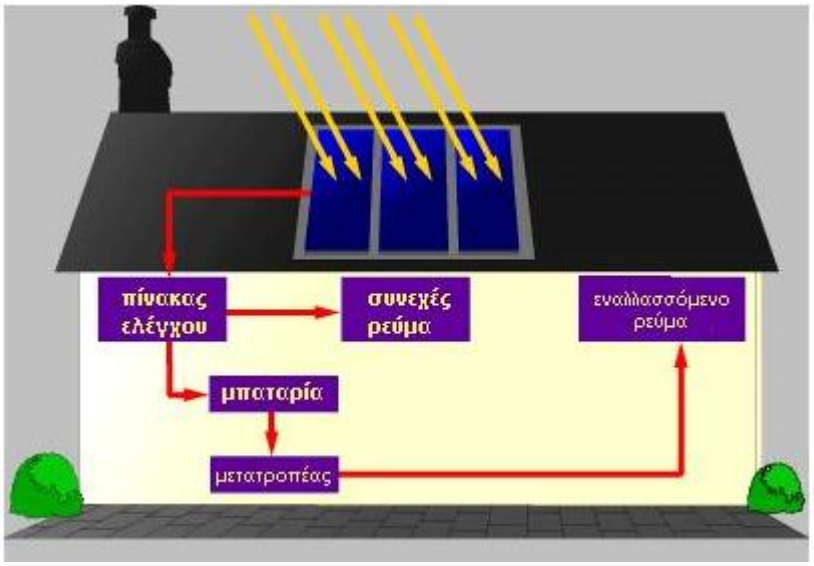
Στο εμπόριο διατίθενται φωτοβολταϊκά πάνελ – τα οποία είναι πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και εγκιβωτισμένα σε γυαλί με πλαίσιο από αλουμίνιο – σε διάφορες τιμές ονομαστικής ισχύος, ανάλογα με την τεχνολογία και τον αριθμό των φωτοβολταϊκών κυψελών που τα αποτελούν. Έτσι, ένα πάνελ 36 κυψελών μπορεί να έχει ονομαστική ισχύ 70-85 W, ενώ μεγαλύτερα πάνελ μπορεί να φτάσουν και τα 200 W ή και παραπάνω.

Η κατασκευή μιας γεννήτριας κρυσταλλικού πυριτίου μπορεί να γίνει και από ερασιτέχνες, μετά από την προμήθεια των στοιχείων. Το κόστος είναι άπίθανο να είναι χαμηλότερο από την αγορά έτοιμης γεννήτριας, καθώς η προμήθεια ποιοτικών στοιχείων είναι πολύ δύσκολη. Εκτός από το πυρίτιο χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως το Κάδμιο - Τελλούριο (CdTe) και ο ινδοδισεληνιούχος χαλκός. Σε αυτές τις κατασκευές, η μορφή του στοιχείου διαφέρει σημαντικά από αυτήν του κρυσταλλικού πυριτίου, και έχει συνήθως τη μορφή λωρίδας πλάτους μερικών χιλιοστών και μήκους αρκετών εκατοστών. Τα πάνελ συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν τη φωτοβολταϊκή συστοιχία, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει από 2 έως και αρκετές εκατοντάδες φωτοβολταϊκές γεννήτριες.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια φωτοβολταϊκή συστοιχία είναι συνεχούς ρεύματος (DC), και για το λόγο αυτό οι πρώτες χρήσεις των φωτοβολταϊκών αφορούσαν εφαρμογές DC τάσης: κλασικά παραδείγματα είναι ο υπολογιστής τσέπης («κομπιουτεράκι») και οι δορυφόροι. Με την προοδευτική αύξηση όμως του βαθμού απόδοσης δημιουργήθηκαν ειδικές συσκευές – οι αναστροφείς (inverters) – με σκοπό να μετατρέψουν την έξοδο συνεχούς τάσης της φωτοβολταϊκής συστοιχίας σε εναλλασσόμενη τάση. Με τον τρόπο αυτό, το φωτοβολταϊκό σύστημα είναι σε θέση να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη εγκατάσταση (κατοικία, θερμοκήπιο, μονάδα παραγωγής κλπ.) που χρησιμοποιεί κατά κανόνα συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος (AC).

Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο φωτοβολταϊκό στοιχείο. Τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία, που

σχεδιάστηκαν τον 19ο αιώνα, δεν είχαν παρά 1-2% απόδοση, ενώ το 1954 τα εργαστήρια Bell Laboratories δημιούργησαν τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου με απόδοση 6%. Στην πορεία του χρόνου όλο και αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης: η αύξηση της απόδοσης, έστω και κατά μια ποσοστιαία μονάδα, θεωρείται επίτευγμα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών. Στην σημερινή εποχή ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου βρίσκεται στο 13 – 19%, ο οποίος, συγκρινόμενος με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κλπ.), παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλός. Αυτό σημαίνει ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια για να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ. Ωστόσο, η απόδοση ενός δεδομένου συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών σε ηλιοστάτη. Οι προϋποθέσεις αξιοποίησης των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα είναι από τις καλύτερες στην Ευρώπη, αφού η συνολική ενέργεια που δέχεται κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας στην διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται από 1400-1800 kWh.[29]



Εικόνα 2.10: Φωτοβολταϊκό Σύστημα [17]

2.3.3 Τηλεθέρμανση με Βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα νοείται οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς. Τα φυτά μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα.

Οι βασικές πηγές βιομάζας είναι τα υπολείμματα ξυλείας (πριονίδι), τα γεωργικά υπολείμματα (κουκούτσια), οι ενεργειακές καλλιέργειες (κριθάρι), τα ζωικά απόβλητα (κοπριά) και τα αστικά απορρίμματα (χαρτί). Επίσης, από ορισμένα φυτά ή σπόρους μπορούν να παραχθούν υγρά καύσιμα (βιοκαύσιμα) όπως η βιοαιθανόλη και το βιοντίζελ. Τα καύσιμα αυτά δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον όπως τα ορυκτά καύσιμα, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα αυτοκίνητα ή για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Από ορισμένα απόβλητα μπορεί να παραχθεί το βιοαέριο, καύσιμο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.[30]

Εικόνα 2.11: Σύστημα Τηλεθέρμανσης[18]

Η βιομάζα, είτε δασική είτε άλλης μορφής, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τηλεθέρμανση. Στην περίπτωση αυτή παράγεται θερμό νερό σε έναν κεντρικό καυστήρα με την καύση της βιομάζας και το θερμό νερό μεταφέρεται με έναν καλά μονωμένο υπόγειο σωλήνα στην περιοχή χρήσης του. Κάθε κτίριο που είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιήσει το θερμό νερό για να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης του. Χρησιμοποιούνται συνήθως δύο κεντρικοί σωλήνες, σε κλειστό δίκτυο, ένας για τη προσαγωγή του θερμού νερού και ένας για την απαγωγή του και την επαναφορά του στο λέβητα για επαναθέρμανση. Η τηλεθέρμανση παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη σε πολλές χώρες καθώς εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως η επίτευξη υψηλότερου βαθμού απόδοσης, ο περιορισμός της ρύπανσης του περιβάλλοντος και η δυνατότητα χρησιμοποίησης μη συμβατικών καυσίμων, οπότε προκύπτουν επιπλέον οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.[31]

2.3.4 Γεωθερμία

Γεωθερμία ή Γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμφανίζεται με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Είναι μια ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες. Οι γεωθερμικές περιοχές συχνά εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές του φλοιού της γης ή από την παρουσία θερμών πηγών. Για να υφίσταται διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμός σε μια περιοχή πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας αποθήκευσης κοντά σε ένα θερμικό κέντρο. Στην περίπτωση αυτή, το νερό του ταμιευτήρα (συνήθως βρόχινο νερό που έχει διεισδύσει στους βαθύτερους ορίζοντες της γης), θερμαίνεται και ανεβαίνει προς την επιφάνεια. Τα θερμικά αυτά ρευστά εμφανίζονται στην επιφάνεια είτε με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού, είτε αντλούνται με γεώτρηση και, αφού χρησιμοποιηθεί η θερμική τους ενέργεια, γίνεται επανέγχυση του ρευστού στο έδαφος με δεύτερη γεώτρηση. Έτσι ενισχύεται η μακροβιότητα του ταμιευτήρια και αποφεύγεται η θερμική ρύπανση του περιβάλλοντος.

Η μετάδοση θερμότητας πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

- Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια με ρυθμό 0,04 - 0,06 W/ m^2

- Με ρεύματα μεταφοράς, που περιορίζονται όμως στις ζώνες κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών, λόγω ηφαιστειακών και υδροθερμικών φαινομένων.

Μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο έχει η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για την κάλυψη αναγκών του, καθώς είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις:

- Η Υψηλής Ενθαλπίας (>150 °C) χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ισχύς τέτοιων εγκαταστάσεων το 1979 ήταν 1.916 MW με παραγόμενη ενέργεια 12×10^6 kWh/yr.

- Η Μέσης Ενθαλπίας (80 έως 150 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων καθώς και μερικές φορές και για την παραγωγή ηλεκτρισμού (π.χ. με κλειστό κύκλωμα φρέον που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως).

Υπάρχουν δυο κύριες εφαρμογές της γεωθερμική ενέργειας:

- Η πρώτη βασίζεται στη χρήση της θερμότητας της γης για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και άλλες χρήσεις (θέρμανση κτιρίων, θερμοκηπίων). Αυτή η θερμότητα μπορεί να προέρχεται από γεωθερμικά γκάιζερ (που φθάνουν με φυσικό τρόπο ως την επιφάνεια της γης) ή γεώτρηση στον φλοιό της γης σε περιοχές όπου η θερμότητα βρίσκεται αρκετά κοντά στην επιφάνεια. Αυτές οι πηγές είναι συνήθως από μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης.

- Η δεύτερη εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας εκμεταλλεύεται τις θερμές μάζες εδάφους ή υπογείων υδάτων για να κινήσουν θερμικές αντλίες για εφαρμογές θέρμανση και ψύξης.

Οι γεωθερμικές αντλίες είναι από τις πιο αποδοτικές ενεργητικές (σε αντίθεση με τις παθητικές) τεχνολογίες στον κόσμο για τη θέρμανση και ψύξη των σπιτιών, των σχολείων, των επιχειρήσεων και άλλων κτιρίων. Χρησιμοποιούν τη φυσική θερμοκρασία της γης για τη θέρμανση το χειμώνα κα την ψύξη το καλοκαίρι. Εκμεταλλεύονται το πλεονέκτημα ότι η θερμοκρασία του εδάφους δεν ποικίλει από εποχή σε εποχή όπως ο αέρας. Λειτουργεί όπως ένα ψυγείο. Το χειμώνα μεταφέρει τη φυσική θερμότητα της γης στο κτίριο με νερό που κυκλοφορεί σε κλειστούς πλαστικούς σωλήνες που εισάγονται στο έδαφος. Το καλοκαίρι μεταφέρει τη θερμότητα του κτιρίου στη γη ψύχοντας έτσι το σπίτι. Το ίδιο πλαστικό σύστημα χρησιμοποιείται το καλοκαίρι όπως και το χειμώνα. Απλά αλλάζει η κατεύθυνση κίνησης του νερού. Είναι πιο αποτελεσματικά από τα κλιματιστικά επειδή βασικά "μετακινούν" τη θερμότητα αντί να καταναλώνουν ενέργεια για να τη δημιουργήσουν.

Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας συμβάλλει στην εξοικονόμηση συναλλάγματος, μέσω μείωσης των εισαγωγών πετρελαίου, στην εξοικονόμηση φυσικών πόρων κυρίως με την ελάττωση κατανάλωσης των εγχώριων αποθεμάτων λιγνίτη, και στη καθαρότερη ατμόσφαιρα.

Με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας που εκμεταλλεύεται την γεωθερμική ενέργεια έχουμε τα παρακάτω κέρδη:

- Άντληση δωρεάν ενέργειας από το υπέδαφος για θέρμανση και ψύξη κτιρίων.
- Ανεξαρτησία από το πετρέλαιο και την τιμή αυτού.
- Δεν απαιτείται λέβητας, δεξαμενή πετρελαίου και καπνοδόχος στην εγκατάσταση μας.
- Δεν απαιτείται αερόψυκτος ψύκτης για τον κλιματισμό του κτιρίου.
- Μηδενικό ετήσιο κόστος συντήρησης

- Προστασία του περιβάλλοντος από εκπομπές ρύπων (διοξείδιο του άνθρακα, αιθάλη, νιτρικά οξείδια κλπ.).
- Απουσία θορύβου κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης.
- Εξοικονόμηση χρημάτων της τάξης 50-60 % στη λειτουργία της εγκατάστασης σε σχέση με εγκατάσταση λέβητα πετρελαίου στην θέρμανση (τιμές 2008).
- Σταθερή απόδοση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας σε ακραίες θερμοκρασιακές ατμοσφαιρικές συνθήκες κατά τον χειμώνα και το καλοκαίρι.
- Ασφάλεια σε σχέση με μία εγκατάσταση πετρελαίου ή φυσικού αερίου.
- Απαιτείται μικρότερος χώρος για την εγκατάσταση του εξοπλισμού σε σχέση με το συμβατικό λεβητοστάσιο - ψυχροστάσιο.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη της γεωθερμίας μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Συνεχής παροχή ενέργειας με υψηλό συντελεστή λειτουργίας (load factor), >90%.
- Μικρό λειτουργικό κόστος, αν και το κόστος παγίων είναι σημαντικά αυξημένο σε σχέση και με τις συμβατικές μορφές ενέργειας*. Μηδενικές ή μικρές εκπομπές αερίων στο περιβάλλον.
- Μικρή απαίτηση γης.
- Συμβολή στην επίτευξη των στόχων της Λευκής Βίβλου της Ε.Ε. και του Πρωτοκόλλου του Κιότο.
- Αποτελεί τοπική μορφή ενέργειας με συνέπεια την οικονομική ανάπτυξη της γεωθερμικής περιοχής.
- Συμβολή στην μείωση της ενεργειακής εξάρτησης μιας χώρας με τον περιορισμό των εισαγωγών ορυκτών καυσίμων.

Η συστηματική εκμετάλλευση των γεωθερμικών μπορεί να αποφέρει στη χώρα μας σημαντικά οφέλη όπως η εξοικονόμηση συναλλάγματος με τη μείωση των εισαγωγών πετρελαίου, η εξοικονόμηση φυσικών πόρων κυρίως με την ελάττωση της κατανάλωσης των εγχώριων αποθεμάτων λιγνίτη, και καθαρότερο περιβάλλον, καθώς παράγονται πολύ μικρότερες εκπομπές CO_2 και ελάχιστες έως μηδενικές οξειδίων του αζώτου και του θείου.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι η εκμετάλλευση των γεωθερμικών πεδίων επιβάλλεται να γίνεται με ορθολογιστικό τρόπο. Η ενέργεια που προέρχεται από ένα γεωθερμικό πεδίο θεωρείται ανανεώσιμη εφόσον ο ρυθμός άντλησης της θερμότητας δεν υπερβαίνει το ρυθμό επαναφόρτισης του κοιτάσματος.[32]

Εικόνα 2.12: Σύστημα Γεωθερμίας με κατακόρυφο και οριζόντιο συλλέκτη σε μικρή οικία [19]

2.4 Συστήματα Θερμικής Προστασίας του Κελύφους

Η θερμική προστασία στο κτίριο αφορά στη μείωση των ανταλλαγών θερμικής ενέργειας μεταξύ του κτιρίου και του περιβάλλοντος, δηλαδή σε τεχνικές εφαρμοζόμενες στο κτιριακό κέλυφος, οι οποίες μειώνουν τις απώλειες θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον τους ψυχρούς μήνες ενώ τους θερμούς μήνες μειώνουν την είσοδο της θερμότητας προς το κτίριο. Η σημαντικότερη τεχνική θερμικής προστασίας του κτιρίου είναι η θερμομόνωση του κελύφους, η οποία αφορά τόσο στο αδιαφανές κτιριακό κέλυφος (εξωτερική τοιχοποιία, οροφές, δάπεδα, κουφώματα) όσο και στα διαφανή στοιχεία στοιχεία του (υαλοπίνακες).[33]

2.4.1 Θερμομονωτικά Υλικά

Η θερμομόνωση, η οποία συνιστάται από ένα σύνολο κατασκευαστικών-δομικών στοιχείων (υλικών και συστημάτων), αποτελεί βασική αρχή θερμικής προστασίας, μειώνοντας τις ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ του κτιρίου και του περιβάλλοντος. Με τη θερμομόνωση επιδιώκεται να μειωθεί η ταχύτητα ανταλλαγής θερμότητας μέσα από τα δομικά στοιχεία που χωρίζουν περιοχές ή χώρους διαφορετικής θερμοκρασίας. Πρακτικά, ένα κτίριο με επαρκή θερμομόνωση διατηρεί τις επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι. Η θερμομονωντική επάρκεια του κτιρίου, εξαρτάται από τη θερμομονωτική

ικανότητα των επί μέρους δομικών του στοιχείων. Απαιτήσεις θερμομόνωσης έχουν τόσο τα αδιαφανή (τοίχοι, οροφές, δάπεδα) όσο και τα διαφανή (ανοίγματα) δομικά στοιχεία. Για τα ανοίγματα υπάρχουν επιπρόσθετες ιδιότητες που επηρεάζουν την ενεργειακή τους απόδοση.[33]

Τα συνήθη θερμομονωτικά υλικά εμποδίζουν την αγωγή θερμότητας από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον (αντίστροφα το καλοκαίρι) επειδή περιέχουν ακίνητο αέρα παγιδευμένο είτε σε ίνες (π.χ. υαλοβάμβακας) είτε σε κλειστές κυψελίδες (π.χ. διογκωμένη πολυστερίνη).

Η χρήση της διογκωμένης πολυστερίνης, εξαιτίας της αυξημένης ελαστικότητας του υλικού της, μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης ρωγμών στα επιχρίσματα εξαιτίας των συστολών και διαστολών των υλικών και των δομικών στοιχείων και των κρουστικών σοκ. Παράλληλα, η διογκωμένη πολυστερίνη δε μεταβάλλει το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητάς της στο χρόνο, με αποτέλεσμα να παρέχει αξιόπιστη θερμομόνωση για όλα τα χρόνια λειτουργίας του κτιρίου. Επιπλέον, έχει μικρό συντελεστή αντίστασης στη διάχυση υδρατμών, με αποτέλεσμα να αναπνέει καλύτερα το κτίριο και η πιθανή υγρασία να μπορεί να εξατμιστεί. Η εξηλασμένη πολυστερίνη, από την άλλη πλευρά, διαθέτει σχεδόν μηδενική απορροφητικότητα σε υγρασία, έχει πολύ μεγάλη αντοχή σε συμπίεση και μεγαλύτερο θερμομονωτικό συντελεστή σε σχέση με τη διογκωμένη πολυστερίνη.

Ο υαλοβάμβακας και ο πετροβάμβακας, από την άλλη πλευρά, είναι υλικά ινώδους μορφής, που αποτελούν μια καλή θερμομονωτική λύση, υπό την προϋπόθεση ότι προστατεύονται καταλλήλως από τη διείσδυση υγρασίας, η οποία είναι πιθανό να μειώσει το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας των υλικών. Επίσης, τα δυο αυτά υλικά διαθέτουν μεγάλη αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες, πυραντοχή και ηχοαπορροφητικότητα. Σε σχέση με την πολυστερίνη, τα υλικά αυτά έχουν χαμηλότερο κόστος παραγωγής και πιο οικολογικό χαρακτήρα, καθώς καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια για την παραγωγή τους και απελευθερώνουν μικρότερες ποσότητες μονοξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα.

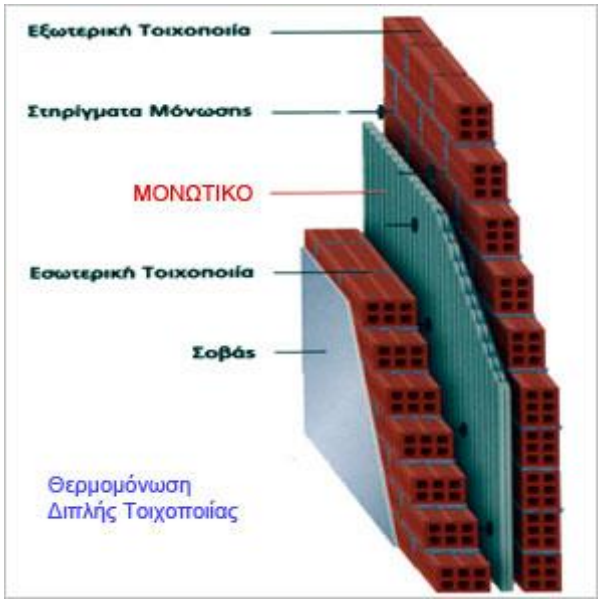
Η θερμική αντίσταση και, συνεπώς, η θερμομονωτική ικανότητα του κάθε δομικού στοιχείου εξαρτάται από τη θερμική αγωγιμότητα του υλικού και αυξάνεται με το πάχος του.

Εν γένει, συνιστάται τα θερμομονωτικά υλικά να τοποθετούνται εξωτερικά ή ενδιάμεσα σε τοιχοποιίες, οροφές και δάπεδα, έτσι ώστε να μην αδρανοποιείται η θερμική μάζα (θερμοχωρητικότητα) του κελύφους. Η τοποθέτησή της όμως εξαρτάται από τεχνικοοικονομικούς παράγοντες, αλλά και από τη χρήση (ωράριο λειτουργίας) των χώρων.

Ένα προσεκτικά μονωμένο κτίριο με την απαιτούμενη από τους ισχύοντες κανονισμούς θερμομόνωση, καλύπτει εν γένει τις ανάγκες ενός σωστά σχεδιασμένου από ενεργειακή άποψη

κτιρίου, αρκεί να προσεχθεί η μόνωση όλων των δομικών στοιχείων ώστε να αποφεύγονται οι θερμογέφυρες (αμόνωτα ή περιορισμένης μονωτικής ικανότητας στοιχεία του κελύφους), οι οποίες μπορεί να δημιουργήσουν «ευαίσθητα» σημεία στην οικοδομή, ακόμα και συμπύκνωση υδρατμών.

Η θερμομόνωση του κτιρίου συνεισφέρει θετικά στη θερμική προστασία του κτιρίου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ιδιαίτερα εφ' όσον συνδυάζεται με τον απαιτούμενο αερισμό, κυρίως το νυχτερινό. Όταν δεν υπάρχει επαρκής αερισμός του κτιρίου, η αυξημένη μόνωση του κελύφους, πέραν της προβλεπόμενης από τους κανονισμούς, επιβαρύνει τη θερμική λειτουργία του το καλοκαίρι καθώς εμποδίζει την «αποφόρτιση» του κτιρίου από τη συσσωρευμένη θερμότητα.[34]



Εικόνα 2.13: Θερμομόνωση διπλής τοιχοποιίας [20]

2.4.2 Υαλοπίνακες Χαμηλής Εκπομπής

Τα παράθυρα των κτιρίων συντελούν σε ένα μεγάλο ποσοστό στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των χώρων γιατί μέσω αυτών μεταφέρεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Το χειμώνα χάνεται θερμότητα από μέσα προς τα έξω, ενώ το καλοκαίρι εισέρχεται θερμότητα από το ζεστό εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων, ενεργειακά αποδοτικών παραθύρων.

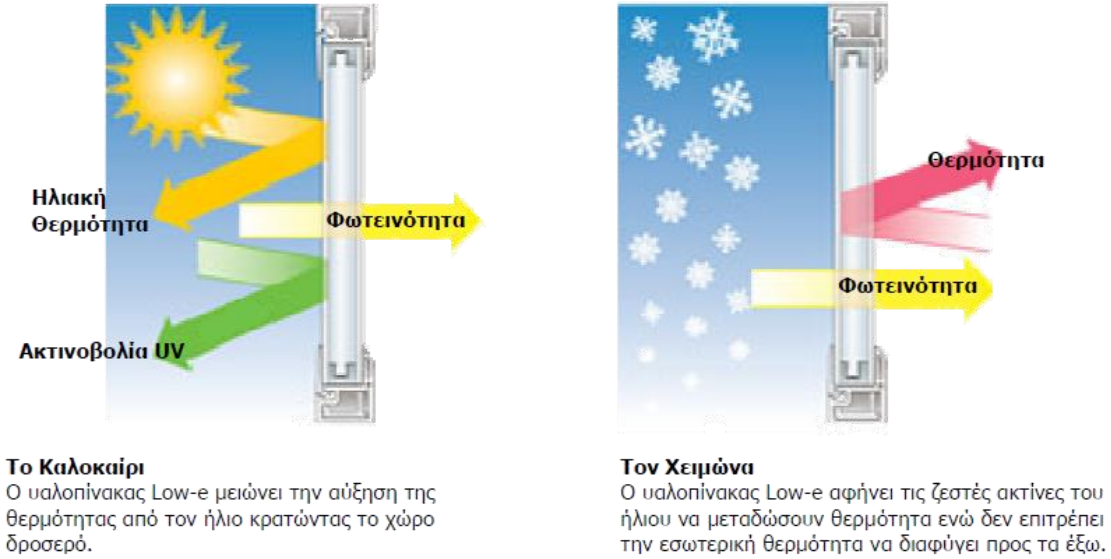
Τα παράθυρα αυτά θα πρέπει να έχουν υαλοπίνακες και κουφώματα με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και επί πλέον, θα πρέπει να είναι αεροστεγανά, ώστε να εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας από χαραμάδες, οι οποίες μπορεί να επιφέρουν σημαντικές απώλειες θερμότητας, όπως παρατηρείται σε κτίρια κακής κατασκευής ή παλαιά.

Στην Ελλάδα, από την ισχύ του Κανονισμού Θερμομόνωσης του 1979, είναι υποχρεωτική η χρήση διπλών υαλοπινάκων σε νέα κτίρια, προκειμένου να πληρούνται οι απαιτήσεις του Κανονισμού. Για τα παλαιά κτίρια, κτισμένα εν γένει πριν το 1979, η αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλούς, με πιθανή αντικατάσταση και των κουφωμάτων, αποτελεί μια σημαντική τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας. Η αντικατάσταση των παλιών παραθύρων με νέα, ενεργειακά αποδοτικά με διπλά τζάμια, αν και έχει κάποιο κόστος, μπορεί να αναστρέψει κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό την κακή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου με πολλαπλά οφέλη, ενεργειακά-περιβαλλοντικά και οικονομικά.

Τα παράθυρα χαμηλής εκπομπής -γνωστά ως low emissivity- αποτελούνται από επιφάνεια που εκπέμπει χαμηλά επίπεδα ακτινοβολούμενης θερμικής ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται μετά από ειδική επεξεργασία του γυαλιού με ένα αόρατο μέταλλο ή μεταλλική επίστρωση οξειδίου δημιουργώντας έτσι μια επιφάνεια που αντανακλά τη θερμότητα ενώ επιτρέπει το φως να περάσει από μέσα του. Η θερμότητα που περνά μέσα από γυάλινο παράθυρο μετριέται από τον U-παράγοντα ή το υπεριώδες φως. Όσο χαμηλότερος είναι ο U-παράγοντας τόσο πιο ενεργειακά αποδοτικό είναι το γυαλί. Αυτός ο τύπος φωτός προέρχεται από τον ήλιο και παράγει τη θερμότητα στα κτίρια. Λόγω αυτής της ενέργειας, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, παρατηρείται υψηλή λειτουργία των μηχανημάτων κλιματισμού ούτως ώστε να διατηρούν τους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων δροσερούς. Έτσι, όλες οι επιστρώσεις ενός Low-e παραθύρου έχουν αναπτυχθεί για να ελαχιστοποιηθεί η ποσότητα του υπεριώδους και του υπέρυθρου φωτός που μπορεί να περάσει μέσα από γυαλί χωρίς να διακυβεύεται η ποσότητα του ορατού φωτός που μεταδίδεται. Αντίθετα, το χειμώνα, το Low-e γυαλί μειώνει την ποσότητα της θερμότητας που χάνεται από το εσωτερικό του κτιρίου μέσω των παραθύρων, διατηρώντας το κόστος θέρμανσης χαμηλό. Στους ενεργειακούς υαλοπίνακες τοποθετείται ανάμεσα στα διπλά τζάμια φυσικό αέριο, συνήθως Αργό ή Ξένο. Το Αργό, που χρησιμοποιείται κατά κόρον, ανήκει στα βαρέα ευγενή αέρια και είναι χημικά αδρανές, συνεπώς ανίκανο να σχηματίσει ενώσεις. Επειδή είναι βαρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα, καταστέλλει την κίνηση του αερίου εσωτερικά του αεροθάλαμου γι’ αυτό και δεν μεταφέρει τη θερμότητα από τον ένα υαλοπίνακα στον άλλον.

Εικόνα 2.14: Δομή Ενεργειακού Υαλοπίνακα [21]

Ανάλογα με τη θέρμανση του κτιρίου και τις ανάγκες ψύξης, διάφορα είδη Low-e υαλοπινάκων έχουν αναπτυχθεί για να επιτρέπουν υψηλό, μεσαίο ή χαμηλό ηλιακό κέρδος. Η διαφορά μιας επιφάνειας συμβατικού γυαλιού απ' την επιφάνεια ενός Low-e γυαλιού γίνεται άμεσα αντιληπτή απ' τους συντελεστές εκπομπής αυτών. Το πρώτο έχει συντελεστή 0.84, δηλαδή το 84% της ακτινοβολίας που προσκρούει στην επιφάνεια του απορροφάται, ενώ το 16% μόνο ανακλάται. Αντιθέτως, το δεύτερο έχει συντελεστή 0.04, που σημαίνει ότι το 4% της ακτινοβολίας απορροφάται ενώ το 96% αντανακλάται.[35],[36]



Εικόνα 2.15: Λειτουργία Ενεργειακού Υαλοπίνακα [22]

2.4.3 Φυτευτό Δώμα

Από τις πιο ενδιαφέρουσες αρχιτεκτονικά και λειτουργικά προτάσεις είναι η διαμόρφωση κήπου πάνω στο δώμα, που μπορεί να κατασκευαστεί χωρίς καμία διαφοροποίηση στο σχεδιασμό του δώματος, αλλάζοντας ριζικά την μορφή του κτιρίου. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν αυτές οι εφαρμογές σε κτίρια ξενοδοχειακών μονάδων, γραφείων και κατοικιών σε αστικά κέντρα.[37]

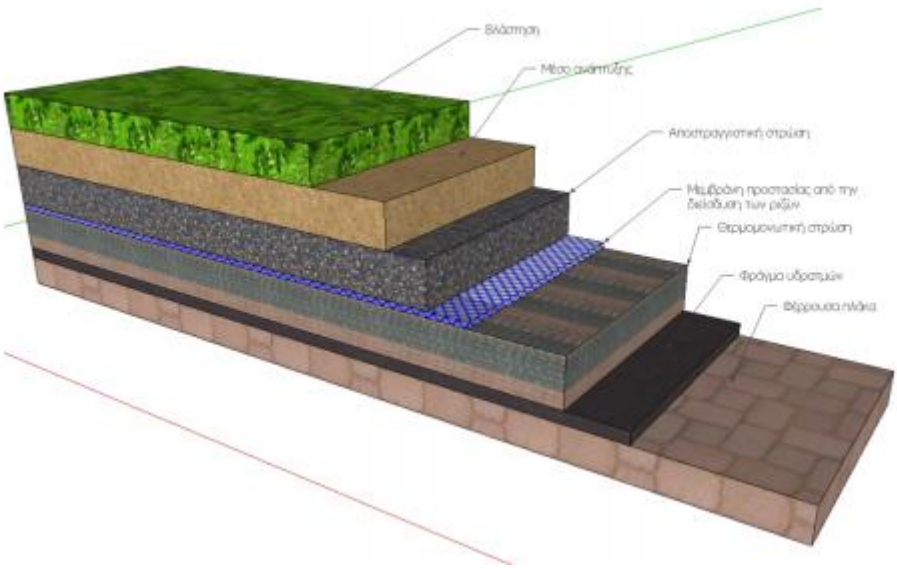
Φυτεμένο ή Πράσινο Δώμα ορίζεται το κομμάτι της επιφάνειας της οροφής κτιρίων, που καλύπτεται με φυτά σύμφωνα τις οδηγίες που δίνονται από κανονισμούς ή/και την εκάστοτε εθνική νομοθεσία και αποτελείται από την κατάλληλη υποδομή (αντιριζική μεμβράνη, αποστραγγιστικό σύστημα, φίλτρα, υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών), τα φυτά και το σύστημα άρδευσης. Τα φυτεμένα δώματα αναφέρονται και ως πράσινες στέγες, οροφόκηποι και green roofs. Οι απαιτήσεις αντοχής που τίθενται στο θερμομονωτικό υλικό όταν χρησιμοποιείται στο δώμα είναι αυξημένες και πολλαπλές.

Υπάρχουν τρεις τύποι φυτευτού δώματος :

1. **Εκτατικός τύπος**: Ο εκτατικός τύπος οργανώνεται σε πολυεπίπεδη διαστρωμάτωση με ελαφρύ υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών ύψους 10 -15εκ., το οποίο μαζί με το φυτικό υλικό δημιουργεί ένα μόνιμο οικοσύστημα, για τη συντήρηση του οποίου απαιτείται ελάχιστη φροντίδα. Το φορτίο κυμαίνεται από 70 -140 kg/m^2 κορεσμένο, και το ριζικό σύστημα των φυτών είναι επιφανειακό. Το περιορισμένο βάρος της κατασκευής στο σύνολο της επιτρέπει την εγκατάστασή της σχεδόν σε οποιαδήποτε οροφή με κλίση έως και 45°. Σε κλίσεις άνω των 20° είναι απαραίτητη η πρόσθετη χρήση κυψελών ή στοιχείων συγκράτησης του υποστρώματος. Ιδανικά για αυτό το είδος είναι τα φυτά χαμηλής βλάστησης, όπως φυτικοί τάπητες, αγριολούλουδα και φυτά εδαφοκάλυψης. Ο εκτατικός τύπος είναι ο πιο ενδεδειγμένος για τη βιοκλιματική εφαρμογή σε υφιστάμενα κτήρια. Για την επίτευξη των βέλτιστων αποτελεσμάτων σε επίπεδο ενεργειακής συμπεριφοράς είναι απαραίτητη η φυτοκάλυψη της επιφανείας των στεγών/δωμάτων σε ποσοστό 95%.

2. **Ημιεντατικός τύπος**: Αποτελείται από σύστημα υποδομής και ελαφρύ υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών ύψους 10 -25εκ., με κορεσμένο φορτίο 120-250 kg/ m^2 . Είναι ο ενδιάμεσος τύπος εντατικού και εκτατικού τύπου, εφαρμόζεται σε επικλινείς ή επίπεδες οροφές και απαιτεί συντήρηση (άρδευση, λίπανση, κλπ). Η ποικιλία των ειδών που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνει φυσικούς τάπητες, χλοοτάπητες, ποώδη φυτά και μικρούς/μεσαίους θάμνους.

3. **Εντατικός τύπος**: Συνίσταται στη δημιουργία ενός κήπου, με σύστημα υποδομής και υπόστρωμα ανάπτυξης ύψους 15 -150 εκ. και κορεσμένο φορτίο τουλάχιστον 250 kg/m^2 . Η πράσινη στέγη/φυτεμένο δώμα εντατικού τύπου απαιτεί τακτική συντήρηση (άρδευση, λίπανση, κλπ.) και περιλαμβάνει ποικιλία φυτών, μικρών δένδρων και θάμνων. Ο εντατικός τύπος φυτεμένου δώματος μπορεί να υποστηρίξει κατασκευές όπως μονοπάτια, στοιχεία νερού, συστήματα σκίασης κοκ. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εγκατάσταση εντατικού τύπου σε υφιστάμενα κτήρια είναι η εκπόνηση στατικής μελέτης.[38]



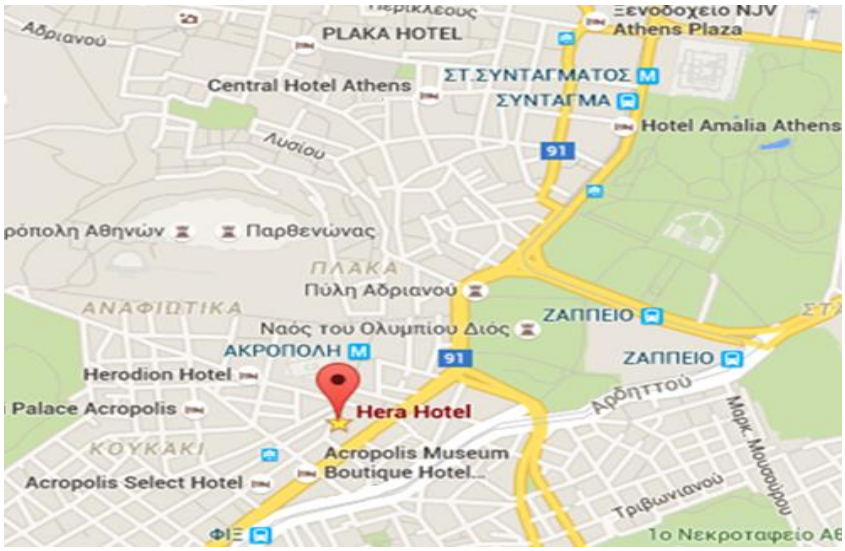
Εικόνα 2.16: Τυπική διαστρωμάτωση μιας φυτεμένης οροφής [23]

Τα φυτεμένα δώματα ως παθητική τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας εφαρμόζεται εδώ και πολλά χρόνια στο εξωτερικό. Μερικά από τα οφέλη αυτού του τρόπου θερμικής προστασίας του κτιριακού κελύφους είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, η ηχομόνωση, η βελτιστη διαχείρηση των ομβρίων υδάτων, η συγκράτηση της σκόνης, η ανάπλαση της χλωρίδας και της πανίδας, καθως και η αύξηση της αξίας της ιδιοκτησίας. [37]

3. Περιγραφή της υπό μελέτη ξενοδοχειακής μονάδας

3.1 Παρουσίαση του κτιρίου και της θέσης του

Το προς μελέτη κτίριο είναι ένα ξενοδοχείο τεσσάρων αστέρων, κλασικού τύπου, με την εμπορική ονομασία Hera Hotel και βρίσκεται στο ιστορικό κέντρο της Αθήνας, στους πρόποδες του λόφου της Ακρόπολης. Η κύρια όψη του ξενοδοχείου είναι επί της οδού Φαλήρου στον αριθμό 9 με συντεταγμένες 37°58'2" N (γεωγραφικό πλάτος) και 23°43'44.6"E (γεωγραφικό μήκος), και ο άξονάς του είναι προσανατολισμένος βορειοδυτικά, με απόκλιση από τον Βορρά κατά 19,43°. Απέχει 9,26 χλμ από το λιμάνι του Πειραιά και 42,60 χλμ από τον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών ''Ελευθέριος Βενιζέλος''. Ο επισκέπτης του ξενοδοχείου έχει άμεση πρόσβαση σε όλα τα συγκοινωνιακά μέσα οπουδήποτε και αν επιθυμεί να κατευθυνθεί, καθώς ο σταθμός του Μετρό στην Ακρόπολη βρίσκεται σε απόσταση μόλις 150 μέτρων. Παράλληλα, το ξενοδοχείο βρίσκεται σε μικρή απόσταση σε σχέση με τους πλούσιους πόρους πολιτιστικής κληρονομιάς που διαθέτει η Αθήνα, συμπεριλαμβανομένων μουσείων και αρχαιολογικών μνημείων (ενδεικτικά απέχει 150 μέτρα από το νέο μουσείο της Ακρόπολης και 510 μέτρα από τον Παρθενώνα). Ο Δήμος Αθηναίων παρουσιάζει έντονο τουριστικό ενδιαφέρον όχι μόνο για την πληθώρα αρχαιολογικών χώρων και μουσείων αλλά και για τα αξιοθέατα του, όπως ο Εθνικος Κήπος. Επίσης, χαρακτηρίζεται για την ιδιαίτερα ανεπτυγμένη αγορά, τα εμπορικά καταστήματα, τους πόλλους χώρους εστίασης, την έντονη νυχτερινή ζωή και το μεγάλο αριθμό τουριστικών καταλυμάτων (συγκεκριμένα σημειώθηκαν περισσότερες από 27.000 κλίνες κύριων τουριστικών καταλυμάτων το 2015, οι οποίες αντιστοιχούν σε περίπου 46% της περιφέρειας Αττικής και περίπου 3,5% της Ελλάδας). [39]



Εικόνα 3.1: Γεωγραφική θέση της υπό μελέτη ξενοδοχειακής μονάδας[24]

3.2 Γενικά στοιχεία ξενοδοχείου

Το ξενοδοχείο κατασκευάστηκε το έτος 1979 και το έτος 1981 λειτούργησε για πρώτη φορά, ενώ το έτος 2002 σταμάτησε να λειτουργεί λόγω ανακαίνισης και επαναλειτούργησε το 2004. Διαθέτει 38 δωμάτια και είναι δυναμικότητας 73 κλινών. Το οικόπεδο καταλαμβάνει συνολικά 390.92 m^2 και ο προσανατολισμός του είναι βορειοδυτικός. Το κτίριο συνορεύει σε όλη τη βορεινή του πλευρά με άλλο κτίριο,ομοίως και στη νότια μέχρι το ύψος των 10 περίπου μέτρων, ενώ στα ανατολικά δεν έρχεται σε επαφή με άλλο κτριο .Τα δυτικά όριά του είναι παρακείμενα της οδού πρόσβασης, που είναι η ασφαλτοστρωμένη Φαλήρου, πλάτους 20 μέτρων. Παρακάτω παρατίθενται μερικές φωτογραφίες του ξενοδοχείου (Εικόνες 3.2, 3.3).

Εικόνα 3.2: Λήψη εικόνας από Google Earth[25]

Εικονα 3.3: Πρόσοψη ξενοδοχείου επί της οδού Φαλήρου(Google Earth)[26]

Εικόνα 3.4: Είσοδος ξενοδοχειακής μονάδας [27]

Το ξενοδοχείο καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια για το φωτισμό, τη λειτουργία του ηλεκτρικού εξοπλισμού και τον κλιματισμό, για τη θέρμανση των χώρων του χρησιμοποιεί πετρέλαιο και φυσικό αέριο, ενώ η θέρμανση του νέρου γίνεται με boiler κεντρικής θέρμανσης. Σύστημα κλιματισμού υπάρχει σε όλα τα δωμάτια, στους κοινόχρηστους χώρους, πλην των διαδρόμων, και στο εστιατόριο-μπαρ. Οι υπόλοιποι χώροι, εκτός απ'αυτούς του υπογείου, διαθέτουν επαρκή αριθμό ανοιγμάτων τα οποία παραμένουν ανοιχτά σχεδόν όλες τις ώρες της ημέρας (ανάλογα με το χώρο στον οποίο βρίσκονται τα ανοίγματα) προσφέροντας στο κτίριο διαμπερή φυσικό δροσισμό. Με τον τρόπο αυτό απομακρύνεται αποτελεσματικά η αποθηκευμένη θερμότητα από τα δομικά στοιχεία και από το εσωτερικό του κτιρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον. Επίσης, απαλλάσσεται ο εσωτερικός αέρας από ρύπους και οσμές αφού ανανεώνεται διαρκώς, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα διαβίωσης για τους παρευρισκόμενους στο κτίριο. Από ερωτηματολόγιο που δόθηκε στη διεύθυνση του ξενοδοχείου και συμπληρώθηκε από τον υπεύθυνο του λογιστηρίου, παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα οι μηνιαίες συνολικές καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας σε KWh για το έτος 2015.

Μήνες	Κατανάλωση ηλεκρτικής ενέργειας (kWh)
Ιανουάριος	62.230,54
Φεβρουάριος	46.351,88
Μάρτιος	42.385,42
Απρίλιος	45.192,02
Μάιος	43.285,54
Ιούνιος	51.937,94
Ιούλιος	64.339,93
Αύγουστος	64.616,15
Σεπτέμβριος	59.344,21
Οκτώβριος	55.545,75
Νοέμβριος	60.417,46
Δεκέμβριος	53.805,65
Σύνολο	649.452,49

Πίνακας 3.1: Συνολικές καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας

3.3 Περιγραφή χώρων ξενοδοχείου

Το ξενοδοχείο αποτελείται από δύο υπόγεια, το ισόγειο, έναν ημιόροφο, πέντε ορόφους και ένα δώμα που επικοινωνούν μεταξύ τους με κλιμακοστάσια και δύο ανελκυστήρες (ένας για τους πελάτες και ένας για το προσωπικό) σε όλες τις στάθμες του. Το πρώτο υπόγειο καταλαμβάνει συνολικό χώρο 32.183 m^2 και περιλαμβάνει τους χώρους που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2 με τα αντίστοιχα εμβαδά τους.

Χώροι Β' Υπογείου	Εμβαδόν (m^2)
Λεβητοστάσιο	14,206
Γενική Αποθήκη	9,708
Αποθήκη Καυσίμων	4,9656
Δεξαμενή Νερού	3,303

Πίνακας 3.2: Χώροι Β' Υπογείου

Το δεύτερο υπόγειο εκτείνεται σε συνολική επιφάνεια 390.92 m^2 και όλοι οι χώροι μαζί παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.3 αναλυτικά.

Χώροι Α' Υπογείου	**Εμβαδόν (m^2)**
Χώρος Στάθμευσης	256,194
Αποθήκη τροφίμων	12,385
Κάβα	5,729
Αποθήκη Επίπλων	14,78
Βεστιάριο	3,88
WC	7,776
Αποδυτήρια	18,554
Πλυντήριο-Στεγνωτήριο	6,592
Μηχανοστάσιο	5,94
Δεξαμενή Νερού	26,84
Διάδρομοι	19,251
Κλιμακοστάσιο-Ανελκυστήρες	12,99

Πίνακας 3.3: Χώροι Α' Υπογείου

Το ισόγειο καταλαμβάνει ομοίως 390,92m^2 και περιλαμβάνει τους χώρους που αναφέρονται στον Πίνακα 3.4

Χώροι Ισογείου	**Εμβαδόν (m^2)**
Είσοδος- Reception	71,836
Εστιατόριο-Bar	79,66
Αποθήκη	2,977
Κουζίνα	41,463
Ανελκυστήρες	5,049
WC	16,347
Κλίμακα Διαφυγής	9,828
Κλιμακοστάσιο	17,067
Βοηθητικός Ακάλυπτος Χώρος	57,471
Πέργκολα	89,217

Πίνακας 3.4: Χώροι Ισογείου

Ο ημιόροφος με επιφάνεια εμβαδού 123,622 m^2 περιλαμβάνει τους κάτωθι χώρους (Πιν. 3.5.)

Χώροι Ημιορόφου	**Εμβαδόν (m^2)**
Γραφεία	28,675
Εστιατίριο Πρωινού	49,114
Ανελκυστήρες	5,176
Αποθήκη	1,974
Κλιμακοστάσιο	20,682
Κλίμακα Διαφυγής	9,828
Διάδρομος Προσωπικού	8,173

Πίνακας 3.5: Χώροι Ημιορόφου

Το εμβαδόν του Α' ορόφου είναι 238,81 m^2 και οι χώροι του καταγράφονται στον πίνακα 3.6.

Χώροι Α' Ορόφου	**Εμβαδόν (m^2)**
Δωμάτια	180,8107
Διάδρομος	25,975
Λινοθήκη	0,74
Γραφείο	1,6383
Κλιμακοστάσιο	6,344
Ανελκυστήρες	5,176
Κλίμακα Διαφυγής	9,828
Μπαλκόνια	13,474

Πίνακας 3.6: Χώροι Α' ορόφου

Ομοίως, ο Β΄όροφος καταλαμβάνει 238,81 m^2, και οι χώροι του παρουσιάζονται στον πίνακα 3.7.

Χώροι Β' Ορόφου	**Εμβαδόν (m^2)**
Δωμάτια	182,3131
Διάδρομος	25,975
Λινοθήκη-Αποθήκη	2,09
Γραφείο	1,6383
Κλιμακοστάσιο	6,344
Ανελκυστήρες	5,176
Κλίμακα Διαφυγής	9,828
Μπαλκόνια	10,6216

Πίνακας 3.7 : Χώροι Β' Ορόφου

Ο Γ’ όροφος έχει κι αυτός εμβαδόν 238,81 m^2, περιέχοντας τους εξής χώρους (πίνακας 3.8):

Χώροι Γ’ Ορόφου	**Εμβαδόν (**m^2**)**
Δωμάτια	182,3131
Διάδρομος	25,975
Λινοθήκη-Αποθήκη	2,09
Γραφείο	1,6383
Κλιμακοστάσιο	6,344
Ανελκυστήρες	5,176
Κλίμακα Διαφυγής	9,828
Μπαλκόνια	10,6216

Πίνακας 3.8: Χώροι Γ’ Ορόφου

Ίδιο εμβαδόν καταλαμβάνει και ο Δ’ όροφος (238,81 m^2), ενώ οι χώροι του παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.9)

Χώροι Δ’ Ορόφου	**Εμβαδόν (**m^2**)**
Δωμάτια	182,3131
Διάδρομος	25,975
Λινοθήκη-Αποθήκη	2,09
Γραφείο	1,6383
Κλιμακοστάσιο	6,344
Ανελκυστήρες	5,176
Κλίμακα Διαφυγής	9,828
Μπαλκόνια	10,6216

Πίνακας 3.9: Χώροι Δ’ ορόφου

Αντίστοιχα,ο Ε’ όροφος εκτείνεται σε εμβαδον 238,81 m^2 και όλοι οι χώροι περιέχονται στον Πίνακα 3.10:

Χώροι Ε’ Ορόφου	**Εμβαδόν (**m^2**)**
Δωμάτια	148,0297
Διάδρομος	25,975
Λινοθήκη-Αποθήκη	2,09
Γραφείο	1,6383
Κλιμακοστάσιο	6,344
Ανελκυστήρες	5,176
Κλίμακα Διαφυγής	9,828
Μπαλκόνια-Βεράνες	39,729

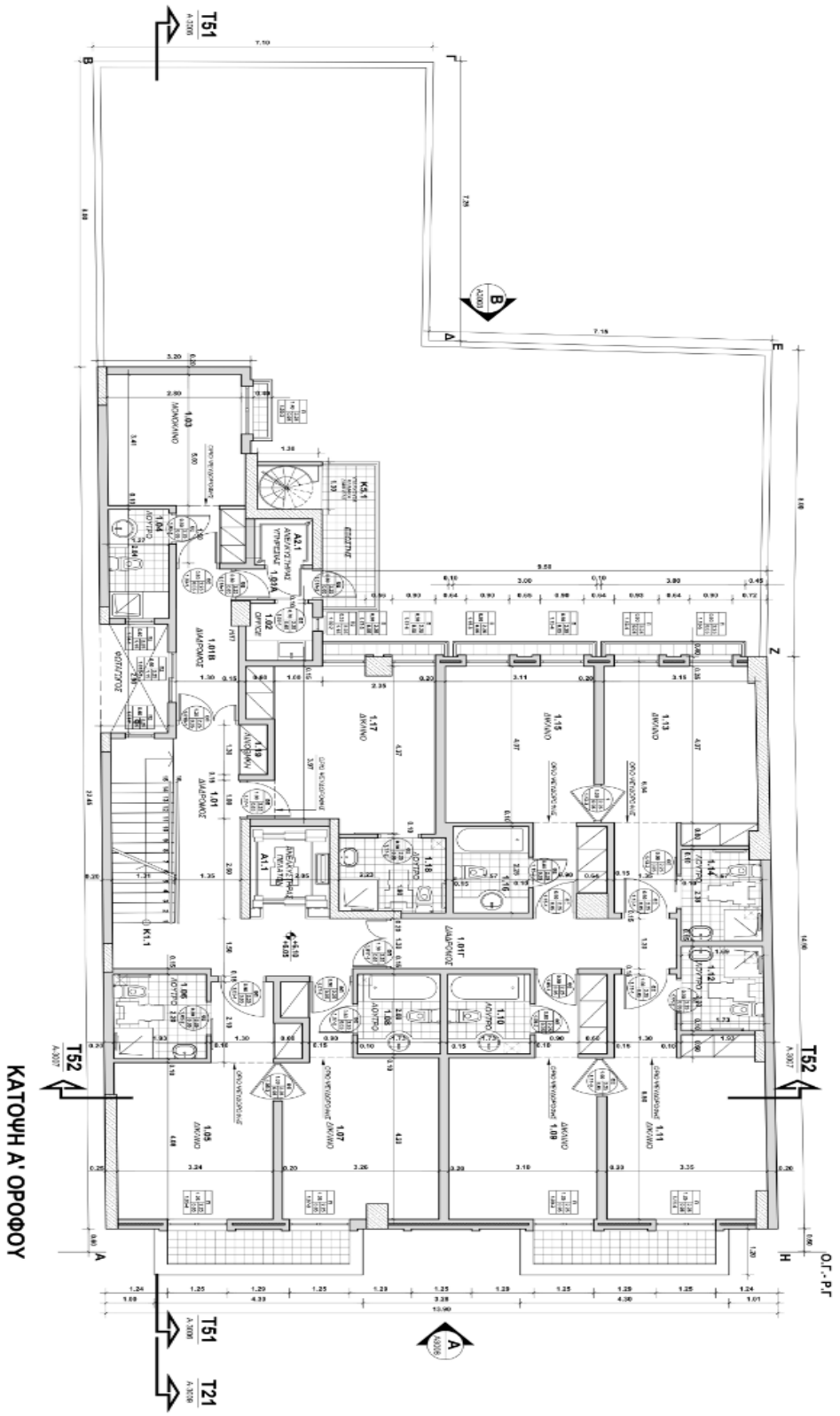
Πίνακας 3.10: Χώροι Ε’ ορόφου

Τέλος, η τάρατσα του ξενοδοχείου καταλαμβάνει 246,037 τετρ.μέτρα και απαρτίζαται από τους ακόλουθους χώρους (Πίνακας 3.11):

Χώροι Ταράτσας	**Εμβαδόν (**m^2**)**
Roof Garden-Bar	203,56
WC	6,0336
Διάδρομος	15,33
Κλιμακοστάσιο	6,11
Κλίμακα Διαφυγής	9,828
Ανελκυστήρες	5,176

Πίνακας 3.11: Χώροι ταράτσας

Ενδεικτικά, στην Εικόνα 3.4 παρουσιάζεται το σχέδιο της κατόψεως του Α’ ορόφου.



Εικόνα 3.4: Κάτοψη Α’ ορόφου.

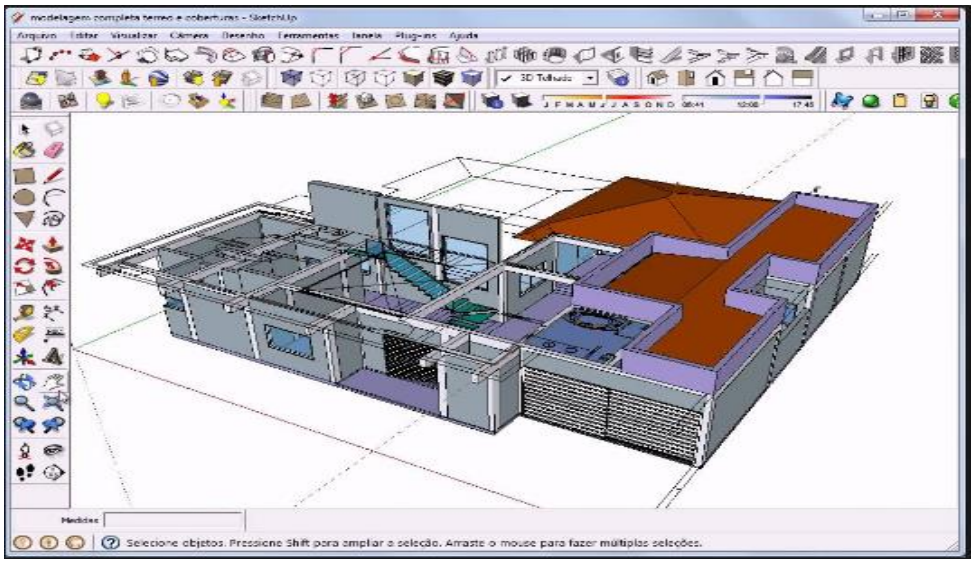
4. Προσομοίωση της Ξενοδοχειακής Μονάδας

4.1 Περιγραφή των λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν

Τα λογισμικά που χρειάστηκαν στην παρούσα φάση της διπλωματικής εργασίας, με τη σειρά χρήσης τους, είναι: το SketchUp Make 2015 ((version 15.3.330 – 32-bit)), το Legacy Open Studio plug-in for SketchUp (version 1.8.0) και το Energy Plus (version 8.3.0). Παρακάτω ακολουθεί αναλυτική περιγραφή τους.

4.1.1 SketchUp και Legacy Open Studio plug-in

Το SketchUp είναι ένα πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης ευρείας χρήσης, με εφαρμογές αξιοποιήσιμες τόσο στην αρχιτεκτονική, την εσωτερική διακόσμηση, τις ταινίες και το σχεδιασμό βιντεοπαιχνιδιών, όσο και από πολιτικούς και μηχανολόγους μηχανικούς. Το Open Studio αποτελεί μια πλατφόρμα εργαλείων λογισμικού για την υποστήριξη της ενεργειακής προσομοίωσης ενός κτιρίου. Η λειτουργία Legacy Open Studio plug-in που προσφέρει το λογισμικό Open Studio αποτελεί ένα μέσο γραφικής ενεργειακής μοντελοποίησης που υποστηρίζεται και ''φιλοξενείται'' στον περιβάλλοντα χώρο του SketchUp με τη μορφή μια επιπρόσθετης ''ηλεκτρονικής εργαλειοθήκης''. Κατά το σχεδιασμό της γεωμετρίας στο περιβάλλον του SketchUp γίνεται συνδυασμός τόσο των εργαλείων του, όσο και αυτών του Legacy Open Studio plug-in· το τελευταίο, με το που σχεδιάζει ο χρήστης μια επιφάνεια, μετατρέπει αυτομάτως το αρχείο αυτό σε μορφή (.idf) αναγνώσιμη από το Energy Plus.



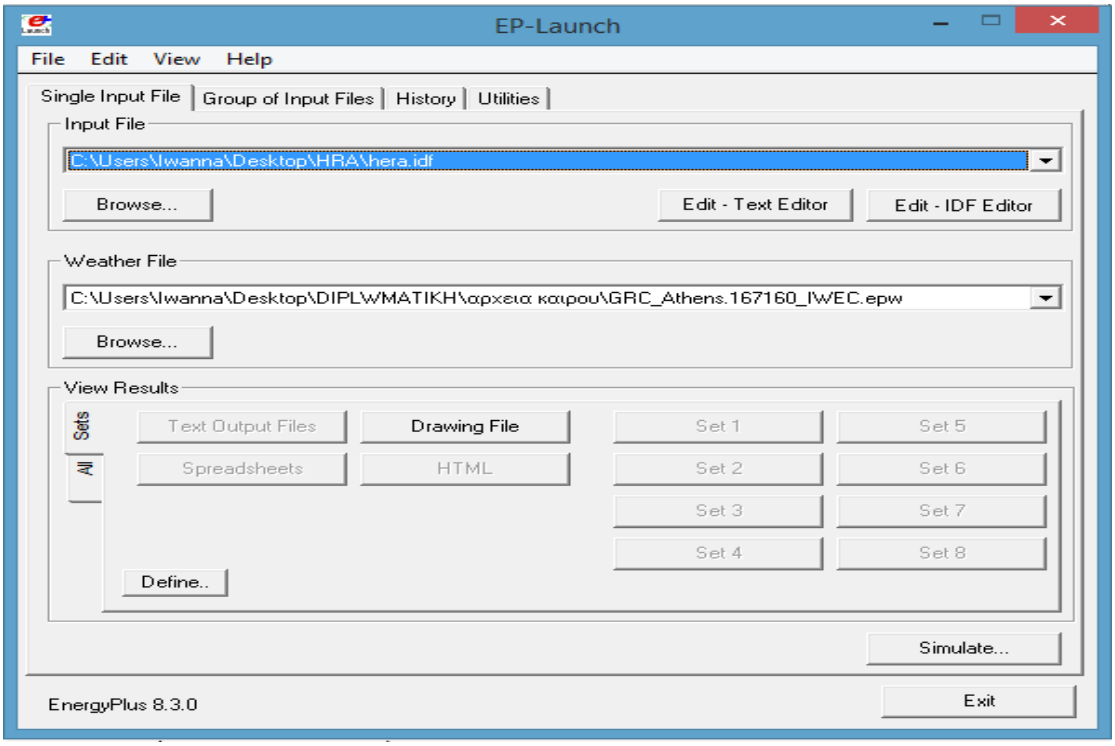
Εικόνα 4.1: Πρόγραμμα Sketch up με τα εργαλεία του Legacy Open Studio plug-in[28]

4.1.2 Energy Plus

Το Energy Plus είναι ένα πρόγραμμα ενεργειακής προσομοίωσης (Θερμικού φορτίου και ενεργειακής ανάλυσης), το οποίο χρησιμοποιείται από μηχανικούς, αρχιτέκτονες και ερευνητές προκειμένου να μοντελοποιήσουν την ενέργεια και τη χρήση νερού ενός κτιρίου προς βελτιστοποίηση του σχεδιασμού του, ώστε να αποφέρει ενεργειακά οφέλη. Εκδίδεται από το τμήμα ενέργειας της Αμερικανικής Κυβέρνησης και είναι προγραμματισμένο σε γλώσσα FORTRAN. Πιο συγκεκριμένα, το πρόγραμμα αυτό διαθέτει ένα μέγαλο εύρος παραμέτρων προς μελέτη και ανάλυση ,όπως ο φωτισμός, το σύστημα θέρμανσης/ψύξης, ο αερισμός κι άλλες ροές ενέργειας, γεγονός που οδηγεί τελικώς σε μια αρκετά αντιπροσωπευτική προσομοίωση του κτιρίου.

Για την κτιριακή προσομοίωση, το Energy Plus διαθέτει, μεταξύ άλλων, δύο υποπρογράμματα, το IDF Editor και το EP-Launch, τα οποία συντελούν στη δημιουργία – επεξεργασια αρχείων εισόδου και την εκτέλεση των προσομοιώσεων αντίστοιχα.

Το EP-Launch είναι μια κονσόλα που επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει τα αρχεία εισόδου που επιθυμεί να εκτελεστούν, μορφής .idf, (όπως αυτό που δημιουργήθηκε από τη ''συνεργασία'' των SketchUp και Legacy Open Studio plug-in) καθώς και αρχεία καιρού.



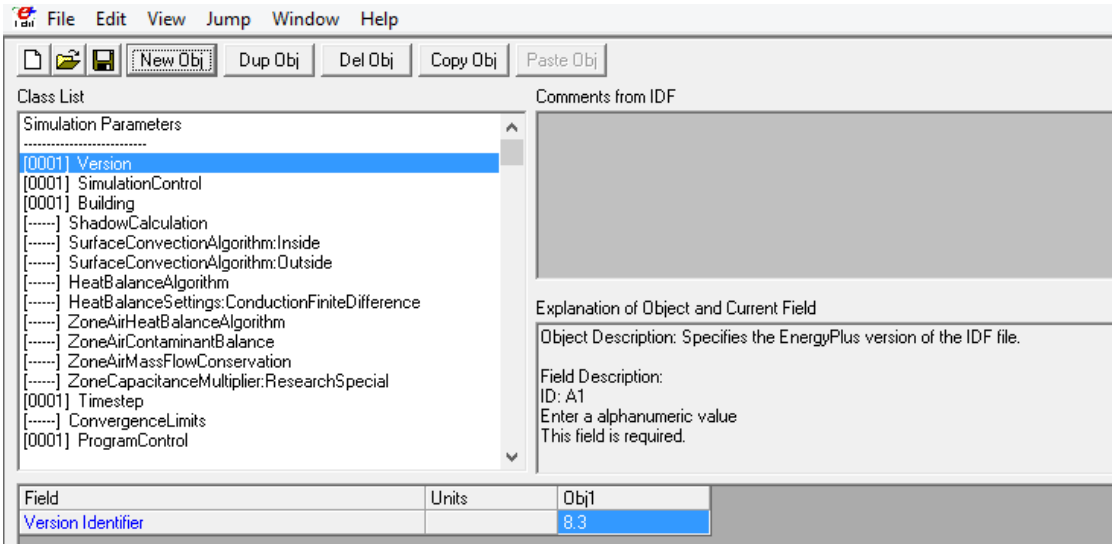
Εικόνα 4.2: Υποπρόγραμμα EP-Launch του Energy Plus

Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και στην είκονα 4.2, στο πεδίο Input File, ο χρήστης μπόρει να εισαγάγει το αρχείο idf που έχει δημιουργήσει και να το επεξεργαστεί με δυο τρόπους: είτε μέσω γλώσσας προγραμματισμού (Edit-Text Editor) είτε με τη μορφή idf (Edit- IDF Editor) . Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει ένα αρχείο καιρού (Weather File) , το οποίο περιέχει πληροφορίες για τις μετεωρολογίκες συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή του υπό μελέτη κτιρίου.

Εικόνα 4.3: Αρχεία Καιρού προγράμματος Energy Plus

Τα αρχεία καιρού ειναι διαθέσιμα στην διαδικτυακή σελίδα του προγράμματος και αφορούν σε πολλές περιοχές ανά τον κόσμο. Για την Ελλάδα, τα αρχεία που υπάρχουν αναφέρονται σε τρεις περιοχές της: την Αθήνα,τη Θεσσαλονίκη και την Ανδραβίδα, όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα. Το κτίριο που μελεταται βρίσκεται στο κέντρο της Αθήνας, επομένως επιλέχθηκε το αντίστοιχο αρχείο καιρού.

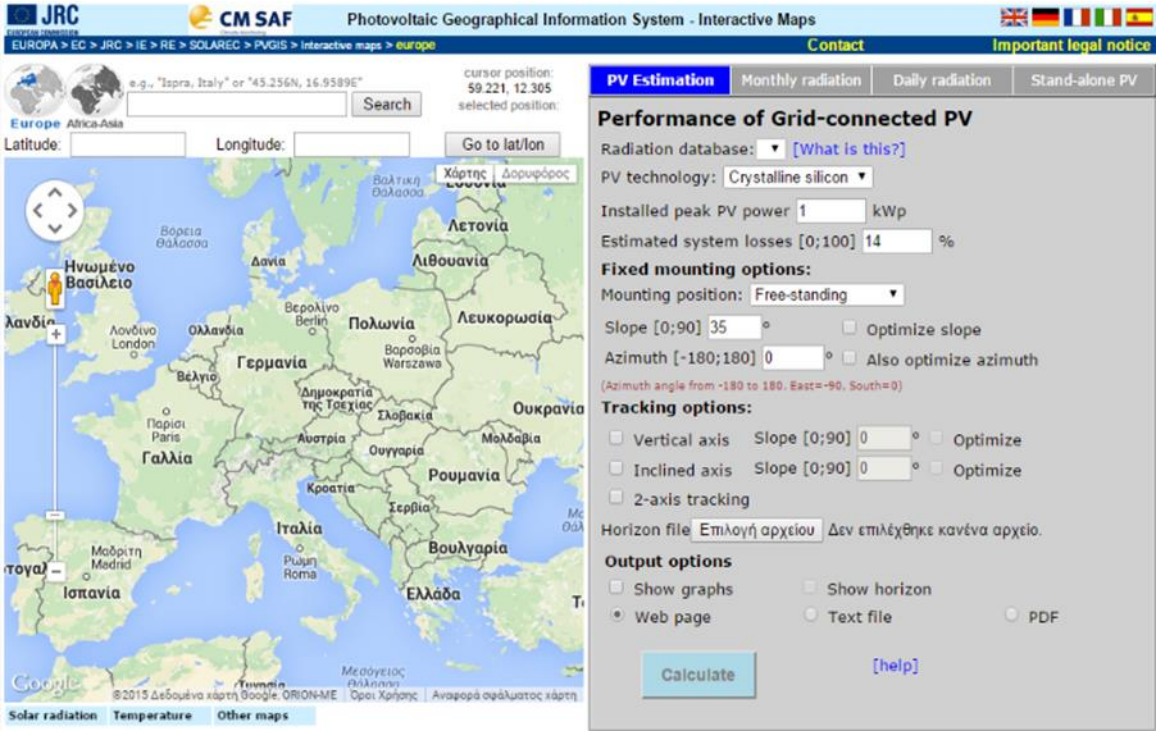
Στην επόμενη εικόνα (4.4), παρουσιάζεται το Edit- IDF Editor καθώς και μέρος της λίστας στοιχείων του, που δείχνει πώς ταξινομούνται οι διάφορες παράμετροι/υποκατηγορίες (classes) σε ευρύτερες κατηγορίες (group). Κατ' αυτόν τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να επιλέξει οποιαδήποτε παράμετρο από τη λίστα και να εισάγει τις αντίστοιχες πληροφορίες για το κτίριο που μελετάει. Όταν συμπληρωθούν τα αρχεία και η λίστα παραμέτρων, ο χρήστης επιστρέφει στο EP-Launch και επιλέγοντας την εντολή 'Simulate' γίνεται η ενεργειακή προσομοίωση.



Εικόνα 4.4: Υποπρόγραμμα IDF Editor του Energy Plus

4.1.3 Πρόγραμμα PVGIS

Επί της ουσίας, πρόκειται για μία σελίδα στο διαδίκτυο, μέσω της οποίας δίνεται η δυνατότητα να εκτιμηθεί η ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκά πάνελ, ή από ολόκληρο φωτοβολταϊκό πάρκο. Στην καρτέλα '*PV Estimation*' εισάγονται οι συντεταγμένες του κτιρίου στο οποίο θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταϊκά, ή της περιοχής που θα κατασκευαστεί το πάρκο. Επίσης, άλλα δεδομένα, όπως η ισχύς των φωτοβολταϊκών, η κλίση αυτών κ.λ.π. είναι απαραίτητα. Μέσω της επιλογής 'Calculate' , γίνεται ο υπολογισμός και τα αποτελέσματα εξάγονται σε διάφορες μορφές, όπως υπό τη μορφή 'text file'.



Εικόνα 4.5: Πρόγραμμα PVGIS[29]

4.2 Δημιουργία τρισδιάστατου μοντέλου

Το πρώτο βήμα αυτής της διαδικασίας ήταν να χωριστεί η ξενοδοχειακή μονάδα σε θερμικές ζώνες. Ως θερμική ζώνη, σύμφωνα με τους κανονισμούς που περιέχει η Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, βλ. Παράρτημα Α), ορίζεται το σύνολο των χώρων μέσα στο κτίριο με όμοιες απαιτούμενες εσωτερικές συνθήκες, με παρόμοια χρήση, ίδιο προφίλ λειτουργίας ή/και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Ο διαχωρισμός των κτιρίων σε θερμικές ζώνες αποτελεί σημαντικό κομμάτι του ενεργειακού τους σχεδιασμού καθώς και τεχνική ορθολογικής χρήσης ενέργειας, και αφορά δύο επίπεδα:

- Τον ορθολογικό αρχιτεκτονικό σχεδιασμό βάσει ενεργειακών κριτηρίων (π.χ. βιοκλιματικό σχεδιασμό)
- Το σχεδιασμό και τη λειτουργία των μηχανολογικών συστημάτων θέρμανσης/ψύξης.

Και στις δύο περιπτώσεις είναι σημαντική η δυνατότητα χωροθέτησης των λειτουργιών των κτιρίων ανάλογα με τις ενεργειακές τους απαιτήσεις. Οι ενεργειακές απαιτήσεις εξαρτώνται από τη λειτουργία/χρήση του κτιρίου και τις αντίστοιχες απαιτήσεις σε θερμικές και άλλες συνθήκες

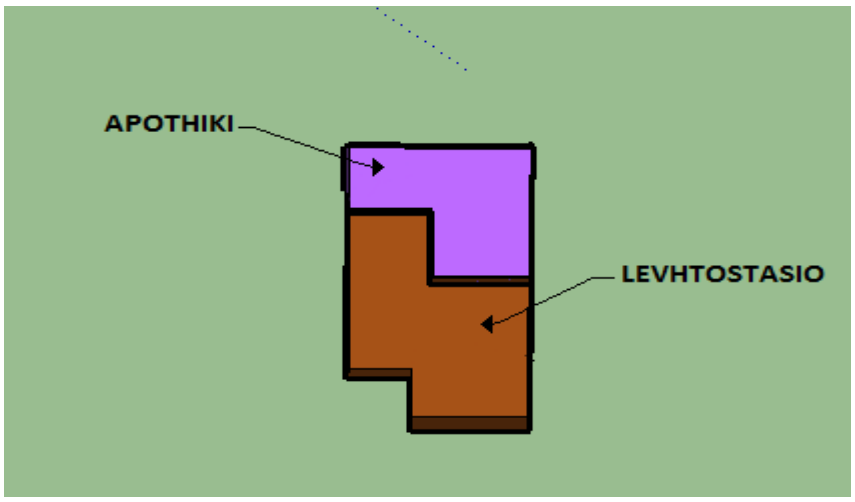
(θερμοκρασία, ποιότητα αέρα, φωτισμό, κ.ά.), τα εσωτερικά θερμικά κέρδη, τα ωράρια λειτουργίας, κ.ο.κ.

Δύο βασικά στοιχεία που πρέπει να εξεταστούν κατά τον καθορισμό και τη χωροθέτηση των θερμικών ζωνών ενός κτιρίου είναι:

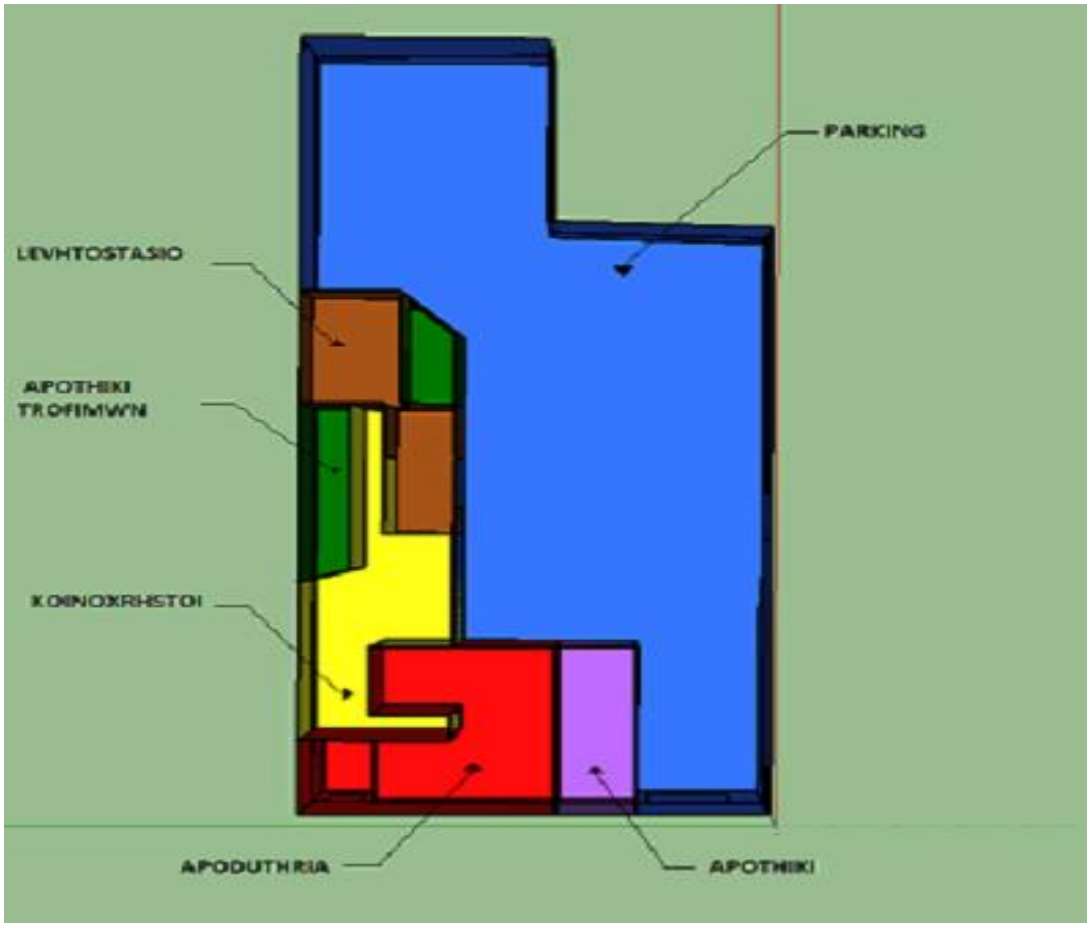
- η διαφορετική έκθεση των τμημάτων του κτιρίου στην ηλιακή ακτινοβολία και
- η χρήση του κάθε χώρου

Γενικά, ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες εναπόκειται στην ευχέρεια του επιθεωρητή. Η ακρίβεια των υπολογισμών για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου δεν επηρεάζεται σημαντικά από το διαχωρισμό του κτιρίου σε περισσότερες θερμικές ζώνες από αυτές που προκύπτουν από την εφαρμογή των παραπάνω κριτηρίων.[40] Ως εκ τούτου, καλό είναι ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος. Επομένως, το κτίριο χωρίστηκε σε 12 αυτόνομες θερμικές ζώνες. Στους Α, Β, Γ, Δ ορόφους, τα δώματια που περιλαμβάνουν (χώροι παρόμοιας χρήσης), χωρίστηκαν με βάση τον προσανατολισμό τους σε ανατολικά και δυτικά. Η είσοδος και το σαλόνι του ξενοδοχείου καθώς και οι διάδρομοι και τα κοινόχρηστα WC αποτελούν τη θερμική ζώνη των κοινόχρηστων χώρων. Η θερμική ζώνη 'Κλιμακοστάσιο' περιέχει τις σκάλες σε καθε όροφο του κτιρίου, όμοια με τα 'Γραφεία', που περιλαμβανουν το κεντρικό γραφείο στον ημιόροφο και τα μικρά γραφεία που υπάρχουν στους Α, Β, Γ και Δ ορόφους. Ως 'Εστιατοριο-Μπαρ' χαρακτηρίστηκαν οι αίθουσες όπου σερβίρονται τα γεύματα και τα πότα, μαζί με τον χώρο του καφέ. Ξεχώριστή ζώνη αποτέλεσε η κουζίνα, ενώ οι αποθήκες τροφίμων διαχωρίστηκαν απο τις αποθήκες λόγω των διαφορετικών ηλεκτρομηχανολογικών τους προδιαγραφών. Τέλος, το πλήθος των θερμικών ζωνών του κτιρίου συμπληρώνεται από τη ζώνη των αποδυτηρίων, αυτή του χώρου στάθμευσης και του λεβητοστασίου.

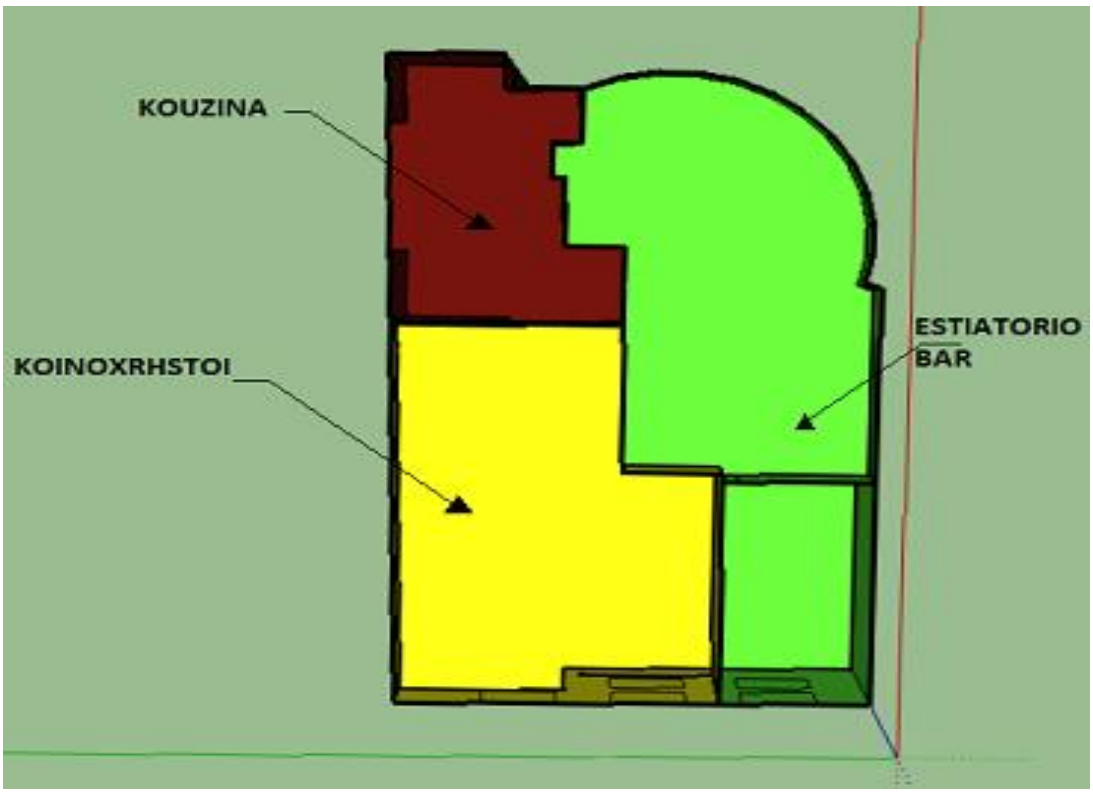
Ακολουθούν εικόνες στις οποίες φαίνονται οι θερμικές ζώνες κάθε ορόφου ξεχωριστά, όπως αυτές εισήχθησαν στο Sketch up (υπενθυμίζεται ότι στο SketchUp εισήχθησαν μόνο οι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου).



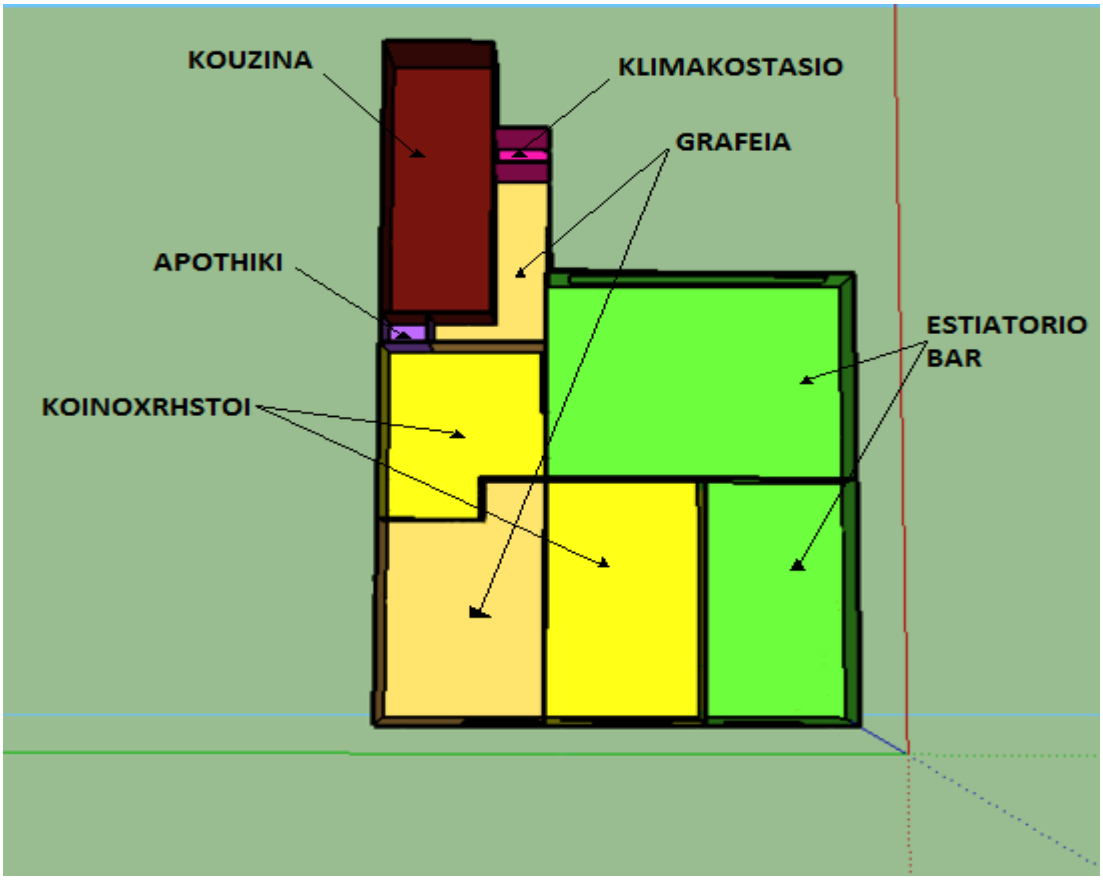
Εικόνα 4.6: Θερμικές Ζώνες Β' υπογείου



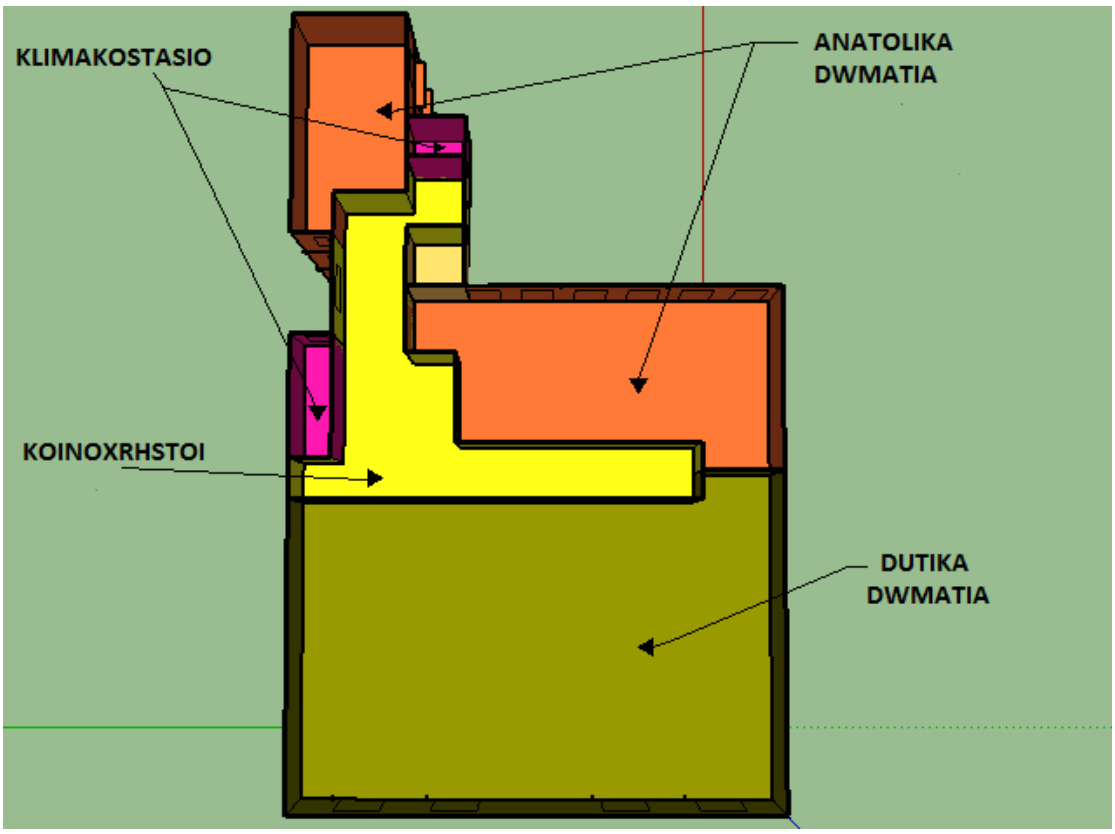
Εικόνα 4.7: Θερμικές Ζώνες Α' υπογείου



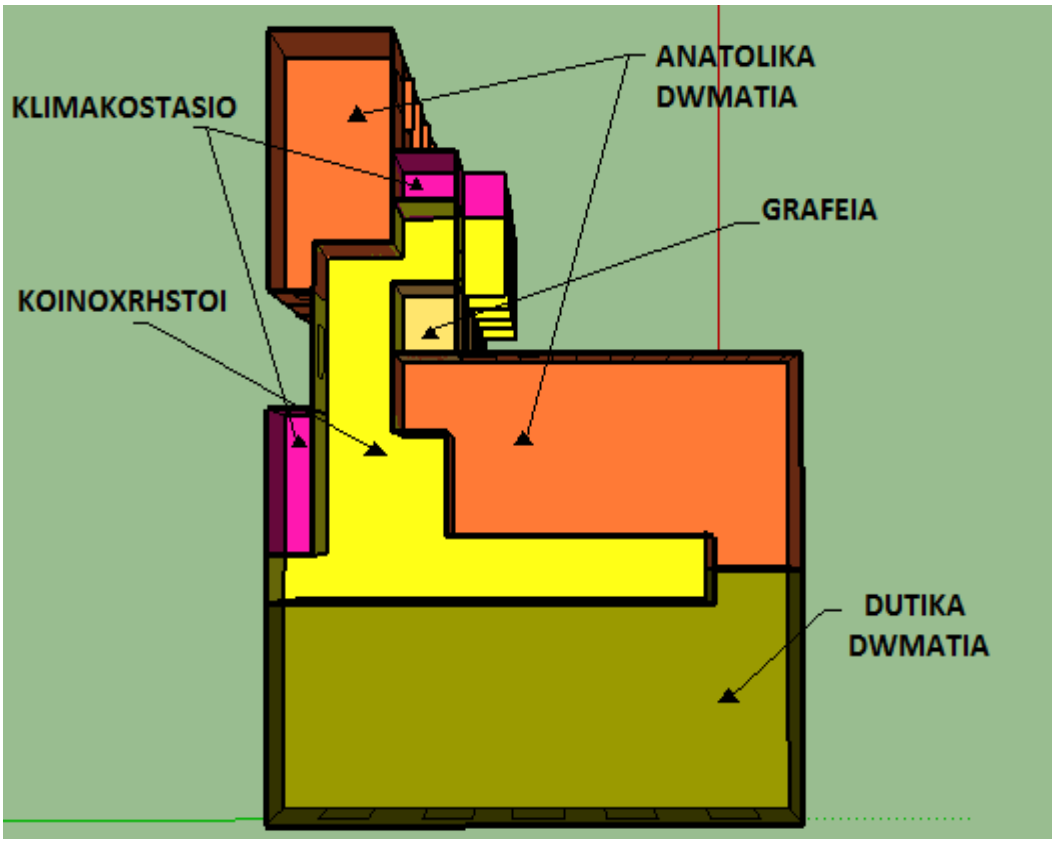
Εικόνα 4.8: Θερμικές Ζώνες Ισογείου



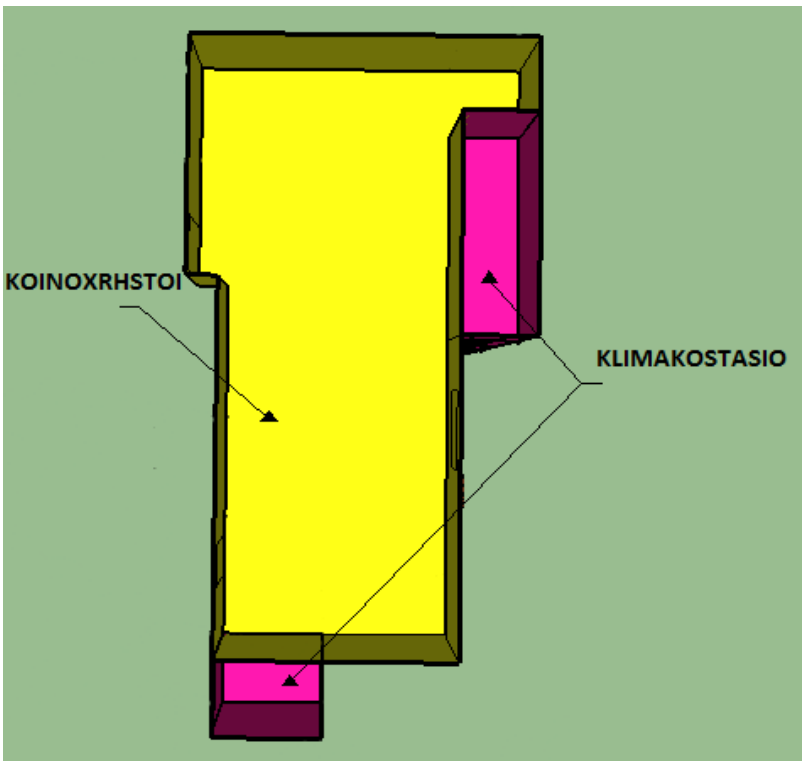
Εικόνα 4.9: Θερμικές Ζώνες Ημιορόφου



Εικόνα 4.10: Θερμικές Ζώνες Α’, Β’, Γ’, Δ’ ορόφων

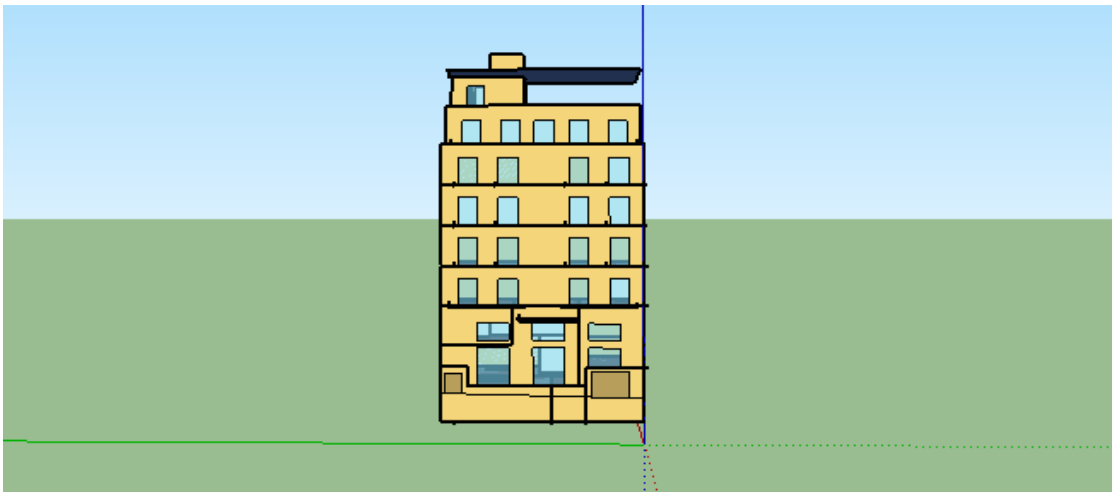


Εικόνα 4.11: Θερμικές Ζώνες Ε’ ορόφου



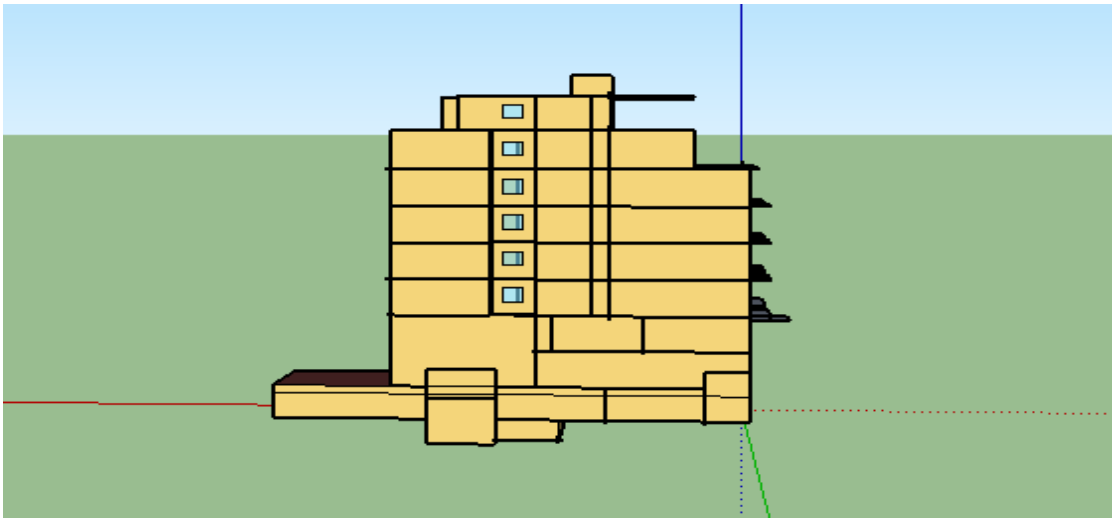
Εικόνα 4.12: Θερμικές Ζώνες Δώματος

Επόμενο βήμα σχεδίασης ήταν η αποτύπωση του κτιρίου στο SketchUp σύμφωνα με τον προσανατολισμό του. Το SketchUp διαθέτει ένα σύστημα τριών αξόνων, τον μπλε, τον κόκκινο και τον πράσινο που αντιστοιχούν στο ύψος, το μήκος και το πλάτος αντίστοιχα, με τον πράσινο άξονα να έχει φορά προς το Βορρά. Σύμφωνα με τα παραπάνω, το ξενοδοχείο σχεδιάστηκε κατά μήκος του πράσινου άξονα με τη νότια όψη να εκτείνεται παράλληλα στον κόκκινο άξονα και στην αρχή των αξόνων. Το τρισδιάστατο ολοκληρωμένο μοντέλο που προέκυψε φαίνεται στις Εικόνες 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17 και 4.18.



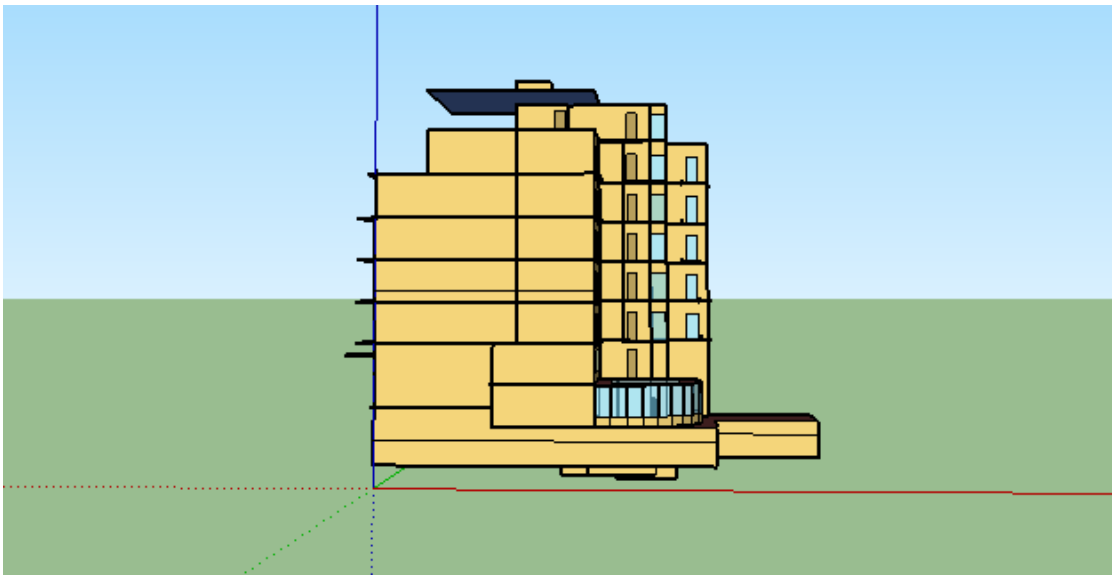
Εικόνα 4.13: Δυτική όψη ξενοδοχείου (πρόσοψη)

Στην εικόνα φαίνεται η δυτική όψη της ξενοδοχειακής μονάδας, η οποία αποτελεί και την κύρια είσοδο του κτίριου. Τα ανοίγματα ,τα οποία τοποθετήθηκαν εκ των υστέρων, είναιι συνολικά 30 , εκ των οποίων τα 4 είναι πόρτες.

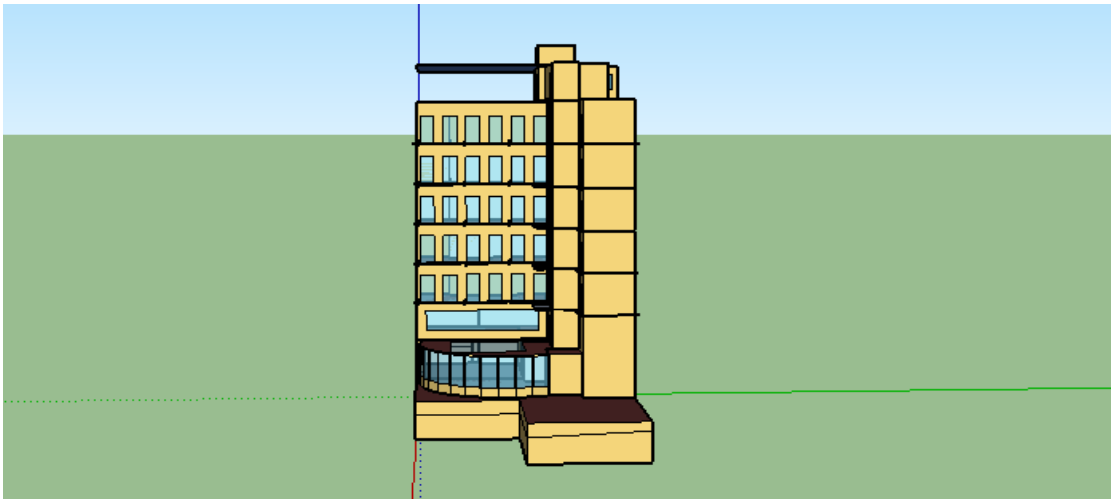


Εικόνα 4.14: Βόρεια όψη ξενοδοχείου

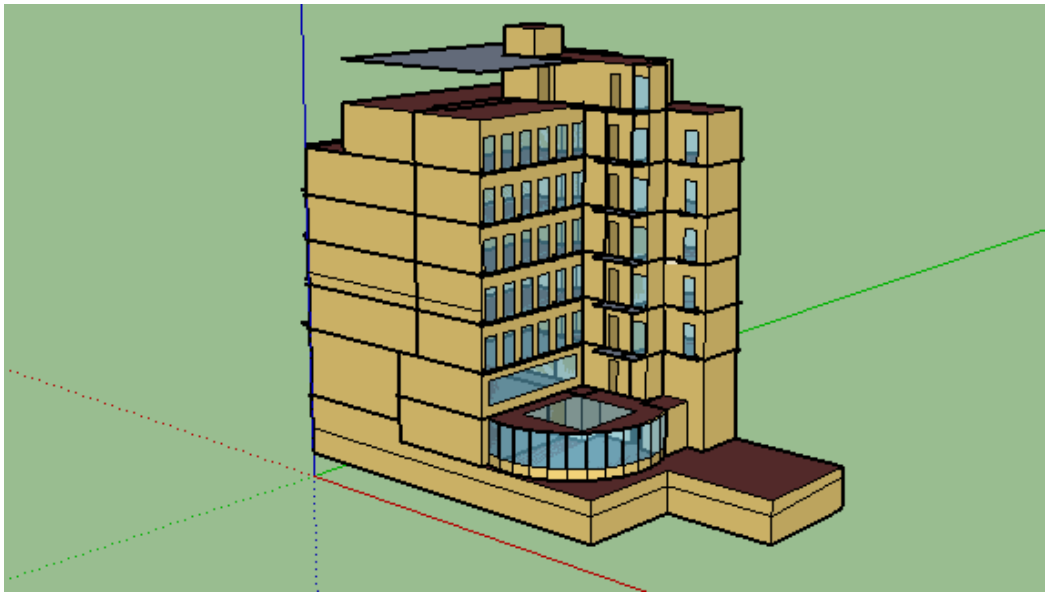
Στη βόρεια πλευρά του ξενοδοχείου, λόγω του ότι είναι σε επαφή με αλλο κτίριο, δεν υπάρχουν ανοίγματα πλην αυτών που βρίσκονται στο φωταγωγό διαστάσεων 2,83 επί 1,48 m².



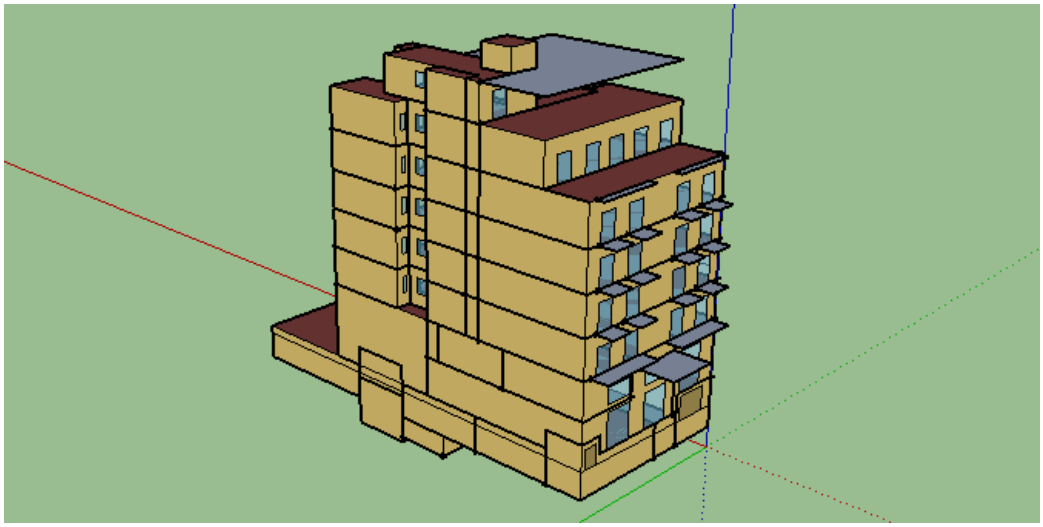
Εικόνα 4.15:Νότια όψη ξενοδοχείου



Εικόνα 4.16: Ανατολική όψη ξενοδοχείου

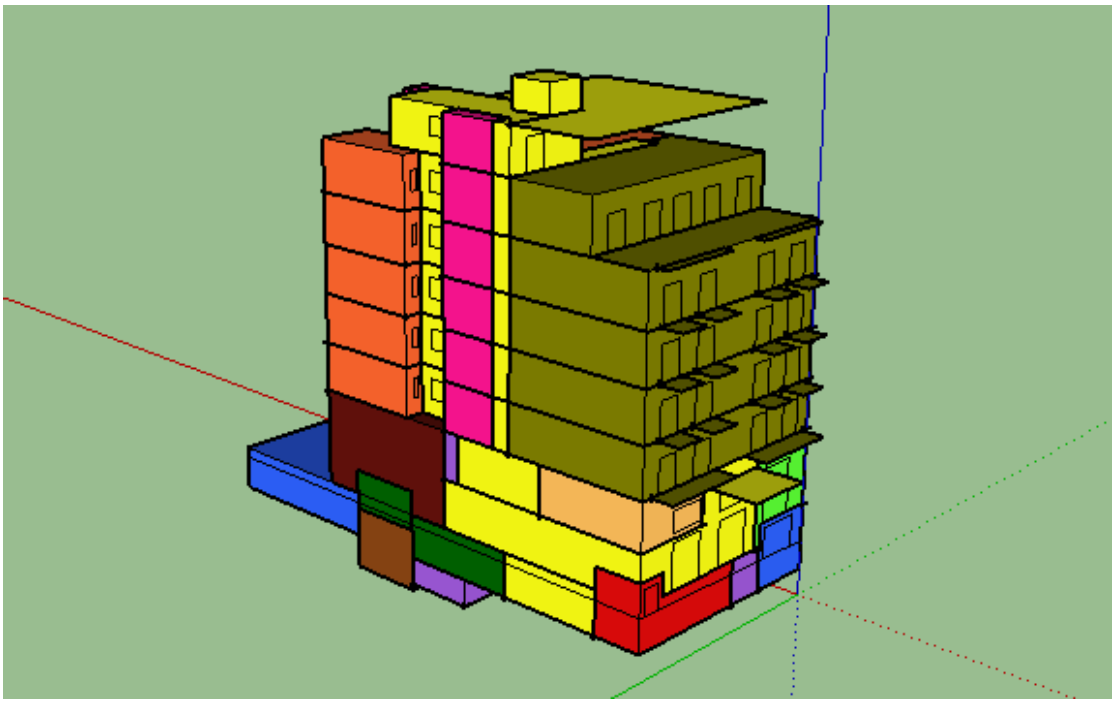


Εικόνα 4.17:Νοτιοανατολική άποψη του ξενοδοχείου



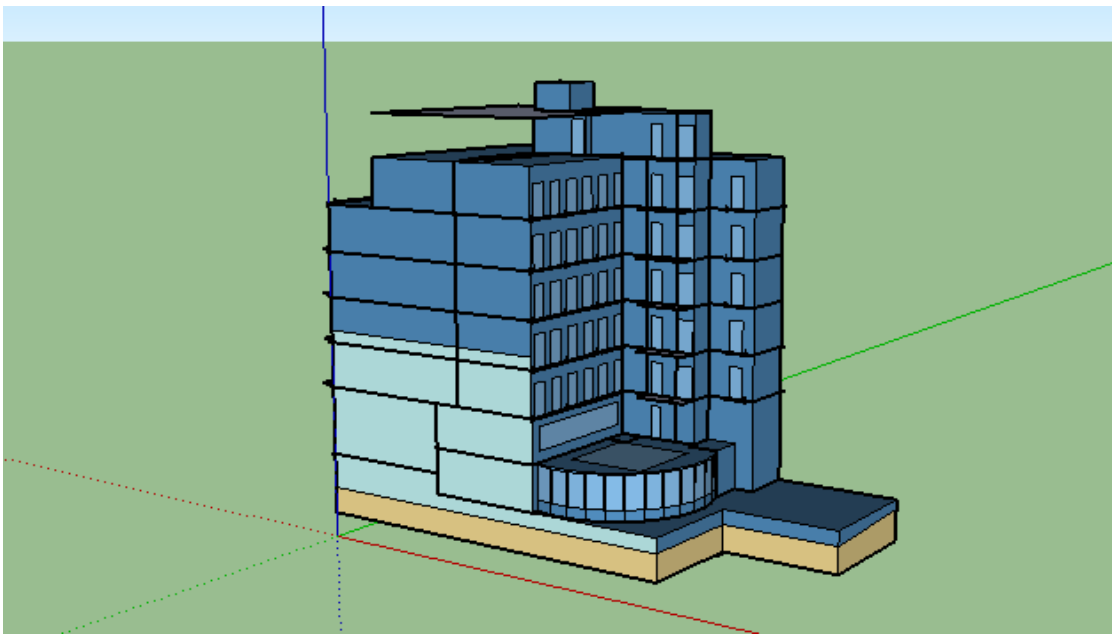
Εικόνα 4.18: Βορειοδυτική άποψη του ξενοδοχείου

Οι θερμικές ζώνες σχεδιάστηκαν ανά όροφο. Πιο συγκεκριμένα, με την εντολή '*New Space*' σχεδιάστηκε ο εσωτερικός χώρος κάθε ζώνης και εν συνεχεία, αφού επιλεχθεί αυτός ο χώρος, με την εντολή *'Set Attributes for Selected Spaces'* εμφανίζεται καρτέλα στην οποία επιλέγεται *'New Thermal Zone'*. Έχοντας επίλεξει στο πρόγραμμα να εμφανίζεται το κτίριο με κριτήριο τις θερμικές του ζώνες, για κάθε χώρο με το εργαλείο 'Inspector' στην κατηγορία *'Name'* ονοματίζεται η κάθε θερμική ζώνη. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας για όλο το κτίριο παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα.



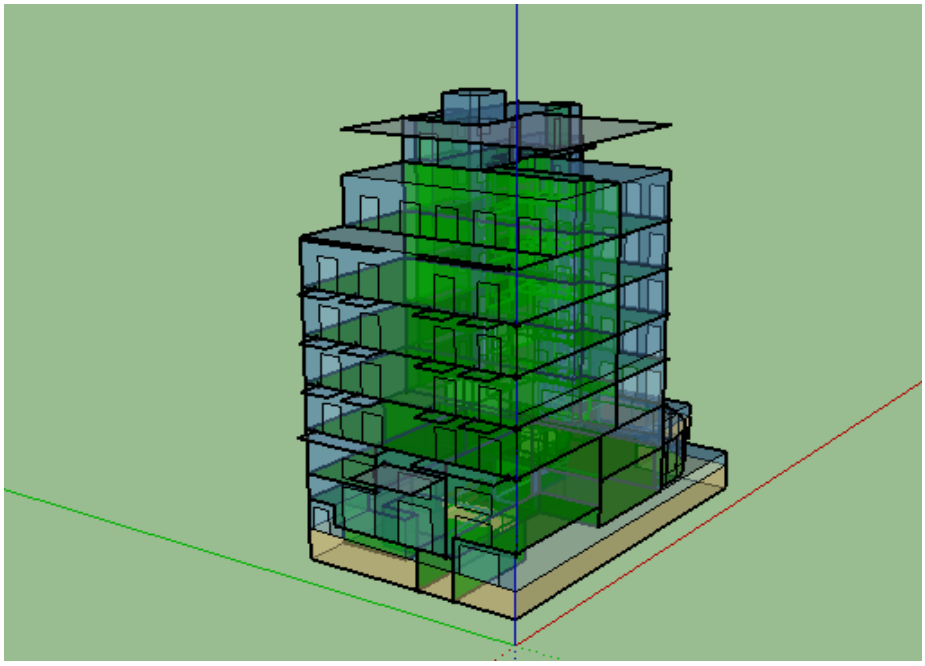
Εικόνα 4.19: Θερμικές Ζώνες ξενοδοχείου

Τέλος, απαραίτητη ενέργεια για την άρτια δημιουργία του μοντέλου είναι να οριστεί η επιπλέον γεωμετρία ανάμεσα στις επιφάνειες, ώστε να καθοριστεί ποιές είναι εξωτερικές και ποιές εσωτερικές. Στις εξωτερικές επιφάνειες διευκρινίζονται οι συνθήκες έκθεσής τους στον ήλιο και τον αέρα καθώς και αν βρίσκονται μέσα στο έδαφος, ενώ στις εσωτερικές αναφέρεται και η επιφάνεια με την οποία είναι σε επαφή. Αυτή η διαδικασία γίνεται με την εντολή '*Intersect in Entire Model*' και μετά με την '*Match in Entire Model'* που βρίσκονται στην επιλογή *'Surface Mtching'*, ενώ το αν οι εξωτερικές επιφάνειες έρχονται σε επαφή με το έδαφος, τον αέρα ή τον ήλιο γίνεται χειροκίνητα μέσω του εργαλείου 'Inspector' στα πεδία '*Outside Boundary Condition', 'Sun Exposure'* και '*Wind Exposure'*.



Εικόνα 4.20: Εξωτερικές επιφάνειες του ξενοδοχείου

Επιλέγοντας '*Render by Boundary Condition*', το μοντέλο προβάλλεται με κριτήριο τις συνοριακές του συνθήκες. Έτσι, όπως φαίνεται και στην προηγούμενη εικόνα, οι εξωτερικές επιφάνειες που βρίσκονται εντος εδάφους αποτυπώνονται με μπεζ χρώμα, αυτές που είναι σε επαφή με γειτονικά κτίρια κι έτσι δεν εκτίθενται στον ήλιο και τον αέρα έχουν γαλάζιο χρώμα, και οι υπόλοιπες εμφανίζονται με μπλε χρώμα. Οι εσωτερικές επιφάνειες εμφανίζονται με πράσινο χρώμα (Εικόνα 4.21).



Εικόνα 4.21: Ξενοδοχείο με Ακτίνες –Χ

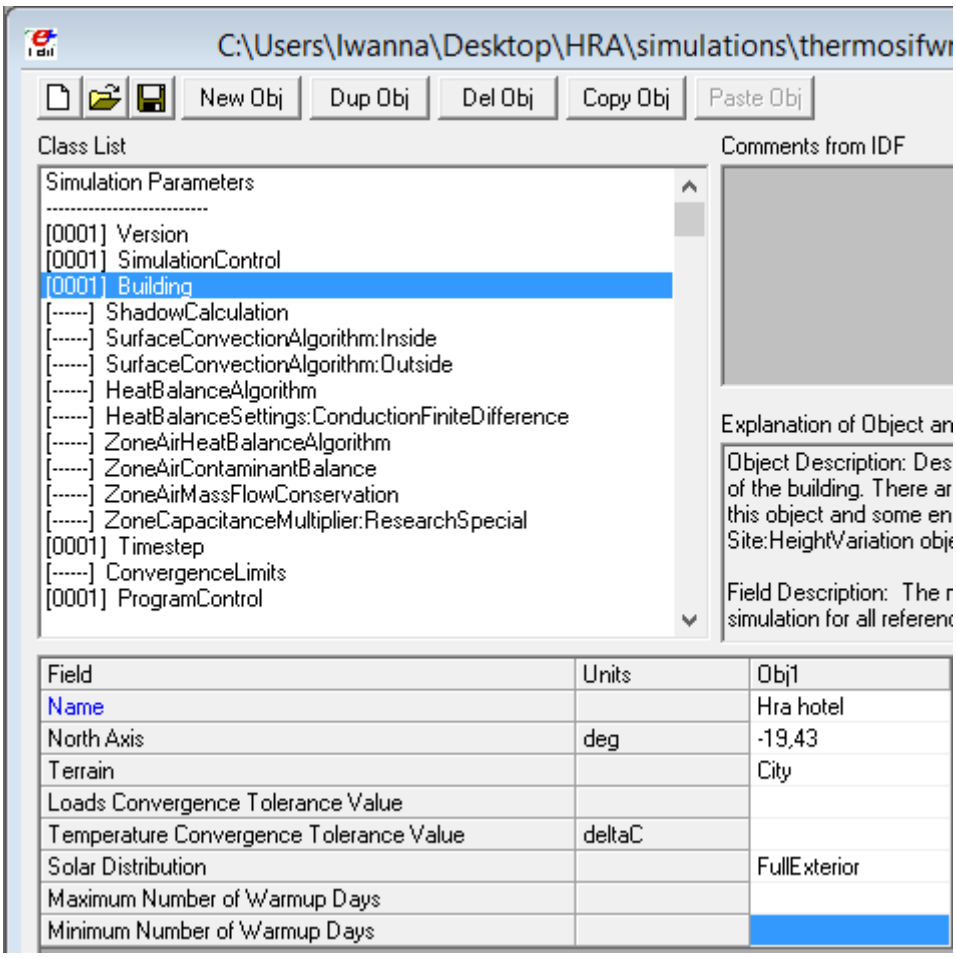
Πλέον, στο μοντέλο έχουν δημιουργηθεί όλες οι επιφάνειες που χρειάζονται, εσωτερικοί και εξωτερικοί τοίχοι, οι οροφές -εσωτερικές και εξωτερικές-, τα πατώματα και τα ανοίγματα. Αυτή ήταν η βασική διαδικασία που ακολουθήθηκε για την μοντελοποιήση του ξενοδοχειου, έτσι ώστε βασιζόμενοι σ αυτό να εξαχθούν σωστά οι πληροφορίες αυτές σε αρχείο idf προκειμένου να συμπληρωθούν μέσω του Energy Plus στο IDF-Editor.

4.3 Προσομοίωση στο Energy Plus

'Εχοντας ολοκληρώσει τη σχεδίαση του μοντέλου στο Sketch Up, με την εντολή 'Exprot Energy Plus Idf' εξάγεται το μοντέλο με την μορφή αρχείου idf, όπως προαναφέρθηκε. Το αρχείο αυτό εισάγεται στο υποπρόγραμμα EP-Launch του Energy Plus και στη συνέχεια επεξεργάζεται μέσω του IDF-Editor. Ακολούθως περιγράφεται η πορεία που ακολουθήθηκε και αναλύονται οι κατηγορίες που συμπληρώθηκαν και οι πληροφορίες που εισήχθησαν στο πρόγραμμα.

4.3.1 Κατηγορία *Simulation Parameters*

Σ αυτή την κατηγορία συμπληρώνονται κάποιες γενικές πληροφορίες για το πρόγραμμα και το κτίριο. Αρχικά, στην υποκατηγορία 'Version' αναφέρεται η έκδοση του προγράμματος και στην *'Simulation Control'* περιέχονται πεδία σχετικά με το τι θέλει ο χρήστης να υπολογιστεί μεσω του προγράμματος. Ακολουθεί η υποκατηγορία *'Building'*, όπου εισάγονται το όνομα του μοντέλου – ξενοδοχείου και η απόκλιση του άξονά του από τον άξονα του Βορρά σε μοίρες. Στο πεδίο *'Terrain'* εισάγεται η επιλογή *'City'*, αφού το υπό μελέτη ξενοδοχείο βρίσκεται στο κέντρο της Αθήνας, και το πεδίο *'Solar Distribution'* αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο γίνεται η διανομή της ακτινοβολίας στο κτίριο, και συμπληρώνεται η επιλογή *'Full Exterior',* επειδή στην εξεταζόμενη περίπτωση δημιουργούνται σκιάσεις στους εξωτερικούς τοίχους λόγω ύπαρξης σκιάστρων και προεξοχών. 'Οση δέσμη ηλιακής ακτινοβολίας καταφέρει και εισέρχεται από τα εξωτερικά παράθυρα πέφτει στο δάπεδο και τμήμα αυτής απορροφάται απ' αυτό και το υπόλοιπο ανακλάται στις εσωτερικές επιφάνειες. Τέλος, στην υποκατηγορία '*Time Step'* δηλώνεται το χρονικό βήμα με βάση το οποιό θα γίνουν οι υπολογισμοί μεταφοράς θερμότητας.



Εικόνα 4.22: Παράμετροι υποκατηγορίας *Building*

4.3.2 Κατηγορία *Location and Climate*

Η συγκεκριμένη κατηγορία περιγράφει τη θέση του κτιρίου τις συνθήκες περιβάλλοντος που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή του ξενοδοχείου. Συγκεκριμένα στην υποκατηγορία '*Site:Location*' καταγράφηκαν οι ακριβείς γεωγραφικές συντεταγμένες του ξενοδοχείου (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) , η ζώνη ώρας στην οποία ανήκει καθώς και τη διαφορά ύψους από τη στάθμη της θάλασσας, πληροφορίες που αντλήθηκαν από το αρχείο που υπάρχει στον φάκελο *'Weather Data'*, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως. Στην υποκατηγορία '*RunPeriod*' δηλώθηκε το χρονικό διάστημα προσομοίωσης δηλαδή η περίοδος λειτουργίας του ξενοδοχείου (υπενθυμίζεται ότι το ξενοδοχείο λειτουργεί όλο τον χρόνο).

Location and Climate

[0001] Site:Location
[0002] SizingPeriod:DesignDay
[------] SizingPeriod:WeatherFileDays
[------] SizingPeriod:WeatherFileConditionType
[0001] RunPeriod
[------] RunPeriod:CustomRange
[------] RunPeriodControl:SpecialDays
[------] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
[------] WeatherProperty:SkyTemperature
[------] Site:WeatherStation
[------] Site:HeightVariation
[0001] Site:GroundTemperature:BuildingSurface
[------] Site:GroundTemperature:FCfactorMethod

Explanation of Object and Current Field

Object Description: The design day object creates the
the 24 hour weather profile that can be used for sizing
running to test the other simulation parameters. Param
include a date (month and day), a day type (which use
schedules for either sizing or simple tests), min/max ter
wind speeds, and solar radiation values.

Field	Units	Obj1	Obj2
Name		ATHENS Ann Htg 99.6%	ATHENS Ann Clg .4%
Month		2	8
Day of Month		21	21
Day Type		WinterDesignDay	SummerDesignDay
Maximum Dry-Bulb Temperature	C	1,6	35,1
Daily Dry-Bulb Temperature Range	deltaC	0	9,1
Dry-Bulb Temperature Range Modifier Type		DefaultMultipliers	DefaultMultipliers
Dry-Bulb Temperature Range Modifier Day Schedule N.			
Humidity Condition Type		Wetbulb	Wetbulb
Wetbulb or DewPoint at Maximum Dry-Bulb	C	1,6	21,1
Humidity Condition Day Schedule Name			

Εικόνα 4.23: Παράμετροι κατηγορίας *Location and Climate*

Τελευταίο πεδίο που συμπληρώνεται σ' αυτή την υποκατηγορία είναι το *'Site: Ground Temperature: Building Surface'* , όπου για κάθε μήνα του έτους εισάγεται η μέση θερμοκρασία εδάφους, πάλι από το αρχείο που έχει επιλεγεί στο *'Weather File'*.

[------] Site:WeatherStation
[------] Site:HeightVariation
[0001] Site:GroundTemperature:BuildingSurface
[------] Site:GroundTemperature:FCfactorMethod
[------] Site:GroundTemperature:Shallow
[------] Site:GroundTemperature:Deep
[------] Site:GroundDomain:Slab
[------] Site:GroundDomain:Basement

Object Description: Thes
of "Ground". Documenta
Auxiliary programs docum
CAUTION - Do not use th
These values are too ext
For best results, use the S
average ground temperat

Field	Units	Obj1
January Ground Temperature	C	9,73
February Ground Temperature	C	11,26
March Ground Temperature	C	14,24
April Ground Temperature	C	17,06
May Ground Temperature	C	22,41
June Ground Temperature	C	25,22
July Ground Temperature	C	25,99
August Ground Temperature	C	24,57
September Ground Temperature	C	21,27
October Ground Temperature	C	17,17
November Ground Temperature	C	13,13
December Ground Temperature	C	18

Εικόνα 4.24: Παράμετροι υποκατηγορίας *Site: Ground Temperature: Building Surface*

4.3.3 Κατηγορία *Schedules*

Σ' αυτή την κατηγορία ο χρήστης καθορίζει των προγραμματισμό πολλών παραμέτρων μέσω της δημιουργίας χρονοδιαγραμμάτων στην υποκατηγορία *'Schedule:Compact'*. Οι παράμετροι που λήφθηκαν υπόψη είναι η πυκνότητα ανθρώπινης ύπαρξης, η ανθρώπινη δραστηριότητα, ο φωτισμός, η λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών, ο αερισμός των θερμικών ζωνών, η διήθηση του αέρα, το σύστημα ψύξης – θέρμανσης και η θέρμανση νερού. Σε κάθε χρονοδιάγραμμα η εκάστοτε παράμετρος περιγράφεται σε χρονικά διαστήματα του ενός 24ώρου για όλη την περίοδο λειτουργίας του ξενοδοχείου. Οι τιμές με τις οποίες συμπληρώθηκαν τα πεδία της υποκατηγορίας αυτής είναι είτε με τη μορφή συντελεστών *(Fraction*), είτε θερμοκρασιών (*Temperature*), είτε με οποιαδήποτε άλλη τιμή με μονάδα μέτρησης αντίστοιχης της παραμέτρου στην οποία αναφέρεται *(Any Number*). Η κάθε παράμετρος περιγράφτηκε αξιοποιώντας τις πληροφορίες που δόθηκαν από τη διεύθυνση του ξενοδοχείου αλλά και από την επιθεώρηση των χώρων του ξενοδοχείου, πιο συγκεκριμενα:

- <u>Χρονοδιαγράμματα πυκνότητας ανθρώπινης ύπαρξης</u>

Το πρώτο χρονοδιάγραμμα αφόρα στους κοινόχρηστους χώρους *(SchKoinoxrhstoiPeople),* στους οποίους περιλαμβάνονται οι χώροι υποδοχής του ξενοδοχείου και οι διάδρομοι, και τέθηκε συντελεστής διάφορος του μηδενός καθ' όλη τη διαρκεια της ημερας, ο οποίος δεν είναι σταθερός. Έτσι, υποδηλώνεται ότι η κίνηση ατόμων που παρατηρείται στους χώρους αυτούς είναι συνεχής, αλλά αυξομειώνεται μέσα στο εικοσιτετράωρο.

Για τα δώματια των ενοίκων δημιουργήθηκε το χρονοδιάγραμμα *'SchDwmatiaPeople'.* Ο συντελεστής και πάλι λαμβάνει τιμές μη μηδενικές και μη σταθερές σε όλη τη διάρκεια της ημέρας. Οι τιμές αυτές προέκυψαν από την εκτίμηση του προγράμματος μιας συνηθισμένης ημέρας των ενοίκων κατά τη διάρκεια των διακοπών τους (π.χ. τις πρωινές ώρες και τις απογευματίνες ώρες οι περισσότεροι ένοικοι επισκέπτονται μουσεία, αρχαιολογικούς ή άλλους χώρους και επομένως ο συντελεστής λαμβάνει μίκρότερες τίμες από τις ώρες που εκτιμάται ότι οι ένοικοι κοίμούνται ή ξεκουράζονται στα δωμάτιά τους).

Αντίστοιχα, στον χώρο εστιατορίου- μπαρ (*SchEstiatorioBarPeople*) πάλι ο συντελεστής παίρνει υψηλότερες τιμές τις ώρες που σερβίρεται κάποιο γεύμα και μειώνεται τις υπόλοιπες, ενώ μηδενίζεται τις ώρες που δεν λειτουργεί η κουζίνα και το μπαρ.

Όσον αφορά στην κουζίνα (*SchKouzinaPeople*), η τιμή του συντελεστή παραμένει σταθερή και υψηλή καθ' όλη τη διάρκεια που αυτή λειτουργεί, όχι μόνο τις ώρες που προετοιμάζονται τα

γεύματα, καθώς συχνά οι ένοικοι παραγγέλνουν σνακ ή γλυκά μαζί με τον καφέ. Τις υπόλοιπες ώρες ο συντελεστης παραμένει μηδενικός.

Τέλος, στο χρονοδιάγραμμα για τον χώρο του υπογείου *(SchYpogeioPeople)*, παρατηρείται κίνηση ατόμων σταθερή αλλά όχι έντονη, αφού αναφέρεται στους βοηθητικούς χώρους του ξενοδοχείου, (αποδυτήρια, αποθήκες και χώρος στάθμευσης). Τις βραδινές ώρες που δεν παρατηρείται ιδιαίτερη κίνηση, ο συντελεστης λαμβάνει την τιμή μηδεν.

Στην ακόλουθη εικόνα (4.25) φαίνονται τα χρονοδιαγράμματα αυτά, όπως αυτά εισήχθησαν στο πρόγραμμα.

Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5
SchKoinoxrhstoiPeople	SchEstiatrioBarPeople	SchKouzinaPeople	SchDwmatiaPeople	SchYpogeioPeople
Fraction	Fraction	Fraction	Fraction	Fraction
Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Until: 3:00	Until: 7:00	Until:6:00	Until: 3:00	Until: 6:00
.03	0	0	.7	0
Until 6:00	Until: 11:00	Until: 24:00	Until: 6:00	Until: 24:00
.03	.9	1	1	.03
Until: 9:00	Until: 13:00		Until: 9:00	
.05	.6		1	
Until: 12:00	Until: 16:00		Until: 12:00	
.5	.9		.5	
Until: 15:00	Until: 24:00		Until: 15:00	
.1	.6		1	
Until: 18:00			Until: 18:00	
.5			.3	
Until: 21:00			Until: 21:00	
.3			.8	
Until: 24:00			Until: 24:00	
.1			.5	

Εικόνα 4.25: Χρονοδιαγράμματα πυκνότητας ανθρώπινης ύπαρξης

- <u>Χρονοδιαγράμματα ανθρώπινης δραστηριότητας</u>

Τα συγκεκριμένα χρονοδιαγράμματα συμπληρώνονται με τη βοήθεια της σελίδας του οργανισμού ASHRAEE (βλ. Παράρτημα Α). Πιο συγκεκριμένα, στο χρονοδιάγραμμα *'SchActivityDwmatia'* που αντιπροσωπεύει τη δραστηριότητα των ενοίκων για όση ώρα βρίσκονται εντός δωματίου, η τιμή 100 (Watt/person) προέκυψε ως μέσος όρος των συνήθων δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα μέσα στα δωμάτια, όπως ύπνος, ξεκούραση και χαλαρό περπάτημα. Στο χρονοδιάγραμμα *'SchActivityLoipoiXwroi'*, που αναφέρεται στη δραστηριότητα που παρατηρείται στους υπόλοιπους χώρους του ξενοδοχείου, η τιμή 240 (Watt/person) προέκυψε ως μέσος όρος των τυπικών

δραστηριοτήτων που συμβαίνουν σ αυτους τους χώρους όπως π.χ. έντονο περπάτημα. Ακολουθεί η εικόνα 4.26 που παρουσιάζει αυτα τα χρονοδιαγράμματα.

Obj6	Obj7
SchActivityDwmatia	SchActivityLoipoXwroi
ActivityLevel	ActivityLevel
Through: 12/31	Through: 12/31
For: AllDays	For: AllDays
Until: 24:00	Until: 24:00
100	240

Εικόνα 4.26: Χρονοδιαγράμματα ανθρώπινης δραστηριότητας

- <u>Χρονοδιαγράμματα τεχνητού φωτισμού</u>

Στα δωμάτια των ενοίκων (*'SchDwmatiaLights'*), που λόγω των ανοιγμάτων που διαθέτουν έχουν επαρκή φυσικό φωτισμό, τα φώτα παραμένουν κλειστά τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες και λειτουργούν από τις 19:00 το απόγευμα (κατα μέσο όρο κατά τη διάρκεια της χρονιάς) μέχρι τις 24:00. Επομένως, τις ώρες μη λειτουργίας τους λαμβάνουν μηδενικό συντελεστή και τις υπόλοιπες ώρες διάφορο του μηδενός.

Αντίθετα, στο χρονοδιάγραμμα για τους υπόγειους χώρους (*'SchYpogeioKoinoxLights'*), που δεν υπάρχει καθόλου φυσικός φωτισμος , τα φώτα παραμένουν ανοίχτα όλο το εικοσιτετράωρο.

Στο χρονοδιάγραμμα της κουζίνας (*'SchKouzinaLights'*), που όπως και στα δώματια των ενοίκων υπάρχουν ανοίγματα και επομένως επαρκής φυσικός φωτισμός, τα φώτα ανοίγουν από τις 18:00 το απόγευμα μέχρι τις 24:00. Τις ώρες αυτές ο συντελεστής λαμβάνει μη μηδενικές τιμές σε αντίθεση με τις υπόλοιπες ώρες που μηδενίζεται.

Επίσης, στους κοινόχρηστους χώρους (*'SchKoinoxrhstoiLights'*) τα φώτα ανάβουν από το απόγευμα στις 19:00 και παραμένουν αναμμένα καθ'όλη τη διάρκεια της νύχτας.

Παρακάτω στην εικόνα 4.27 φαίνονται τα χρονοδιαγράμματα όπως αυτά εισήχθησαν στο πρόγραμμα.

Obj8	Obj9	Obj10	Obj11
SchDwmatiaLights	SchKouzinaLights	SchYpogeioKoinoxLights	SchKoinoxrhstoiLights
Fraction	Fraction	Fraction	Fraction
Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Until: 8:00	Until: 8:00	Until: 5:00	Until: 6:00
0	0	1	.9
Until: 12:00	Until: 12:00	Until: 24:00	Until: 19:00
0	0	1	0
Until: 18:00	Until: 18:00		Until: 24:00
0	0		1
Until: 19:00	Until: 24:00		
.6	1		
Until: 20:00			
.9			
Until: 21:00			
1			
Until: 24:00			
.9			

Εικόνα 4.27: Χρονοδιαγράμματα λειτουργίας τεχνητού φωτισμού

- <u>Χρονοδιαγράμματα λειτουργίας ηλεκτρικών συσκευών</u>

Ξεκινώντας απ' τον χώρο της κουζίνας και το αντίστοιχο χρονοδιάγραμμα *SchKouzinaElEq*, οι ηλεκτρίκες συσκευές θεωρείται ότι βρίσκονται σε λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια που η κουζίνα λειτουργεί και έτσι ο συντελεστής ελάβε μη μηδενικες τιμές για αυτές τις ώρες (6:00-24:00), οι οποίες αυξάνονται τις ώρες που σερβίρονται τα γεύματα από το ξενοδοχείο. Τις υπολοιπες ώρες, που δεν λειτουργεί η κουζίνα, ο συντελεστής είναι μηδενικός.

Στον χώρο της αποθήκευσης τροφίμων ('*SchYpApTrofimvnElEq'*), όπου υπάρχουν ψυγεία τα οποία προφάνως λειτουργούν όλο το εκοσιτετράωρο, ο συντελεστής έχει σταθερή τιμή και ίση με τη μονάδα. Ακόμα, στο χώρο των αποδυτηρίων όπου υπάρχουν συσκευές πλυντηρίων και στεγνωτηρίων, ο συντελεστής του χρονοδιαγραμματος *'SchYpApodutElEq'* παίρνει μη μηδενικές τιμές τις ώρες που αυτές οι συσκευές λειτουργούν και μηδενικές τις υπόλοιπες.

Στην εικόνα 4.28 παρουσιάζονται τα παραπάνω χρονοδιαγραμμάτα.

Obj12	Obj13	Obj14
SchKouzinaElEq	SchYpApTrofimvnElEq	SchYpApodutElEq
Fraction	Fraction	Fraction
Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Until: 6:00	Until: 8:00	Until: 8:00
.5	1	0
Until: 7:00	Until: 12:00	Until: 19:00
.5	1	1
Until: 11:00	Until: 18:00	Until: 24:00
1	1	0
Until: 14:00	Until: 22:00	
.7	1	
Until: 16:00	Until: 24:00	
1	1	
Until: 20:00		
.7		
Until: 22:00		
1		
Until: 24:00		
.5		

Εικονα 4.28: Χρονοδιαγράμματα λειτουργίας ηλεκτρικών συσκευών

- <u>Χρονοδιαγράμματα αερισμού θερμικών ζωνών</u>

΄Οπως φαίνεται και στην εικόνα 4.29, στους κοινόχρηστους χώρους (‘*SchKoinoxrhstoiVenti*’) ο συντελεστής λαμβάνει τιμή ίση με τη μονάδα καθ’ όλη τη διάρκεια της ημέρας τη θερινή περίοδο (από Μάιο μέχρι Οκτώβριο), ενώ την υπόλοιπη περίοδο για τις ώρες από τις 24:00 μέχρι τις 9:00 ο συντελεστής μειώνεται αισθητά στην τιμή 0,2. Σύμφωνα με τη διευθυνση του ξενοδοχείου, οι πόρτες του χώρου της εισόδου του ξενοδοχείου παραμένουν συνεχώς ανοιχτές, πλην του χειμώνα λόγω κρύου, όπως και τα παράθυρα στους διαδρόμους για τον επαρκή αερισμό τους.

Αντίστοιχα και στην κουζίνα, τα παράθυρα παραμένουν ανοιχτά καθ’ όλη τη διάρκεια της ημέρας σύμφωνα με τη διεύθυνση του ξενοδοχείου, άλλοτε περισσότερα και άλλοτε λιγότερα, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, με στόχο τον επαρκή αερισμό του χώρου από τις όσμες των φαγητών. Έτσι, στο χρονοδιάγραμμα ‘*SchKouzinaVenti*’, ο συντελεστής είναι μονίμως μεγαλύτερος του μηδενός παίρνοντας μεγαλύτερες τιμές τις ώρες που η κουζίνα λειτουργεί και αρκετά μικρότερες τις βραδίνες ώρες που αυτή κλείνει, ενώ τις ώρες λειτουργίας ο συντελεστής εκτιμήθηκε χαμηλότερος τους χειμερινούς μήνες απ΄ότι τους εαρινούς.

Τέλος, για τα δωμάτια των ενοίκων (*SchDwmatiaVenti*), οι πληροφιρίες από την επικοινωνία με το ξενοδοχείο θέλουν τα παράθυρα να ανοίγουν τις ώρες που οι ένοικοι λείπουν από τα δωμάτιά τους και ο κλιματισμός δεν λειτουργεί. Πιο συγκεκριμένα, τους μήνες από Οκτώβριο μέχρι Μάιο τα

παράθυρα ανοίγουν κατα μέσο όρο 3 ώρες το πρωί, ενώ τους υπόλοιπους μήνες, πάλι κατά μέσο όρο, τα παράθυρα ανοίγουν περισσότερες ώρες, αφού θεωρείται ότι οι ένοικοι λείπουν περισσότερο, οπότε και ο συντελεστής γίνεται ίσος με τη μονάδα. Τις υπόλοιπες ώρες ο συντελεστής μηδενίζεται.

Obj15	Obj16	Obj17
SchKoinoxrhstoiVenti	SchDwmatiaVenti	SchKouzinaVenti
Fraction	Fraction	Fractional
Through: 4/30	Through: 4/30	Through: 3/31
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Until: 9:00	Until: 9:00	Until: 6:00
.2	0	.1
Until: 18:00	Until: 12:00	Until: 24:00
1	1	.5
Until: 24:00	Until:24:00	Through: 10/31
.2	0	For: AllDays
Through: 06/30	Through: 09/30	Until: 6:00
For: AllDays	For: AllDays	.1
Until: 24:00	Until: 10:00	Until: 24:00
1	0	.8
Through: 12/31	Until: 11:00	Through: 12/31
For: AllDays	1	For: AllDays
Until: 9:00	Until: 19:00	Until: 6:00
.2	0	.1
Until: 16:00	Until: 20:00	Until: 24:00
1	1	.4
Until: 24:00	Until: 24:00	
.2	0	
	Through: 12/31	
	For: AllDays	
	Until: 9:00	

Εικόνα 4.29: Χρονοδιαγράμματα αερισμού θερμικών ζωνών

- <u>Χρονοδιάγραμμα διήθησης αέρα</u>

Το συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα δηλώνει την αθέλητη αλλά σταθερή διαφυγή αέρα κατά τη διάρκεια ολόκληρου του έτους από τα ανοίγματα, και επιλέχθηκε ενα ήδη έτοιμο χρονοδιάγραμμα από τη βιβλιοθήκη του προγράμματος (*File →Open → Data → Set →Schedules*).

Obj20
AlwaysOn
Fraction
Through: 12/31
For: AllDays
Until: 24:00
1

Εικόνα 4.30: Χρονοδιάγραμμα διήθησης αέρα

- <u>Χρονοδιαγράμματα λειτουργίας συστημάτων θέρμανσης- ψύξης</u>

Γι' αυτή την παράμετρο, λαμβάνοντας υπόψη τις πληροφορίες από τη διεύθυνση του ξενοδοχείου, δημιουργήθηκαν συνολικά 6 χρονοδιαγράμματα που αναφέρονται σε τρεις χώρους του ξενοδοχείου: την κουζίνα, τους κοινοχρηστους χώρους και τα δωμάτια των ενοίκων .

Στο σύστημα θέρμανσης χρησιμοποιήθηκαν οι θερμοκρασίες 24°C και 10 °C κάτω από τους οποίους αυτό τίθεται σε λειτουργία. 'Ετσι, από τον Απρίλιο μέχρι και τον Σεπτέμβριο τίθεται η τιμή 10°C, διότι η θερμοκρασία αυτους τους μήνες πρακτικά δεν πέφτει ποτέ κάτω απ' αυτό το όριο και η θέρμανση δεν λειτουργεί.

Τους υπόλοιπους μήνες στον χώρο της κουζίνας (*'SchHeatingSetPointKouzina'*), η θέρμανση τίθεται σε λειτουργία από τις 7:00 ή 10:00 το πρωί μέχρι το βράδυ στις 20:00 για θερμοκρασίες μικρότερες των 24 °C. Τις υπολοιπες ώρες η θέρμανση θα λειτουργήσει αν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 10 °C.

Στους κοινόχρηστους χώρους (*SchHeatingSetPointKoinoxrhstoi*), τους αντίστοιχους μήνες η θέρμανση λειτουργεί όλη την ημέρα, καθώς η πόρτα ανοίγει συνεχώς και συχνά υπάρχει αρκετός κόσμος, οπότε και πρέπει το περιβάλλον να διατηρείται ζεστό, με χαμηλότατο όριο τους 24 °C.

Το χρονοδιάγραμμα *'SchHeatingSetPointDwmatia'*, που αναφέρεται στους χώρους των δωματίων, οι θερινοί μήνες είναι συμπληρωμένοι όπως και στα προηγούμενα χρονοδιαγράμματα, ενώ τους χειμερινούς μήνες η θέρμανση λειτουργεί ,πάλι με κατώτατο όριο θερμοκρασίας τους 24 °C, όλες τις ώρες πλήν εκείνων που τα δώμάτια αερίζονται (9:00-12:00 το πρωί).

Όσον αφόρα στο σύστημα ψύξης, λειτουργεί για τους μήνες Νοέμβριο μέχρι Απρίλιο όταν η θερμοκρασία υπερβεί τους 35-40 °C, δηλαδή δεν λειτουργεί σε κάνεναν χώρο, και τους υπόλοιπους μήνες για θερμοκρασίες άνω των 20 °C.

Πιο συγκεκριμένα, στη κουζίνα (*'SchCoolingSetPointKouzina'*), το σύστημα ψύξης λειτουργεί απο τις 9:00 μέχρι τις 24:00 για θερμοκρασίες άνω των 20 °C. Εν προκειμένω, τέθηκε χάμηλοτερο όριο απ' ό,τι στους άλλους χώρους λόγω της εκλυόμενης θερμότητας από τις ηλεκτρικές συσκευές.

Αντίστοιχα με το σύστημα θέρμανσης και για τους ίδιους λόγους, το σύστημα ψύξης στους κοινόχρηστους χώρους (*'SchCoolingSetPointKoinoxrhstoi'*) λειτουργεί όλη μέρα για θερμοκρασίες άνω των 22 °C τους μήνες Μάιο έως Σεπτέμβριο.

Τέλος, στο χρονοδιάγραμμα για το σύστημα ψύξης στα δωμάτια των ενοίκων, *'SchCoolingSetPointDwmatia'* για τους ίδιους με πριν μήνες, τίθεται σε λειτουργία πάλι για θερμοκρασίες άνω των 22 °C, τις ώρες που θεωρείται ότι οι ένοικοι βρίσκονται στα δωμάτιά τους .

Όλα αυτά τα χρονοδιαγράμματα παρουσιάζονται στην επόμενη εικόνα (4.31)

Obj18	Obj19	Obj20	Obj21	Obj22	Obj23
SchCoolingSetPointKouzina	SchHeatingSetPointKouzina	SchCoolingSetPointKoinoxrhstoi	SchCoolingSetPointDwmatia	SchHeatingSetPointDwmatia	SchHeatingSetPointKoinoxrhstoi
Temperature 11	Temperature 36	Temperature 11	Temperature 11	Temperature 36	Temperature 36
Through: 04/30	Through: 03/31	Through: 04/30	Through: 04/30	Through: 03/31	Through: 03/31
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Until: 24:00	Until: 10:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 9:00	Until: 10:00
40	10	40	40	24	24
Through: 09/30	Until: 20:00	Through: 09/30	Through: 09/30	Until: 12:00	Until: 19:00
For: AllDays	24	For: AllDays	For: AllDays	10	24
Until: 9:00	Until: 24:00	Until: 9:00	Until: 10:00	Until: 24:00	Until: 24:00
20	10	22	22	24	24
Until: 12:00	Through: 10/30	Until: 12:00	Until: 11:00	Through: 10/30	Through: 10/31
20	For: AllDays	22	40	For: AllDays	For: AllDays
Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 19:00	Until: 24:00	Until: 24:00
20	10	22	22	10	10
Through: 10/31	Through: 12/31	Through: 10/31	Until: 20:00	Through: 12/31	Through: 12/31
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	40	For: AllDays	For: AllDays
Until: 24:00	Until: 7:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 9:00	Until: 6:00
35	10	35	22	24	24
Through: 12/31	Until: 22:00	Through: 12/31	Through: 10/31	Until: 12:00	Until: 24:00
For: AllDays	24	For: AllDays	For: AllDays	10	24
Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00	
35	10	35	35	24	
			Through: 12/31		
			For: AllDays		
			Until: 24:00		

Είκονα 4.31: Χρονοδιαγράμματα λειτουργίας συστημάτων θέρμανσης- ψύξης

- <u>Χρονοδιάγραμμα θέρμανσης νέρου</u>

Σύμφωνα με τη διεύθυνση του ξενοδοχείου, επειδή θα πρέπει να υπάρχει ζεστό νέρο οποιαδήποτε ώρα της ημέρας το χρειαστούν οι ένοικοι, ο θερμοσίφωνας λειτουργεί τις περισσότερες ώρες της ημέρας κατά τη διάρκεια του έτους. Έτσι, δημιουργήθηκε και το παρακάτω χρονοδιάγραμμα *'SchHotWater'* (εικόνα 4.32)

Obj25	
SchHotWater	0
Fractional	Until: 22:00
Through: 4/30	.8
For: AllDays	Until: 24:00
Until: 7:00	0
0	Through: 12/31
Until: 22:00	For: AllDays
.8	Until: 7:00
Until: 24:00	0
0	Until: 22:00
Through: 9/30	.8
For: AllDays	Until: 24:00
Until: 7:00	0

Εικόνα 4.32: Χρονοδιάγραμμα θέρμανσης νέρου

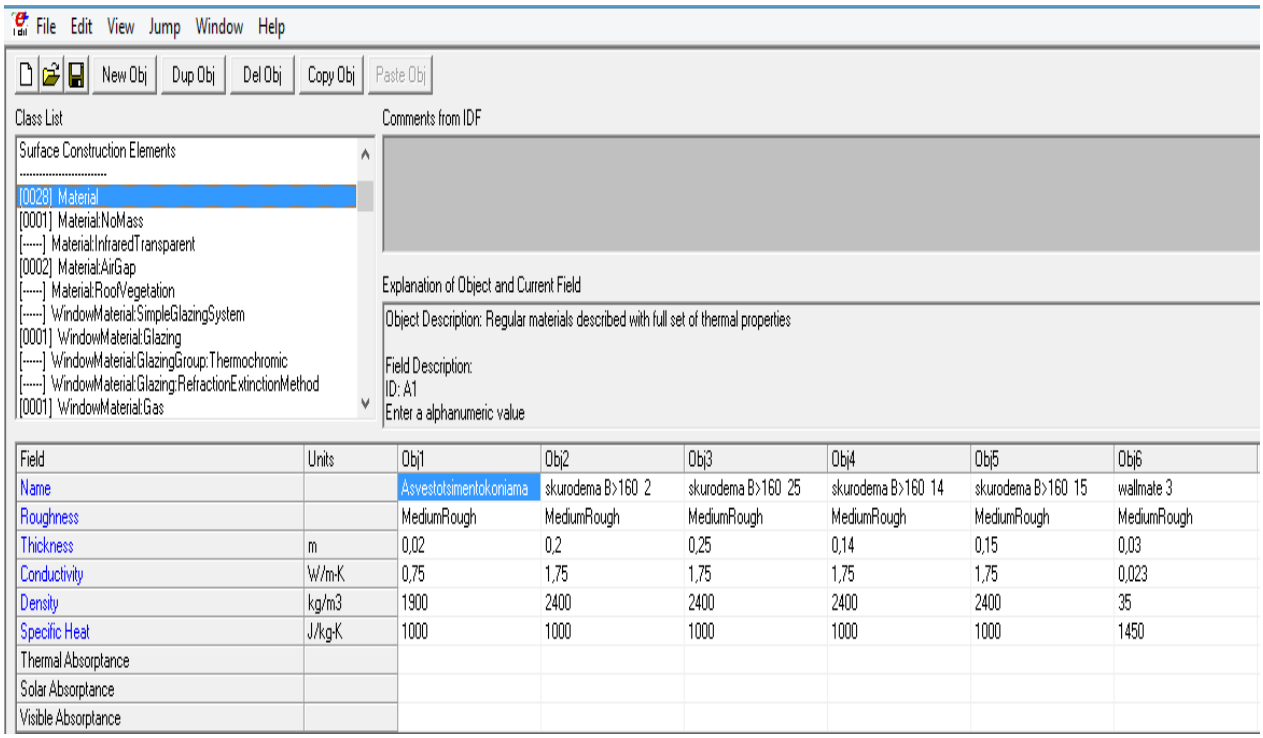
4.3.4 Κατηγορία *Surface Construction Elements*

Αυτή η κατηγορία περιγράφει τα υλικά από τα οποία αποτελείται το κτίριο, αναλυτικά το καθένα με τις φυσικές του ιδιότητες. Στη συνέχεια ορίζονται οι στρώσεις των υλικών που αποτελούν τους τοίχους, τα δάπεδα, τις οροφές, τις πόρτες και τα παράθυρα.

Υποκατηγορία *Material*

Σ'αυτή την υποκατηγορία εισήχθησαν όλα τα δομικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε επιφάνεια του κτιρίου. Τα πεδία που απαιτείται να συμπληρωθούν είναι το όνομα του υλικού (*'Name'*) και πέντε βασικές ιδιότητες του, δηλαδή η τραχύτητα (*'Roughness'*), το πάχος (*'Thickness'*), η αγωγιμότητα (*'Conductivity'*), η πυκνότητα (*'Density'*) και η ειδική θερμότητα (*'Specific Heat'*). Οι τιμές για τις ιδιότητες αυτές λήφθηκαν από τους πίνακες που δίνονται στη Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, βλ Παράρτημα Α).

Στις επόμενες εικόνες (4.33– 4.37) παρουσιάζονται τα υλικά της κατασκευής και οι αντίστοιχες ιδιότητες τους όπως αυτες συμπληρώθηκαν στο πρόγραμμα.



Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6
Name		Asvestotsimentokoniama	skurodema B>160 2	skurodema B>160 25	skurodema B>160 14	skurodema B>160 15	wallmate 3
Roughness		MediumRough	MediumRough	MediumRough	MediumRough	MediumRough	MediumRough
Thickness	m	0,02	0,2	0,25	0,14	0,15	0,03
Conductivity	W/m-K	0,75	1,75	1,75	1,75	1,75	0,023
Density	kg/m3	1900	2400	2400	2400	2400	35
Specific Heat	J/kg-K	1000	1000	1000	1000	1000	1450
Thermal Absorptance							
Solar Absorptance							
Visible Absorptance							

Εικόνα 4.33: Παράμετροι υποκατηγορίας *Material*.

File Edit View Jump Window Help

New Obj | Dup Obj | Del Obj | Copy Obj | Paste Obj

Class List

Surface Construction Elements
[0028] Material
[0001] Material:NoMass
[-----] Material:InfraredTransparent
[0002] Material:AirGap
[-----] Material:RoofVegetation
[-----] WindowMaterial:SimpleGlazingSystem
[0001] WindowMaterial:Glazing
[-----] WindowMaterial:GlazingGroup:Thermochromic
[-----] WindowMaterial:Glazing:RefractionExtinctionMethod
[0001] WindowMaterial:Gas

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Object Description: Regular materials described with full set of thermal properties

Field Description:
ID: A1
Enter a alphanumeric value

Field	Units	Obj7	Obj8	Obj9	Obj10	Obj11	Obj12
Name		wallmate 5	roofmate	floormate	steganwtiko tsimento 2	steganwtiko tsimento 5	optoplinthoi diatrhtoi 6
Roughness		MediumRough	MediumRough	MediumRough	MediumRough	MediumRough	MediumRough
Thickness	m	0,05	0,07	0,05	0,02	0,05	0,06
Conductivity	W/m-K	0,023	0,023	0,023	0,15	0,15	0,45
Density	kg/m3	35	35	35	1050	1050	1200
Specific Heat	J/kg-K	1450	1450	1450	100	100	1000
Thermal Absorptance							
Solar Absorptance							
Visible Absorptance							

Εικόνα 4.34: Παράμετροι υποκατηγορίας *Material*.

File Edit View Jump Window Help

New Obj | Dup Obj | Del Obj | Copy Obj | Paste Obj

Class List

Surface Construction Elements
[0028] Material
[0001] Material:NoMass
[-----] Material:InfraredTransparent
[0002] Material:AirGap
[-----] Material:RoofVegetation
[-----] WindowMaterial:SimpleGlazingSystem
[0001] WindowMaterial:Glazing
[-----] WindowMaterial:GlazingGroup:Thermochromic
[-----] WindowMaterial:Glazing:RefractionExtinctionMethod
[0001] WindowMaterial:Gas

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Object Description: Regular materials described with full set of thermal properties

Field Description:
ID: A1
Enter a alphanumeric value

Field	Units	Obj13	Obj14	Obj15	Obj16	Obj17	Obj18
Name		optoplinthoi diatrhtoi 9	plaka taratsas	Tsimentokonia	metalliko plegma	mpeton klisews 1000	fragma ydratmwn
Roughness		MediumRough	Rough	MediumSmooth	Smooth	MediumRough	MediumSmooth
Thickness	m	0,09	0,02	0,02	0,002	0,1	0,002
Conductivity	W/m-K	0,45	0,9	1,2	50	0,3	0,15
Density	kg/m3	1200	2000	1900	7800	1000	50
Specific Heat	J/kg-K	1000	1100	1100	450	1000	1450
Thermal Absorptance							
Solar Absorptance							
Visible Absorptance							

Εικόνα 4.35: Παράμετροι υποκατηγορίας *Material*.

File Edit View Jump Window Help

New Obj | Dup Obj | Del Obj | Copy Obj | Paste Obj

Class List

Surface Construction Elements
[0028] Material
[0001] Material:NoMass
[-----] Material:InfraredTransparent
[0002] Material:AirGap
[-----] Material:RoofVegetation
[-----] WindowMaterial:SimpleGlazingSystem
[0001] WindowMaterial:Glazing
[-----] WindowMaterial:GlazingGroup:Thermochromic
[-----] WindowMaterial:Glazing:RefractionExtinctionMethod
[0001] WindowMaterial:Gas

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Object Description: Regular materials described with full set of thermal properties

Field Description:
ID: A1
Enter a alphanumeric value

Field	Units	Obj19	Obj20	Obj21	Obj22	Obj23	Obj24
Name		skurodema B<120	strwsh 3A	marmaroplaka	Air Wall Material 5	Glass	xulo
Roughness		MediumRough	MediumRough	MediumSmooth	MediumSmooth	MediumSmooth	MediumSmooth
Thickness	m	0,2	0,3	0,02	0,05	0,012	0,045
Conductivity	W/m-K	1,3	0,7	3	0,6	1	0,13
Density	kg/m3	2300	1600	3000	800	2500	500
Specific Heat	J/kg-K	1000	1000	1000	1000	750	1600
Thermal Absorptance					0,95	0,9	
Solar Absorptance					0,7	0,7	
Visible Absorptance					0,7	0,7	

Εικόνα 4.36: Παράμετροι υποκατηγορίας *Material*.

File Edit View Jump Window Help

New Obj | Dup Obj | Del Obj | Copy Obj | Paste Obj

Class List

Surface Construction Elements

[0028] Material
[0001] Material:NoMass
[------] Material:InfraredTransparent
[0002] Material:AirGap
[------] Material:RoofVegetation
[------] WindowMaterial:SimpleGlazingSystem
[0001] WindowMaterial:Glazing
[------] WindowMaterial:GlazingGroup:Thermochromic
[------] WindowMaterial:Glazing:RefractionExtinctionMethod
[0001] WindowMaterial:Gas

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Object Description: Regular materials described with full set of thermal properties

Field Description:
ID: A1
Enter a alphanumeric value

Field	Units	Obj25	Obj26	Obj27	Obj28
Name		Air Wall Material 3	xaluvas	laminate	xaluvas pergkola
Roughness		MediumSmooth	Smooth	MediumSmooth	Smooth
Thickness	m	0,03	0,08	0,007	0,15
Conductivity	W/m-K	0,6	17	0,14	17
Density	kg/m3	800	7900	600	7900
Specific Heat	J/kg-K	1000	500	1700	500
Thermal Absorptance		0,95			
Solar Absorptance		0,7			
Visible Absorptance		0,7			

Εικόνα 4.37: Παράμετροι υποκατηγορίας *Material*.

Υποκατηγορία *WindowMaterial:Glazing*

Η υποκατηγορία αυτή περιγράφει τις ιδιότητες του γυαλιού που τοποθετήθηκε στα παράθυρα και στις γυάλινες πόρτες. Εν προκειμένω, εισήχθη γυαλί πάχους 6 χιλιοστών και στη συνέχεια δόθηκαν τιμές για τα απαραίτητα πεδία (με μπλε) που πρέπει να συμπληρωθούν, όπως το όνομα, ο τύπος του γυαλιού και το πάχος του, οι συντελεστές διαπερατότητας, διάχυσης, εκπομπής ηλιακής ακτινοβολίας της μπροστινής και της πίσω πλευράς (εικόνα 4.38).

Surface Construction Elements

[0028] Material
[0001] Material:NoMass
[------] Material:InfraredTransparent
[0002] Material:AirGap
[------] Material:RoofVegetation
[------] WindowMaterial:SimpleGlazingSystem
[0001] WindowMaterial:Glazing
[------] WindowMaterial:GlazingGroup:Thermochromic
[------] WindowMaterial:Glazing:RefractionExtinctionMethod
[0001] WindowMaterial:Gas

Explanation of Object and Current Field

Object Description: Glass material properties f
Transmittance/Reflectance input method.

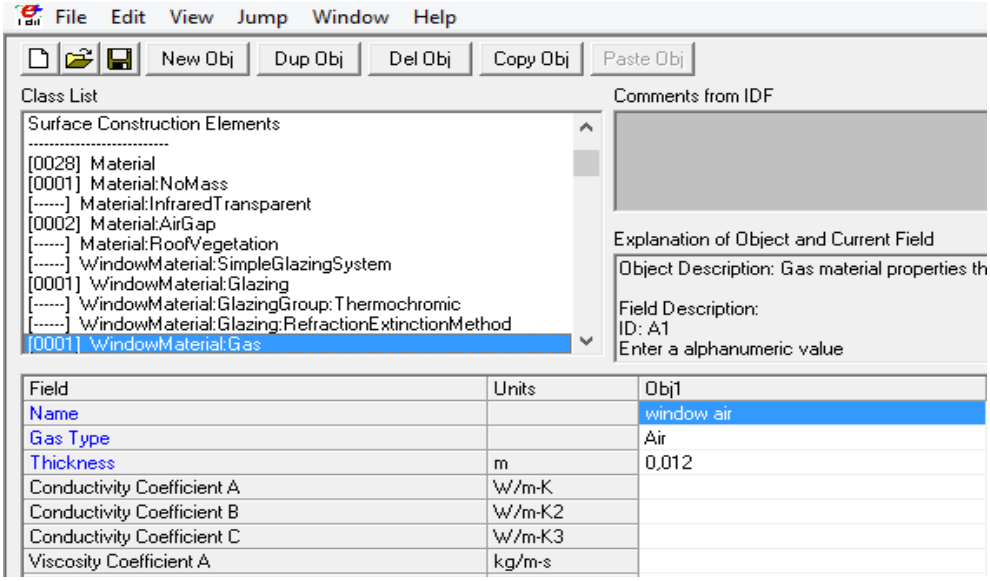
Field Description:
ID: A1

Field	Units	Obj1
Name		Clear 6mm
Optical Data Type		SpectralAverage
Window Glass Spectral Data Set Name		
Thickness	m	0,006
Solar Transmittance at Normal Incidence		0,837
Front Side Solar Reflectance at Normal Incidence		0,075
Back Side Solar Reflectance at Normal Incidence		0
Visible Transmittance at Normal Incidence		0,898
Front Side Visible Reflectance at Normal Incidence		0,081
Back Side Visible Reflectance at Normal Incidence		0
Infrared Transmittance at Normal Incidence		0
Front Side Infrared Hemispherical Emissivity		0,84
Back Side Infrared Hemispherical Emissivity		0,84
Conductivity	W/m-K	0,9
Dirt Correction Factor for Solar and Visible Transmittanc		1
Solar Diffusing		No
Young's modulus	Pa	
Poisson's ratio		

Εικόνα 4.38: Παράμετροι υποκατηγορίας *WindowMaterial:Glazing*.

Υποκατηγορία *WindowMaterial:Gas*

Σ' αυτό το σημείο ορίστηκαν οι ιδιότητες του φυσικού αέρα που υπάρχει μεταξύ των υαλοπινάκων σε ένα παράθυρο. Τα παράθυρα του δεδομένου ξενοδοχείου μεταξύ των υαλοπινάκων περιέχουν αέρα πάχους 12 χιλιοστών (εικόνα 4.39)



Εικόνα 4.39: Παράμετροι υποκατηγορίας *WindowMaterial:Gas*.

Υποκατηγορία *Construction*

Σ' αυτή την υποκατηγορία πρέπει να ορισθεί η δομή του κάθε στοιχείου του κτιρίου. Κάθε τοίχος, εσωτερικός, ή εξωτερικός, κάθε οροφή, εσωτερική, ή εξωτερική, τα πατώματα, τα παράθυρα και οι πόρτες, πρέπει να εισαχθούν στο πρόγραμμα με το όνομά τους καθώς και όλες οι στρώσεις από τις οποίες αποτελούνται, ξεκινώντας από την εξωτερική στρώση και φτάνοντας στην εσωτερική. Το δομικό υλικό που αποτελεί την κάθε στρώση αντλείνται από την υποκατηγορία '*Material*' για όλα τα στοιχεία, εκτός από τα παράθυρα, τα οποία αντλούν τα υλικά τους από τις υποκατηγορίες '*Window Material: Glazing*' και '*Window Material: Gas*'. Στην επόμενη εικόνα φαίνονται αναλυτικά τα δομικά στοιχεία με την ονομασία τους και τις στρώσεις από τις οποίες αποτελούνται.

Class List

[-----] MaterialProperty:HeatAndMoistureTransfer:SorptionIsotherm
[-----] MaterialProperty:HeatAndMoistureTransfer:Suction
[-----] MaterialProperty:HeatAndMoistureTransfer:Redistribution
[-----] MaterialProperty:HeatAndMoistureTransfer:Diffusion
[-----] MaterialProperty:HeatAndMoistureTransfer:ThermalConducti
[-----] MaterialProperty:GlazingSpectralData
[0018] Construction
[-----] Construction:CFactorUndergroundWall
[-----] Construction:FFactorGroundFloor
[-----] Construction:InternalSource
[-----] WindowThermalModel:Params
[-----] Construction:ComplexFenestrationState

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Object Description: Start with outside layer and work your way to the inside layer
Up to 10 layers total, 8 for windows
Enter the material name for each layer

Field Description:

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7
Name		Exterior Wall	Interior Wall	Interior Wall isogeiou-patariou	Floor Ypogeiou	Floor Isogeiou	Dapedo Dwmatiwn	Exterior Floor
Outside Layer		Asvestotsimentokoniama	Asvestotsimentokoniama	Asvestotsimentokoniama	skurodema B<120	Asvestotsimentokoniama	Asvestotsimentokoniama	marmaroplaka
Layer 2		optoplinthoi diatrhtoi 6	optoplinthoi diatrhtoi 6	optoplinthoi diatrhtoi 6	strwsh 3A	floormate	skurodema B>160 15	Asvestotsimentokoniama
Layer 3		Air Wall Material 3	Air Wall Material 5	Air Wall Material 5		skurodema B>160 15	Asvestotsimentokoniama	floormate
Layer 4		wallmate 5	wallmate 3	wallmate 3		Asvestotsimentokoniama	laminate	skurodema B>160 15
Layer 5		optoplinthoi diatrhtoi 6	optoplinthoi diatrhtoi 9	optoplinthoi diatrhtoi 9		marmaroplaka		Asvestotsimentokoniama
Layer 6		Asvestotsimentokoniama	Asvestotsimentokoniama	Asvestotsimentokoniama				
Layer 7				xulo				

Field	Units	Obj8	Obj9	Obj10	Obj11	Obj12	Obj13	Obj14	Obj15
Name		Interior Floor	Interior Ceiling	Exterior Ceiling taratsas	Window	Interior Door	Exterior Door1	Exterior Door2	GarageDoor
Outside Layer		Asvestotsimentokoniama	marmaroplaka	xulo	Clear 6mm	xulo	Clear 6mm	xulo	xaluvas
Layer 2		skurodema B>160 15	Asvestotsimentokoniama	Tsimentokonia	window air		window air		
Layer 3		Asvestotsimentokoniama	skurodema B>160 15	steganwtiko tsimento 5	Clear 6mm		Clear 6mm		
Layer 4		marmaroplaka	Asvestotsimentokoniama	mpeton klisews 1000					
Layer 5				roofmate					
Layer 6				skurodema B>160 14					
Layer 7				fragma ydratmwn					
Layer 8				Asvestotsimentokoniama					
Layer 9									
Layer 10									

Field	Units	Obj16	Obj17	Obj18
Name		Exterior Ceiling	InteriorCeilingDwmatiwn	Interior Wall patariou-isogeiou
Outside Layer		plaka taratsas	laminate	xulo
Layer 2		Tsimentokonia	Asvestotsimentokoniama	Asvestotsimentokoniama
Layer 3		steganwtiko tsimento 5	skurodema B>160 15	optoplinthoi diatrhtoi 9
Layer 4		mpeton klisews 1000	Asvestotsimentokoniama	wallmate 3
Layer 5		roofmate		Air Wall Material 5
Layer 6		skurodema B>160 14		optoplinthoi diatrhtoi 6
Layer 7		fragma ydratmwn		Asvestotsimentokoniama
Layer 8		Asvestotsimentokoniama		
Layer 9				
Layer 10				

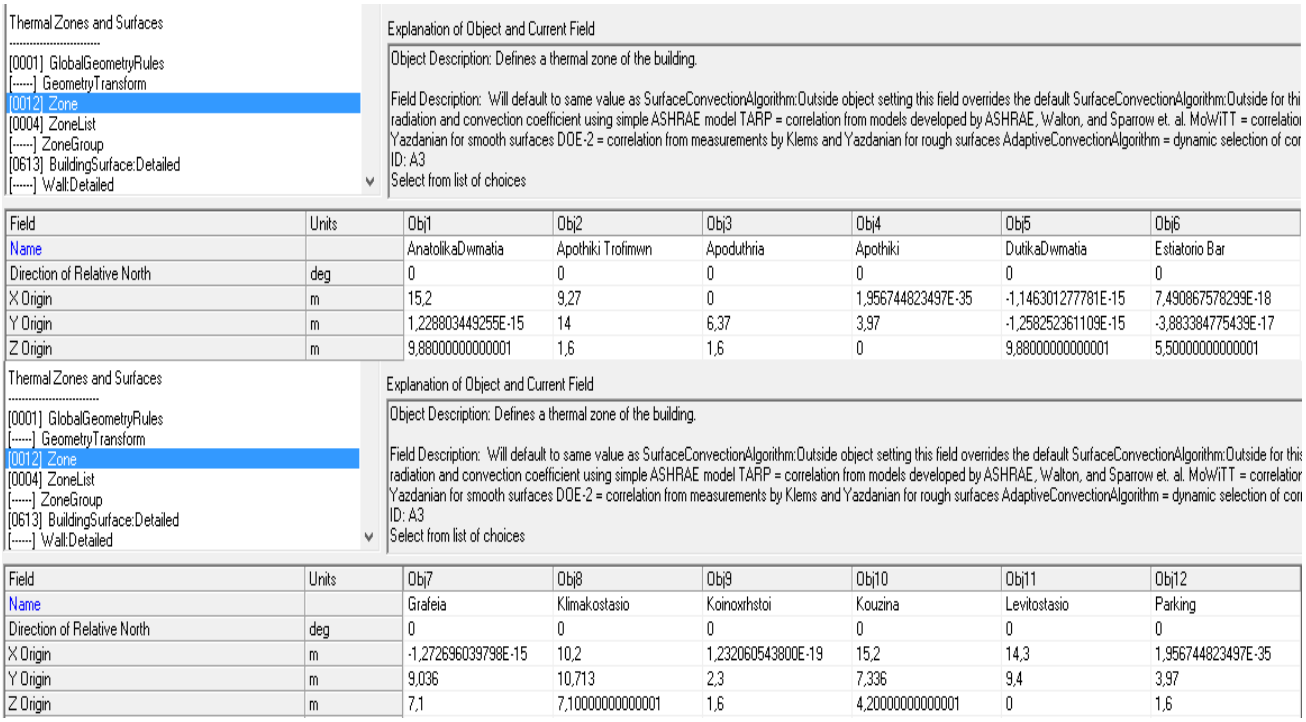
Εικόνα 4.40: Παράμετροι υποκατηγορίας *Construction*.

4.3.5 Κατηγορία *Thermal Zones and Surfaces*

Αυτή η κατηγορία αναφέρεται στις θερμικές ζώνες του ξενοδοχείου και στις επιφάνειες που το απαρτίζουν. Αναλυτικότερα:

- <u>Υποκατηγορία *Zone*</u>

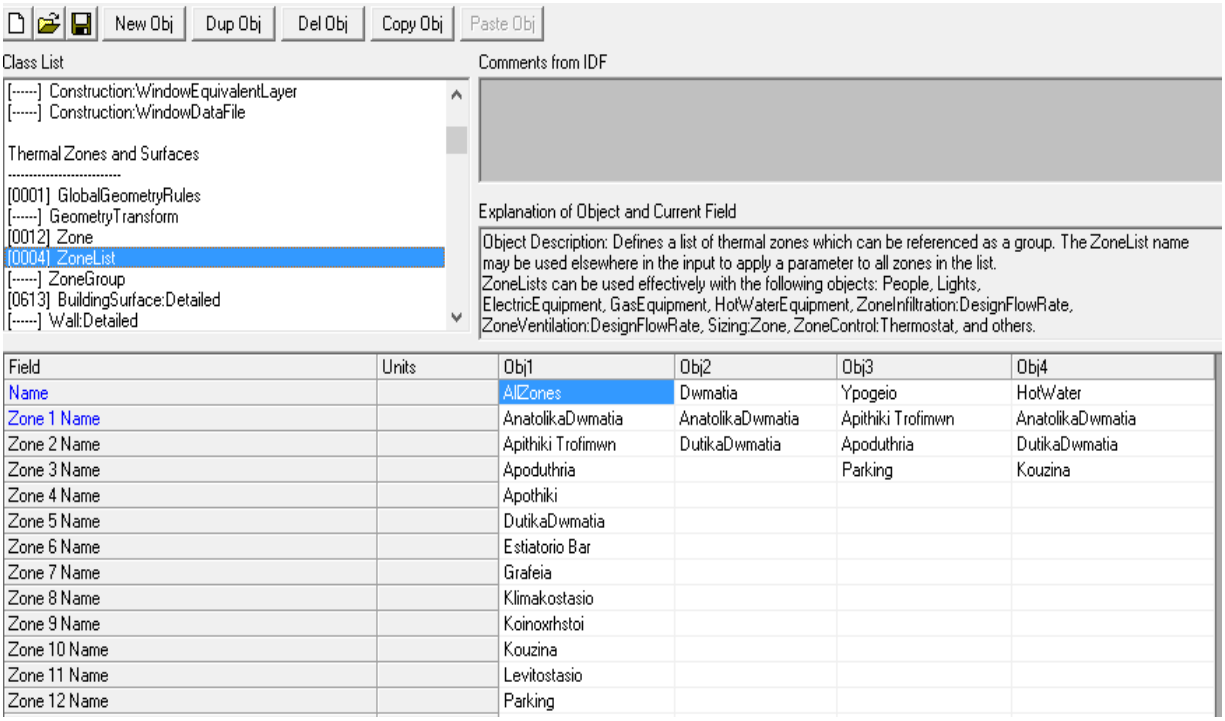
Σ' αυτό το σημείο περιγράφεται η κάθε θερμική ζώνη ξεχωριστά. Απαραίτητο πεδίο αποτελεί το όνομα της ζώνης, ενώ αναφέρονται και η απόκλιση από τον άξονα του Βορρά και οι συντεταγμένες τους. Όλα αυτά τα δεδομένα εισήχθησαν αυτόματα κάτα τη διαδίκασία *Exprot IDF* που περιγράφτηκε σε προηγούμενη ενότητα και παρουσιάζονται στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 4.41: Παράμετροι υποκατηγορίας *Zone*.

<u>Υποκατηγορία *ZoneList*</u>

Δεδομένου ότι αρκετές θερμικές ζώνες του ξενοδοχείου εμφανίζουν κοινά χαρακτηριστικά σε αρκετές από τις λειτουργίες που διαθέτουν, με την υποκατηγορία αυτή δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να ομαδοποιήσει τέτοιες ζώνες με κοινές ιδιότητες. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται η διαδικασία αντιστοίχισης κάθε ιδιότητας στις επιμέρους ζώνες. Διευκρινίζεται ότι κάθε ζώνη μπορεί να ανήκει σε περισσότερες από μία ομάδες. Ακολουθεί εικόνα με τις ομάδες θερμικών ζωνών που δημιουργήθηκαν.



Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4
Name		AllZones	Dwmatia	Ypogeio	HotWater
Zone 1 Name		AnatolikaDwmatia	AnatolikaDwmatia	Apithiki Trofimwn	AnatolikaDwmatia
Zone 2 Name		Apithiki Trofimwn	DutikaDwmatia	Apoduthria	DutikaDwmatia
Zone 3 Name		Apoduthria		Parking	Kouzina
Zone 4 Name		Apothiki			
Zone 5 Name		DutikaDwmatia			
Zone 6 Name		Estiatorio Bar			
Zone 7 Name		Grafeia			
Zone 8 Name		Klimakostasio			
Zone 9 Name		Koinoxrhstoi			
Zone 10 Name		Kouzina			
Zone 11 Name		Levitostasio			
Zone 12 Name		Parking			

Εικόνα 4.42: Παράμετροι υποκατηγορίας *ZoneList*.

<u>Υποκατηγορία *BuildingSurface: Detailed*</u>

Στην υποκατηγορία αυτή κάθε επιφάνεια που έχει δημιουργηθεί στο SketchUp, εισάγεται πάλι αυτόματα με όλα τα χαρακτηριστικά της. Στο πεδίο 'Name' εισάγεται το όνομα της κάθε επιφάνειας με μορφή αριθμού. Στο πεδίο *' Surface Type'* δηλώνεται ο τύπος της επιφάνειας, δηλαδή αν είναι τοίχος, οροφή, ή δάπεδο και στο '*Construction Name'* επιλέγεται ο τύπος της κατασκευής δεδομένο που αντλείνται από την καρτέλα '*Construction*' της κατηγορίας που περιγράφηκε προηγουμένως. Στο πεδίο *'Zone Name'* έχει εισαχθεί αυτόματα από το πρόγραμμα το όνομα της θερμικής ζώνης στην οποία ανήκει η επιφάνεια, και στο πεδίο '*Outside Boundary Condition'* περιγράφονται οι συνθήκες που επικρατούν στο εξωτερικό της επιφάνειας αυτής, δηλαδή αν αυτό έρχεται σε επαφή με το έδαφος, με κάποια άλλη επιφάνεια, ή με τον εξωτερικό αέρα. Τα πεδία '*Sun Exposure'* και '*Wind Exposure'* συμπληρώνονται κι αυτά αυτόματα, ανάλογα με το αν η επιφάνεια είναι εξωτερική ή εσωτερική. Όλα αυτά τα πεδία, επειδή συμπληρώνονται αυτόματα από το πρόγραμμα, αν και συνήθως δεν υπάρχει κάποιο λάθος, θα πρέπει να ελεγχθούν προσεκτικά αν είναι σώστα τα δεδομένα τους.

Στην εικόνα 4.43 φαίνονται ενδεικτίκα κάποιες από τις επιφάνειες αυτές μαζί με τα χαρακτηριστικά τους.

Class List

[-----] ZoneGroup
[0613] BuildingSurface:Detailed
[-----] Wall:Detailed
[-----] RoofCeiling:Detailed
[-----] Floor:Detailed
[-----] Wall:Exterior
[-----] Wall:Adiabatic
[-----] Wall:Underground
[-----] Wall:Interzone
[-----] Roof
[-----] Ceiling:Adiabatic
[-----] Ceiling:Interzone

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Object Description: Allows for detailed entry of building heat transfer surfaces. Does not include subsurfaces such as windows or doors.

Field Description:
ID: A1
Enter a alphanumeric value

Field	Units	Obj291	Obj292	Obj293	Obj294	Obj295	Obj296	Obj297	Obj298	Obj299	Obj300
Name		Surface 611	Surface 612	Surface 613	Surface 258	Surface 273	Surface 274	Surface 275	Surface 276	Surface 284	Surface 295
Surface Type		Wall	Wall	Ceiling	Floor	Wall	Wall	Wall	Wall	Floor	Wall
Construction Name		Exterior Wall	Interior Wall	Interior Ceiling	Interior Floor	Exterior Wall	Exterior Wall	Interior Wall	Interior Wall	Interior Floor	Exterior Wall
Zone Name		Grafeia	Grafeia	Grafeia	Klimakostasio	Klimakostasio	Klimakostasio	Klimakostasio	Klimakostasio	Klimakostasio	Klimakostasio
Outside Boundary Condition		Outdoors	Surface	Surface	Surface	Outdoors	Outdoors	Surface	Surface	Surface	Outdoors
Outside Boundary Condition Object			Surface 584	Surface 676	Surface 257			Surface 248	Surface 265	Surface 708	
Sun Exposure		SunExposed	NoSun	NoSun	NoSun	SunExposed	SunExposed	NoSun	NoSun	NoSun	SunExposed
Wind Exposure		WindExposed	NoWind	NoWind	NoWind	WindExposed	WindExposed	NoWind	NoWind	NoWind	WindExposed
View Factor to Ground											
Number of Vertices											
Vertex 1 X-coordinate	m	15,2	16,95	15,2	9,998	8,798	9,998	8,798	9,998	9,998	9,98401898E-
Vertex 1 Y-coordinate	m	-5,77529136E-15	1,67700000E+00	-5,77529136E-15	1,44382284E-15	-1,677	-1,677	1,97876363E-47	1,44382284E-15	-1,313	-1,677
Vertex 1 Z-coordinate	m	17,55	17,55	17,55	0	2,78	2,78	2,78	2,78	0	5,67000000E-
Vertex 2 X-coordinate	m	15,2	16,95	16,95	9,998	8,798	9,998	8,798	9,998	9,998	9,98401898E-
Vertex 2 Y-coordinate	m	-5,77529136E-15	1,67700000E+00	-2,88764568E-15	-1,313	-1,677	-1,677	-1,97876363E-47	1,44382284E-15	-1,677	-1,677
Vertex 2 Z-coordinate	m	14,48	14,48	17,55	0	1,44382284E-15	1,44382284E-15	9,50060712E-65	0	1,44382284E-15	2,78
Vertex 3 X-coordinate	m	16,95	15,2	16,95	8,798	9,998	9,998	8,798	8,798	8,798	9,998
Vertex 3 Y-coordinate	m	-2,88764568E-15	1,677	1,67700000E+00	-1,313	-1,677	1,44382284E-15	-1,677	0	-1,677	1,44382284E-
Vertex 3 Z-coordinate	m	14,48	14,48	17,55	0	1,44382284E-15	0	1,44382284E-15	0	1,44382284E-15	2,78
Vertex 4 X-coordinate	m	16,95	15,2	15,2	8,798	9,998	9,998	8,798	8,798	8,798	9,998
Vertex 4 Y-coordinate	m	-2,88764568E-15	1,677	1,677	0	-1,677	1,44382284E-15	-1,677	0	-1,313	1,44384592E-
Vertex 4 Z-coordinate	m	17,55	17,55	17,55	0	2,78	2,78	2,78	2,78	0	5,67000000E-

Εικόνα 4.43: Παράμετροι υποκατηγορίας *BuildingSurface: Detailed*.

<u>Υποκατηγορία *FenestrationSurface:Detailed*</u>

Σ' αυτό το σημείο ορίζονται όλες οι υπο-επιφάνειες του ξενοδοχείου, δηλαδή τα παράθυρα και οι πόρτες, με αυτόματο τρόπο όπως και στην προηγούμενη υποκατηγορία. Αρχικά, στο πεδίο '*Name*' εισάγεται το όνομα της επιφάνειας μέσω αριθμού, και στο πεδίο '*Surface Type*' δηλώνεται το είδος της επιφάνειας, δηλαδή αν είναι πόρτα ή παράθυρο. Επίσης, στο πεδίο '*Construction Name*' επιλέγεται από την καρτέλα η κατασκευαστική δομή του ανοίγματος, η οποία αντλείται όπως και προηγουμένως από την υποκατηγορία '*Construction*', και στο πεδίο '*Building Surface Name*' δηλώνεται αυτόματα η επιφάνεια η οποία φέρει το άνοιγμα. Τέλος, ακολουθούν οι συντεταγμένες κάθε ανοίγματος, εισηγμένες κι αυτές αυτόματα.

Class List

[------] Wall:Underground
[------] Wall:Interzone
[------] Roof
[------] Ceiling:Adiabatic
[------] Ceiling:Interzone
[------] Floor:GroundContact
[------] Floor:Adiabatic
[------] Floor:Interzone
[0110] FenestrationSurface:Detailed
[------] Window
[------] Door
[------] GlazedDoor

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Object Description: Allows for detailed entry of subsurfaces (windows, doors, glass doors, tubular daylighting devices).

Field Description:
ID: A1

Field	Units	Obj36	Obj37	Obj38	Obj39	Obj40	Obj41	Obj42	Obj43	Obj44
Name		Sub Surface 12	Sub Surface 37	Sub Surface 38	Sub Surface 41	Sub Surface 42	Sub Surface 2	Sub Surface 14	Sub Surface 39	Sub Surface 7
Surface Type		Window	Window	Window	Window	Window	Door	Window	Window	Window
Construction Name		Window	Window	Window	Window	Window	Exterior Door2	Window	Window	Window
Building Surface Name		Surface 679	Surface 679	Surface 679	Surface 679	Surface 679	Surface 58	Surface 272	Surface 272	Surface 272
Outside Boundary Condition Object										
View Factor to Ground										
Shading Control Name										
Frame and Divider Name										
Multiplier										
Number of Vertices										
Vertex 1 X-coordinate	m	0	0	0	0	0	0	5,74142432E-16	0	0
Vertex 1 Y-coordinate	m	1,841	3,396	4,951	6,506	8,061	7,28	5,1	2,32	12,78
Vertex 1 Z-coordinate	m	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	3,46	2,01	2,01	1,9
Vertex 2 X-coordinate	m	0	0	0	0	0	0	-3,13057876E-15	-3,61581748E-17	0
Vertex 2 Y-coordinate	m	1,841	3,396	4,951	6,506	8,061	7,28	5,1	2,32	12,78
Vertex 2 Z-coordinate	m	0	0	0	0	0	1,992	1,44382284E-15	1,44382284E-15	1,44382284E-15
Vertex 3 X-coordinate	m	0	0	0	0	0	0	-1,17825776E-16	-3,28523353E-16	0
Vertex 3 Y-coordinate	m	2,766	4,321	5,876	7,431	8,986	6,18	3,78	1	11,46
Vertex 3 Z-coordinate	m	0	0	0	0	0	1,992	1,44382284E-15	0	1,44382284E-15

Εικόνα 4.44: Παράμετροι υποκατηγορίας *Fenestration Surface:Detailed.*

<u>Υποκατηγορία *InternalMass*</u>

Κι αυτή η υποκατηγορία ασχολείται με επιφάνειες, οι οποίες όμως έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό: βρίσκονται σε επαφή με άλλη επιφάνεια που ανήκει στην ίδια θερμική ζώνη με αυτές. Αυτόματα και πάλι, στο πεδίο *'Name'* δηλώνονται τα ονόματα των επιφανειών με μορφή αριθμών σε ζεύγη, ακολουθεί το πεδίο *'Construction Name'* που περιέχει τον τύπο της επιφάνειας, το όνομα της θερμικής ζώνης που ανήκουν στο πεδίο '*Zone Name',* και τέλος το εμβαδόν της κάθε επιφάνειας στο πεδίο '*Surface Area'*.

Class List

[------] Window:Interzone
[------] Door:Interzone
[------] GlazedDoor:Interzone
[------] WindowProperty:ShadingControl
[------] WindowProperty:FrameAndDivider
[------] WindowProperty:AirflowControl
[------] WindowProperty:StormWindow
[0039] InternalMass
[------] Shading:Site
[------] Shading:Building
[------] Shading:Site:Detailed
[------] Shading:Building:Detailed

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Object Description: Used to describe internal zone surface area that does not need to be part of geometric representation. This should be the total surface area exposed to the zone air.

Field Description: To be matched with a construction in this input file
ID: A2

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4
Name		Merged Surface 327 - Surface 410	Merged Surface 400 - Surface 416	Merged Surface 404 - Surface 454	Merged Surface 455 - Surface 567
Construction Name		Interior Ceiling	Dapedo Dwmatiwn	Interior Ceiling	Interior Ceiling
Zone Name		AnatolikaDwmatia	AnatolikaDwmatia	AnatolikaDwmatia	AnatolikaDwmatia
Surface Area	m2	46,87222	18,8611	18,8611	18,8611

Εικόνα 4.45: Παράμετροι υποκατηγορίας *InternalMass.*

Υποκατηγορία *Shading:Zone:Detailed*

Στην υποκατηγορία αυτή συμπληρώθηκαν αυτόματα όλες οι επιφάνειες σκίασης του κτιρίου, μαζί με τις συντεταγμένες τους. Επιφάνειες σκίασης αποτελούν αποκλειστικά τα στοιχεία του κτιρίου (μπαλκόνια, πέργκολα) και όχι τυχόν στοιχεία του περιβάλλοντα χώρου (π.χ. δέντρα, γειτονικά κτίρια, υψηλοί φράχτες) τα οποία προκαλούν σκίαση στο εν λόγω κτίριο.

Class List

[0039] InternalMass
[-----] Shading:Site
[-----] Shading:Building
[-----] Shading:Site:Detailed
[-----] Shading:Building:Detailed
[-----] Shading:Overhang
[-----] Shading:Overhang:Projection
[-----] Shading:Fin
[-----] Shading:Fin:Projection
[0050] Shading:Zone:Detailed
[-----] ShadingProperty:Reflectance

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Object Description: used For fins, overhangs, elements that shade the building, are attached to the building but are not part of the heat transfer calculations

Field Description:
ID: A1

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7
Name		Shading Surface 18	Shading Surface 19	Shading Surface 20	Shading Surface 21	Shading Surface 22	Shading Surface 23	Shading Surface 24
Base Surface Name		Surface 679	Surface 679	Surface 679	Surface 647	Surface 411	Surface 411	Surface 415
Transmittance Schedule Name								
Number of Vertices								
Vertex 1 X-coordinate	m	3,00000000E-01	3,00000000E-01	0	3,00000000E-01	3,00000000E-01	3,00000000E-01	3,00000000E-01
Vertex 1 Y-coordinate	m	3,043	6,156	9,036	3,043	6,156	9,036	3,043
Vertex 1 Z-coordinate	m	0	0	0	2,89000000E+00	2,89000000E+00	2,89000000E+00	5,8
Vertex 2 X-coordinate	m	3,00000000E-01	3,00000000E-01	3,00000000E-01	3,00000000E-01	3,00000000E-01	3,00000000E-01	3,00000000E-01
Vertex 2 Y-coordinate	m	1,43000000E-01	3,256	9,036	1,43000000E-01	3,256	6,306	1,43000000E-01
Vertex 2 Z-coordinate	m	0	0	0	2,89000000E+00	2,89000000E+00	2,89000000E+00	5,8
Vertex 3 X-coordinate	m	0	0	3,00000000E-01	0	0	8,68593496E-31	0
Vertex 3 Y-coordinate	m	1,43000000E-01	3,256	6,306	1,43000000E-01	3,256	6,306	1,43000000E-01
Vertex 3 Z-coordinate	m	0	0	0	2,89000000E+00	2,89000000E+00	2,89000000E+00	5,8
Vertex 4 X-coordinate	m	0	0	0	0	0	-8,68593496E-31	0
Vertex 4 Y-coordinate	m	3,043	6,156	6,306	3,043	6,156	9,036	3,043
Vertex 4 Z-coordinate	m	0	0	0	2,89000000E+00	2,89000000E+00	2,89000000E+00	5,8

Εικόνα 4.46: Παράμετροι υποκατηγορίας *Shading:Zone:Detailed.*

4.3.6 Κατηγορία *Internal Gains*

Αυτή η κατηγορία είναι από τις πιο σημαντικές του προγράμματος για την σωστή προσομοίωση του ξενοδοχείου. Ο λόγος είναι ότι σ'αυτό το στάδιο λαμβάνονται υπόψη τα θερμικά κέρδη που προκύπτουν σε έναν χώρο από τους χρήστες, τον φωτισμό, τη λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών και τη θέρμανση του νερού.

Υποκατηγορία *People*

Ως εσωτερικά κέρδη που προκύπτουν από τους χρήστες ενός χώρου θεωρείται η θερμική ενέργεια που εκλύεται λόγω του μεταβολισμού τους και εξαρτάται από το πλήθος των ατόμων που βρίσκονται στον χώρο, το ωράριό τους και το είδος της δραστηριότητάς τους.

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.44, το πεδίο *'Name'* αναφέρεται στο όνομα του αντικειμένου που δημιουργείται (εν προκειμένω δημιουργήθηκαν πέντε αντικείμενα για την καλύτερη ανάλυση της υποκατηγορίας), και το πεδίο *'Zone or Zone List Name'* περιέχει το όνομα της θερμικής ζώνης ή το όνομα της λίστας θερμικών ζωνών στις οποίες εξετάζεται η ανθρώπινη δραστηριότητα. Στη συνέχεια, συμπληρώνεται το αντίστοιχο χρονοδιάγραμμα ανθρώπινης πυκνότητας που χρησιμοποιείται σε κάθε αντικείμενο (*Number of People Schedule Name*), η μέθοδος υπολογισμού που επιλέχθηκε *('People/Area')* και ο εκτιμώμενος αριθμός ατόμων ανά τετραγωνικό μέτρο θερμικής ζώνης (*People per Zone Floor Area*) όπου σύμφωνα με τον Κτιριοδομικό Κανονισμό του Τ.Ε.Ε. χρησιμοποιείται η τιμή 0.1. Το πεδίο *'Fraction Radiant'* συμπληρώνεται με το ποσοστό της θερμότητας που εκπέμπεται από τον χρήστη στη θερμική ζώνη, το οποιό παίρνει τιμές απο 0 έως 1 και τέθηκε 0,25, δηλαδή το 25 %. Τέλος, στο πεδίο *'Activity Level Schedule Name'* επιλέγεται το αντίστοιχο χρονοδιάγραμμα ανθρώπινης δραστηριότητας ενώ οι υπόλοιπες τιμές που προϋπήρχαν έμειναν ως έχουν.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5
Name		PeopleDwmatia	PeopleEstiatorioBar	PeopleKouzina	PeopleYpogeio	KoinoxrhstoiPeople
Zone or ZoneList Name		Dwmatia	Estiatorio Bar	Kouzina	Ypogeio	Koinoxrhstoi
Number of People Schedule Name		SchDwmatiaPeople	SchEstiatrioBarPeople	SchKouzinaPeople	SchYpogeioPeople	SchKoinoxrhstoiPeople
Number of People Calculation Method		People/Area	People/Area	People/Area	People/Area	People/Area
Number of People						
People per Zone Floor Area	person/m2	0,2	0,5	0,5	1	1
Zone Floor Area per Person	m2/person					
Fraction Radiant		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Sensible Heat Fraction		autocalculate	autocalculate	autocalculate	autocalculate	autocalculate
Activity Level Schedule Name		SchActivityDwmatia	SchActivityLoipoXwroi	SchActivityLoipoXwroi	SchActivityLoipoXwroi	SchActivityLoipoXwroi
Carbon Dioxide Generation Rate	m3/s-W	0,0000000382	0,0000000382	0,0000000382	0,0000000382	0,0000000382
Enable ASHRAE 55 Comfort Warnings		No	No	No	No	No
Mean Radiant Temperature Calculation Type		ZoneAveraged	ZoneAveraged	ZoneAveraged	ZoneAveraged	ZoneAveraged
Surface Name/Angle Factor List Name						
Work Efficiency Schedule Name						
Clothing Insulation Calculation Method		ClothingInsulationSchedule	ClothingInsulationSchedule	ClothingInsulationSchedule	ClothingInsulationSchedule	ClothingInsulationSchedule

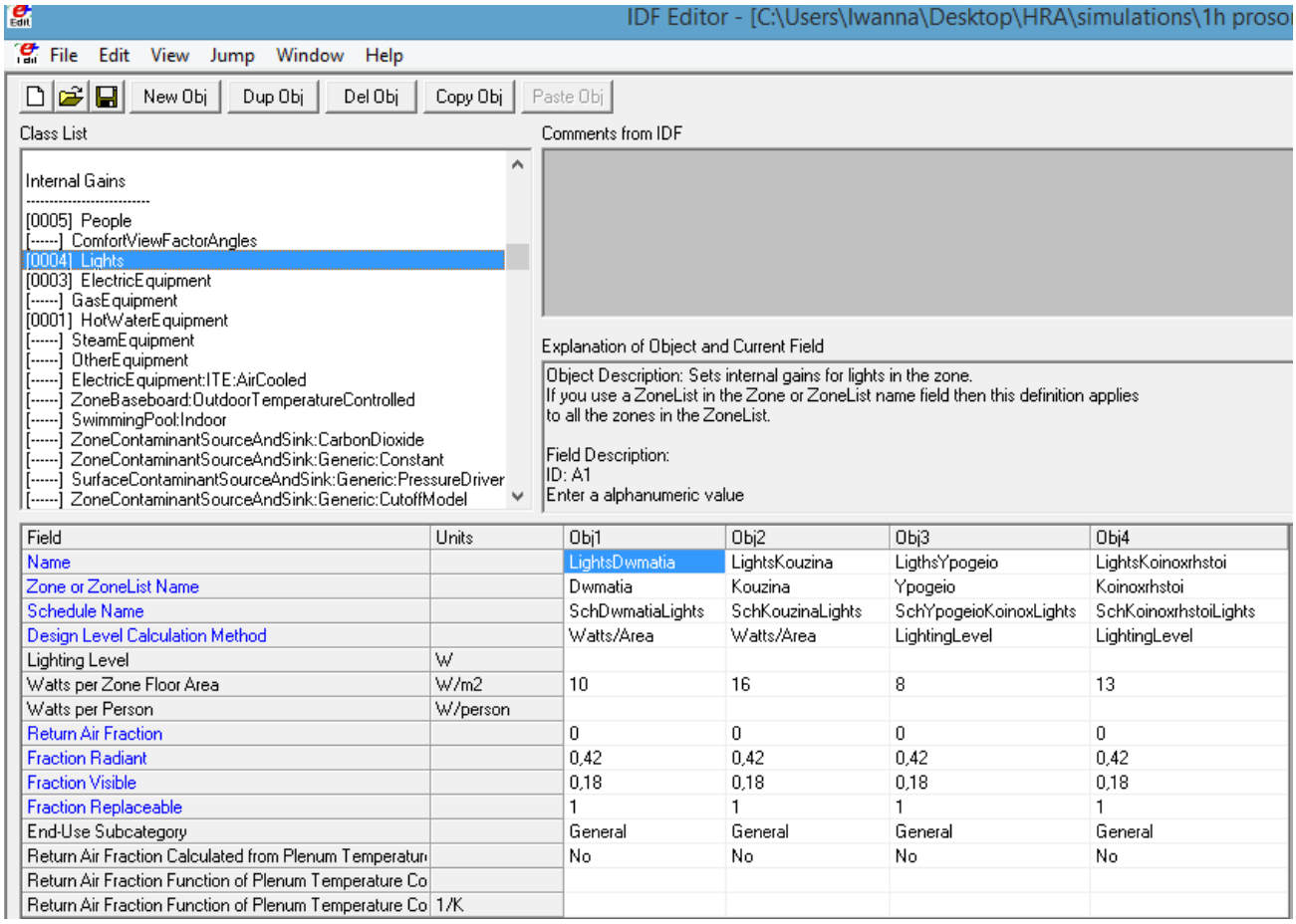
Εικόνα 4.47: Παράμετροι υποκατηγορίας *People.*

<u>Υποκατηγορία *Lights*</u>

Σ' αυτήν την υποκατηγορία καθορίζονται όλες οι πληροφορίες που αφορούν στο σύστημα ηλεκτρικού φωτισμού μιας θερμικής ζώνης, στην ισχύ του και στα ωράρια λειτουργίας του.

Πιο συγκεκριμένα, αφού δηλωθεί το όνομα του αντικειμένου και η θερμική ζώνη ή η ομάδα θερμικών ζωνών στην οποία αυτό αναφέρεται (πεδία *'Name'* και *'Zone or Zone List Name'* αντίστοιχα), επιλέγεται το χρονοδιάγραμμα που περιγράφει τη λειτουργία του φωτισμού σ'αυτές

τις ζώνες (πεδίο *'Shcedule Name'*) και ορίζεται η μέθοδος υπολιγισμού *'Watts/Area'* (πεδίο *'Design Level Calculation Method'*). Το πεδίο *'Watts Per Zone Floor Area'* συμπληρώθηκε σύμφωνα με τις οδηγίες του ΤΕΕ αναλόγως της χρήσης της κάθε ζώνης, ενώ στα πεδία *'Return Air Fraction'*, *'Fraction Radiant'*, *'Fraction Visible'* και *'Fraction Replaceable'* τέθηκαν οι τυπικές τιμές 0, 0.42, 0.18 και 1.

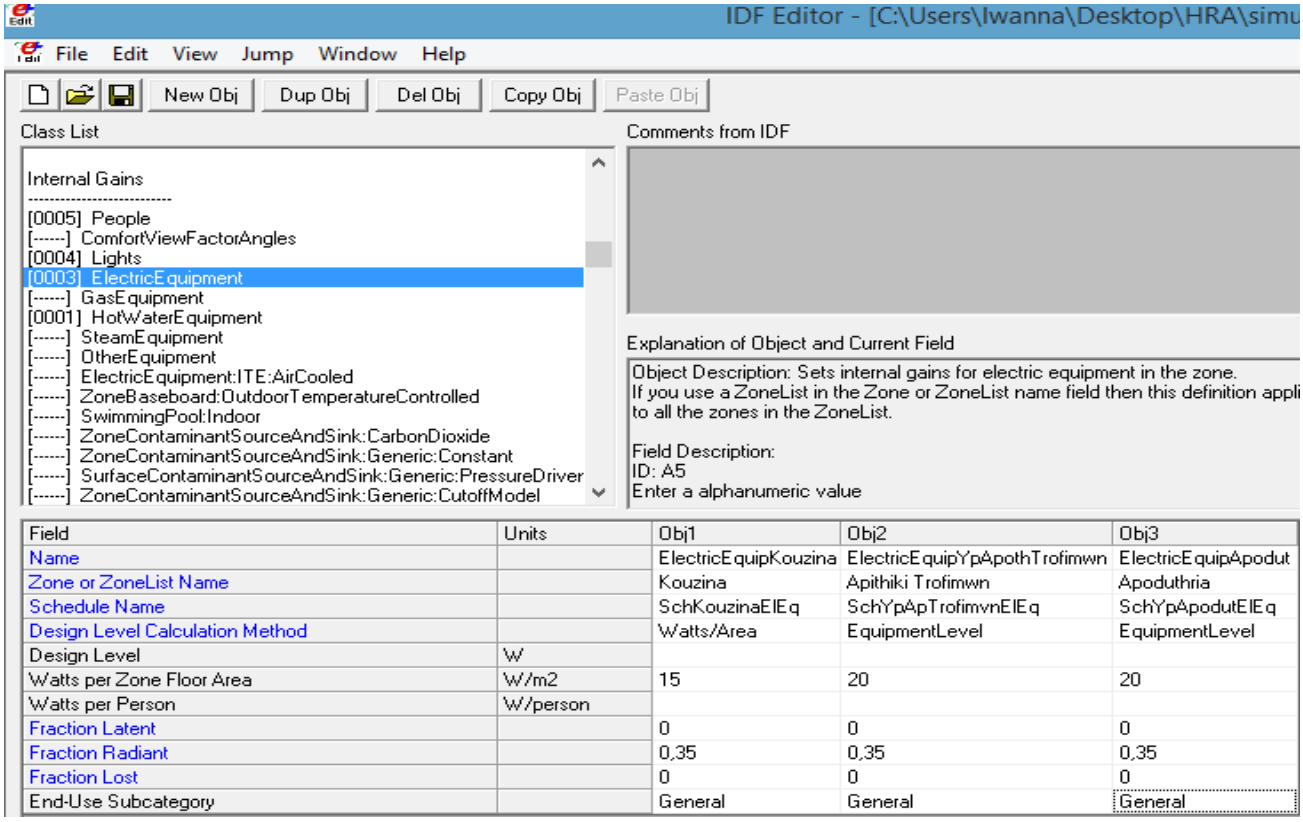


Εικόνα 4.48: Παράμετροι υποκατηγορίας *Lights.*

<u>Υποκατηγορία *Electric Equipment*</u>

Στο σημείο αυτό εξετάζονται τα θερμικά κέρδη που παράγονται από τη λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών στις θερμικές ζώνες. Διευκρινίζεται ότι δε συμπεριλαμβάνονται το σύστημα θέρμανσης-ψύξης. Αναλυτικότερα, τα πεδία *'Name'*, *'Zone or ZoneList Name'* και *'Schedule Name'* συμπληρώνονται όμοια με τις προηγούμενες υποκατηγορίες. Στην παράμετρο *'Design Level Calculation Method'* επιλέγεται η μέθοδος υπολογισμού *Watts/Area* και στην *'Watts per Zone Floor Area'* εισήχθησαν οι τιμές που φαίνονται και στην εικόνα 4.48, σύμφωνα με το ΤΕΕ ανάλογα με τη χρήση που έχει ο κάθε χώρος που περιγράφεται. Για τα πεδία *'Fraction Latent'* και *'Fraction*

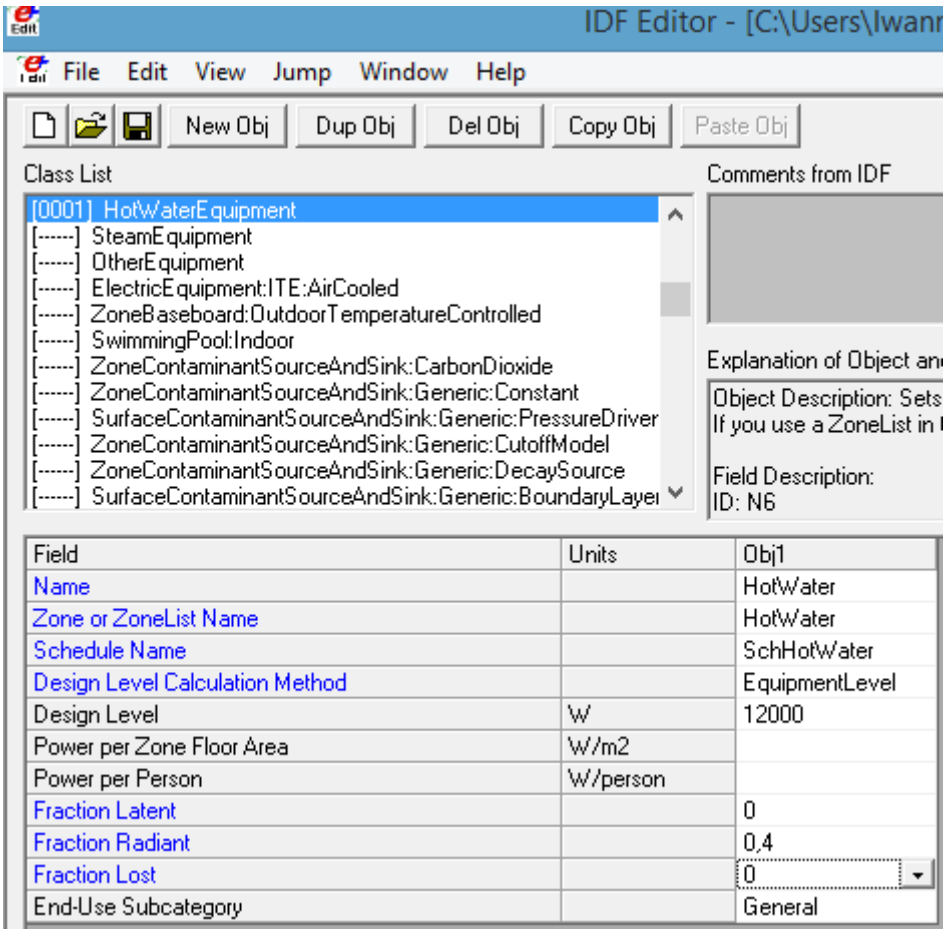
Radiant' (εκφράζουν τη μορφή της μεταβιβαζόμενης θερμότητας) και *'Fraction Lost'* (το ποσοστό των απωλειών θερμότητας) επιλέχθηκαν οι τυπικές τιμές 0, 0.35, 0.



Εικόνα 4.49: Παράμετροι υποκατηγορίας *Electric Equipment.*

<u>Υποκατηγορία *HotWaterEquipment*</u>

Το ξενοδοχείο για τη θέρμανση του νερού διαθέτει δυο boiler κεντρικής θερμανσης των 600W το καθένα. Για την συμπλήρωση αυτής της παραμέτρου επιλέχθηκε να προσομοιαστεί το υπάρχον σύστημα με θερμοσίφωνα ανάλογης ισχύος (1200Watt) Έτσι, τα δεδομένα για το θερμοσίφωνα εισάγονται στην υποκατηγορία *'HotWaterEquipment'*. Όμοια με τις προηγούμενες υποκατηγορίες συμπληρώνονται οι τρεις πρώτες παράμετροι *'Name'*, *'Zone or ZoneList Name'* και *'Schedule Name'*. Στο πεδίο *'Design Level Calculation Method'* επελέγη το *'Equipment Level',* και στο πεδίο *'Design Level'* εισήχθη η ισχύς του θερμοσίφωνα σε *Watt*. Οι παράμετροι *'Fraction Latent', 'Fraction Radiant'* και *'Fraction Lost'* έλαβαν τις τυπικές τιμές 0, 0.4, 0 αντιστοίχως.



Εικόνα 4.50: Παράμετροι υποκατηγορίας *HotWaterEquipment.*

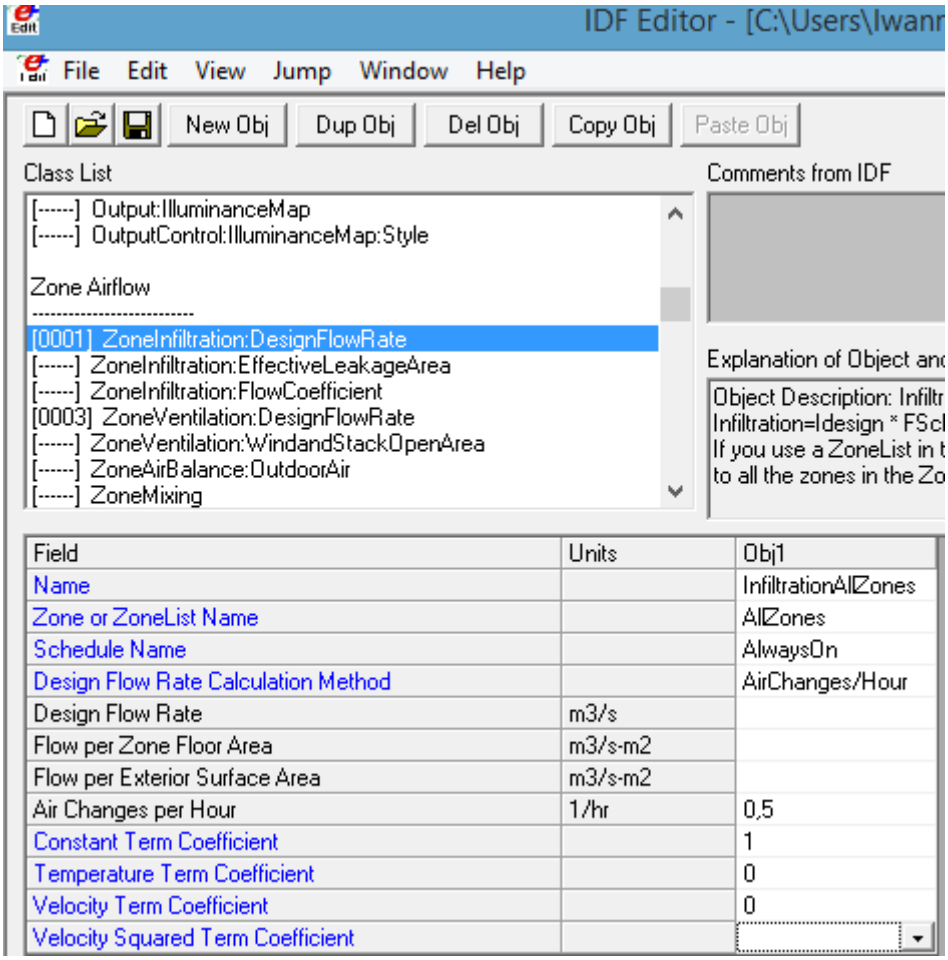
4.3.7 Κατηγορία *Zone Air Flow*

Ένα άλλο σημαντικό μέρος της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια αποτελεί η ροή αέρα μέσα σ' αυτά, η οποία μπορεί να συμβεί με δύο τρόπους, τον φυσικό και τον τεχνητό αερισμό. Όσον αφορά στον φυσικό αερισμό, αυτός μπορεί να συμβαίνει είτε ακούσια, όταν ο αέρας εισέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον σε μια θερμική ζώνη, χωρις αυτό να συμβαίνει σκόπιμα (διήθηση-infiltration) , είτε στη σκόπιμη ροή του αέρα μέσα σε μια θερμική ζώνη μέσω κάποιου ανοίγματος (άμεσος αερισμός – ventilation).

<u>Υποκατηγορία *ZoneInfiltration:DesignFlowRate*</u>

Σ'αυτήν την υποκατηγορία μελετάται η διήθηση του αέρα. Αυτή μπορεί να συμβεί από το άνοιγμα-κλείσιμο των εξωτερικών θυρών, από ρωγμές γύρω από τα παράθυρα ακόμα και μέσω των δομικών υλικών, σε μικρότερο βαθμό φυσικά. Στην πρώτη παράμετρο *'Name'* συμπληρώνεται το

όνομα του αντικειμένου, στη *'Zone or ZoneList'* έχει τεθεί το όνομα της ομάδας *'All Zones'* καθώς εκτιμήθηκε ότι η διήθηση του αέρα συμβαίνει σε όλο το κέλυφος του κτιρίου. Στο πεδίο *'Schedule Name'* εισήχθη το χρονοδιάγραμμα *'AlwaysOn'* από το πεδίο *'Shcedule:Compact'*, διότι η διήθηση θεωρήθηκε σταθερή και συνεχής. Ως μέθοδος υπολογισμού στο πεδίο *'Design Flow Rate Calculation Method'* προτιμηθηκέ η επιλογή *'AirChanges/Hour'* και, αφού εκτιμήθηκε ο αριθμός των εναλλαγών του αέρα ανά ώρα ίσος με 0,5, συμπληρώθηκε και το πεδίο *'Air Changes per Hour'*.

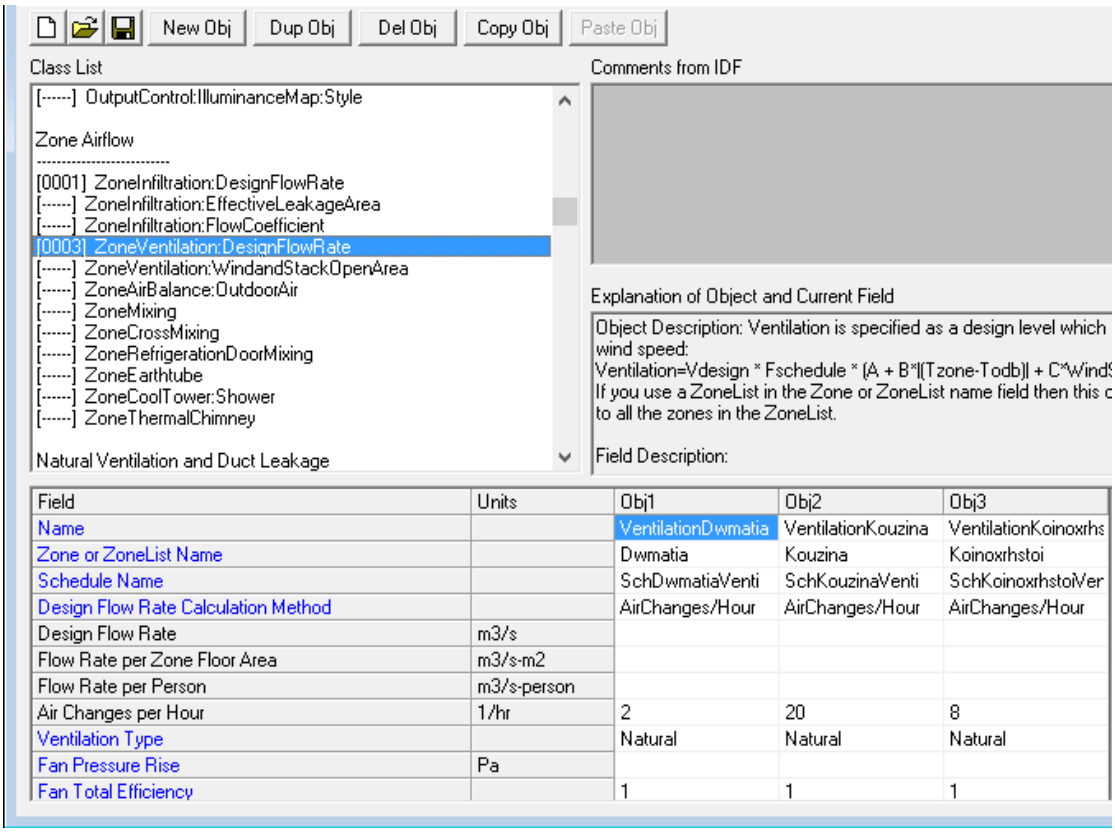


Εικόνα 4.51: Παράμετροι υποκατηγορίας *ZoneInfiltration:DesignFlowRate* .

<u>Υποκατηγορία *ZoneVentilation:DesignFlowRate*</u>

Σ' αυτό το σημείο περιγράφεται ο άμεσος αερισμός, δηλαδή η εκούσια ροή του αέρα μέσω ανοιχτών παραθύρων και άλλων ανοιγμάτων με σκόπο την εισαγωγή φρέσκου αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Δημιουργήθηκαν τρία αντικείμενα, ένα για τα δωμάτια, ένα για την κουζίνα και ένα για τους κοινόχρηστους χώρους του ξενοδοχείου. Αφού συμπληρώθηκε το όνομα του κάθε

αντικειμένου, η θερμική ζώνη στην οποία αναφέρεται και το ανάλογο χρονοδιάγραμμα στα πεδία *'Name'*, *'Zone or ZoneList Name'* και *'Shcedule Name'* αντίστοιχα, επιλέχθηκε και η μέθοδος υπολογισμού *'Air Changes/Hour'* στο πεδίο *'Design Flow Rate Calculation Method'*, όπως και στην προηγούμενη υποκατηγορία. Στο πεδίο *'Ventilation Type'* επιλέγεται ο φυσικός αερισμός (*Natural*). Στο πεδίο *'Air Changes per Hour'* δηλώθηκε ο αριθμός ***n*** των εναλλαγών του αέρα για κάθε ζώνη. Ο αριθμός αυτός εκφράζει την εναλλαγή αέρα στον χώρο ως πολλαπλάσιο του όγκου του χώρου ανά ώρα. Ένας αριθμός εναλλαγών του αέρα ίσος με 2 σημαίνει ότι μέσα σε μία ώρα εισέρχεται στο χώρο ένας όγκος νωπού αέρα ίσος με το διπλάσιο του όγκου του χώρου. Ο απαιτούμενος αριθμός εναλλαγών για την εξασφάλιση κατάλληλης ποσότητας οξυγόνου και την αποφυγή δυσάρεστων συνθηκών ενός χώρου διαφέρει ανάλογα με τη χρήση του. Για μαγειρεία ορίζεται ***n*** =15 – 25 και έτσι τέθηκε παραπάνω η τιμή ***n*** = 20 για τη θερμική ζώνη της κουζίνας ισογείου. Για κοινόχρηστους χώρους ορίζεται ***n*** = 4 – 8, κι έτσι στους κοινόχρηστους χώρους ισογείου/ορόφων του ξενοδοχείου τέθηκε η μέγιστη τιμή, 8. Επίσης, για τους χώρους των υπνοδωματίων τέθηκε ***n***=2, αριθμός που δηλώνει επαρκή αερισμό.



Εικόνα 4.52: Παράμετροι υποκατηγορίας *ZoneVentilation:DesignFlowRate* .

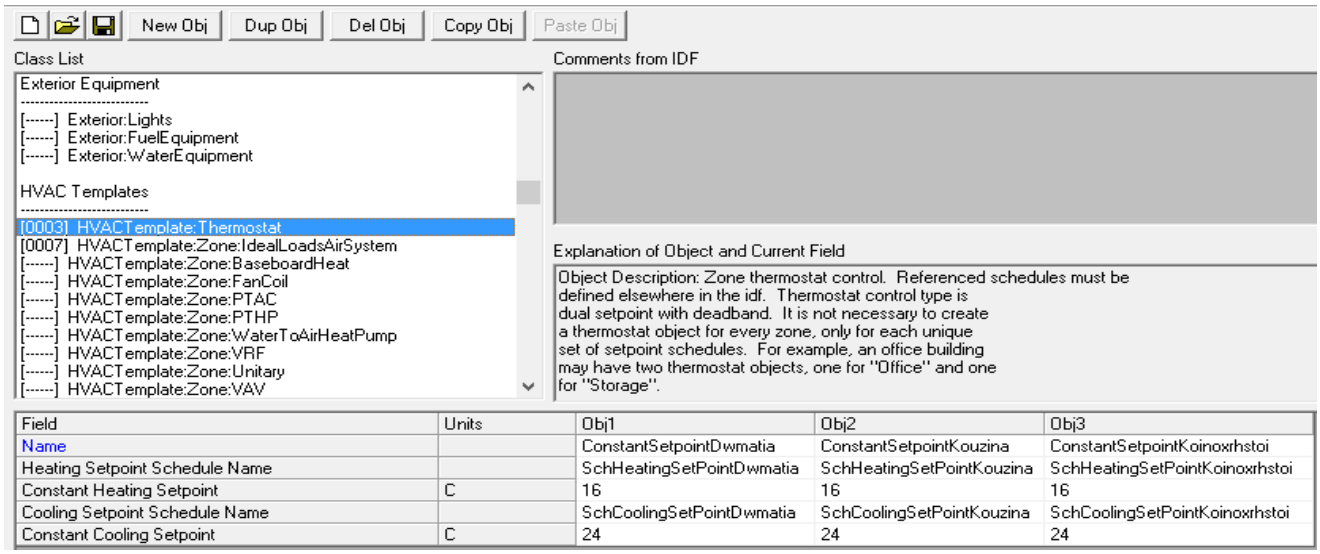
4.3.8 Κατηγορία *HVACTemplate*

Η λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης-ψύξης και κλιματισμού σε έναν χώρο περιγράφεται σ' αυτή την κατηγορία. Πρακτικά, καθορίζεται ένα ιδανικό σύστημα το οποίο λειτουργεί με θερμοστάτη, θέτοντας το σε λειτουργία όταν οι θερμοκρασίες στον χώρο υπερβούν τα θερμοκρασιακά όρια που έχουν οριστεί.

<u>Υποκατηγορία *HVACTemplate:Thermostat*</u>

Για τη σωστή περιγραφή του συστήματος θέρμανσης –ψύξης έγινε πάλι ξεχωριστή προσέγγιση για την κουζίνα, για τα δωμάτια και για τους κοινόχρηστους χώρους του ξενοδοχείου και έτσι δημιουργηθηκαν τρία αντικείμενα. Στο πεδίο *'Name'* συμπληρώθηκε το όνομα του κάθε αντικειμένου, και στα πεδία '*Heating Setpoint Schedule Name'* και *'Cooling Setpoint Schedule'* χρησιμοποιήθηκαν τα αντίστοιχα χρονοδιαγράμματα που έχουν αναλυθεί σε προηγούμενη κατηγορία, για θέρμανση και ψύξη σ' αυτές τις ζώνες.

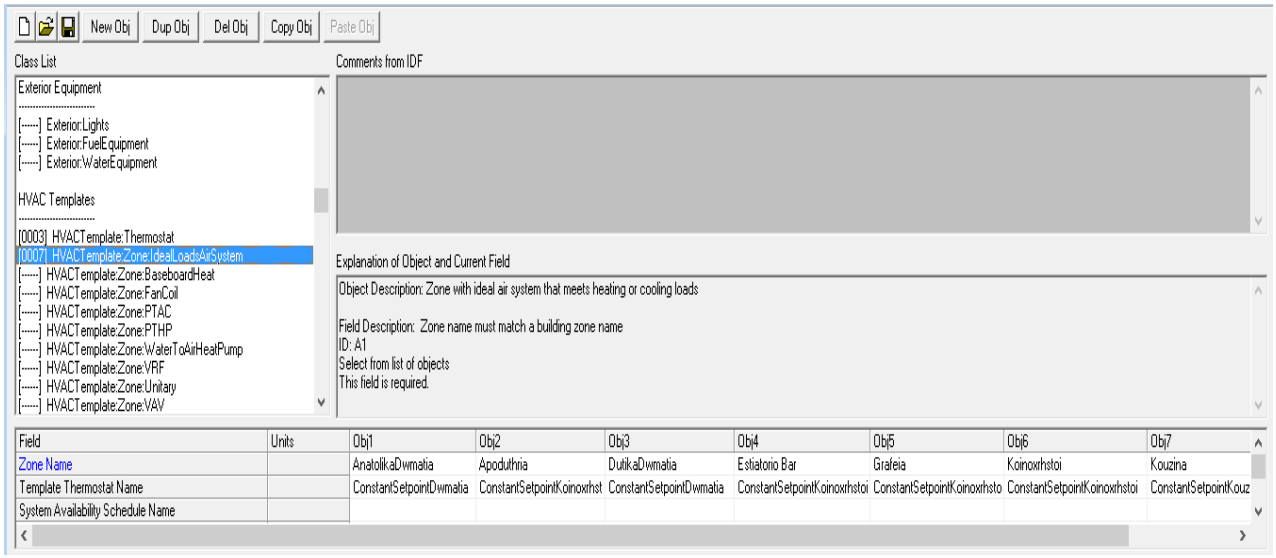
Επίσης, στην υποκατηγορία αυτή μπορεί να οριστεί κι ένας θερμοστάτης, ο οποίος στην ουσία ορίζει πότε θα τεθεί σε λειτουργία το σύστημα κλιματισμού. Ο θερμοστάτης αυτός χρειάζεται, διότι τους μήνες Απρίλη και Οκτώβρη ο κλιματισμός δε χρειάζεται να λειτουργεί. Συνεπώς, στο πεδίο *'Constant Heating Setpoint'* συμπληρώνεται ο αριθμός 16 (σε °C), το οποίο υποδηλώνει ότι αν η θερμοκρασία πέσει κάτω από αυτό το όριο, ενεργοποιείται ο κλιματισμός (εικόνα 4.52). Αντίστοιχα, στο πεδίο 'Constant Cooling Setpoint' εκτιμήθηκε ότι οι 24 °C είναι ένα καλό όριο, το οποίο όταν ξεπεραστεί, θα σημάνει την ενεργοποίηση του συστήματος ψύξης.



Εικόνα 4.53 : Παράμετροι υποκατηγορίας *HVACTemplate:Thermostat.*

Υποκατηγορία *HVACTemplate:Zone:IdealLoadAirSystem*

Σ' αυτό το σημείο πρακτικά αντιστοιχίζονται τα σύστηματα κλιματισμού που δημιουργήθηκαν στην προηγούμενη υποκατηγορία με τις θερμικές ζώνες. Έτσι, στο πεδίο *'Zone Name'* εισάγεται κάθε φορά το όνομα της θερμικής ζώνης, και στο *'Template Thermostat Name'* επιλέγεται το σύστημα κλιματισμού.



Εικόνα 4.54: Παράμετροι υποκατηγορίας *HVACTemplate:Zone:IdealLoadAirSystem*.

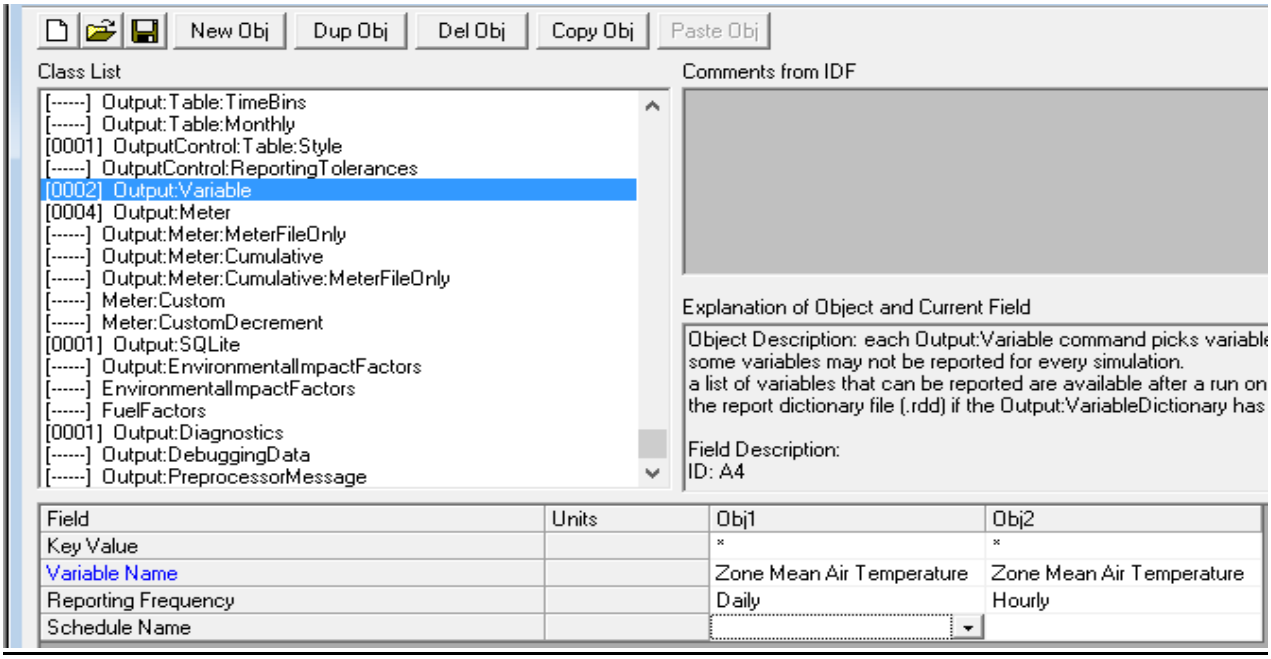
4.3.9 Κατηγορία *Output Reporting*

Τελευταία κατηγορία, στην οποία ο χρήστης μπορεί να καθορίσει το είδος αποτελεσμάτων που χρειάζεται να εξαχθούν από την ενεργειακή προσομοίωση του κτιρίου στο πρόγραμμα, είναι το *'Output Reporting'*. Οι συνηθέστερες μεταβλητές που ζητούνται είναι οι θερμοκρασίες της κάθε ζώνης και η ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία του κτιρίου.

Υποκατηγορία *Output: Variable*

Στην υποκατηγορία αυτή δημιουργήθηκαν δύο αντικείμενα, τα οποία αναφέρονται στη μέση θερμοκρασία του αέρα κάθε θερμικής ζώνης. Η διαφόρα τους είναι ότι στο ένα επιλέγεται να εμφανίζονται οι θερμοκρασίες ανά ημέρα (*Daily*) και στο άλλο αντικείμενο ανά ώρα (*Hourly*). Έτσι, στο πεδίο *'Variable Name'* από τη λίστα με όλες τις μεταβλητές, για τις οποίες μπορεί να εξάγει αποτελέσματα το πρόγραμμα, επιλέχθηκε το *'Zone Mean Air Temperature'*. Το σύμβολο (*) στο πεδίο *Key Value* έχει τεθεί για να επιτρέπει την επιλογή όλων των παραμέτρων που διατίθενται

από το πεδίο *Variable Name*. Διευκρινίζεται ότι η δημιουργία ενός μόνο αντικείμενου είναι εφικτή, αλλά ο χρήστης θα πρέπει να τρέξει το πρόγραμμα δύο φορές, αλλάζοντας το χρονικό βήμα.

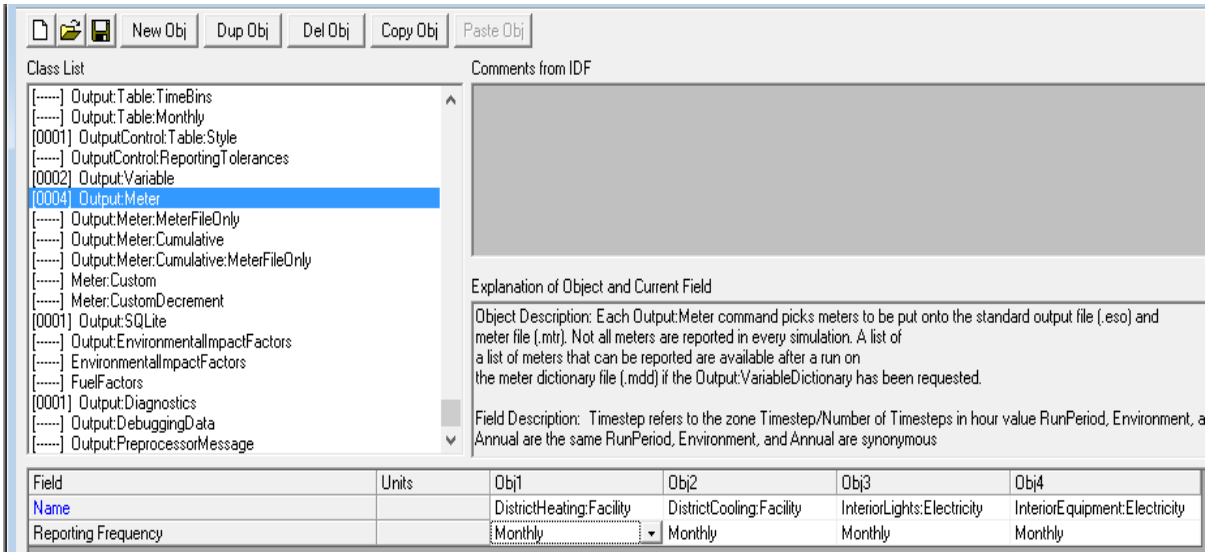


Εικόνα 4.55: Παράμετροι υποκατηγορίας *Output: Variable.*

<u>Υποκατηγορία *Output: Meter*</u>

Σ' αυτή την καρτέλα ορίζονται τα απαραίτητα στοιχεία για την εξαγωγή αποτελεσμάτων σχετικά με τις ενεργειακές καταναλώσεις. Δημιουργήθηκαν τα εξής τέσσερα αντικείμενα της εικόνας 4.53 με το πεδίο '*Name*' να συμπληρώνεται με τα *'District Heating: Facility'*, '*District Cooling: Facility'*, *'Interior Lights: Electricity'* και '*Interior Equipment: Electricity'* αντίστοιχα σε κάθε ένα απ' αυτά. Στο πεδίο '*Reporting Frequency'* επιλέχθηκε '*Monthly*', έτσι ώστε να εξαχθούν οι μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις για θέρμανση, ψύξη, τεχνητό φωτισμό και ηλεκτρικό εξοπλισμό ξεχωριστά.

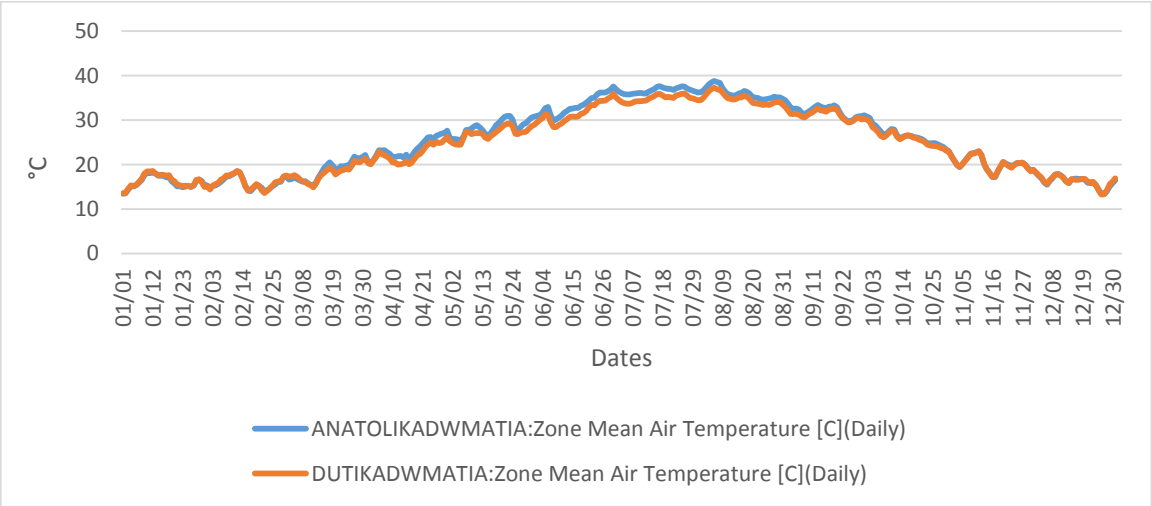
Να σημειωθεί ότι οι ενεργειακές καταναλώσεις εξάγονται από το πρόγραμμα σε μονάδα μέτρησης τα Joules (J). Για να γίνει η μετατροπή σε kWh, έτσι ώστε να γίνει κοστολόγηση της καταναλισκόμενης ενέργειας του κτιρίου, σημειώνεται ότι 1 J = 1/3600000 kWh.



Εικόνα 4.56: Παράμετροι υποκατηγορίας *Output: Meter*.

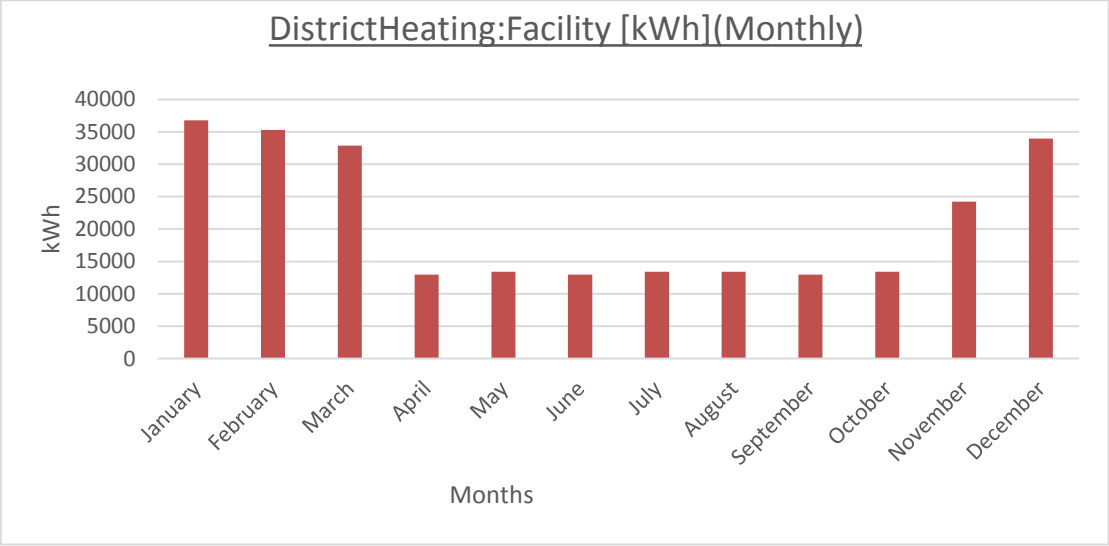
4.4 Αποτελέσματα Προσομοίωσης

Αρχικά, το πρώτο απότελεσμα της προσομοίωσης αφορά στις θερμοκρασίες (εικόνα 4.57). Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι μέσες ημερίσιες θερμοκρασίες σε δύο από τις θερμικές ζώνες του ξενοδοχείου, τα ανατολικά δωμάτια (*ANATOLIKADWMATIA*) και τα δυτικά δωμάτια (*DUTIKADWMATIA*). Παρατηρώντας το διάγραμμα θερμοκρασιών, ενδιαφέρον προκαλεί η διαφορά θερμοκρασίας που σημειώνεται σ' αυτες τις δύο θερμικές ζώνες κυρίως κατά τους θερινούς μήνες. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι όλα τα δυτικά δωμάτια συνορεύουν με το διπλανό κτίριο, σε αντίθεση με τα περισσότερα ανατολικά δωμάτια που έρχονται σε επαφή με το περιβάλλον, με αποτέλεσμα να δέχονται μικρότερα ποσά ηλιακής και θερμικής ακτινοβολίας. Η διαφορά αυτή στις θερμοκρασίες των δύο θερμικών ζωνών μπορεί να ανέλθει και στους 2°C.



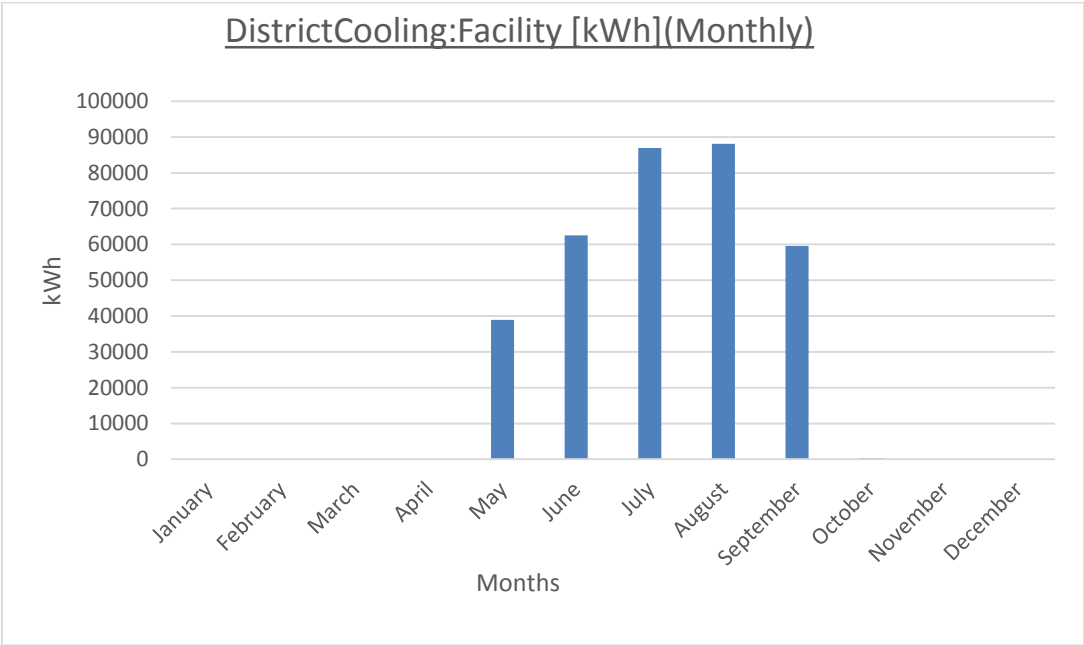
Εικόνα 4.57: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες στις ζώνες *ANATOLIKADWMATIA –DUTIKADWMATIA*

΄Οσον αφορά στις ενεργειακές καταναλώσεις, παρατίθενται παρακάτω τα διαγράμματα όπου παρουσιάζονται αναλυτικά τα πόσα ενέργειας που χρειάζεται η ξενοδοχειακή μονάδα κάθε μήνα για θέρμανση, ψύξη, τεχνητό φωτισμό και ηλεκτρικό εξοπλισμό, αντίστοιχα.

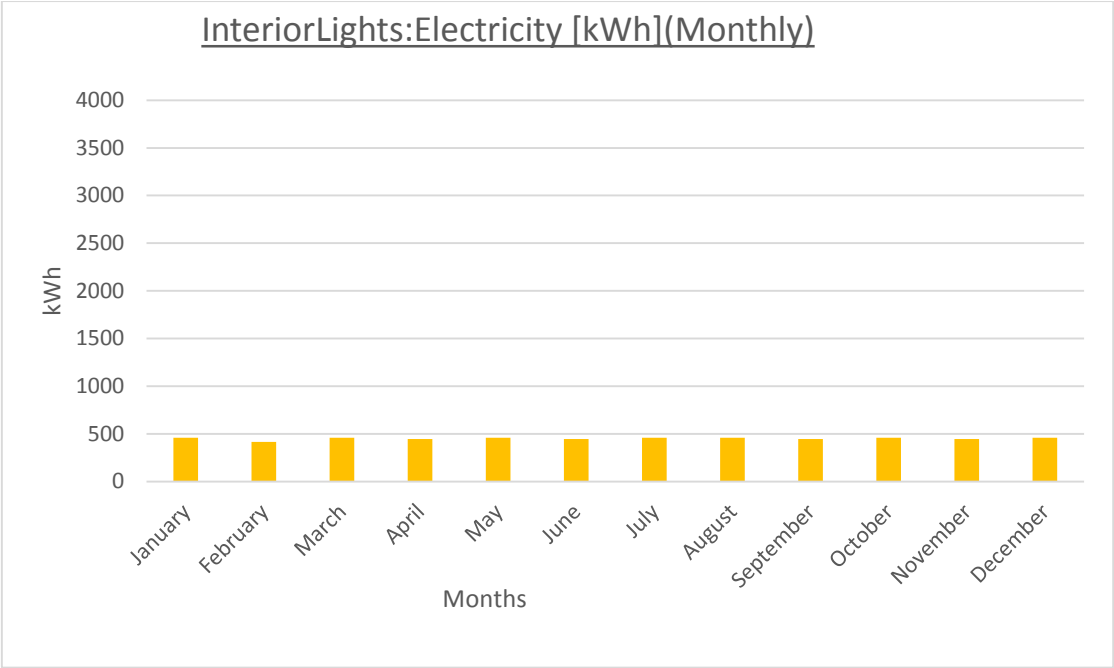


Εικόνα 4.58: Μηνιαία Κατανάλωση Ενέργειας Θέρμανσης Ξενοδοχείου

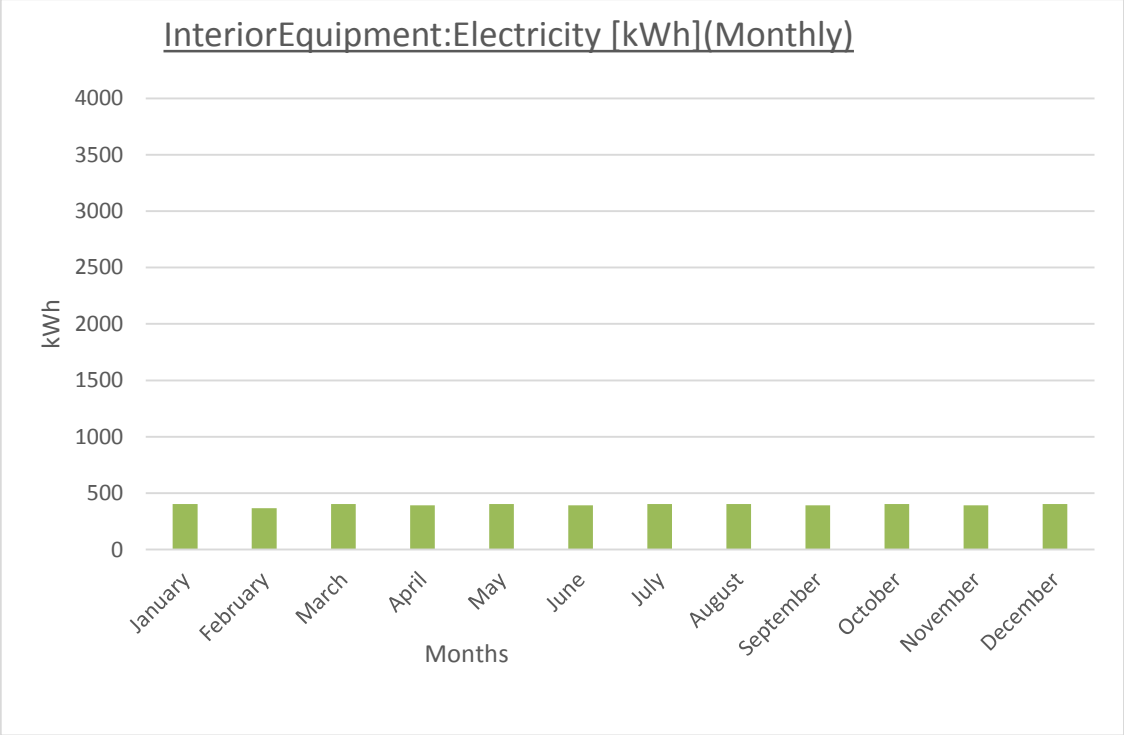
Διευκρινίζεται ότι η ενέργεια που σημειώνεται στο διάγραμμα αφόρα στην ενέργεια που απαιτείται για τη θέρμανση του κτιρίου αλλά και για τη θέρμανση του νερού για κάθε μήνα του έτους. Αυτός είναι ο λόγος που τους μήνες Απρίλιο έως Οκτώβριο εμφανίζεται καταναλισκόμενη ενέργεια, παρ' όλο που δεν λειτουργεί το σύστημα θέρμανσης.



Εικόνα 4.59: Μηνιαία Κατανάλωση Ενέργειας Ψύξης Ξενοδοχείου

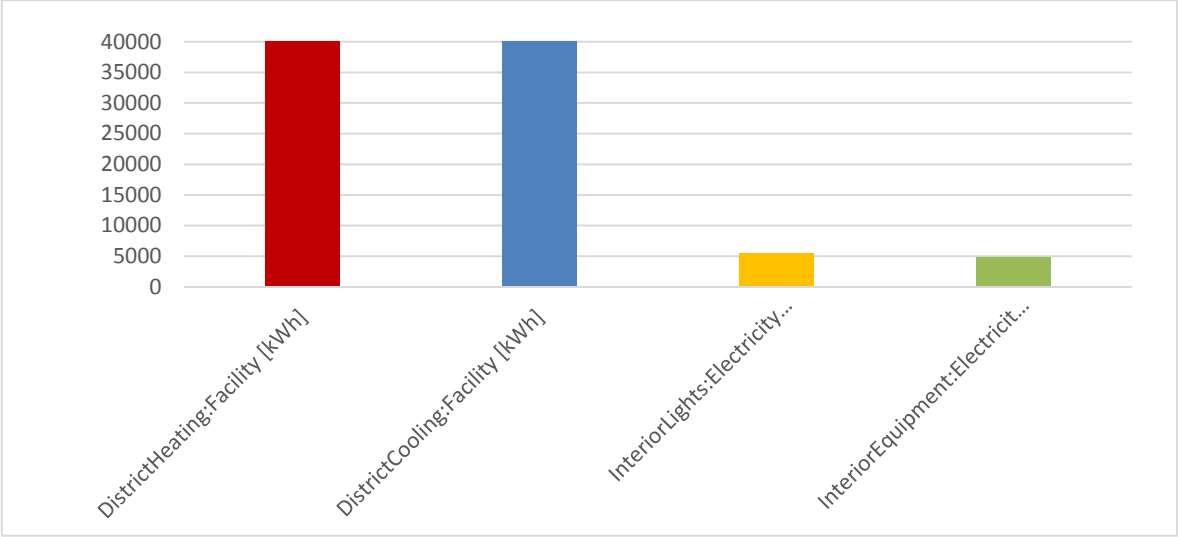


Εικόνα 4.60: Μηνιαία Κατανάλωση Ενέργειας Τεχνητού Φωτισμού Ξενοδοχείου



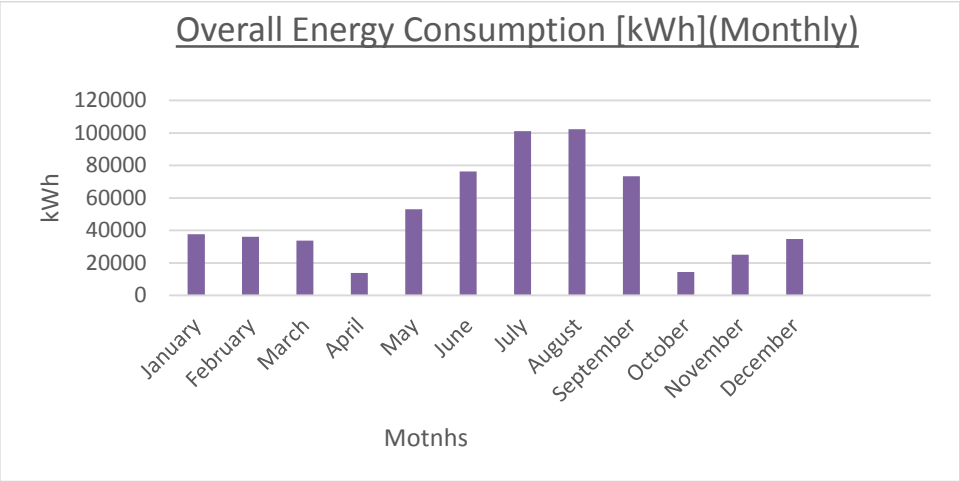
Εικόνα 4.61: Μηνιαία Κατανάλωση Ενέργειας Ηλεκτρικού Εξοπλισμού Ξενοδοχείου

Επίσης, στο διάγραμμα 4.62 παρουσιάζεται η συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια στη διάρκεια ενός έτους για τις επιμέρους ανάγκες του ξενοδοχείου, όπως αυτές προέκυψαν από την προσομοίωση του στο EnergyPlus. Το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της ενέργειας καταναλώνεται για το σύστημα θέρμανσης- ψύξης.



Εικόνα 4.62:Επιμέρους Ετήσιες Καταναλώσεις Ενέργειας Ξενοδοχείου για Θέρμανση, Ψύξη, Τεχνητό Φωτισμό και Ηλεκτρικό Εξοπλισμό.

Στο γράφημα 4.63 παρουσιάζονται οι συνολικές μηνιαίες καταναλώσεις ενέργειας για όλες τις ανάγκες του ξενοδοχείου, δηλαδή τον κλιματισμό, τον φωτισμό και τον ηλεκτρικό εξοπλισμό για ολόκληρο το χρόνο. Φαίνεται ότι οι μεγαλύτερες καταναλώσεις ενέργειας του χρόνου σημειώνονται τους θερινούς μήνες και οφείλονται στην έντονη λειτουργία του συστήματος ψύξης. Αντίθετα, μικρότερες καταναλώσεις σημειώνονται τους χειμερίνους μήνες, ενώ οι μήνες Απρίλιος και Οκτώβριος κατέχουν τις χαμηλότερες καταναλώσεις, αφού τότε δεν λειτουργεί καθόλου ούτε το σύστημα θέρμανσης ούτε το σύστημα ψύξης.



Εικόνα 4.63: Συνολικές Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας Ξενοδοχείου.

Ακολουθεί πίνακας όπου παρουσιάζονται αναλυτικά οι μηνιαίες καταναλώσεις ενέργειας του ξενοδοχείου και το κόστος αυτών. Σύμφωνα με τον πίνακα τιμολογίων χαμηλής τάσης της Δ.Ε.Η., για ξενοδοχεία ορίζεται η τιμή της kWh στα 0,08259€ (Γ22/Εμπορικό). Στη συνέχεια, έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων των ενεργειακών καταναλώσεων που προέκυψαν από την προσομοίωση του ξενοδοχείου με τα πραγματικά που δόθηκαν από το λογιστήριο του ξενοδοχείου και παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 3.2. Έτσι, ενώ οι συνολικές πραγματικές ετήσιες καταναλώσεις είναι 649.452,49 KWh, τα αποτελέσματα της προσομοίωσης δίνουν 602.056,07 KWh. Καταγράφεται, δηλαδή, μια απόκλιση της τάξεως του 10%, η οποία όχι μόνο θεωρείται ανεκτή, αλλά δηλώνει την ποιότητα των εκτιμήσεων που έγιναν κατά το σχεδιασμό και την εισαγωγή των παραμέτρων στο πρόγραμμα, όπως επίσης και την ακρίβεια λειτουργίας του ίδιου του προγράμματος.

Μήνες	**Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας σε kWh**	**Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας σε €**
Ιανουάριος	37.646,47	3.109,22
Φεβρουάριος	36.064,08	2.978,53
Μάρτιος	33.731,43	2.785,88
Απρίλιος	13.798,20	1.139.59
Μάιος	53.150,68	4.389.71
Ιούνιος	76.365,62	6.307.04
Ιούλιος	101.157,42	8.354.59
Αύγουστος	102.344,35	8.452,62
Σεπτέμβριος	73.358,28	6.058,66
Οκτώβριος	14.546,43	1.201,39
Νοέμβριος	25.073,69	2.070,84
Δεκέμβριος	34.819,40	2.875,73
Σύνολο	**602.056,07**	**49.723,80**

Πίνακας 4.1: Συνολικές Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας Κτιρίου και Αντίστοιχο Κόστος

5. Προτεινόμενες επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης προσομοιωμένες στο Energy Plus και PVGIS

5.1 Ανάγκη ενεργειακής βελτίωσης

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της προσομοίωσης της λειτουργίας της ξενοδοχειακής μονάδας είναι προφανής η ανάγκη να βελτιωθεί η ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου, να μειωθούν οι ενεργειακές του καταναλώσεις και κατ' επέκταση το κόστος λειτουργίας του. Για τον λόγο αυτό προτείνονται παρακάτω ορισμένες πιθανές επεμβάσεις για την μείωση των θερμικών φορτίων του ξενοδοχείου. Στη συνέχεια, για κάθε μια επέμβαση υπολογίζεται η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται συγκρίνοντας τα αποτελέσματα εφαρμογής της με τα αντίστοιχα που προέκυψαν κατά την αρχική προσομοίωση του ξενοδοχείου, το κόστος επένδυσής και ο χρόνος απόσβεσης της. Πιο συγκεκριμένα, στην παρούσα διπλωματική οι επεμβάσεις που θα μελετηθούν αφορούν στο κέλυφος του κτιρίου. Ονομαστικά και με βάση τη σειρά εφαρμογής τους αυτές είναι οι εξής: η μέθοδος φυσικού νυχτερινού δροσισμού, η προσθήκη υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής, η αντικατάσταση των λαμπτήρων με τύπου 'LED', η προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης και η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

5.2 Εφαρμογή νυχτερινού δροσισμού (Night Ventilation)

5.2.1 Εισαγωγή παραμέτρων προσομοίωσης

Η πρώτη επέμβαση που μελετήθηκε είναι η εφαρμογή της μεθόδου φυσικού νυχτερινού δροσισμού. Με τη μέθοδο του νυχτερινού δροσισμού απομακρύνεται η πλεονάζουσα θερμότητα από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον, απομακρύνεται η αποθηκευμένη θερμότητα από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου και επομένως το κτίριο διατηρείται πιο δροσερό τους θερινούς μήνες, ενώ παράλληλα συνεισφέρει στην ανανέωση του εσωτερικού αέρα με φρέσκο αέρα από το περιβάλλον πλούσιο σε οξυγόνο, κι έτσι απομακρύνονται και οι επιβλαβείς για την υγεία ουσίες. Προτείνεται, λοιπόν, η εφαρμογή μονόπλευρου φυσικού δροσισμού με ένα άνοιγμα στις θερμικές ζώνες των υπνοδωματίων και του κλιμακοστασίου, δεδομένου ότι στο υπόλοιπο κτίριο, και συγκεκριμένα στους κοινόχρηστους χώρους που διαθέτουν ανοίγματα, γίνεται συνεχής αερισμός όταν δεν λειτουργεί το σύστημα κλιματισμού. Εξετάστηκε η εγκατάσταση ειδικών εξαεριστήρων στους υαλοπίνακες των συγκεκριμένων ζωνών, προσαρμοσμένοι σε άνοιγμα μορφής φεγγίτη. Διαθέτουν αυτόματο μηχανισμό, ο οποίος θα ρυθμίζει και το διάστημα λειτουργίας τους και την

ένταση του εξαερισμού. Επίσης, στην εξωτερική επιφάνεια των εξαεριστήρων προτείνεται η ύπαρξη οριζόντιων περσίδων, οι οποίες θα ανοιγοκλείνουν σύμφωνα με το μηχανισμό αυτό ρυθμίζοντας έτσι την είσοδο του εξωτερικού αέρα.

Με βάση αυτά, στην υποκατηγορία εισαγωγής χρονοδιαγραμμάτων *'Schedule:Compact'* δημιουργήθηκαν δύο νέα χρονοδιαγράμματα νυχτερινού δροσισμού '*SchDwmatiaNightVenti*' και *'SchKlimakostasioNightVenti'* (Εικόνα 5.1).

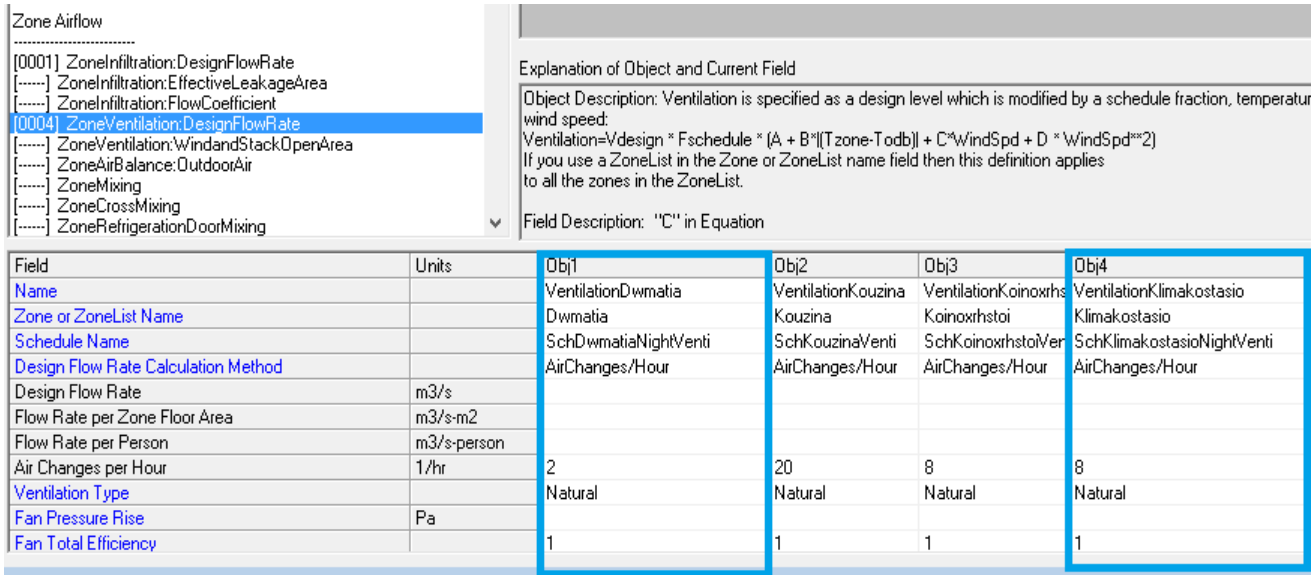
Obj26		Obj27	
SchKlimakostasioNightVenti	Until: 24:00	SchDwmatiaNightVenti	0
Fraction	0	Fraction	Until: 11:00
Through: 04/1	Through: 10/15	Through: 4/1	.1
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	Until: 24:00
Until: 24:00	Until: 6:00	Until: 10:00	0
0	1	0	Through: 10/15
Through: 06/05	Until: 10:00	Until: 11:00	For: AllDays
For: AllDays	0	.1	Until: 5:00
Until: 6:00	Until: 11:00	Until:24:00	1
1	0	0	Until: 10:00
Until: 10:00	Until: 19:00	Through: 06/05	0
0	0	For: AllDays	Until: 11:00
Until: 11:00	Until: 20:00	Until: 5:00	.1
0	0	1	Until: 18:00
Until: 19:00	Until: 24:00	Until: 10:00	0
0	0	0	Until: 20:00
Until: 20:00	Through: 12/31	Until: 11:00	.8
0	For: AllDays	.1	Until: 24:00
Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 18:00	0
0	0	0	Through: 12/31
Through: 09/05		Until: 20:00	For: AllDays
For: AllDays		.8	Until: 10:00
Until: 5:00		Until: 24:00	0
1		0	Until: 11:00
		Through: 09/05	.1
		For: AllDays	Until: 24:00
		Until: 4:00	0
		1	
		Until: 10:00	

Εικόνα 5.1: Χρονοδιαγράμματα εφαρμογής νυχτερινού φυσικού δροσισμού

Σχετικά με το χρονοδιάγραμμα για τα δωμάτια των ενοίκων, προτείνεται να μειωθεί ο αερισμός κατα τη διάρκεια της ημέρας, που παρατηρούνται τα θερμά ρεύματα αέρα, και να ενταθεί κατά τη διάρκεια της νύχτας. Για το λόγο αυτό, κατά τις περιόδους 1/4- 5/6 και 5/9- 15/10, που δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες, προτάθηκε να γίνεται αυτόματος νυχτερινός αερισμός από τις 24:00 μέχρι τις 5:00, ενώ κατά τις περιόδους 5/6- 5/9, όπου οι θερμοκρασίες ανεβαίνουν σε αρκετά υψηλά επίπεδα, προτάθηκε ο αερισμός στους χώρους να γίνεται μόνο από τις 24:00 έως τις 4:00. Επίσης, ο αερισμός κατα τη διάρκεια της ημέρας μειώθηκε από τις τρεις στη

μία ώρα το πρωί (10:00 έως 11:00), όπως επίσης μειώθηκε και ο συντελεστής στην τιμή 0.1 από 1 που ήταν πριν, ενώ και για το διάστημα 19:00 έως 20:00 τέθηκε μειωμένη τιμή 0.8 αντί 1. Όσον αφορά στο χρονοδιάγραμμα του κλιμακοστασίου, προτείνεται να γίνεται μόνο αυτόματος νυχτερινός αερισμός τις ίδιες ώρες που γίνεται και στα δωμάτια, ακολουθώντας την ίδια λογική.

Στη συνέχεια, αντικαταστάθηκε το χρονοδιάγραμμα των δωματιών με το καινούριο στο πεδίο '*Schedule Name*' του αντικειμένου *'VentilationDwmatia'* της υποκατηγορίας '*ZoneVentilation:DesignFlowRate*', ενώ για το κλιμακοστάσιο δημιουργήθηκε καινούριο αντικείμενο με το όνομα *'VentilationKlimakostasio',* που συμπληρώθηκε αντίστοιχα με το προηγούμενο προσθέτοντας το δικό του παραπάνω χρονοδιάγραμμα.

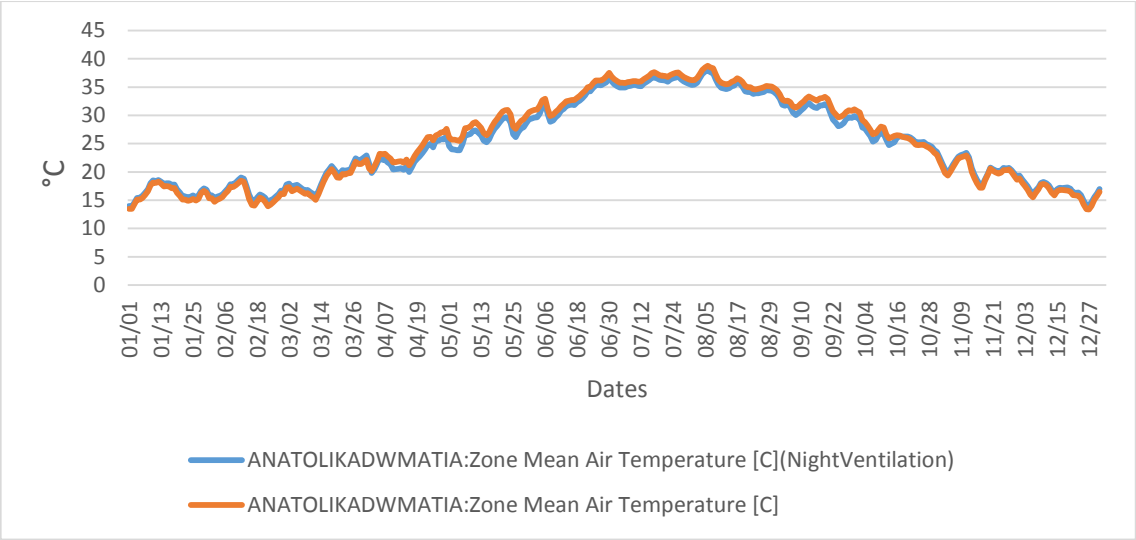


Εικόνα 5.2: Εφαρμογή νυχτερινού δροσισμού στις θερμικές ζώνες δωματίων.

5.2.2 Αποτελέσματα Προσομοίωσης και Υπολογισμός Κόστους Επένδυσης

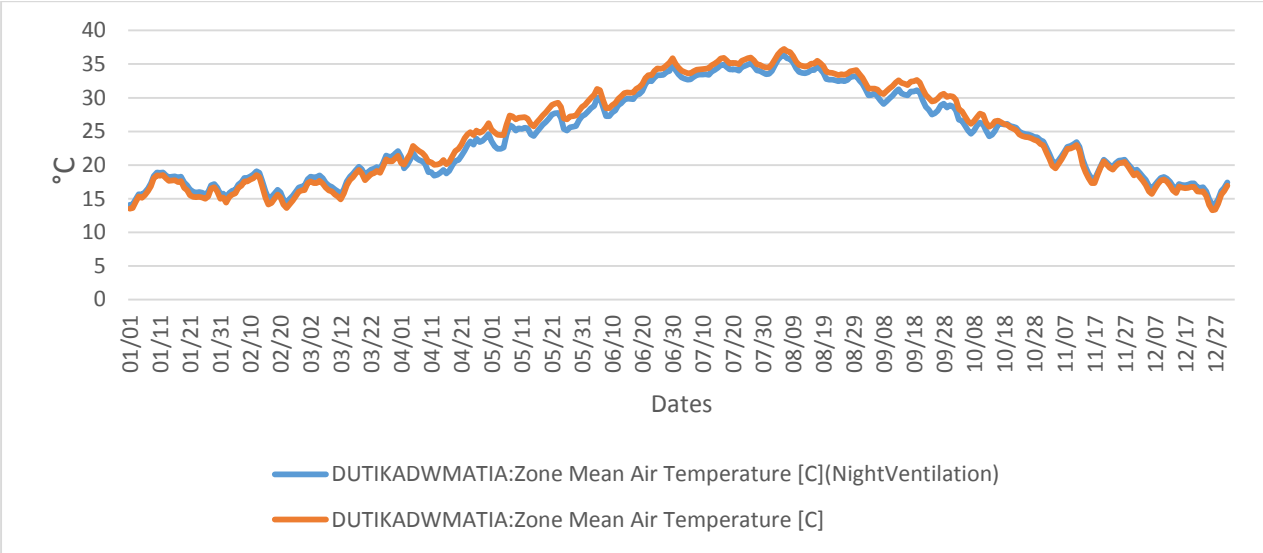
Τα αποτελέσματα που ζήτηθηκαν μέσω της κατηγορίας 'Output Reporting' είναι πάλι οι μέσες ημερίσιες θερμοκρασίες για κάθε θερμική ζώνη και οι καταναλώσεις ενέργειας.

Στο πρώτο διάγραμμα (εικόνα 5.3) παρουσιάζονται οι ημερίσιες θερμοκρασίες στη θερμική ζώνη των ανατολικών δωματίων πριν και μετά την επέμβαση. Παρατηρείται πως επήλθε μια μικρή πτώση της θερμοκρασίας κατά τους θερινούς μήνες.



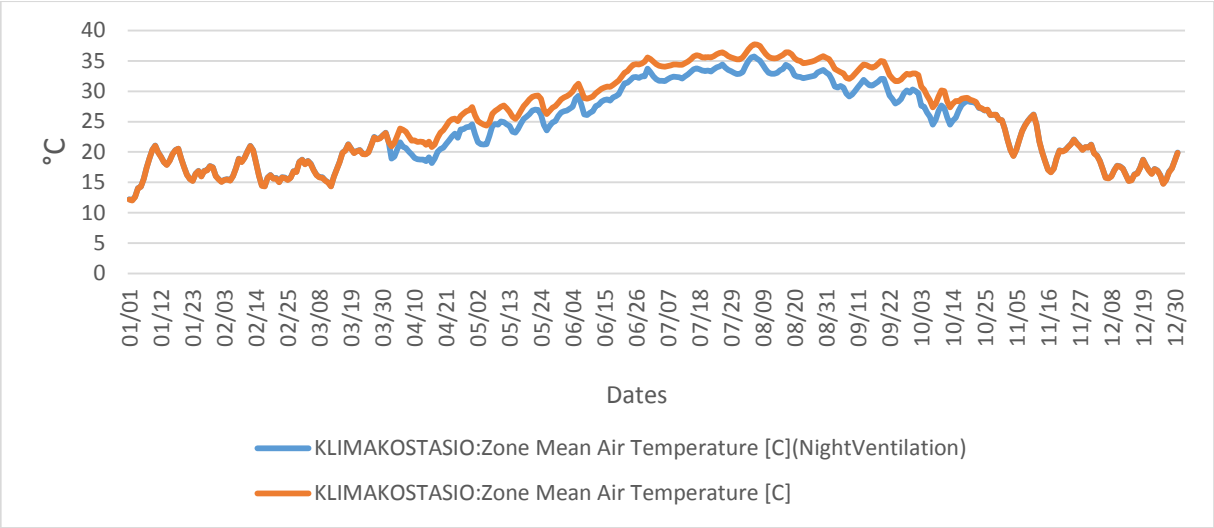
Εικόνα 5.3: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη *ANATOLIKADWNATIA* πριν και μετά τον νυχτερινό δροσισμό

Και στη θερμική ζώνη των δυτικών δωματίων παρατηρείται μια μίκρη πτώση της θερμοκρασίας, όπως φαίνεται στο διάγραμμα της εικόνας 5.4



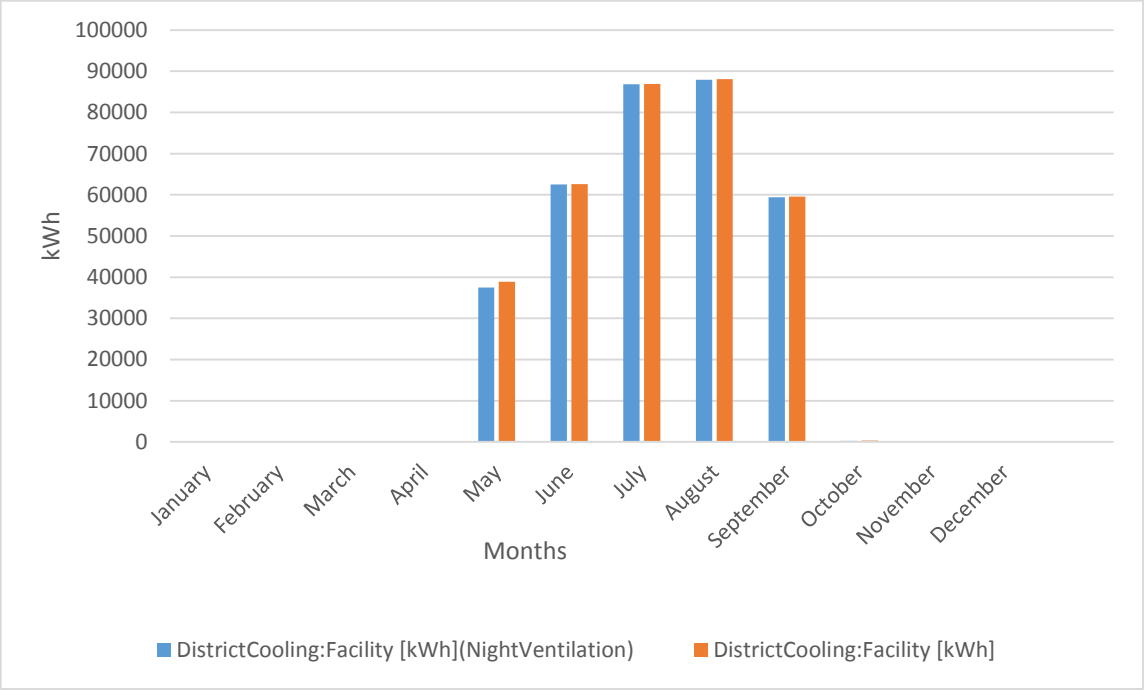
Εικόνα 5.4: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη *DUTIKADWNATIA* πριν και μετά τον νυχτερινό δροσισμό

Σχετικά μεγαλύτερη είναι η πτώση της θερμοκρασίας κάτα τους θερίνους μήνες στην τελευταία θερμική ζώνη όπου εφαρμόστηκε ο νυχτερινός δροσισμός, στο κλιμακοστάσιο. Η πτώση αυτή μπόρει να φτάσει και τους 3 °C, όπως φαίνεται και στο γράφημα της εικόνας 5.5.



Εικόνα 5.5: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη *KLIMAKOSTASIO* πριν και μετά τον νυχτερινό δροσισμό

Ακόμα, όσον αφορά στις καταναλώσεις ενέργειας για το σύστημα ψύξης και πώς αυτές επηρεάστηκαν από την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού, ακόλουθεί το αντίστοιχο γράφημα στην εικόνα 5.6. Δεν παρατηρείται κάποια μείωση στις καταναλώσεις αυτές, με εξαίρεση μια μικρή μείωση στο μήνα Μάιο.



Εικόνα 5.6: Μέσες μηνιαίες καταναλώσεις συστήματος ψύξης πριν και μετά τον νυχτερινό δροσισμό

Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα της προσομοίωσης για την κατανάλωση της ένεργειας του συστήματος ψύξης όπου εφαρμόστηκε ο νυχτερινός δροσισμός συγκεντρώθηκαν στον παρακάτω πίνακα, μαζί με αυτα της αρχικής προσομοίωσης της ξενοδοχείακης μόναδας και συγκρίνονται. Παρατηρείται μια πολυ μίκρή μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κάτα τους θερινούς μήνες που δεν ήταν ευδιάκριτη στο παραπάνω διάγραμμα (3.399,13 kWh), η όποία υπολογίζεται ότι επιφέρει κερδός της τάξης των 280,65 € ετησίως.

Μήνας	**Καταναλώσεις Ενέργειας Συστήματος Ψύξης (KWh)**		**Εξοικονόμηση Ενέργειας (KWh)**	**Όφελος (€)**
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ		
Ιανουάριος	-	-	-	-
Φεβρουάριος	-	-	-	-
Μάρτιος	-	-	-	-
Απρίλιος	-	-	-	-
Μάιος	38.892,54	37.452,78	1.439,76	118,91
Ιούνιος	62.567,43	62.093,33	474,10	39,16
Ιούλιος	86.899,28	86.454,17	445,11	36,76
Αύγουστος	88.086,21	87.512,50	573,71	47,38
Σεπτέμβριος	59.560,08	59.142,22	417,86	34,51
Οκτώβριος	287,51	238,92	47,59	3,93
Νοέμβριος	-	-	-	-
Δεκέμβριος	-	-	-	-
ΣΥΝΟΛΟ	**336.293,05**	**332.893,92**	**3.399,13**	**280,65**

Πίνακας 5.1: Συγκεντρωτικός πίνακας μηνιαίων καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου πριν και μετά την εφαρμογή νυχτερινού δροσισμού

Στη συνέχεια, απαραίτητο είναι να υπολογιστεί το κόστος που θα έχει αυτή η επέμβαση, ώστε να υπολογιστεί και ο χρόνος απόσβεσης του. Γενικά,ο νυχτερινός δροσισμός επιτυγχάνεται με πολλούς κατασκευαστικούς τρόπους, όπως ην εγκατάσταση συστήματος εξαερισμού στους τοίχους του χώρου, η κατασκευή αεριζόμενης οροφής, καμινάδας ή πύργου αερισμού, εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής κ.α. Εν προκειμένω, ως καταλληλότερη μέθοδος νυχτερινού δροσισμού επιλέχθηκε η τοποθέτηση εξαεριστήρων τζαμιού στους 67 υαλοπίνακες των δωματίων

και του κλιμακοστασίου. Τα κριτήρια με βάση τα οποία επιλέχθηκαν είναι το μέγεθος του χώρου που επιθυμείται να αεριστεί, η χρήση του χώρου αυτού και το κόστος τους. Η ροή του αέρα που απαιτείται προέκυψε από τον τύπο: *όγκος χώρου (m^3) * ανανεώσεις του αέρα ανά ώρα (1/h)*. Έτσι, για τα δωμάτια, όπου απαιτούνται 2-4 ανανεώσεις αέρα ανά ώρα και έχουν κατά μέσο όρο εμβαδόν 20,6 m^2 με ύψος 2,9 m, υπολογίστηκε η απαιτούμενη ροή αέρα (4*20,6*2,9=) 238,96 m^3/h. Επίσης, για τον χώρο του κλιμακοστασίου, που θεωρήθηκε ότι απαιτούνται περίπου 8 ανανεώσεις αέρα, οπώς στους κοινόχρηστους χώρους, και καταλαμβάνοντας 7,8 m^2 ανά όροφο ύψους 2,9 m υπολογίστηκε (8*7,8*2,9=) 180,96 m^3/h απαιτούμενη ροή αέρα. Ακόμα, για την αποφυγή ενόχλησης των χρηστών του χώρου από τον παραγώμενο θόρυβο των εξαεριστήρων δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στο είδος που επελέγη, ώστε η στάθμη λειτουργίας τους να είναι αθόρυβη.

Βάσει όλων αυτών, προτείνονται οι εξαεριστήρες σειράς VVR (εικόνα 5.7), που είναι κατασκευασμένοι από θερμοπλαστικό υλικό υψηλής αντοχής, διαθέτουν αυτόματες ηλεκτρονικά ανοιγόμενες περσίδες, η τοποθέτησή τους είναι εύκολη και συνιστώνται για ξενοδοχεία. Συγκεκριμένα επελέγη ο τύπος VVR180 για το χώρο του κλιμακοστάσιου διαστάσεων 230*230 χιλιοστών, οπής διαμέτρου 177 χιλιοστά, ισχύος 25 Watt, με δυνατότητα εισαγωγής και εξαγωγής αέρα, παροχής αέρα 212 m^3/h(εξαγωγή) και 176 m^3/h (εισαγωγή) , στάθμης θορύβου 31 dB και τιμής 68 € + 24% ΦΠΑ = 84,32 €/εξαεριστήρα. Για το χώρο των δωματίων επιλέχθηκε ο τύπος VVR230 διαστάσεων 295*295 χιλιοστών, οπής διαμέτρου 237 χιλιοστά, ισχύος 30 Watt, με δυνατότητα εισαγωγής και εξαγωγής αέρα, παροχής αέρα 455 m^3/h(εξαγωγή) και 290 m^3/h (εισαγωγή) , στάθμης θορύβου 32 dB και τιμής77 € + 24% ΦΠΑ =95,48 €/εξαεριστήρα. Συνεπώς το τελικό κόστος επένδυσης ανέρχεται στα 6.330,20 €. Λαμβάνοντας υπόψη ότι από τη μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτει ετήσιο όφελος 280,65€/έτος, η απόσβεση του κόστους εκτιμάται ότι θα γίνει σε 23 έτη.

Εικόνα 5.7: Εξαεριστήρας σειράς VVR [30]

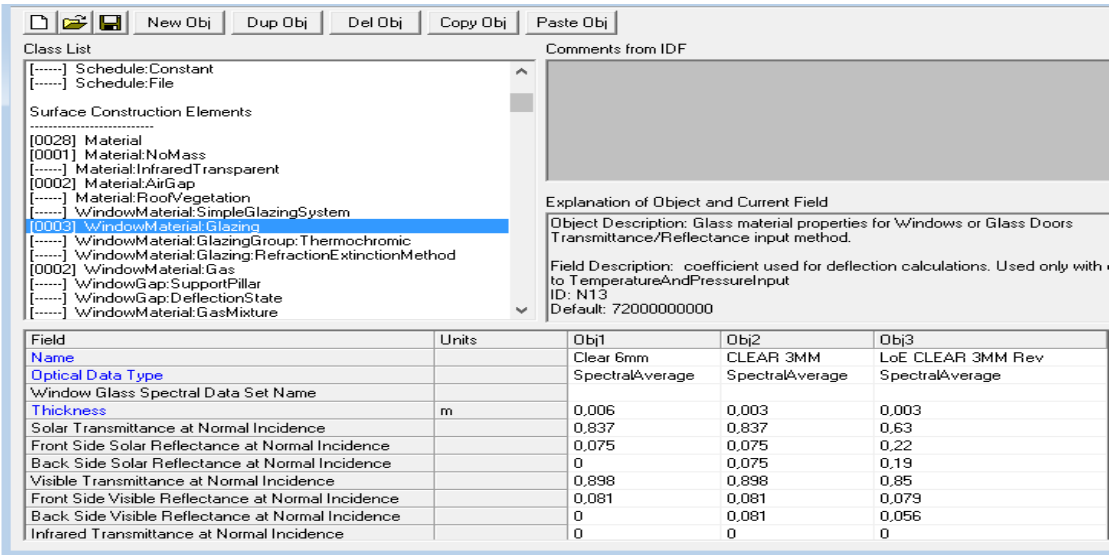
5.3 Τοποθέτηση Υαλοπινάκων Χαμηλής Εκπομπής(Low-emissivity)

Επόμενη προτεινόμενη επέμβαση είναι η τοποθέτηση υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής. Τα τζάμια χαμηλής εκπομπής (Low-Emissivity), όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο αποτελούνται από γυαλί, το οποίο έχει υποστεί ειδική επεξεργασία και φέρει πολλές επιστρώσεις, οι οποίες αντανακλούν τη θερμότητα. Επιλέχθηκε να μελετηθούν δύο περιπτώσεις: στην πρώτη τοποθετήθηκαν υαλοπίνακες 'Low-E' μόνο στην ανατολική και την νοτιοανατολική πλευρά του ξενοδοχείου, και στη δεύτερη περίπτωση τοποθετήθηκαν σε όλα τα παράθυρα του ξενοδοχείου.

5.3.1 Εισαγωγή υλικών στο Energy Plus

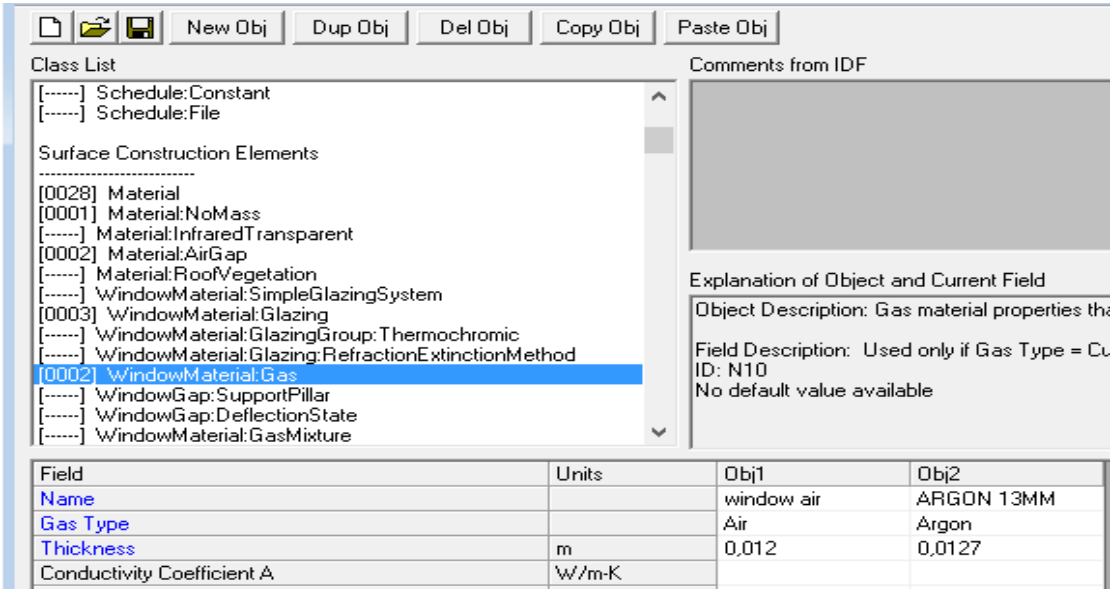
- Τοποθέτηση στην νοτιοανατολική πλευρά

Πρώτο βήμα είναι να οριστουν τα υλικά από τα οποία αποτελούνται οι υαλοπίνακες 'Low-E'. 'Ετσι, στην κατηγορία *'Surface Constraction Elements'* στην υποκατηγορία *'WindowMaterial:Glazing'* δημιουργήθηκε καινούριο αντικείμενο, όπου εισήχθη ο νέος τύπος γυαλιού που θα χρησιμοποιηθεί. Από τη βιβλιοθήκη του προγράμματος χρησιμοποιήθηκε το υλικό *'LoE Clear 3MM Rev'* και με αντιγραφή και επικόλληση συμπληρώθηκε μάζι με τις ιδιότητες του στην παραπάνω υποκατηγορία (Εικόνα 5.8). Επόμενο βήμα είναι στην υποκατηγορία *'WindowMaterial:Gas'* να οριστεί το αέριο που θα καταλαμβάνει το κένο ανάμεσα στους υαλοπίνακες. Επίσης από τη βιβλιοθήκη στη λίστα *'WindowGas Material'* επελέγη το Αργό και εισήχθη στην παραπάνω υποκατηγορία, όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.9.



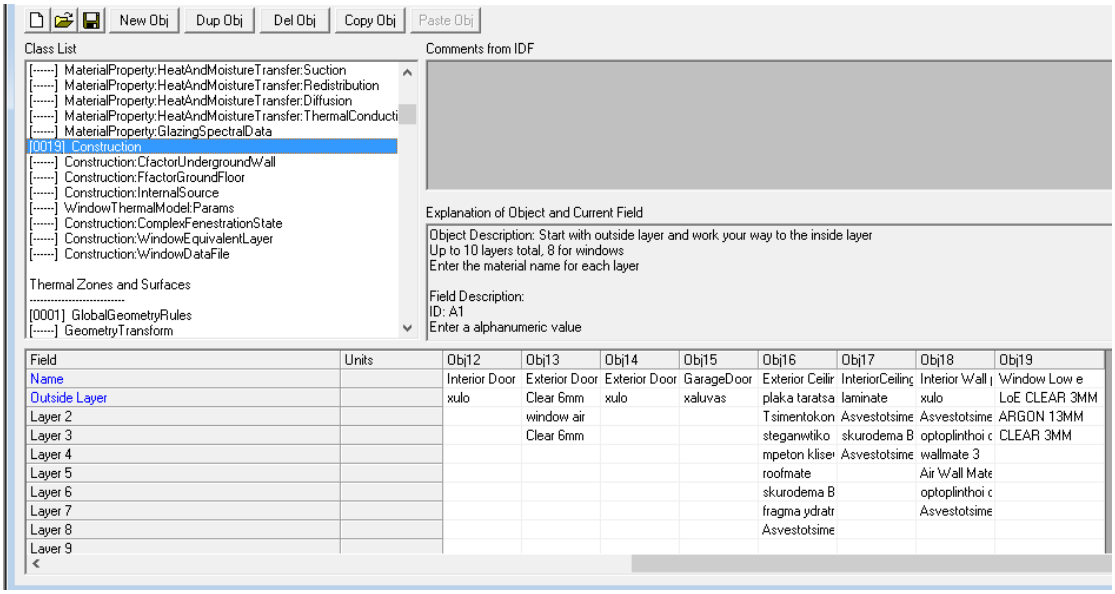
Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3
Name		Clear 6mm	CLEAR 3MM	LoE CLEAR 3MM Rev
Optical Data Type		SpectralAverage	SpectralAverage	SpectralAverage
Window Glass Spectral Data Set Name				
Thickness	m	0,006	0,003	0,003
Solar Transmittance at Normal Incidence		0,837	0,837	0,63
Front Side Solar Reflectance at Normal Incidence		0,075	0,075	0,22
Back Side Solar Reflectance at Normal Incidence		0	0,075	0,19
Visible Transmittance at Normal Incidence		0,898	0,898	0,85
Front Side Visible Reflectance at Normal Incidence		0,081	0,081	0,079
Back Side Visible Reflectance at Normal Incidence		0	0,081	0,056
Infrared Transmittance at Normal Incidence		0	0	0

Εικόνα 5.8: Χαρακτηριστικά Υαλοπινάκων Χαμηλής Εκπομπής



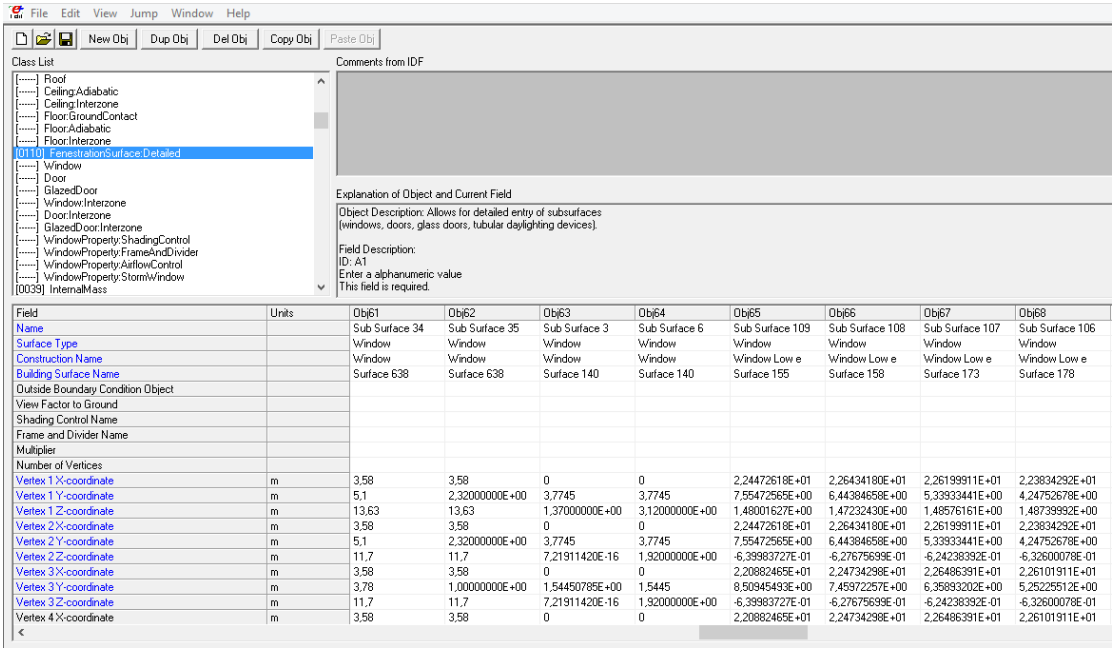
Εικόνα 5.9: Χαρακτηριστικά Αερίου Πλήρωσης Υαλοπινάκων Χαμηλής Εκπομπής

Στη συνέχεια, περιγράφεται η δομή του ενεργειακού υαλοπίνακα από την εξωτερική στρώση προς την εσωτερική. Γενικά, η δομή των ενεργειακών υαλοπινάκων είναι πρώτα το ενεργειακό τζάμι, μέτα το αέριο πλήρωσης και τέλος ένα απλό τζάμι. Με αυτόν τον τρόπο, το εξωτερικό τζάμι προστατεύει το εσωτερικό του κτιρίου από την επιπλέον θερμότητα και την υπεριώδη και υπέρυθρη ακτινοβολία, ενώ το εσωτερικό τζάμι επιτρέπει στην επιπλέον θερμότητα να διαφεύγει από το εσωτερικό περιβάλλον. Με βάση αυτά, στην υποκατηγορία '*Construction*' δημιουργήθηκε πάλι καινούριο αντικείμενο (*'Window Low e'*) και στην πρώτη στρώση εισήχθη το τζάμι χάμηλης εκπομπής που επιλέχθηκε, το αέριο πλήρωσης, που προστέθηκε προηγουμένως, και τέλος το απλό τζάμι 3mm (Εικόνα 5.10).



Εικόνα 5.10: Κατασκευαστική Δομή Υαλοπινάκων Χαμηλής Εκπομπής

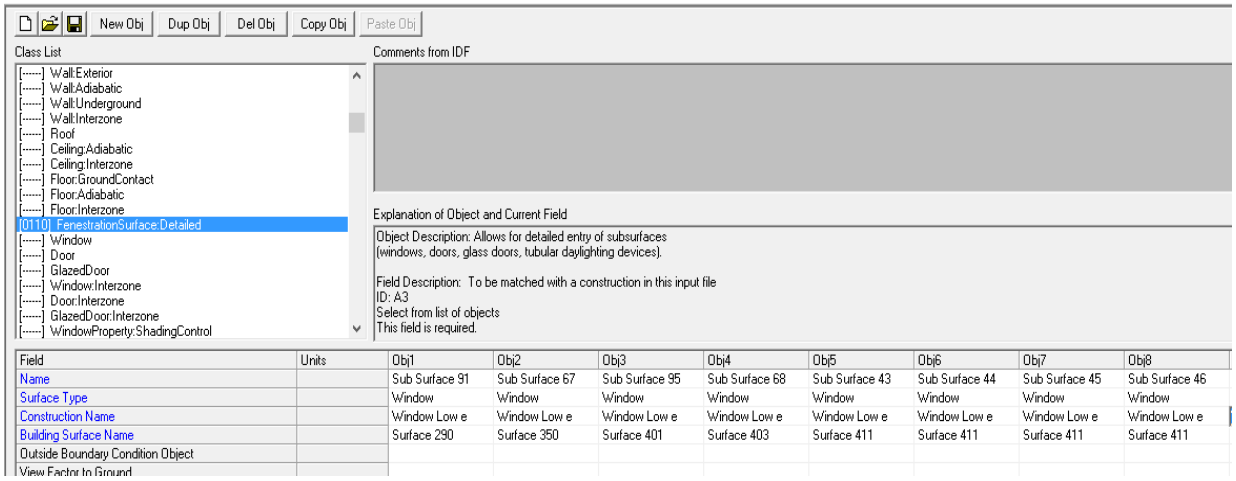
Τέλος, στην κατηγορία *'Thermal Zones and Surfaces'* και πιο συγκεκριμένα στην καρτέλα *'FenestrationSurface:Detailed'* αλλάζει η δόμη μόνο των υαλοπινάκων εκείνων που βρίσκονται στην ανατολική και νοτιοανατολική πλευρα του ξενοδοχείου (εικόνα 5.11).



Εικόνα 5.11: Αλλαγή Απλών Υαλοπινάκων με Χαμηλής Εκπομπής στο EnergyPlus

- Τοποθέτηση σε ολόκληρο το ξενοδοχείο

Σε αυτή την περίπτωση ακολουθείται η ίδια διαδικασία με πριν. Η μόνη διαφορά είναι ότι στην υποκατηγορία *'FenestrationSurface:Detailed'* αλλάζει η δόμη όλων των υαλοπινάκων, δηλαδή όλα τα αντικείμενα που αναφέρονται σε παράθυρα στο πεδίο *'Construction Name'* έχουν επιλεγμένη τη δομή *'Window Low e'*.

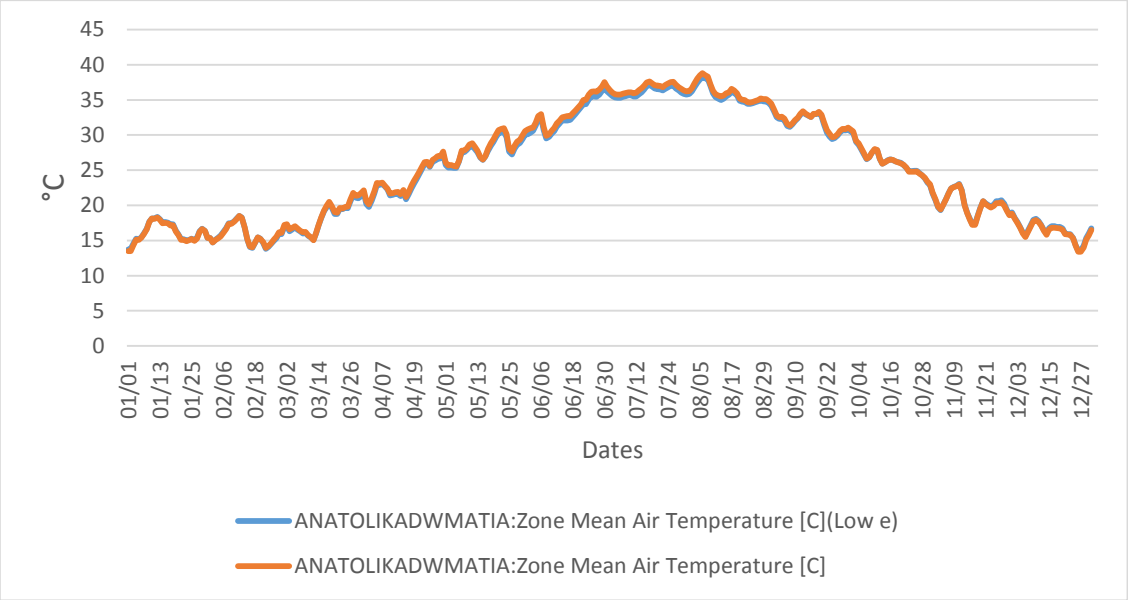


Εικόνα 5.12: Αλλαγή Όλων των Υαλοπινάκων με Χαμηλής Εκπομπής

5.3.2 Αποτελέσματα Προσομοίωσης και Υπολογισμός Κόστους Επένδυσης

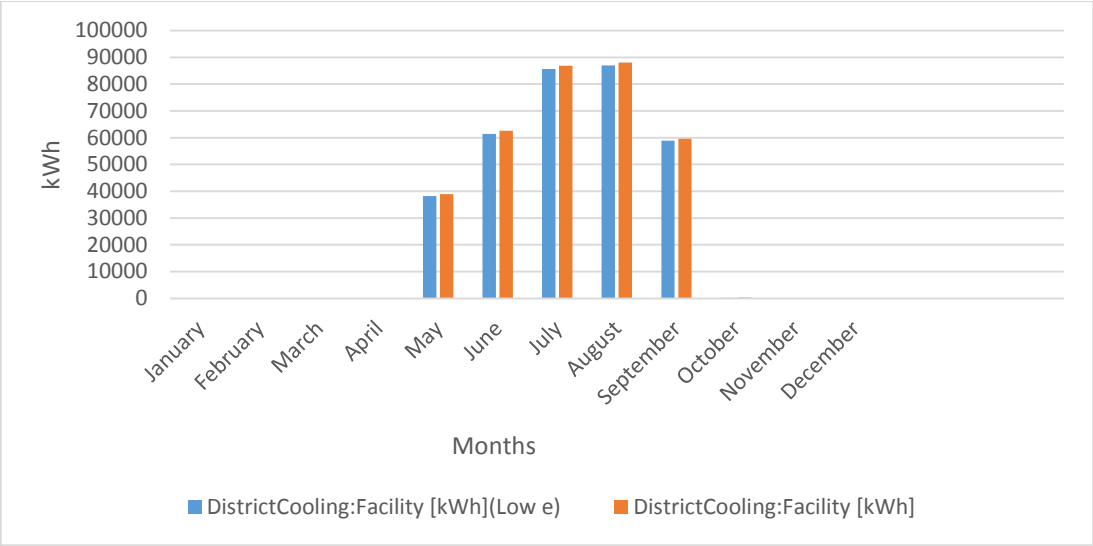
- Τοποθέτηση στην νοτιοανατολική πλευρά

Αρχικά, έγινε σύγκριση θερμοκρασίων σε μια ζώνη που βρίσκεται στην νοτιοανατολική πλευρά του ξενοδοχείου, τα ανατολικά δωμάτια (*ANATOLIKADWMATIA*), πριν και μέτα την τοποθέτηση των υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής. Στο γράφημα της εικόνας 5.13 παρατηρείται μια μίκρη πτώση της θερμοκρασίας του χώρου κυρίως κατά τους θερινούς μήνες, που κάποιες ημέρες φτάνει τους 0,9°C.



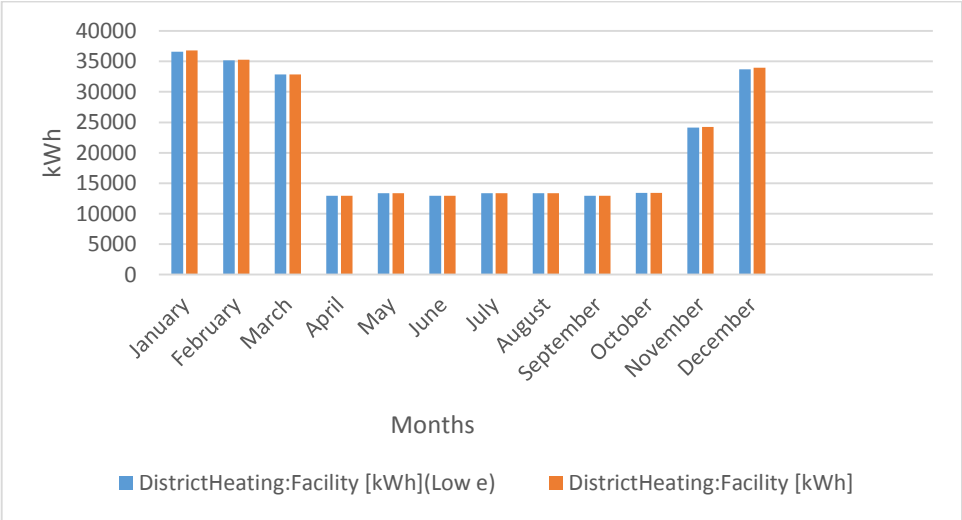
Εικόνα 5.13: Μέσες Ημερήσιες Θερμοκρασίες Ζώνης *ANATOLIKADWMATIA* πριν και μετά την Τοποθέτηση Ενεργειακών Υαλοπινάκων

Παρ'όλο που η πτώση της θερμοκρασίας είναι μικρή, η επίπτωσή της στις καταναλισκόμενες ενέργειες είναι σχετικά αισθητή. Συγκεκριμένα το διάγραμμα της εικόνας 5.14, όπου παρουσιάζονται οι καταναλώσεις της ενέργειας για το σύστημα ψύξης του ξενοδοχείου, σημειώνεται μια μικρή μείωση μείωση σε σχέση με τα πόσα ενέργειας που καταναλώνονταν πριν την τοποθέτηση υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής.



Εικόνα 5.14: Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας Ψύξης πριν και μετά την Τοποθέτηση των Ενεργειακών Υαλοπινάκων

Μικρότερη είναι η μείωση που παρατηρείται στα ποσά ενέργειας που καταναλώνονται για τη θέρμανση του ξενοδοχείου (Εικόνα 5.15). Αυτό είναι λογικό, καθώς η θερμότητα του ηλίου, που είναι επιθυμητή το χειμώνα, δεν εισέρχεται στο εσωτερικό το κτιρίου, όμως η θερμότητα που επιτυγχάνεται στους εσωτερικούς χώρους δεν διαφεύγει στο εξωτερικό περιβάλλον με τον ρυθμό που διέφευγε πριν. Υπενθυμίζεται ότι οι ενέργειες που εμφανίζονται τους μήνες Απρίλιο έως Σεπτέμβριο δεν αντιστοιχούν στο σύστημα θέρμανσης του ξενοδοχείου, αλλά αφορούν στη θέρμανση νερού.



Εικόνα 5.15: Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας Θέρμανσης πριν και μετά την Τοποθέτηση των Ενεργειακών Υαλοπινάκων

Ακολουθεί πίνακας στον οποίο καταγράφονται αναλυτικά οι συνολικές μηνιαίες καταναλώσεις ενέργειας του ξενοδοχείου πριν και μετα την τοποθετηση υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής στην ανατολική και νοτιοανατολική πλευρά του.

Μήνας	**Συνολικές Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας (KWh)**		**Εξοικονόμηση Ενέργειας (KWh)**	**Όφελος (€)**
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ		
Ιανουάριος	37.646,47	37.466,14	180,33	14,89
Φεβρουάριος	36.064,08	35.982,32	81,76	6,75
Μάρτιος	33.731,43	33.666,14	65,29	5,39
Απρίλιος	13.798,20	13.798,20	0	0
Μάιος	53.150,69	52.458,14	692,55	57,20
Ιούνιος	76.365,63	75.298,20	1.067,43	88,16
Ιούλιος	101.157,42	99.858,14	1.299,28	107,31
Αύγουστος	102.344,35	101.258,14	1.086,21	89,71
Σεπτέμβριος	73.358,28	72.698,20	660,08	54,52
Οκτώβριος	14.746,43	14.579,67	166,76	13,77
Νοέμβριος	25.073,70	24.987,97	85,73	7,08
Δεκέμβριος	34.819,40	34.566,14	253,26	20,92
ΣΥΝΟΛΟ	602.056,07	596.617,40	5.471,92	465,70

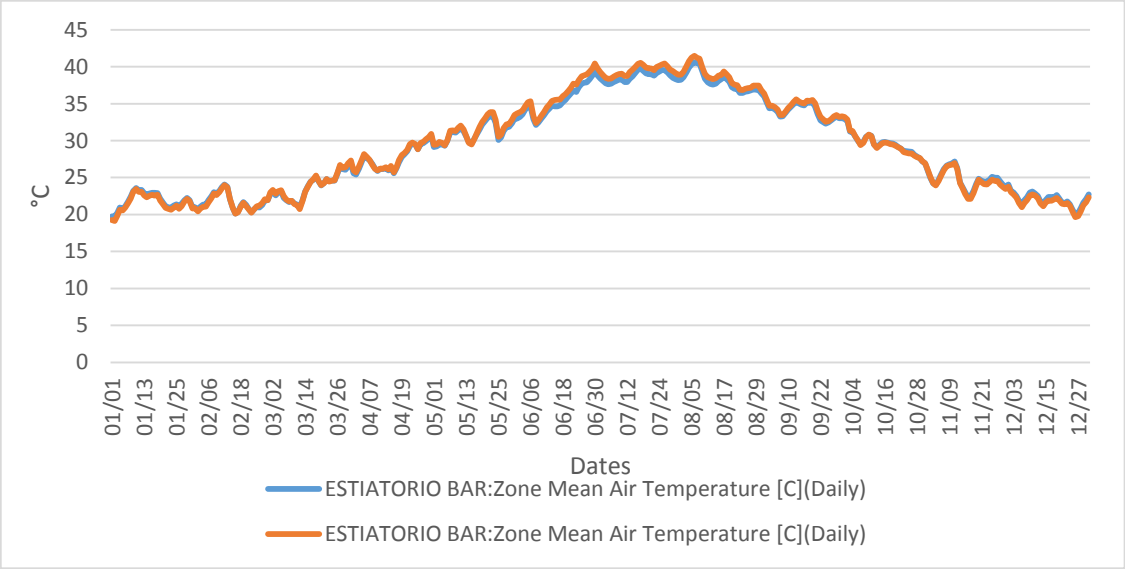
Πίνακας 5.2: Συνολικές Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας πριν και μετά την Τοποθέτηση Ενεργειακών Υαλοπινάκων

Όσον αφορά στο κόστος επένδυσης της συγκεκριμένης επέμβασης, η τιμή του υαλοπίνακα χαμηλής εκπομπής είναι διπλάσια από αυτήν του απλού υαλοπίνακα και κυμαίνεται στα 70-80 €/m². Τα παράθυρα στο οποία θα τοποθετηθεί εξωτερικά ο ενεργειακός υαλοπίνακας είναι συνολικά 49 για αυτή την περίπτωση με συνολικό εμβαδόν 129,23 m². Έτσι, λοιπόν, η επένδυση αυτή θα κοστίσει συνολικά 9.045,76 έως 10.388 €. Με το ετήσιο όφελος να ανέρχεται στα 465,70 € η απόσβεση θα γίνει στα 20-23 χρόνια, αυτή δεν φαίνεται να είναι συμφέρουσα επένδυση. Όμως

οι ενεργειακοί υαλοπίνακες κρίνεται απαραίτητο να τοποθετηθούν για τους λόγους που αναφέρθηκαν νωρίτερα.

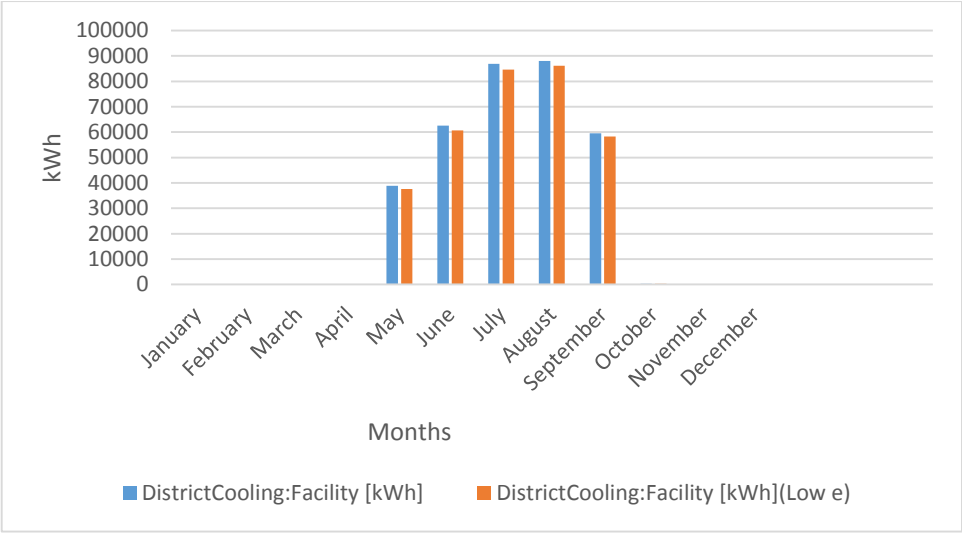
- Τοποθέτηση σε ολόκληρο το ξενοδοχείο

Και σε αυτή την περίπτωση αναζητήθηκε το αν υπήρξε κάποια μείωση στις μέσες θερμοκρασίες που αναπτύσσονται εντός του ξενοδοχείου. Αυτή τη φόρα τέθηκαν σε σύγκριση οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στη θερμικη ζώνη του Εστιατορίου και του Μπαρ (ESTIATORIO BAR). Πάλι παρατηρείται μια μικρή μείωση της θερμοκρασίας της ίδιας τάξεως περίπου με πριν, όπως φαίνεται στο γράφημα της εικόνας 5.16 που ακολουθεί.

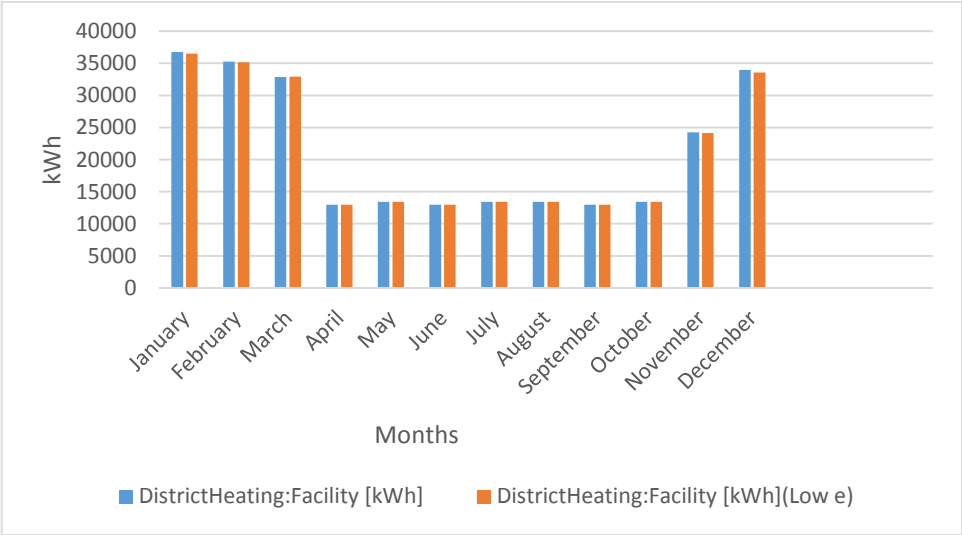


Εικόνα 5.16: Μέσες Ημερήσιες Θερμοκρασίες Ζώνης *ESTIATORIO BAR* πριν και μετά την Τοποθέτηση Ενεργειακών Υαλοπινάκων

Καθοριστικό ρόλο, όμως, για την αξιολόγηση αυτής της περιπτώσης κατέχει το αν υπήρξε μείωση και στα πόσα ενέργειας που καταναλώνει το ξενοδοχείο. Παρακάτω, στις εικόνες 5.17 και 5.18, παρατίθενται τα διαγράμματα που αφόρουν στις καταναλώσεις ενέργειας για ψύξη και θέρμανση αντίστοιχα πριν και μετά την τοποθέτηση υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής.



Εικόνα 5.15: Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας Ψύξης πριν και μετά την τοποθέτηση των Ενεργειακών Υαλοπινάκων



Εικόνα 5.15: Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας Θέρμανσης πριν και μετά την τοποθέτηση των Ενεργειακών Υαλοπινάκων

Οι καταναλώσεις ενέργειας για την ψύξη του ξενοδοχείου σημειώνουν αισθητή μείωση. Επίσης, και στο διάγραμμα που αφορά στο σύστημα θέρμανσης (αγνοώντας πάλι την κατανάλωση ενέργειας τους μήνες Απρίλιο έως Σεπτέμβριο που αναφέρονται στη θέρμανση νερού) παρατηρούνται μειώσεις , λιγότερο έντονες από ότι στο σύστημα ψύξης. Το πόσο της ενέργειας που εξοικονομείται και μηνιαίως και ετησίως παρουσιάζεται αναλυτικα στον ακόλουθο πίνακα καθώς και το οικονομικό όφελος που αυτή επιφέρει.

Μήνας	Συνολικές Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας (KWh)		Εξοικονόμηση Ενέργειας (KWh)	Όφελος (€)
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ		
Ιανουάριος	37.646,47	37.366,14	280,33	23,15
Φεβρουάριος	36.064,08	35.982,32	81,76	6,76
Μάρτιος	33.731,43	33.696,72	34,71	2,87
Απρίλιος	13.798,20	13.798,20	0	0
Μάιος	53.150,69	51.958,14	1.195,55	98,49
Ιούνιος	76.365,63	74.457,92	1.097,71	157,56
Ιούλιος	101.157,42	98.958,14	2.199,28	181,64
Αύγουστος	102.344,35	100.358,14	1986,21	164,04
Σεπτέμβριος	73.358,28	72.098,20	1260,08	104,07
Οκτώβριος	14.746,43	14.568,82	177,61	14,67
Νοέμβριος	25.073,70	24.955,06	118,64	9,8
Δεκέμβριος	34.819,40	34.466,14	353,26	29,18
ΣΥΝΟΛΟ	602.056,07	592.650,27	8.785,14	792,22

Πίνακας 5.3: Συνολικές Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας πριν και μετά την Τοποθέτηση Ενεργειακών Υαλοπινάκων

Το ξενοδοχείο συνολικά διαθέτει 92 παράθυρα, τα οποία καταλαμβάνουν 213,5 m². Έτσι , το κόστος της επένδυσης υπολογίζεται από 14.945,1 έως 17.080,1€. Στην περίπτωση που αντικατασταθουν όλοι οι υαλοπίνακες του ξενοδοχείου με υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής, λαμβάνοντας υπόψη το ετήσιο όφελος που προκύπτει από την εξοικονόμηση ενέργειας (792,22€), η απόσβεση της επένδυσης θα γίνει σε 19- 22 χρόνια.

Συγκρίνοντας τις δύο περιπτώσεις, στη δεύτερη, παρ' όλο που εξασφαλίζει μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας άρα και μεγαλύτερο οικονομικό όφελος, η απόσβεση της επένδυσης θα γίνει ένα χρόνο νωρίτερα. Επομένως, προτιμότερη είναι η δεύτερη περίπτωση με μικρή διαφορά. Επίσης, πλέον είναι απαραίτητο να τοποθετούνται παράθυρα χαμηλής εκπομπής, καθώς συμβάλλουν στη συνολική θερμομόνωση του κτιρίου, κάτι που επιβάλλεται από τον Κανονισμό

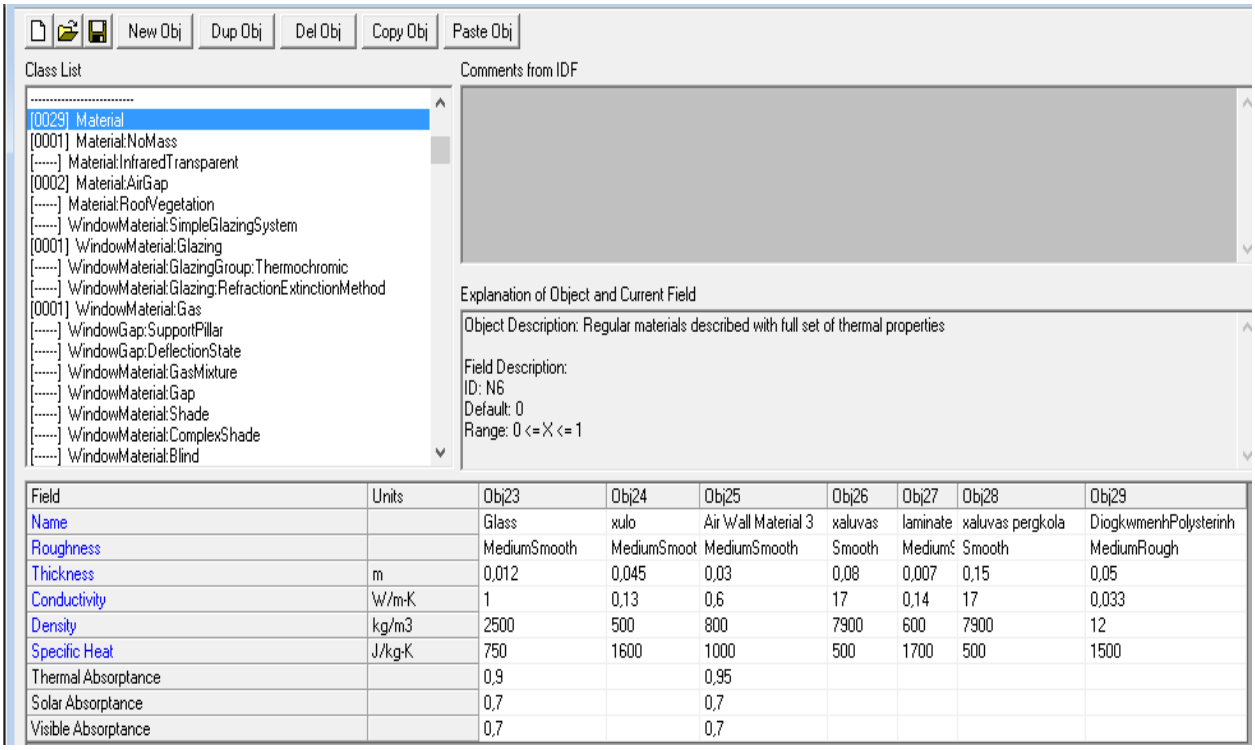
Θερμομόνωσης. Σημειώνεται ότι τα οφέλη δεν είναι μόνο ενεργειακά, αλλά, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, προστατεύονται οι χρήστες από τις βλαβερές ακτινοβολίες του ηλίου.

5.4 Προσθήκη Εξωτερικής Θερμομόνωσης

Μια άλλη επέμβαση που προτείνεται είναι η προσθήκη εξωτερικης θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου. Η επέμβαση αυτή επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση θερμομονωτικών πλακών διογκωμένης πολυστερίνης. Η μόνωση θα γίνει σε όλες τις εξωτερικές επιφάνειες του ξενοδοχείου, τοίχους και οροφές, πλην αυτών που βρίσκονται σε επαφή με γειτονικά κτίρια.

5.4.1 Εισαγωγή υλικών στο Energy Plus

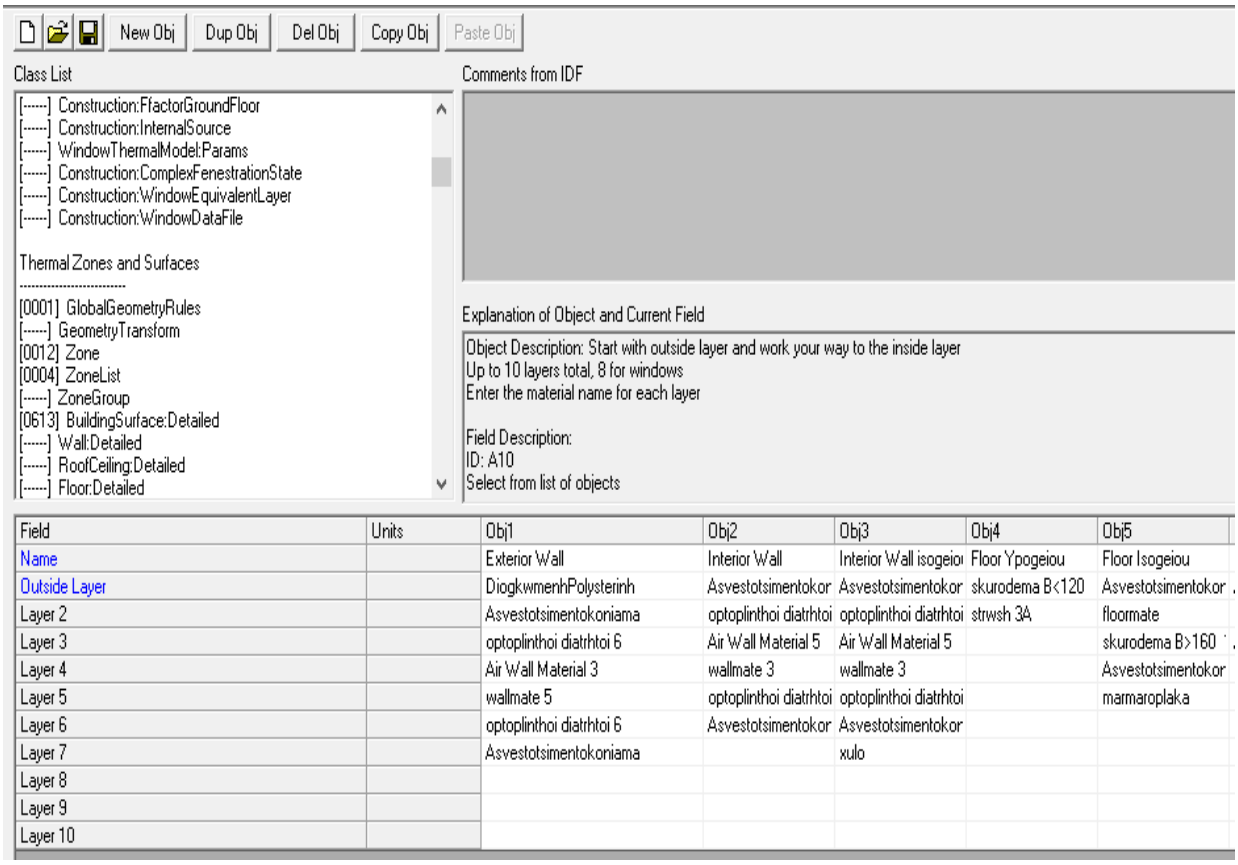
Στην υποκατηγορία *'Material'* δημιουργείται νέο αντικείμενο για να εισαχθεί το καινούριο υλικό με τις ιδιότητες του. Όπως προαναφέρθηκε, για την εξωτερική θερμομόνωση του κτιρίου θα χρησιμοποιηθεί διογκωμένη πολυστερίνη. Έτσι, συμπληρώνεται το όνομα του υλικού μαζί με τις ιδιότητές του (όπως αναφέρονται στο Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, βλ. Παράρτημα Α) όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.16 που ακολουθεί.



Field	Units	Obj23	Obj24	Obj25	Obj26	Obj27	Obj28	Obj29
Name		Glass	xulo	Air Wall Material 3	xaluvas	laminate	xaluvas pergkola	DiogkwmenhPolysterinh
Roughness		MediumSmooth	MediumSmoot	MediumSmooth	Smooth	MediumS	Smooth	MediumRough
Thickness	m	0,012	0,045	0,03	0,08	0,007	0,15	0,05
Conductivity	W/m-K	1	0,13	0,6	17	0,14	17	0,033
Density	kg/m3	2500	500	800	7900	600	7900	12
Specific Heat	J/kg-K	750	1600	1000	500	1700	500	1500
Thermal Absorptance		0,9		0,95				
Solar Absorptance		0,7		0,7				
Visible Absorptance		0,7		0,7				

Εικόνα 5.16: Χαρακτηριστικά Διογκωμένης Πολυστερίνης

Στη συνέχεια, στην υποκατηγορία *'Construction'* περιγράφτηκε η νέα δόμή των εξωτερικών τοίχων και οροφών. Πιο συγκεκριμένα, στα δύο ήδη υπάρχοντα αντικείμενα *'Exterior Wall'*, *'Exterior Floor'* και *'Exterior Floor taratsas'* προστέθηκε ως πρώτη στρώση η διόγκωμένη πολυστερίνη (Εικόνα 5.17).



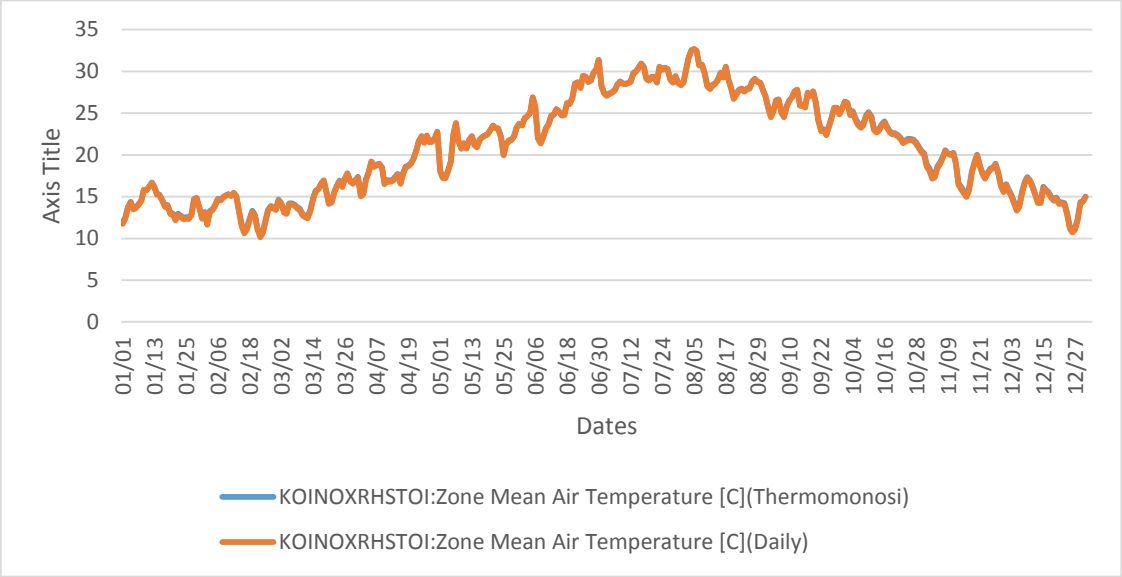
Εικόνα 5.17: Κατασκευαστική Δομή Εξωτερικών Επιφανειών με Θερμομόνωση

Με αυτόν τον τρόπο, η καινούρια δομή κάθε επιφάνειας που χαρακτηρίζεται ως *'Exterior Wall'*, *'Exterior Roof'* και *'Exterior Floor taratsas'* αναγνωρίστηκαν αυτόματα στην υποκατηγορία *'BuildingSurface:Detailed'*.

5.4.2 Αποτελέσματα Προσομοίωσης και Υπολογισμός Κόστους Επένδυσης

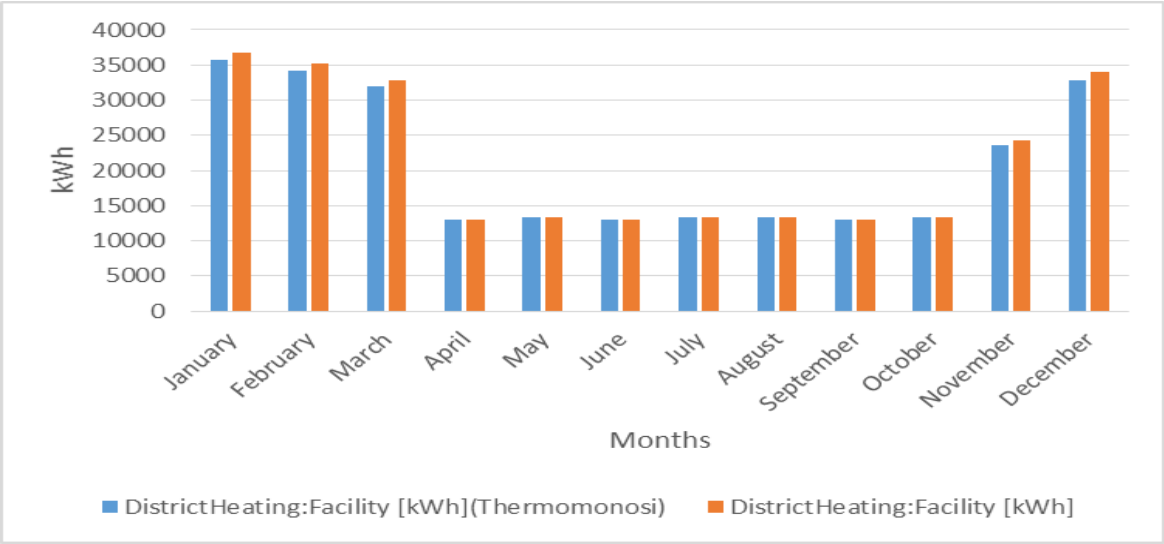
Μετά την προσομοίωση του ξενοδοχείου με τα νέα δεδομένα, έγινε έλεγχος για την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής τους. Αναλύοντας τα απότελεσματα που εξήχθησαν από το

πρόγραμμα σχετικά με τις μέσες ημερίσιες θερμοκρασίες που επικρατούν στους χώρους του ξενοδοχείου, παρατηρείται πολύ μικρή μείωση της θερμοκρασίας στις περισσότερες θερμικές ζώνες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και επίσης πολύ μικρή αύξηση τους χειμερινούς μήνες. Οι αλλαγές αυτές είναι πολύ μικρές και δεν αποτυπώνονται στα αντίστοιχα διαγράμματα θερμοκρασιών, όπως παραδείγματος χάρη στο διάγραμμα που αφορά στους κοινόχρηστους χώρους του ξενοδοχείου που παρουσιάζεται στην εικόνα που ακολουθεί.



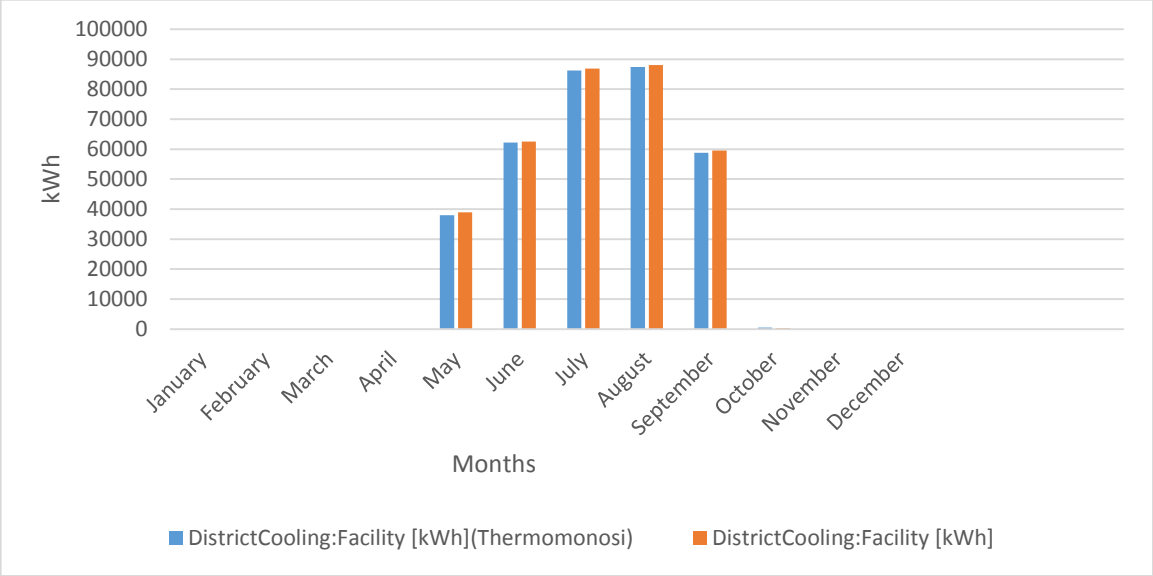
Εικόνα 5.18: Μέσες Ημερήσιες Θερμοκρασίες Ζώνης KOINOXRHSTOI πριν και μετά την Τοποθέτηση Εξωτερικής Θερμομόνωσης

Καθώς αυτή η πολύ μικρή βελτίωση στις θερμοκρασίες είναι σταθερή, οι συνέπειές της αποτυπώνονται στις καταναλισκόμενες ενέργειες. Πιο συγκεκριμένα, διακρίνεται μείωση στα ποσά ενέργειας που καταναλώνει το ξενοδοχείο για την ψύξη του κτιρίου. Ακολουθεί το αντίστοιχο διάγραμμα που περιέχει την κατανάλωση ενέργειας για το σύστημα ψύξης πριν και μέτα την τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης (Εικόνα 5.19)



Εικόνα 5.19: Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας Θέρμανσης πριν και μετά την τοποθέτηση Εξωτερικής Θερμομόνωσης

Ακόμα πιο έντονη είναι η μείωση που παρατηρείται στα πόσα καταναλισκόμενης ενέργειας για τη θέρμανση του ξενοδοχείου, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα της Εικόνας 5.20. Υπενθυμίζεται ότι τα ποσά ενέργειας που σημειώνονται από το μήνα Απρίλιο έως Σεπτέμβριο δεν αφόρουν στη θέρμανση του κτιρίου άλλα στη θέρμανση νέρου και γι'αυτό δεν σημειώνεται κάποια διαφοροποίηση πριν και μετά την επέμβαση.



Εικόνα 5.20: Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας ψύξης πριν και μετά την τοποθέτηση Εξωτερικής Θερμομόνωσης

Ακολουθεί πίνακας με τις συνολικές μηνιαίες καταναλώσεις ενέργειας πριν και μέτα την τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης, την μήνιαία εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται καθώς και το οικονομικό όφελος που αυτή συνεπάγεται.

Μήνας	**Συνολικές Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας (KWh)**		**Εξοικονόμηση Ενέργειας (KWh)**	**Όφελος (€)**
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ		
Ιανουάριος	37.646,47	36.714,66	931,81	76,96
Φεβρουάριος	36.064,08	34.907,24	1.156,84	95,54
Μάρτιος	33.731,43	32.866,89	864,54	71,4
Απρίλιος	13.798,20	13.798,20	0	0
Μάιος	53.150,69	52.246,15	904,54	74,71
Ιούνιος	76.365,63	75.991,59	374,04	30,90
Ιούλιος	101.157,42	100.486,72	670,70	55,40
Αύγουστος	102.344,35	101.616,70	727,65	60,10
Σεπτέμβριος	73.358,28	72.610,48	747,80	61,76
Οκτώβριος	14.746,43	14.605,98	140,45	11,60
Νοέμβριος	25.073,70	24.401,91	671,79	55,48
Δεκέμβριος	34.819,40	33.636,90	1182,5	97,66
ΣΥΝΟΛΟ	602.056,07	593.883,43	8172,65	691,50

Πίνακας 5.4: Συνολικές Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας πριν και μετά την Τοποθέτηση Εξωτερικής Θερμομόνωσης

Εν συνεχεία, κοστολογείται η τοποθέτηση θερμομόνωσης στις εξωτερικές επιφάνειες (τοίχους και οροφές). Η συνολική επιφάνεια των εξωτερικών τοίχων είναι 766,7 m² και των εξωτερικών οροφών είναι 374,92 m², δηλαδή σύνολο 1141,61m². Τα υλικά τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για τη θερμομόνωση είναι, εκτός από τη διογκωμένη πολυστερίνη, υλικά επικόλλησης, υαλοπλέγματα ενίσχυσης, βύσματα στερέωσης, βασικό επίχρισμα, αστάρι και τελικό σιλικονούχο επίχρισμα. Σύμφωνα με προσφορά που δόθηκε από συνεργείο, το συνολικό κόστος για υλικά, αλλά και για εργασία, ανέρχεται γύρω στα 22 €/m² (συμπεριλαμβανομένου Φ.Π.Α). Με βάση τη συγκεκριμένη

τιμή, το κόστος επένδυσης της επέμβασης αυτής ανέρχεται στα 25.115,45 € και δεδομένου ότι η ετήσια εξοικονόμηση είναι 691,50€, γίνεται απόσβεση σε 37 χρόνια.

5.5 Τοποθέτηση Λαμπτήρων Εξοικονόμησης Ενέργειας(LED)

Η επόμενη επέμβαση που εξετάστηκε είναι η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως που διαθέτει το ξενοδοχείο με λαμπτήρες οικονομίας και συγκεκριμένα λαμπτήρες 'LED'.

Δίοδος Εκπομπής Φωτός (*LED, Light Emitting Diode*), αποκαλείται ένας ημιαγωγός ο οποίος εκπέμπει φωτεινή ακτινοβολία στενού φάσματος όταν του παρέχεται μία ηλεκτρική τάση κατά τη φορά ορθής πόλωσης (*forward-biased*). Μια δίοδος εκπομπής φωτός (LED) είναι στην ουσία μια ένωση pn που έχει κατασκευαστεί από ένα ημιαγωγό άμεσου ενεργειακού χάσματος, όπως για παράδειγμα το GaAs, και στην οποία η επανασύνδεση των ζευγών ηλεκτρονίων – οπών (ΖΗΟ) έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή φωτονίων. Η δομή ενός LED πρέπει να είναι τέτοια ώστε τα εκπεμπόμενα φωτόνια να μπορούν να απομακρύνονται από την διάταξη χωρίς να επαναπορροφώνται από το ημιαγώγιμο υλικό. Το χρώμα του φωτός που εκπέμπεται εξαρτάται από την χημική σύσταση του ημιαγώγιμου υλικού που χρησιμοποιείται, και μπορεί να είναι υπεριώδες, ορατό ή υπέρυθρο. Το μήκος κύματος του φωτός που εκπέμπεται, και, κατά συνέπεια, το χρώμα του, εξαρτάται από το χάσμα ενέργειας των υλικών.

Με την εξέλιξη των LED υψηλής απόδοσης και ισχύος έγινε δυνατή η χρήση τους για φωτισμό και φωταγώγηση. Τα LED χρησιμοποιούνται στα φώτα των δρόμων ή σε αρχιτεκτονικές κατασκευές που απαιτείται φωτισμός με εναλλαγή χρωμάτων. Επίσης χρησιμοποιούνται και ως κύρια φώτα στα αυτοκίνητα, στις μοτοσυκλέτες και στα ποδήλατα. Ακόμη, τα LED χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στον φωτισμό ενυδρείων. Μπορούν να παρέχουν το απαιτούμενο φως με μικρότερη εκπομπή θερμότητας και έτσι βοηθούν στην συντήρηση της βέλτιστης θερμοκρασίας του ενυδρείου. Επειδή μπορούν να παράγουν φως με συγκεκριμένο μήκος κύματος είναι ιδανικά για να παρέχουν ένα συγκεκριμένο χρώμα-φάσμα για τον χρωματισμό των κοραλλιών, των ψαριών, των ανεμώνων κ.α. Τα LED είναι ιδανικά για χρήση στις τηλεοράσεις, στους φορητούς υπολογιστές και στους προβολείς (projectors) DLP.

Οι λαμπτήρες LED, πέρα από την χαμηλότερη κατανάλωση, δεν θερμαίνονται όταν λειτουργούν, πράγμα που τους καθιστά βολικούς σε κάποιες εφαρμογές, όπως σποτάκια, φωτισμό βιτρίνας ή κλειστού επίπλου με τζαμαρία κλπ. Δεν χρειάζονται χρόνο για να αποδώσουν το μέγιστο της

φωτεινότητας τους και ανεξαρτήτως από το πόσες φορές τους ανάβουμε και τους σβήνουμε το ποσοστό της απόδοσης που "χάνουν" είναι μόλις 1%-3%.

Στην αγορά κυκλοφορούν σήμερα τέσσερα είδη λαμπτήρων: α. Πυρακτώσεως (κοινές λάμπες), β. Φθορισμού (σωλήνες), γ. Φθορισμού μικρού μεγέθους (οικονομίας) και δ. LED. Παρακάτω ακολουθεί η αντιστοιχία φωτιστικής απόδοσης μεταξύ τους (μέσοι όροι απόδοσης - υπάρχουν μικροδιαφορές ανάλογα με τη μάρκα και την ποιότητα).

- Λαμπτήρας πυρακτώσεως --> 15 Lumen / Watt
- Λαμπτήρας φθορισμού -------> 50 Lumen / Watt
- Λαμπτήρας οικονομίας --------> 55 Lumen / Watt
- Λαμπτήρας LED ----------> 90 Lumen / Watt

Οι λαμπτήρες led έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

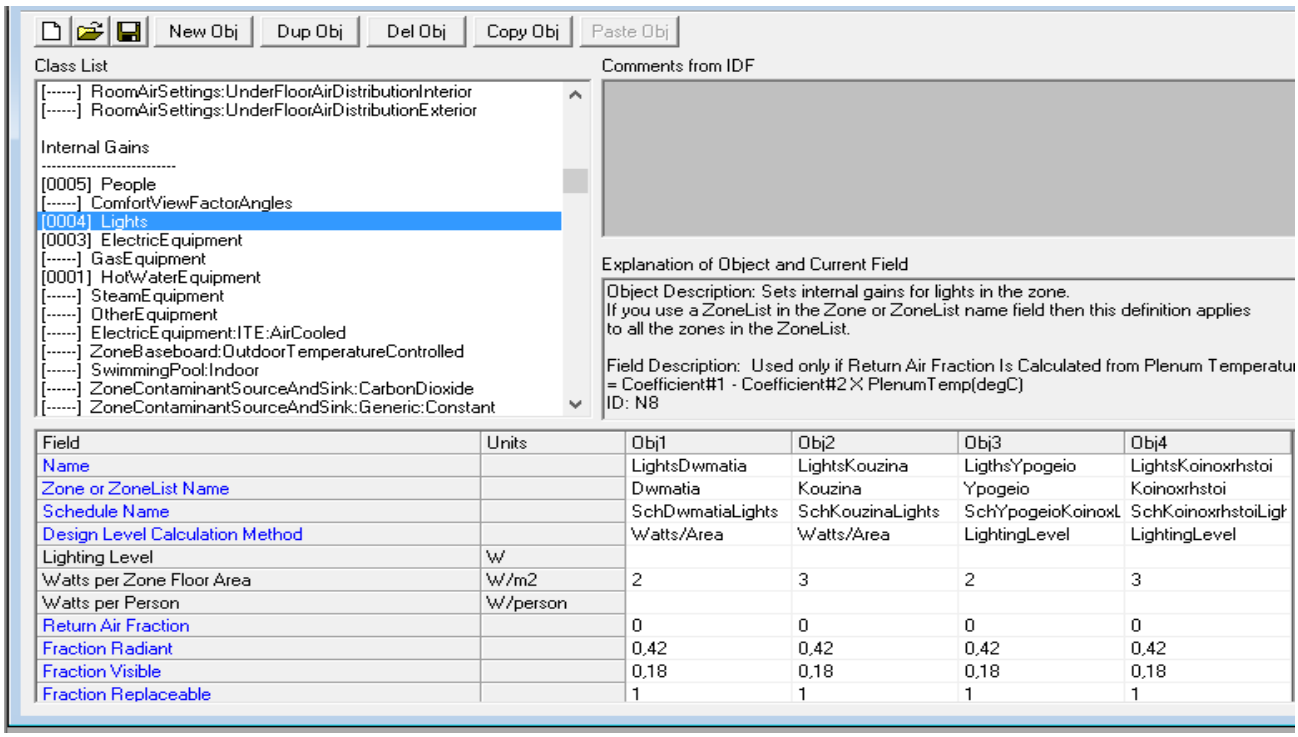
- Απόδοση: Τα LED παράγουν περισσότερο φως ανά watt συγκριτικά με της λάμπες πυράκτωσης.
- Χρώμα: Τα LED εκπέμπουν φως συγκεκριμένου χρώματος χωρίς την χρήση φίλτρων που απαιτούν οι παραδοσιακοί μέθοδοι φωτισμού. Είναι πιο αποδοτικά και χαμηλώνουν το αρχικό κόστος.
- Μέγεθος: Τα LED είναι πολύ μικρά (μικρότερα από 2mm) και μπορούν να τοποθετηθούν σε πινάκες αποτύπωσης.
- Χρόνος ON/OFF: Τα LED έχουν γρήγορη απόκριση. Μια τυπική κόκκινη LED μπορεί να έρθει σε κατάσταση πλήρους φωτεινότητας σε χρόνο microsecond. Τα LED που χρησιμοποιούνται ως συσκευές επικοινωνίας έχουν ακόμα μικρότερους χρόνους απόκρισης.
- Ψυχρό φως: Σε αντίθεση με τις κοινές πήγες φωτός, τα LED εκπέμπουν πολύ λίγη θερμότητα σε μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας που μπορεί να προκαλέσει ζημιά σε ευαίσθητα αντικείμενα ή κατασκευές. Η ενέργεια που χάνεται διαχέεται ως θερμότητα μέσω της βάσης του LED.
- Χρόνος ζωής: Τα LED έχουν μεγάλους χρόνους ζωής. Οι ώρες λειτουργίας τους κυμαίνονται από 35.000 έως 50.000 ώρες, αριθμός τεράστιος συγκριτικά με αυτόν των λαμπτήρων πυράκτωσης που κυμαίνεται από 1.000 έως 2.000 ώρες και των λαμπτήρων φθορισμού που κυμαίνεται από 10.000 έως 15.000 ώρες.
- Αντίσταση σε κραδασμούς: Τα LED, όντας στοιχεία στερεάς κατάστασης, είναι δύσκολο να υποστούν ζημιά από κραδασμούς όπως συμβαίνει με τις λάμπες πυράκτωσης και φθορισμού.

- Εστίαση: Τα LED μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να εστιάζουν το φως σε ένα συγκεκριμένο σημείο ή περιοχή. Οι λάμπες πυράκτωσης και φθορισμού απαιτούν ένα εξωτερικό ανακλαστήρα για να συλλέγει το φως και να το κατευθύνει με ένα χρήσιμο τρόπο.
- Τοξικότητα: Τα LED δεν περιέχουν υδράργυρο όπως οι λάμπες φθορισμού.

Η σύγκριση ενός λαμπτήρα LED με λαμπτήρα πυρακτώσεως οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ένας λαμπτήρας LED δίνει 6 φορές τον ίδιο φωτισμό σε σύγκριση με έναν λαμπτήρα πυρακτώσεως στα ίδια Watt.[55] Επομένως, η αντικατάσταση των λαμπτήρων με LED μπορεί να μειώσει κατά ένα μεγάλο ποσοστό τις καταναλώσεις ενέργειας που σχετίζονται με τον φωτισμό του ξενοδοχείου.

5.5.1 Εισαγωγή παραμέτρων προσομοίωσης

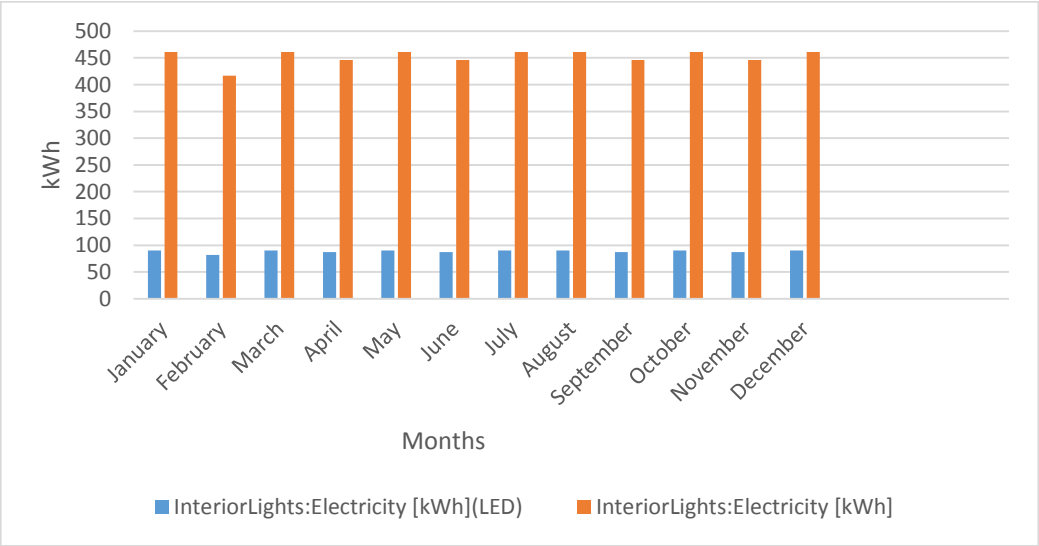
Η προσομοίωση αυτής της επέμβασης βασίζεται στην παρατήρηση ότι η ισχύς που χρειάζεται μία λάμπα LED για να παράγει την ένταση φωτός που απαιτείται, ισοδυναμεί με την ισχύ έξι λαμπτήρων πυρακτώσεως. Επομένως, στην υποκατηγορία *'Lights'* της κατηγορίας *'Internal Gains'* για κάθε θερμική ζώνη που έχει εισαχθεί γίνεται μία αναγωγή στα απαιτούμενα Watt της. Έτσι προκύπτει ότι στα δώματια του ξενοδοχείου και στο υπόγειο χρησιμοποιούνται λαμπτήρες LED με ισχύ 2 Watts, ενώ στην κουζίνα και στους κοινόχρηστους χώρους χρησιμοποιούνται λαμπτήρες LED με ισχύ 3 Watts, όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.21 που ακολουθεί.



Εικόνα 5.21: Χαρακτηριστικά Λαμπτήρων LED

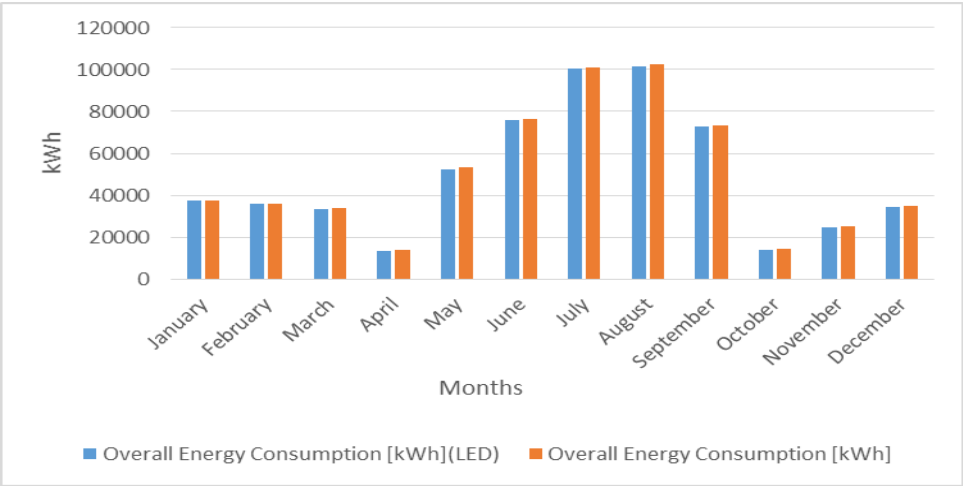
5.5.2 Αποτελέσματα Προσομοίωσης και Υπολογισμός Κόστους Επένδυσης

Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζεται η μηνιαία κατανάλωση ενέργειας για τεχνητό φωτισμό πριν και μετά την τοποθέτηση λαμπτήρων LED.



Εικόνα 5.22: Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας Φωτισμού πριν και μετά την τοποθέτηση Λαμπτήρων LED

Από το διάγραμμα είναι προφανές ότι εξοικονομείται μεγάλο ποσοστό ενέργειας για τον τεχντητό φωτισμό με την επέμβαση αυτή. Επειδή, όμως, η καταναλισκόμενη ενέργεια για τον τεχνητό φωτισμό είναι πολυ μικρή σε σχέση με τη συνολική ενέργεια που καταναλώνεται κάθε μήνα, δεν αναμένεται μεγάλη μηνιαία εξοικονόμηση ενέργειας. Πράγματι, στο παρακάτω διάγραμμα, που φαίνονται οι συνολικές μηνιαίες καταναλώσεις ενέργειας με λαμπτήρες πυρακτώσεως και με λαμπτήρες LED, δεν διακρίνεται τόσο έντονη μείωση.



Εικόνα 5.22: Συνολικές Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας Τεχνητού Φωτισμού πριν και μετά την Τοποθέτηση LED

Η μείωση που επήλθε στις καταναλισκόμενες μηνιαίες ενέργειες παρουσιάεται αναλυτικά στον πίνακα 5.5 που ακολουθεί.

Μήνας	**Συνολικές Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας (KWh)**		**Εξοικονόμηση Ενέργειας (KWh)**	**Όφελος (€)**
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ		
Ιανουάριος	37.646,47	37.435,39	211,08	17,43
Φεβρουάριος	36.064,08	35.882,28	181,80	15,02
Μάρτιος	33.731,43	33.470,95	261,08	21,56
Απρίλιος	13.798,20	13.439,40	358,80	29,63
Μάιος	53.150,69	52.405,07	745,62	61,58
Ιούνιος	76.365,63	75.656,45	709,18	58,57
Ιούλιος	101.157,42	100.421,30	736,12	60,80
Αύγουστος	102.344,35	101.603,77	740,58	61,17
Σεπτέμβριος	73.358,28	72.642,86	715,42	59,09
Οκτώβριος	14.746,43	14.136,09	610,34	50,41
Νοέμβριος	25.073,70	24.794,19	279,51	23,09
Δεκέμβριος	34.819,40	34.621,06	198,34	13,39
ΣΥΝΟΛΟ	602.056,07	596.508,80	5.547,27	471,74

Πίνακας 5.5: Συνολικές Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας πριν και μετά την Τοποθέτηση LED

Στη συνέχεια υπολογίζεται το κόστος επένδυσης της επέμβασης αυτής . Δεδομένου ότι τα δωμάτια καταλαμβάνουν 905,94 m² και το υπόγειο 352,67 m², ενώ και οι δύο χώροι χρειάζονται 2 W/m² για φωτισμό, προκύπτει η ανάγκη για 2517,22 Watt. Επίσης, οι κοινόχρηστοι χώροι καταλαμβάνουν 434,81 m² και η κουζίνα 49,64 m² με απαίτηση για φωτισμό στα 3 W/m², υπόλογιζεται ότι απαιτούνται 1453,35 W και για τους δύο αυτούς χώρους. Συνολικά, λοιπόν, οι απαιτήσεις του κτιρίου για φωτισμό ανέρχονται στα 3970,57 W. Το είδος λαμπτήρα LED που αποφασίστηκε να χρησιμοποιήθει , ύστερα από έρευνα αγορας, έχει ισχύ 3 Watt με κόστος 1€. Επομένως, το κόστος της επένδυσης ανέρχεται στα 1.323,52 €, ενώ η απόσβεσή της γίνεται σε διάστημα 3 ετών. Όμως, οι λαμπτήρες LED δεν έχουν διάρκεια ζωής 50 χρόνια, όπως οι υπόλοιπες επεμβάσεις, παρ’ όλο που

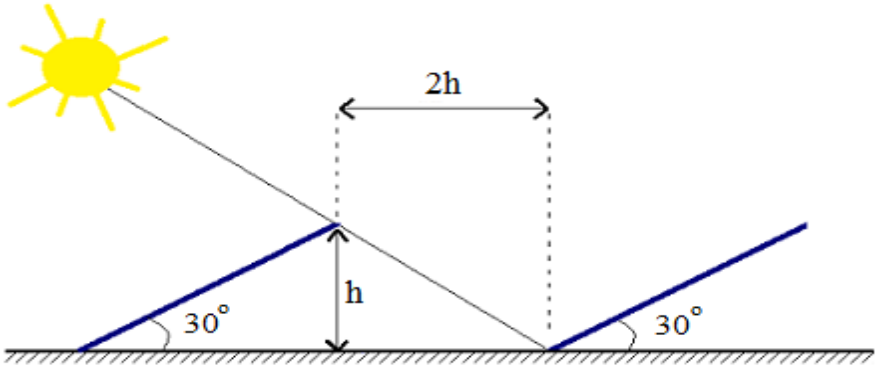
λόγω της κατασκευαστικής τους δομής θεωρούνται πρακτικά άφθαρτοι. Λαμβάνοντας υπόψη ότι σε όλες τις ποιότητες και τις μάρκες ο χρόνος εγγύησης είναι δύο χρόνια ,θεωρήθηκε ότι θα γίνεται αλλαγή όλων των λαμπτήρων κάθε φορά που θα περνάει το διάστημα αυτό. Συνεπώς, για να υπολογισθεί τελικά ο συνολικός χρόνος απόσβεσης αργότερα, θα υπολογισθεί το συνολικό κόστος των λαμπτήρων σε βάθος 50 χρόνων.

5.6 Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ

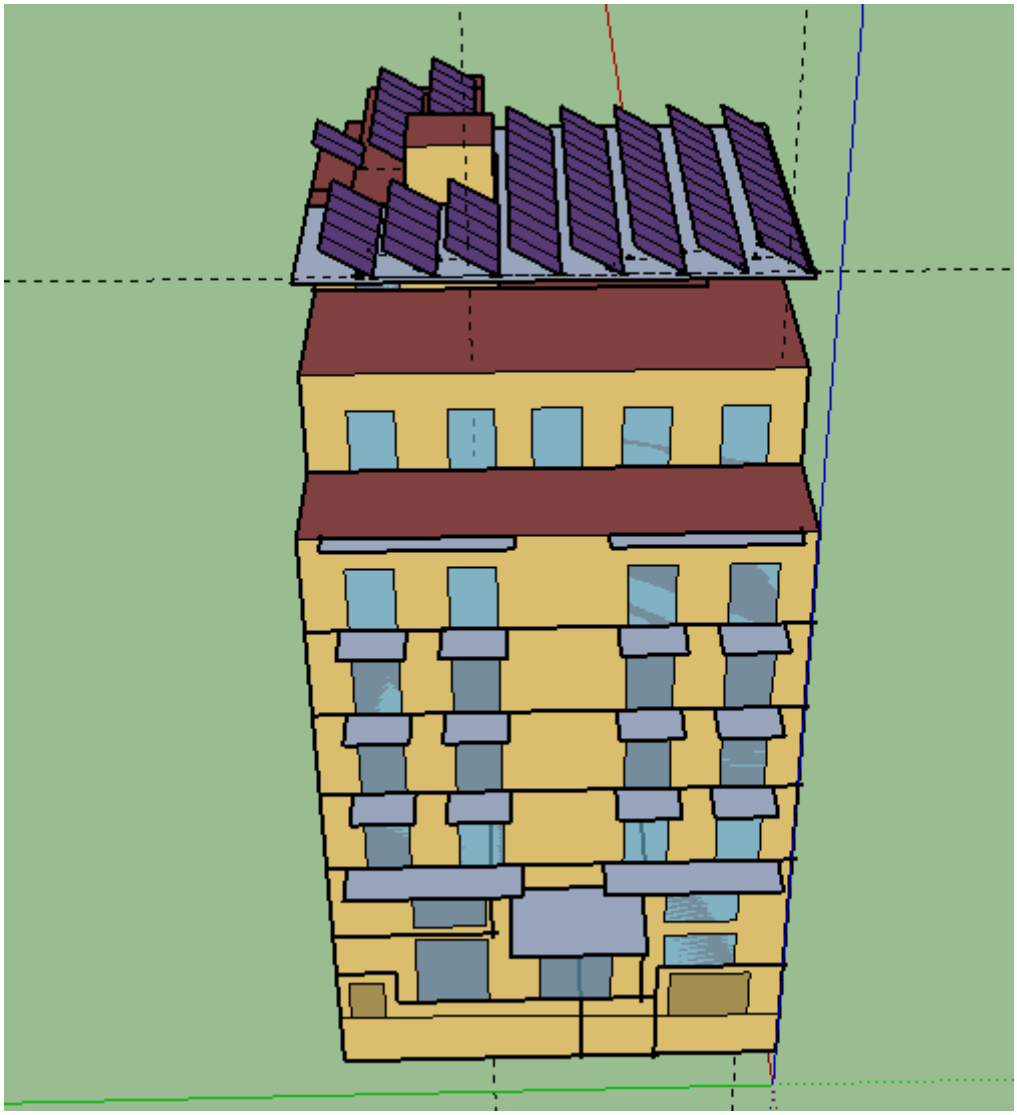
Η τελευταία πρόταση ενεργειακής βελτίωσης της ξενοδοχειακής μονάδας είναι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος. Η οροφή του ξενοδοχείου καταλαμβάνει επιφάνεια περίπου 50 m² οροφή και ξύλινη πέργκολα στο ίδιο επίπεδο, επιφάνειας περίπου 130 m². Η πέργκολα αυτή, όμως, δεν είναι κατασκευασμένη για να αντέχει το βάρος των φωτοβολταϊκών πάνελ (περίπου 20 κίλα το καθένα). Για το λόγο αυτό, επιλέχθηκε να μελετηθούν δύο εκδοχές αυτής της πρότασης. Στην πρώτη εκδοχή μελετάται η αντικατάσταση της υπάρχουσας πέργκολας με άλλη που να αντέχει το βάρος των φωτοβολταϊκών και η εγκατάστασή τους σε όλη την παραπάνω επιφάνεια. Στη δεύτερη εκδοχή προτείνεται ένα καινούριο είδος φωτοβολταϊκών , τα flexible CIGS solar modules, που είναι κατά πολύ ελαφρύτερα σε σχέση με τα προηγούμενα (2,4 kg/ m²).

5.6.1 Τοποθέτηση κλασσικών φωτοβολταϊκών πάνελ

Αρχικά, σχεδιάστηκαν στην οροφή του κτιρίου τα φωτοβολταϊκά στο πρόγραμμα SketchUp. Επιλέχθηκαν πάνελ συγκεκριμένης εταιρείας με διαστάσεις 1640× 990× 35 mm και με ονομαστική απόδοση 240 Wp το καθένα, με κλίση 30 μοίρες και προσανατολισμό προς το Νότο. Τοποθετήθηκαν στο μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας της οροφής του τελευταίου ορόφου και της πέργκολας συνολικά 63 στοιχεία. Η διάταξη δύο διαδοχικών σειρών από φωτοβολταϊκά πάνελ έγινε βάσει της εικόνας 5.23 ούτως ώστε να μη σκιάζονται, και στην επόμενη εικόνα (5.24) φαίνεται η διάταξή τους.



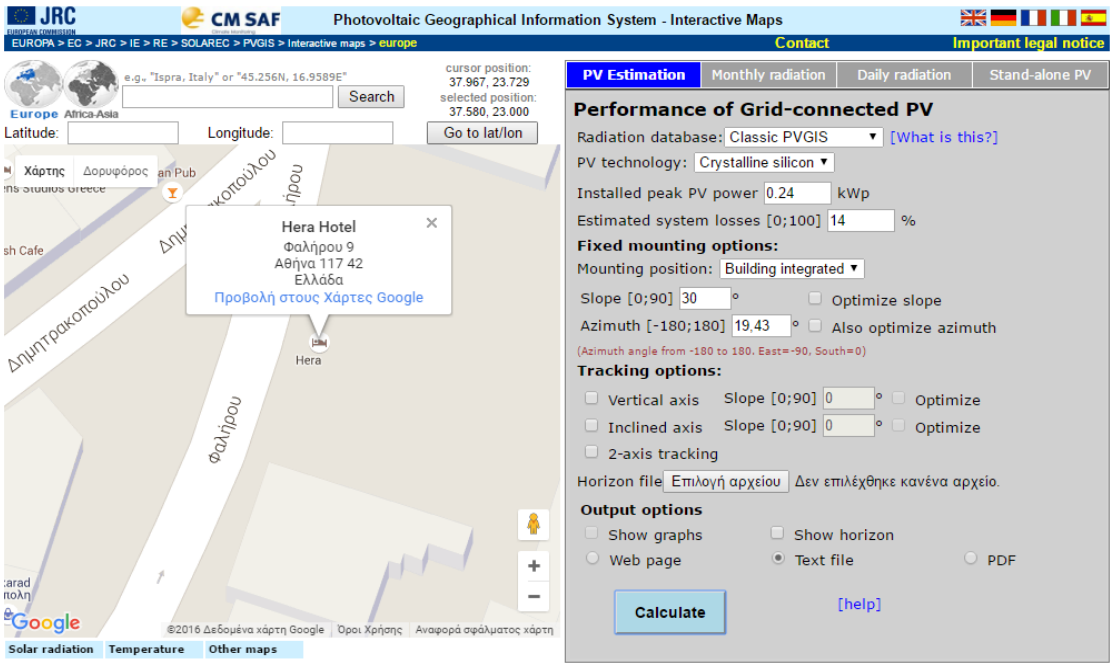
Εικόνα 5.23: Διάταξη φωτοβολταϊκών με κλίση



Εικόνα 5.24: Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών Στοιχείων

5.6.2 Εισαγωγή παραμέτρων στο Πρόγραμμα PVGIS

Το πρώτο βήμα είναι να συμπληρωθούν οι συντεταγμένες του ξενοδοχείου στα πεδία 'Latitude' (γεωγραφικό πλάτος) και 'Longitude' (γεωγραφικό μήκος). Οι ακριβείς συντεταγμένες είναι 37.967 και 23.729. Ακόμα, στο πεδίο 'PV Technology' επιλέγεται ο τύπος του φωτοβολταϊκού στοιχείου που θα χρησιμοποιηθεί. Έχει επιλεχθεί να χρησιμοποιηθούν φωτοβολταϊκά πάνελ από μονοκρυσταλλικά ηλιακά κύτταρα πυριτίου, επομένως επιλέχθηκε το 'Crystalline Silicon'. Στο πεδίο 'Installed peak PV power, συμπληρώνεται η μέγιστη ισχύς του κάθε φωτοβολταϊκού στοιχείου, δηλαδή 0.24 kWp. Επειδή πάντα υπάρχουν απώλειες σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, στο πεδίο 'Estimated system losses' θεωρούμε απώλειες της τάξης του 14%. Στη συνέχεια, στο πεδίο 'Mounting position' επιλέγεται το 'Building integrated', αφού τα φωτοβολταϊκά πάνελ τοποθετήθηκαν πάνω σε κτίριο, και στην κατηγορία 'Slope' ορίζεται η κλίση των στοιχείων (δηλαδή 30°) και στο 'Azimuth' 19,3°, δηλαδή η απόκλιση του άξονα του κτιρίου από τον άξονα του Νότου. Τέλος, δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει τη μορφή του αρχείου στο οποίο θα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα. Εδώ επιλέχθηκε ο τύπος αρχείου *'Text file'* για να είναι πιο εύκολα επεξεργάσιμα τα αποτελέσματα. Σημειώνεται πως τα εξαγόμενα αποτελέσματα αναφέρονται σε ενα μόνο φωτοβολταϊκό πάνελ, συνεπώς θα πρέπει να πολλαπλασιαστούν με το πλήθος τους για τον υπολογισμό της συνολικής παραγόμενης ενέργειας. Στην επόμενη εικόνα φαίνονται αναλυτικά τα πεδία που συμπληρώθηκαν.



Εικόνα 5.25 : Εισαγωγή Παραμέτρων στο PVGIS

5.6.3 Αποτελέσματα Προσομοίωσης και Υπολογισμός Κόστους Επένδυσης

Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν αφορούν τη μέση ημερήσια παραγωγή ενέργειας του συστήματος, τη μέση μηνιαία παραγωγή και κάποια άλλα στοιχεία σχετικά με τα ποσοστά της παγκόσμιας ακτινοβολίας που δέχεται το σύστημα. Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης.

PVdata373448N_230000E_0kW_30deg_19deg_14 (2) - Σημειωματάριο

Αρχείο Επεξεργασία Μορφή Προβολή Βοήθεια

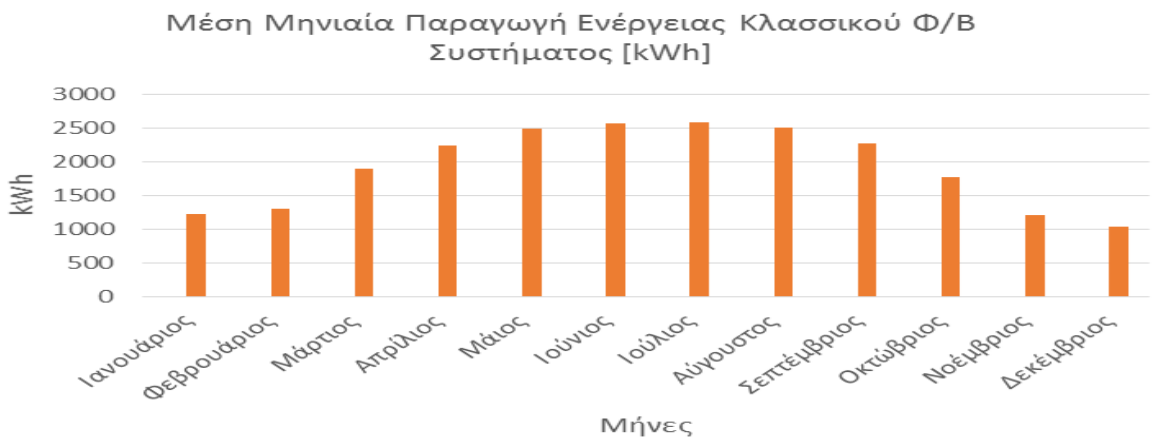
Latitude: 37°34'48" North,
Longitude: 23°0'0" East
Nominal power of the PV system: 0.29kWp
Inclination of modules: 30deg.
Orientation (azimuth) of modules: 19deg.

Fixed angle

Month	Ed	Em	Hd	Hm
1	0.63	19.4	2.74	84.8
2	0.74	20.8	3.32	92.9
3	0.97	30.1	4.43	137
4	1.18	35.5	5.52	166
5	1.27	39.5	6.10	189
6	1.36	40.7	6.63	199
7	1.32	40.9	6.55	203
8	1.28	39.7	6.35	197
9	1.20	36.1	5.80	174
10	0.91	28.1	4.23	131
11	0.64	19.1	2.87	86.0
12	0.53	16.5	2.34	72.5
Year	1.00	30.5	4.75	144

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)
Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Εικόνα 5.26: Αποτελέσματα Προσομοίωσης Φωτοβολταϊκού Συστήματος



Εικόνα 5.27: Μέση Μηνιαία Παραγωγή ενέργειας Κλασσικού Φωτοβολταϊκού Συστήματος

Παρατηρείται ότι η παραγωγή ενέργειας από το σύστημα είναι αυξημένη τους καλοκαιρινούς μήνες, όπως είναι και φυσιολογικό, λόγω της μεγάλης ηλιοφάνειας. Λαμβάνοντας, λοιπόν, υπόψη τα αποτελέσματα που αναφέρονται στη μέση μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το κάθε φωτοβολταϊκό στοιχείο, υπολογίστηκε η συνολική παραγωγή από το σύστημα. Στον επόμενο πίνακα φαίνεται, εκτός από τις παραπάνω πληροφορίες, και το όφελος της παραγωγής ενέργειας σε €.

Μήνες	**Μέση Μηνιαία Παραγωγή Ενέργειας Φ/Β [kWh]**	**Μέση Μηνιαία Παραγωγή Ενέργειας Φ/Β Συστήματος [kWh]**
Ιανουάριος	19,4	1.222,2
Φεβρουάριος	20,8	1.310,4
Μάρτιος	30,1	1.896,3
Απρίλιος	35,5	2.236,5
Μάιος	39,5	2.488,5
Ιούνιος	40,7	2.564,1
Ιούλιος	40,9	2.576,7
Αύγουστος	39,7	2.501,1
Σεπτέμβριος	36,1	2.274,3
Οκτώβριος	28,1	1.770,3
Νοέμβριος	19,1	1.203,3
Δεκέμβριος	16,5	1.039,5
ΣΥΝΟΛΟ	366,4	23.083,2
Όφελος σε €	30,26	1.906,44

Πίνακας 5.6: Μηνιαία Παραγωγή Ενέργειας φωτοβολταϊκού Στοιχείου και Συστήματος

Η συνολική παραγωγή ενέργειας από το φωτοβολταϊκό σύστημα φτάνει τις 23.083,2 kWh ετησίως, το οποίο μεταφράζεται σε όφελος 1.906,44€. Σύμφωνα με έρευνα αγοράς εκτιμώμενη συνολική τιμή εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος 10 KWp είναι τα 19,000 €. Επομένως,το κόστος της υπό μελέτη εγκατάστασής ανέρχεται περίπου στα 30.082,3 € και συμπεριλαμβάνει τον εξοπλισμό (πάνελ και πλαίσια στήριξης) και το κόστος εργασίας. Υπενθυμίζεται ότι για να εγκατάσταθεί αυτό το φωτοβολταϊκό σύστημα, απαραίτητη είναι η αντίκατάσταση της ξύλινης πέργκολας με άλλη που να αντέχει το βάρος του. Ύστερα από επικοινωνία με διάφορες εταιρίες

που κατασκευάζουν πέργκολες, η καλύτερη τιμή που προσφέρθηκε ήταν 110€/ m^2, δηλαδή συνολικά 14.300€. Τελικά, συμπεριλαμβανομένων όλων αυτών, το κόστος της επένδυσης ανέρχεται συνολικά στα 44.382,30 € και η απόσβεσή του εκτιμάται ότι θα ολοκληρωθεί στα 23 χρόνια.

5.6.4 Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών CIGS

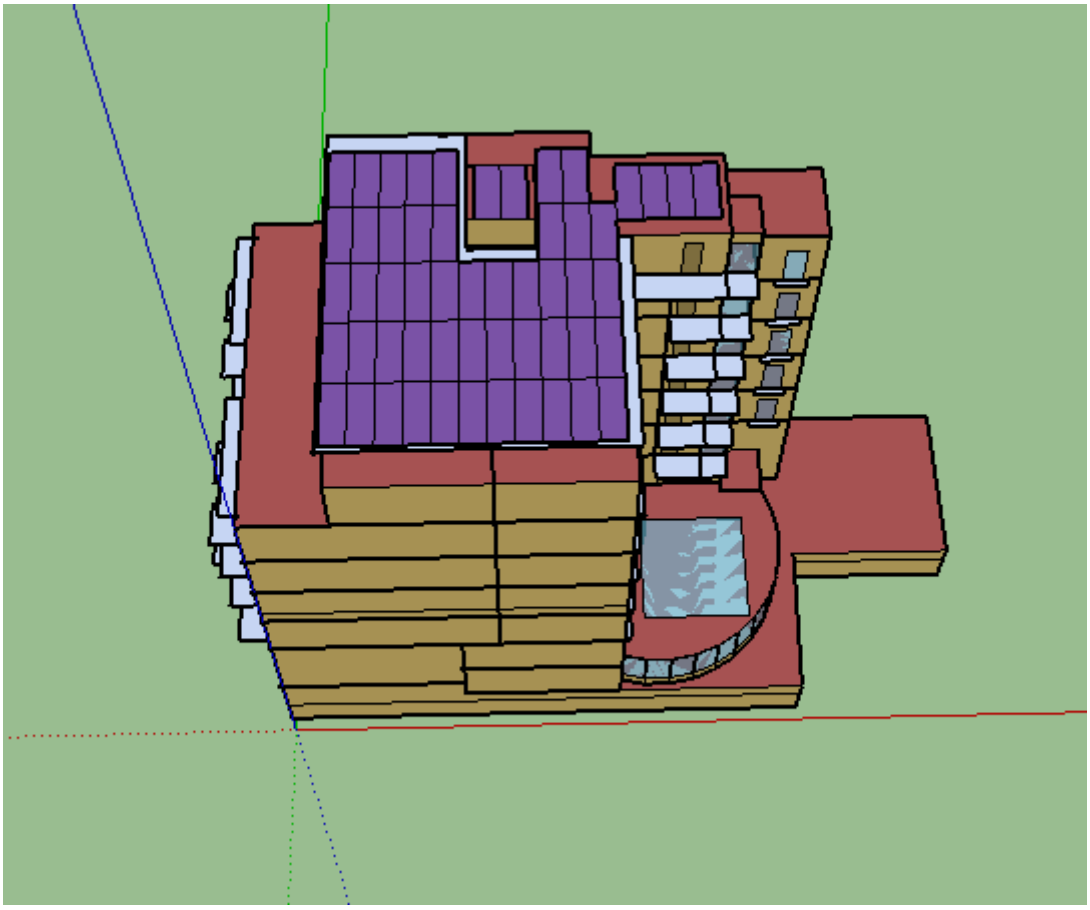
Τα CIGS φωτοβολταϊκά απαρτίζονται από μια λεπτή μεμβράνη ηλιακών 'κυττάρων' δεύτερης γενιάς, το οποίο αποτελείται από μια ή περισσότερες λεπτές στρώσεις χαλκού (Copper), ινδίου (Indium), γάλλιου (Gallium) και σεληνιδίου (Selenide) τοποθετημένες πάνω σε ένα γυάλινο ή πλαστικό υπόστρωμα μαζί με ηλεκτρόδια. Το πάχος της μεμβράνης κυμαίνεται από λίγα νανόμετρα (nm) έως δεκάδες μικρόμετρα (μm) . Στη συνέχεια, εφαρμόζονται είδικά διαφανή αγώγιμα οξείδια και ένα σύστημα εξειδικευμένων καλωδίων τοποθετούνται, το όποιο προστατεύεται από το νέρο μέσω του πλαστικού που το περιβάλλει. Το υπόστρωμα περιέχει ένα πολύ λεπτό φιλμ αλουμινίου, το οποίο προστατεύει τη μεμβράνη από οξείδωση.

Πλεονεκτήματα:

- Επειδή το φάσμα φώτος που απορροφούν είναι ευρύτερο, μπόρουν και συλλέγουν ενέργεια περισσότερη ώρα κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- Έχουν πολύ υψηλή απόδοση (μέχρι και 17% πέρισσοτερη απ'ότι τα κλασσικά πάνελ).
- Έχουν εξαιρετική απόδοση ακόμα και σε συνθήκες χαμηλής ηλιοφάνειας ή και σε νεφελώδεις καιρικές συνθήκες, αφού για να ενεργοποιήθουν απαιτείται πόλυ χαμηλό επίπεδο φωτονίων.
- Η μεμβράνη τους έχει υψηλή ποιότητα απορρόφησης που επιτρέπει το 99% του διαθέσιμου φωτός να απορροφηθεί.
- Εφαρμόζουν σε οροφές που αποτελούνται από διάφορα υλικά και όχι μόνο μπετονένιες, αλλά και σε διάφορα σχήματα οροφής, ακόμα και σε καμπύλα.
- Δεν απαιτείται μεταξύ τους απόσταση.
- Είναι ανθεκτικά, άθραυστα κι έχουν πολύ μικρό βάρος.
- Η εγκατάσταση τους είναι πολύ ευκολή, χωρίς να απαιτείται διαπέραση της οροφής ή σκυρόστρωση .

- Είναι κατάλληλα για περιοχές με ισχυρούς ανέμους, καθώς, αφού εφαρμόζονται πάνω στην επιφάνεια της οροφής, δεν δέχονται ανεμοπιέσεις, και για σεισμογενείς περιοχές.[56]

Πάλι το πρώτο βήμα ήταν η σχεδίαση του συστήματος προγραμμα Sketch Up. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία που επιλέχθηκαν από συγκεκριμένη εταιρία έχουν διαστάσεις 2598x1000x2,5 mm και απόδοση 380 Wp. Επειδή εφαρμόζουν πάνω στην επιφάνεια, δεν απαιτείται να έχουν κάποια κλίση, κάθως επίσης δεν απαιτείται κάποιο κένο ανάμεσά τους. Έτσι, τοποθετήθηκαν 54 στοιχεία στην οροφή του ξενοδοχείου και στην πέργκολα (εικόνα 5.28).

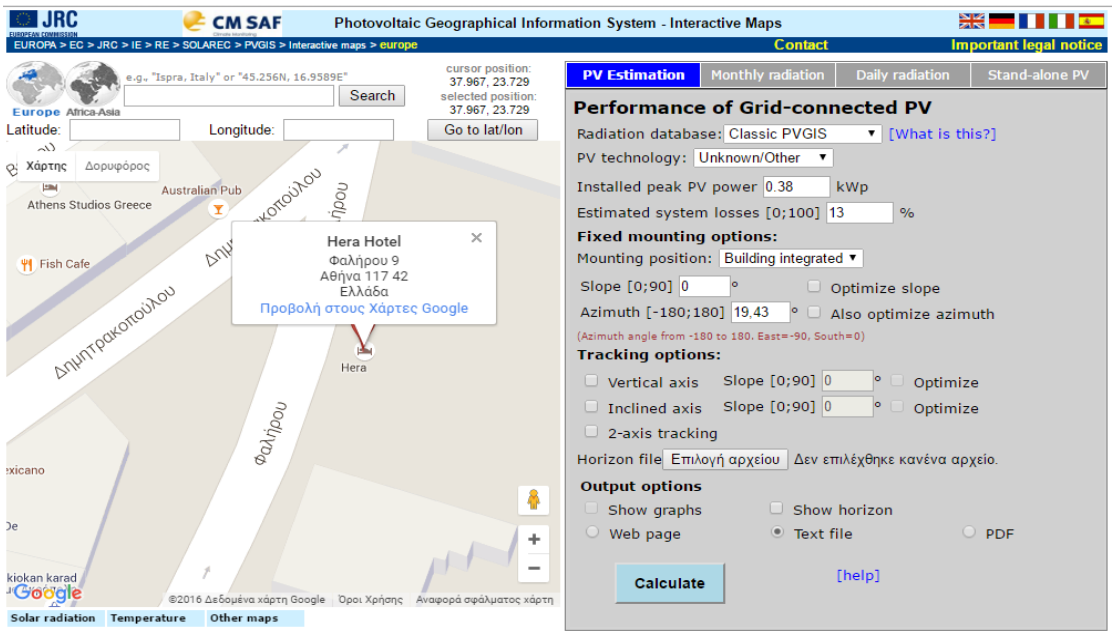


Εικόνα 5.28: Τοποθέτηση Φωτοβολταϊκών Στοιχείων

5.6.5 Εισαγωγή νέων παραμέτρων στο Πρόγραμμα PVGIS

Τα πεδία του προγράμματος συμπληρώθηκαν με την ίδια λογική όπως πριν, με μικρές διαφορές. Πιο συγκεκριμένα, στο πεδίο 'PV Technology' , επειδή δεν διατίθεται αυτό το είδος φωτοβολταϊκών που χρησιμοποιήθηκε, προτιμήθηκε η επιλογή '*Unknown/Other*'. Στο πεδίο '*Installed peak PV*

power', αντί για 0.24 kWp που ήταν πριν συμπληρώθηκαν 0,38kWp και στην κατηγορία *'Slope'* η κλίση των στοιχείων ορίστηκε στις 0°. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται αναλυτικά τα πεδία που συμπληρώθηκαν με τις παραπάνω αλλαγές.



Εικόνα 5.29 : Εισαγωγή Παραμέτρων στο PVGIS

5.6.6 Αποτελέσματα Προσομοίωσης και Υπολογισμός Κόστους Επένδυσης

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που προέκυψαν δείχνουν αυξημένη παραγωγή ενέργειας σε σχέση με την προηγούμενη, πάρα το μειωμένο πλήθος των φωτοβολταϊκων στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν. Αυτό το γέγονος επιβεβαιώνει ότι τα CIGS έχουν μεγαλύτερη απόδοση από τα κλασσικά φωτοβολταϊκα. Η μέση μηνιαία παραγωγή ενέργειας μαζί με τα υπόλοιπα αποτελέσματα παρουσιάζονται στις επόμενες εικόνες.

PVdata375801N_234344E_0kW_30deg_19deg_13 (2) - Σημειωματάριο

Αρχείο Επεξεργασία Μορφή Προβολή Βοήθεια

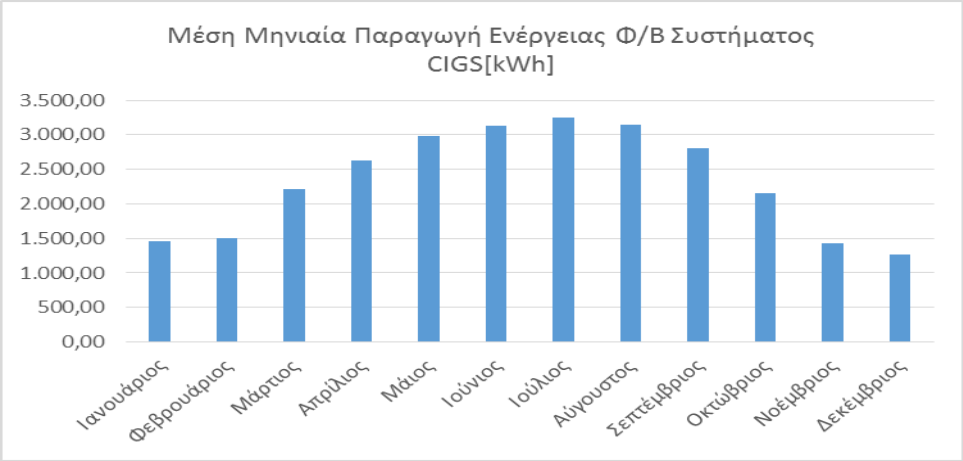
Latitude: 37°58'1" North,
Longitude: 23°43'44" East
Nominal power of the PV system: 0.38kWp
Inclination of modules: 0deg.
Orientation (azimuth) of modules: 19deg.

Fixed angle

Month	Ed	Em	Hd	Hm
1	0.87	27.1	2.99	92.6
2	1.00	27.9	3.41	95.4
3	1.32	40.9	4.52	140
4	1.62	48.6	5.55	167
5	1.78	55.2	6.11	189
6	1.93	58.0	6.64	199
7	1.95	60.3	6.67	207
8	1.88	58.2	6.43	199
9	1.73	51.9	5.91	177
10	1.28	39.8	4.38	136
11	0.88	26.4	3.01	90.4
12	0.76	23.5	2.59	80.2
Year	1.42	43.2	4.86	148

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)
Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Εικόνα 5.30: Αποτελέσματα Προσομοίωσης Φωτοβολταϊκού Συστήματος



Εικόνα 5.31: Μέση Μηνιαία Παραγωγή ενέργειας Φωτοβολταϊκού Συστήματος CIGS

Επίσης στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται η μέση μηνιαία παραγωγή του ενός φωτοβολταϊκου στοιχείου καθώς και όλου του σύστηματος, η συνολική ετήσια παραγωγή και το οικονομικό όφελος.

Μήνες	Μέση Μηνιαία Παραγωγή Ενέργειας Φ/Β [kWh]	Μέση Μηνιαία Παραγωγή Ενέργειας Φ/Β Συστήματος [kWh]
Ιανουάριος	27,1	1.463,4
Φεβρουάριος	27,9	1.506,6
Μάρτιος	40,9	2.208,6
Απρίλιος	48,6	2.624,4
Μάιος	55,2	2.980,8
Ιούνιος	58	3.132
Ιούλιος	60,3	3.256,2
Αύγουστος	58,2	3.142,8
Σεπτέμβριος	51,9	2.802,6
Οκτώβριος	39,8	2.149,2
Νοέμβριος	26,4	1.425,6
Δεκέμβριος	23,5	1.269
ΣΥΝΟΛΟ	517,8	27.961,2
Όφελος σε €	42,77	2.309,32

Πίνακας 5.7: Μηνιαία Παραγωγή Ενέργειας Φωτοβολταϊκού Στοιχείου και Συστήματος

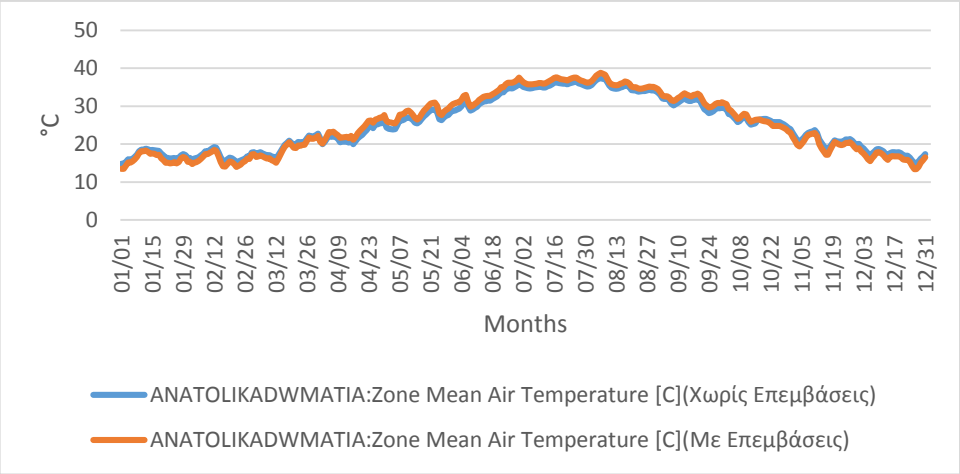
Παρατηρείται πως αυτή η εκδοχή έχει συνολική παραγωγή ενέργειας που φτάνει τις 27.961,2kWh ετησίως, δηλαδή όφελος 2.309,32€. Μετά από επικοινωνία με θυγατρική εταιρία που παρασκευάζει και εμπορεύεται CIGS φωτοβολταϊκά, η καλύτερη προσφορά που μας δόθηκε είναι 1,8€/Watt. Δεδομένου ότι χρησιμοποιήθηκαν 54 φωτοβολταϊκά στοιχεία, το κόστος της υπό μελέτη εγκατάστασης ανέρχεται στα 36.936€. Σημειώνοντας ότι η ετήσια εξοικονόμηση είναι 2.309,32€, η απόσβεση θα γίνει σε λιγότερο από 16 χρόνια.

Συγκρίνοντας αυτές τις δύο προτάσεις εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος, προκύπτει ότι στη δεύτερη η παραγόμενη ενέργεια είναι μεγαλύτερη κατά 17%, το κόστος της είναι μικρότερο κάτα 17% και η απόσβεση ολοκληρώνεται 7 χρόνια νώρίτερα. Συνεπώς, κρίνεται εύλογο η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών να γίνει με flexible CIGS solar modules.

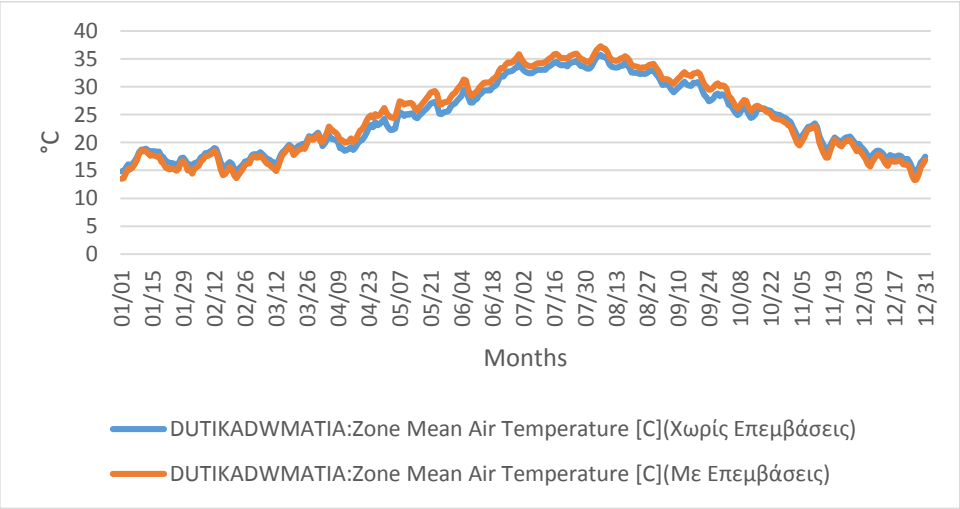
5.7 Συνολικά Αποτελέσματα

Στο σημείο αυτό κρίθηκε σκόπιμο να παρουσιασθούν τα συνολικά αποτελέσματα μετά από την εφαρμογή όλων των επεμβάσεων, δηλαδή την εφαρμογή νυχτερινού δροσισμού, την τοποθέτηση υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής, την εξωτερική θερμομόνωση και τη χρήση λαμπτήρων LED.

Αρχικά, στις Εικόνες 5.32 και 5.33, παρουσιάζεται η συμβολή του συνδυασμού των προτεινόμενων ενεργειών στην πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας των ζωνών ANATOLIKADWMATIA και DUTIKADWMATIA, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν και προηγουμένως, για τον καλύτερο σχολιασμό των αποτελεσμάτων.



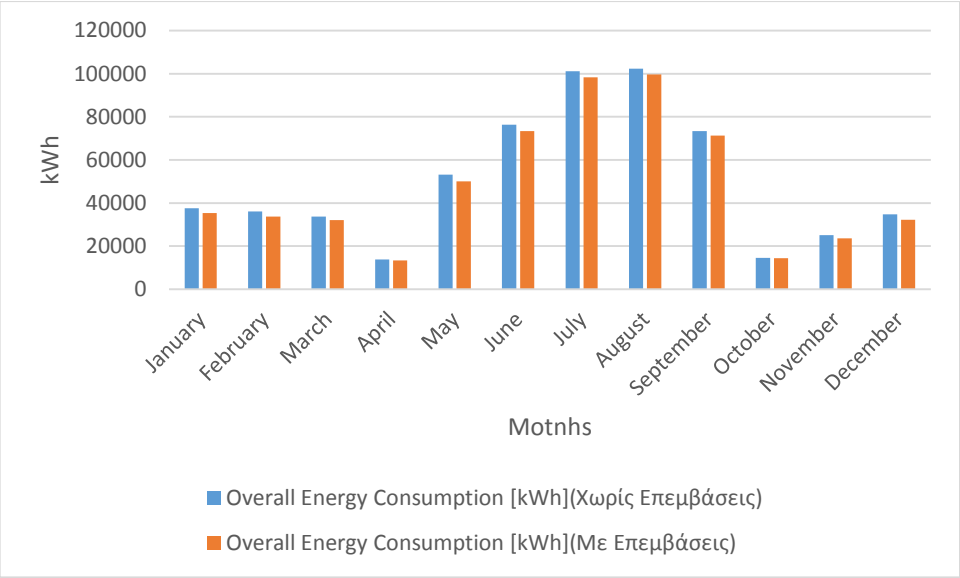
Εικόνα 5.32: Μέσες Μηνιαίες Θερμοκρασίες Ζώνης ANATOLIKADWMATIA πριν και μετά τις Επεμβάσεις



Εικόνα 5.33: Μέσες Μηνιαίες Θερμοκρασίες Ζώνης DUTIKADWMATIA πριν και μετά τις Επεμβάσεις

Παρατηρείται ότι και στις δύο ζώνες κάτα τους χειμερινούς μήνες σημειώνεται μια αύξηση της θερμοκρασίας που φτάνει τον 1°C, ενώ κατά τους θερινούς μήνες σημειώνεται πτώση της θερμοκρασίας. Ειδικότερα, αυτή η πτώση στα ANATOLIKADWMATIA φτάνει έως και 1,5 °C και στα DUTIKADWMATIA φτάνει ακόμα και τους 2,2 °C.

Στη συνέχεια, υπολογίστηκε η μηνιαία απαιτούμενη ενέργεια για τη λειτουργία του κτιρίου (κλιματισμό, φωτισμό και ηλεκτρικό εξοπλισμό) χωρίς τις επεμβάσεις και συνολικά με όλες τις επεμβάσεις που αναφέρθηκαν πιο πάνω. Τα αποτελέσματα φαίνονται στο επόμενο διάγραμμα.



Εικόνα 5.34: Συνολικές Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας πριν και μετά τις Επεμβάσεις

Είναι αισθητή η μείωση της απαιτούμενης μηνιαίας ενέργειας του κτιρίου λόγω της εφαρμογής του νυχτερινού δροσισμού, της τοποθέτησης παραθύρων Low-E, της εξωτερικής θερμομόνωσης και των λαμπτήρων LED. Στον επόμενο πίνακα φαίνεται αναλυτικά η μείωση αυτή για κάθε μήνα, καθώς και η εξοικονόμηση ενέργειας σε kWh.

Μήνες	Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας σε kWh χωρίς Επεμβάσεις	Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας σε kWh με Επεμβάσεις
Ιανουάριος	37.646,47202	35.338,46958
Φεβρουάριος	36.064,07797	33.798,04673
Μάρτιος	33.731,43274	32.106,053
Απρίλιος	13.798,20079	13.439,39998
Μάιος	53.150,68486	50.104,24451
Ιούνιος	76.365,62664	73.304,1286
Ιούλιος	101.157,4232	98.272,77692
Αύγουστος	102.344,348	99.627,79642
Σεπτέμβριος	73.358,27718	71.227,87811
Οκτώβριος	14.546,43193	14.368,97653
Νοέμβριος	25.073,6953	23.700,84506
Δεκέμβριος	34.819,40313	32.301,82189
ΣΥΝΟΛΟ	602.056,0738	577.590,4373
Εξοικονόμηση σε kWh	24.465,63643	
Εξοικονόμηση σε €	2.020,616912	

Πίνακας 5.8: Συνολικές Μηνιαίες Καταναλώσεις Ενέργειας πριν και μετά τις Επεμβάσεις

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα 5.8 η εξοικονόμηση ενέργειας φτάνει τις 24.465,64 kWh ετησίως, με όφελος 2.020,62 €. Η ενέργεια αυτή αποτελεί το 4% της συνολικής ετήσιας ενέργειας που θα κατανάλωνε το κτίριο χωρίς καμία επέμβαση.

Επιπρόσθετα όμως, η συνολική ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα 54 εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά πάνελ (flexible CIGS solar modules) ισούται με 27.961,2 kWh/έτος. Συνεπώς η ηλεκτρική ενέργεια που καλείται το ξενοδοχείο να εξοφλήσει μειώνεται ετησίως στις 549.629,24 kWh/έτος, δηλαδή προκύπτει συνολική μείωση κατά 52.426,83 kWh/έτος (συνολική μείωση 9%). Τα παραπάνω παρουσιάζονται αναλυτικά στον συγκεντρωτικό Πίνακα 5.9.

Μήνες	Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας σε kWh χωρίς Επεμβάσεις	Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας σε kWh με Επεμβάσεις	Παραγωγή Ενέργειας από Φ/Β Σύστημα σε kWh
Ιανουάριος	37.646,47202	35.338,46958	1.463,4
Φεβρουάριος	36.064,07797	33.798,04673	1.506,6
Μάρτιος	33.731,43274	32.106,053	2.208,6
Απρίλιος	13.798,20079	13.439,39998	2.624,4
Μάιος	53.150,68486	50.104,24451	2.980,8
Ιούνιος	76.365,62664	73.304,1286	3.132
Ιούλιος	101.157,4232	98.272,77692	3.256,2
Αύγουστος	102.344,348	99.627,79642	3.142,8
Σεπτέμβριος	73.358,27718	71.227,87811	2.802,6
Οκτώβριος	14.546,43193	14.368,97653	2.149,2
Νοέμβριος	25.073,6953	23.700,84506	1.425,6
Δεκέμβριος	34.819,40313	32.301,82189	1.269
ΣΥΝΟΛΟ	602.056,0738	577.590,4373	27.961,2
Εξοικονόμηση σε kWh		24.465,63643	27.961,2
ΣΥΝΟΛΟ	52.426,84		
Εξοικονόμηση σε €		2.020,616912	2.309,32
ΣΥΝΟΛΟ	4.329,93242		

Πίνακας 5.9: Συνολικές Καταναλώσεις Ενέργειας πριν και μετά τις Επεμβάσεις και Παραγόμενη Ενέργεια από Φωτοβολταϊκό Σύστημα

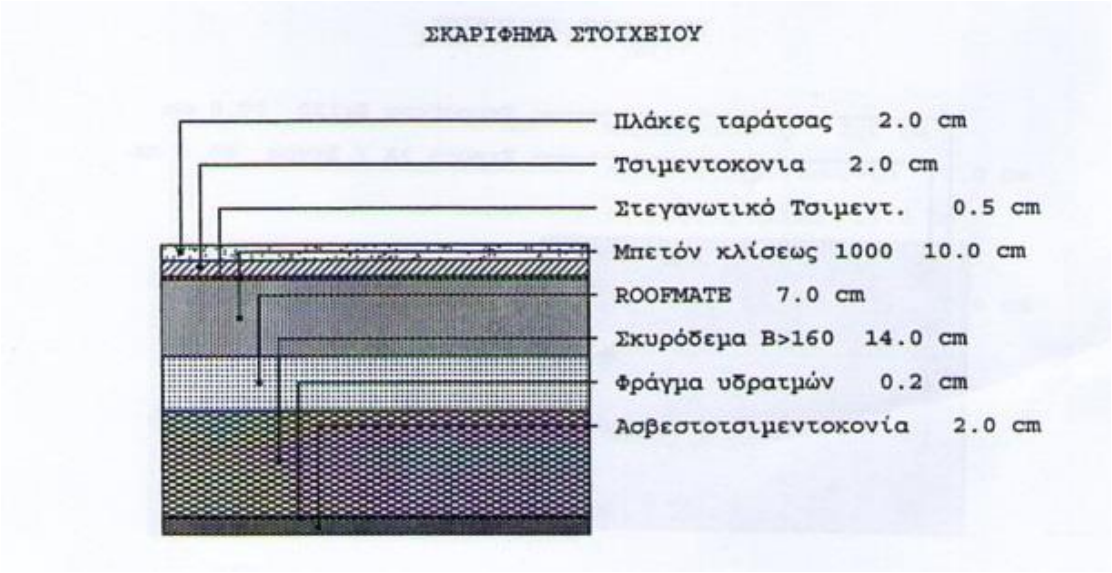
Τελικά, το αναλυτικό κόστος επένδυσης όλων αυτών των επεμβάσεων είναι 6.330,20 € για την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού, 9.045,76 € για τους ενεργειακούς υαλοπίνακες, 25.115,45 € για την εξωτερική θερμομόνωση, 1.323,52 € × 25 (για αλλαγή κάθε δύο χρόνια) για τους λαμπτήρες LED και 36.936 € για το φωτοβολταϊκό σύστημα. Συνολικά για όλες τις επεμβάσεις, το κόστος ανέρχεται στα 110.515,41 € , δεδομένου ότι η ετήσια εξοικονόμηση είναι 4.329,93 €, η απόσβεση θα γίνει νωρίτερα από 26 χρόνια.

6. Λειτουργίες της ξενοδοχειακης μονάδας και προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισής της

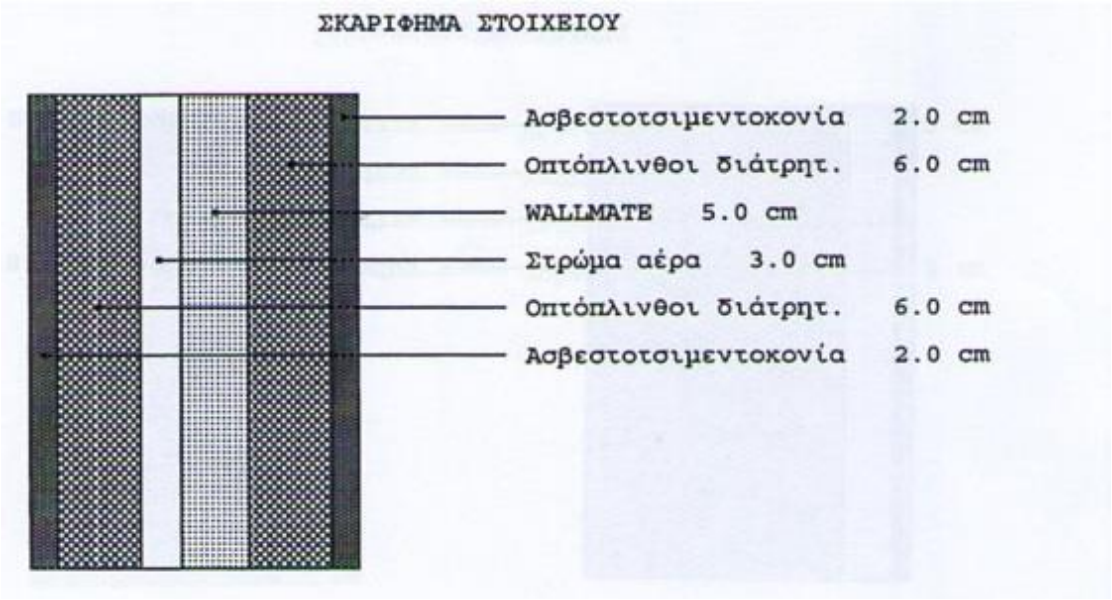
6.1 Ανάγκη για ανάλυση των λειτουργιών του ξενοδοχείου

΄Οπως προέκυψε και από το προηγούμενο κεφάλαιο, οι επεμβάσεις που προτάθηκαν και αφορούσαν κύρίως στο κέλυφος του κτιρίου, δεν επέφεραν σημαντική μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων του ξενοδοχείου· ήταν μόλις 9% σε ετήσια βάση.

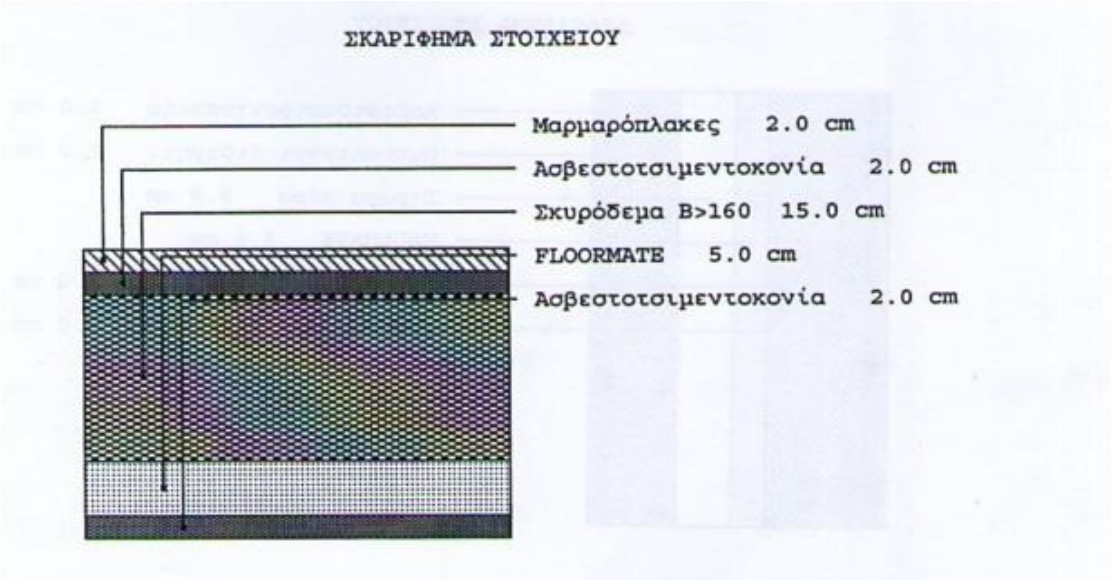
Το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο, καθώς το ξενοδοχείο, όπως έχει ήδη αναφερθεί, έχει ανακαινιστεί σχετικά πρόσφατα (2002) και κατα την ανακαίνιση αυτή υπήρξε μέριμνα, ώστε το ξενοδοχείο να μην έχει απώλειες ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, είχε πραγματοποιηθεί μελέτη θερμομόνωσης με βάση την οποία σε δομικά στοιχεία, όπως εξωτερικές δοκούς, τοιχεία και υποστηλώματα εξωτερικά, τοίχους εσωτερικούς και εξωτερικούς, οροφές και δάπεδα προς μη θερμαινόμενους χώρους, χρησιμοποιήθηκε θερμομονωτικό υλικό. Στις διατομές αυτών των στοιχείων, που παρουσιάζονται ενδεικτικά στις ακόλουθες εικόνες από τη μελέτη θερμομόνωσης, χρησιμοποιήθηκαν τα θερμομονωτικά υλικά floormate, roofmate και wallmate, δηλαδή εξηλασμένη πολυστερίνη.



Εικόνα 6.1: Διατομή οροφής



Εικόνα 6.2: Διατομή εξωτερικού τοίχου



Εικόνα 6.3: Διατομή δαπέδου προς μη θερμαινόμενο χώρο

Η εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS - Extruded polystyrene) είναι ένα αφρώδες συνθετικό υλικό, ευρύτατα διαδεδομένο στη χώρα μας αλλά και παγκοσμίως με πολλές οικοδομικές χρήσεις. Είναι «κλειστής κυψελικής δομής», η οποία με διαδικασία πολυμερισμού και διαρκούς εξέλασης παίρνει τη μορφή θερμομονωτικών πλακών.

Κατά τη διάρκεια της παραγωγής της εξηλασμένης πολυστερίνης, το μίγμα των πρώτων υλών με βάση την πολυστερίνη ομογενοποιείται και ρευστοποιείται, κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, σε ειδικούς εξηλαστήρες. Κατά την έξοδο από τον εξηλαστήρα και καθώς η πίεση πέφτει, τα αέρια διογκώνονται προκαλώντας τη σχηματοποίηση του μίγματος υπό μορφή αφρού, που τελικά διαμορφώνεται σε πλάκες που οδηγούνται σε ειδικές μηχανές για κοπή, επεξεργασία της επιφάνειας και διαμόρφωση ακμών.

Το τελικό προϊόν είναι ένα ομογενές-μονωτικό υλικό κλειστής κυψελικής δομής. Αξιοσημείωτο είναι ότι, παρά το γεγονός ότι το 97% του όγκου του αποτελείται από αδρανές αέριο με χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, το οποίο προσφέρει και επιβραδυντική επίδραση στη φωτιά(συνήθως είναι χλωροφθοράνθρακας HCFC 142b), και το υπόλοιπο 3% είναι τα τοιχώματα που μοιάζουν με κυψέλη, η εξηλασμένη πολυστερίνη είναι ένα υλικό που διαθέτει εξαιρετικές θερμικές και μηχανικές ιδιότητες.

Χάρη στην άψογη θερμομονωτική και μηχανική συμπεριφορά της, η αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη χρησιμοποιείται ευρέως σε πλήθος εφαρμογών, προσφέροντας αξιόπιστες κατασκευαστικές λύσεις σε αρχιτέκτονες, μηχανικούς, κατασκευαστές και τεχνίτες (παραδείγματος χάρη μόνωση περιμέτρου, εξωτερική και εσωτερική θερμομόνωση, θερμομόνωση επίπεδων οροφώνκαι δωματίων).[57]

Στην προκειμένη περίπτωση, στα δάπεδα χρησιμοποιήθηκε floormate πάχους 5cm, στην οροφή roofmate πάχους 7cm, στους εσωτερικούς τοίχους wallmate πάχους 3cm και στα εξωτερικά υποστηλώματα και τοίχους wallmate πάχους 5cm, όλα με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας 0,023kcal/mh°C (0,02674 W/m.K). Υπενθυμίζεται ότι έτσι συμπληρώθηκαν και τα πεδία '*Material*' και '*Construction*' του υποπρογράμματος IDF-Editor του Energy Plus. Με βάση τις απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ, σε εσωτερικά στοιχεία η απαίτηση του πάχους του υλικού θερμομόνωσης είναι 30mm, ενώ στα εξωτερικά στοιχεία η απαίτηση στο πάχος ανέρχεται στα 40mm. Επομένως, από άποψη θερμομόνωσης το κτίριο ήταν ήδη σε αρκετά καλό επίπεδο.

Επιπρόσθετα, κατά την ανακαίνιση του ξενοδοχείου έγινε χρήση διπλών υαλοπινάκων, γεγονός που συντελεί στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Οι διπλοί υαλοπίνακες είναι το αποτέλεσμα της συνένωσης με την χρήση αποστάτη δυο μονών παράλληλων τζαμιών. Έτσι, με βάση το πάχος του αποστάτη δημιουργείται ένα κενό μεταξύ των δυο τζαμιών που ως συνήθως περιέχει ξηρό αέρα, ώστε να σχηματίζουν έναν «υαλοθάλαμο» . Εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιφέρουν τα παράθυρα με διπλά τζάμια λόγω μειωμένων θερμικών ανταλλαγών με το περιβάλλον, παρουσιάζουν και μια σειρά από πλεονεκτήματα: μειώνουν την ακτινοβολία από ή

προς τον εσωτερικό χώρο, καθώς παρουσιάζουν επιφανειακή θερμοκρασία πλησιέστερη με αυτή των άλλων επιφανειών του χώρου και περιορίζουν τα ρεύματα του αέρα κοντά στο παράθυρο με αποτέλεσμα να προσφέρουν βελτιωμένες συνθήκες θερμικής άνεσης, αποτρέπουν τη συμπύκνωση υδρατμών το χειμώνα στην επιφάνειά τους, αλλά και μειώνουν το θόρυβο. Στην Ελλάδα η ουσιαστική ευρεία χρήση τους αρχίζει από τις αρχές της δεκαετίας του ’80. Η επίδοση των «διπλών» υαλοπινάκων σε όρους θερμομόνωσης, συγκρινόμενη με την επίδοση των μονών υαλοπινάκων, είναι βελτιωμένη κατά 200%. Επομένως, οι τα διπλά τζάμια που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανακαίνιση συμβάλλουν κι αυτά με τη σειρά τους στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και δικαιολογούν την μικρή εξοικονόμηση ενέργειας που προέκυψε μέτα τις επεμβάσεις.[58]

Ένας ακόμη λόγος στον οποίο οφείλεται το μικρό ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας μετά το πέρας των επεμβάσεων είναι και η ύπαρξη επαρκούς πλήθους εξωτερικών σκιάστρων, δηλαδή τα μπαλκόνια, καθώς συγκαταλέγονται στους πλέον αποτελεσματικούς «μηχανισμούς» μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης. Τα σκίαστρα ανακλούν και απορροφούν –ανάλογα με το υλικό, το χρωματισμό τους και τη γωνία πρόσπτωσης– ένα σημαντικό τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας. Τα εξωτερικά σκίαστρα είναι πολύ αποτελεσματικά, καθώς ολόκληρη η ανακλώμενη θερμότητα παραμένει στον εξωτερικό χώρο και η απορροφώμενη θερμότητα διασκορπίζεται. Ακόμα, και στον ΚΕΝΑΚ αναφέρεται πως τα ανοίγματα του κτιρίου πρέπει να διαθέτουν τα απαραίτητα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι,περσίδες, πέργκολες, μπαλκόνια κ.α.).[59]

Συνεπώς, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, είναι πολύ λογικό το γεγονός ότι μέσω των επεμβάσεων που αφορούσαν κυρίως στο κέλυφος του κτιρίου και προτάθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, δεν απέδωσαν μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας. Ως εκ τουτου, ευλογά δημιουργείται η ανάγκη να αναλυθεί το ξενοδοχείο ως ένα σύνολο με λειτουργίες και σε περίπτωση που υπάρχει κάποιο περιθώριο, να προταθούν τρόποι βελτίωσης της καταναλισκώμενης ενέργειας του.

Για να είναι αυτή η ανάλυση όσο το δυνατόν πληρέστερη και ακριβής, δόθηκε στη διεύθυνση του ξενοδοχείου ένα ερωτηματολόγιο προς συμπλήρωση. Το ερωτηματολόγια αυτό αποτελεί μέρος της έρευνας με θέμα: ‘’Ανθρακικό Αποτύπωμα ξενοδοχειακών καταλυμάτων στην Αττική’’ στα πλαίσια του διδακτορικού της Αρχιτέκτονος Μηχανικού και Διδάκτορος του ΕΜΠ, Πιερή Στέλλας, με ερευνητική ομάδα την ίδια και τον Επίκουρο καθηγητή του ΕΜΠ, Τζουβαδάκη Ιωάννη.

6.2 Λειτουργίες του ξενοδοχείου και τρόποι ενεργειακής αναβάθμισης τους

Στο σημείο αυτό εξετάστηκαν οι λειτουργίες της ξενοδοχειακής μονάδας και πιο συγκεκριμένα οι λειτουργίες που μετέχουν στην κατανάλωση ενέργειας του ξενοδοχείου καθώς και εκείνες που επηρεάζουν το ανθρακικό αποτύπωμά του.

Ο όρος ανθρακικό αποτύπωμα αναφέρεται στο σύνολο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου οι οποίες προκαλούνται άμεσα ή έμμεσα από τις δραστηριότητες ενός ατόμου, μίας δράσης, μίας επιχείρησης ή ενός οργανισμού ή από τη διαδικασία παραγωγής, χρήσης και ανακύκλωσης/ανάκτησης ενός προϊόντος, ή από τη διαδικασία παροχής μίας υπηρεσίας. Το αποτύπωμα λαμβάνει υπόψη και τα έξι αέρια του θερμοκηπίου του Πρωτοκόλλου του Κυότο: Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), Μεθάνιο (CH_4), Μονοξείδιο του Αζώτου (N_2O), Υδροφθοράνθρακες (HFCs), Υπερφθοράνθρακες (PFCs) και Εξαφθοριούχο θείο (SF_6). Τα αποτελέσματα ενός τέτοιου υπολογισμού εκφράζονται σε ισοδύναμα γραμμάρια, κιλά ή τόνους διοξειδίου του άνθρακα [CO_2e]. Το καλό είναι ότι, για μια επιχείρηση η οποία υπολογίζει και στη συνέχεια μειώνει το Ανθρακικό Αποτύπωμα των προϊόντων της προκύπτουν από τη δράση αυτή σημαντικότατα εμπορικά οφέλη, πέραν την θετικής επίδρασης στο περιβάλλον. Η κατανόηση της επίδρασης μιας επιχείρησης στις εκπομπές άνθρακα βοηθά να αναγνωριστεί ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για τη μείωση τους. Αναδεικνύει ευκαιρίες για καλύτερη ενεργειακή αποτελεσματικότητα, περιορισμό των αποβλήτων, καλύτερη διαχείριση των logistics και άλλες βελτιώσεις στην αποτελεσματικότητα της επιχείρησης. Ο υπολογισμός του Ανθρακικού Αποτυπώματος των προϊόντων είναι μια σημαντική διεργασία η οποία επιτρέπει σε μια επιχείρηση να μειώσει κόστη και να διαχειριστεί κλιματικούς κινδύνους. Είναι, λοιπόν, εύκολα αντιληπτό πόσο σημαντικό παράγοντα αποτέλει το ανθρακικό αποτύπωμα του ξενοδοχείου για την ενεργειακή του συμπεριφορα και πως μια βασική συνιστώσα του είναι αυτή της λειτουργίας/κατανάλωσης ενέργειας του. [60]

6.2.1 Μετακινήσεις ενοίκων ξενοδοχείου

Η Αθήνα είναι μία πόλη με έντονο πολιτισμικό ενδιαφέρον λόγω των αρχαιολογικών της χώρων, των μουσείων και των αξιοθέατων που έχει. Έτσι, οι τουρίστες της πόλης αφιερώνουν πολύ χρόνο στο να επισκεφτούν και να γνωρίσουν αυτά τα σημεία της. Η μετακίνησή τους, όμως, συμβάλλει στην αύξηση του ανθρακικού αποτυπώματος.

Η μελέτη του ανθρακικού αποτυπώματος της κίνησης των ενοίκων του ξενοδοχείου βασίστηκε στο άρθρο των Πιερή Στέλλα, Στάμου Αθανάσιου και Τζουβαδάκη Ιωάννη, που δημοσιεύτηκε στην *'International Journal of Sustainable Energy'* το 2014 με τίτλο *'Reducing Tourist Carbon Footprint Through Strategic Mapping Of The Existing Hotel Stock-Attica'.* Η παραπάνω μελέτη αξιολογεί το τουριστικό ανθρακικό αποτύπωμα (Tourist Carbon Footprint – TCF) που σχετίζεται με τις μετακινήσεις τουριστών κατά τη διάρκεια της διαμονής τους στο Νομό Αττικής (χωρίς να λαμβάνει υπόψη της το τουριστικό ανθρακικό αποτύπωμα του ταξιδιού προς τον προορισμό τους και πίσω στην χώρα/πόλη τους). Ως τουριστικό ανθρακικό αποτύπωμα (TFC) ορίζεται το σύνολο του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) που εκπέμπεται από τους τουρίστες κάτα το ταξίδι τους προς τον προορισμό τους και από τη συμμετοχή τους σε τουριστικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες εντός των ορίων του προορισμού τους.

Στα πλαίσια της μελέτης αυτής συγκεντρώθηκαν στοιχεία από 30 ξενοδοχεία ποικίλων μεγέθους και κατηγορίας, όλα σε περιοχές του Νομού Αττικής. Επίσης, τα μέρη έντονου τουριστικού ενδιαφέροντος που συμμετείχαν στην μελέτη, είναι τα εξής με βάση τη δημοτικότητά τους σύμφωνα με το trip advisor (2013):

1. Μουσείο της Ακρόπολης
2. Ακρόπολη
3. Ναός του Ποσειδώνα
4. Μουσείο Μπενάκη
5. Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο
6. Θησείο
7. Πλάκα
8. Μοναστηράκι
9. Εθνικός Κήπος
10. Μουσείο Γουλανδρή
11. Πλατεία Συντάγματος
12. Μουσείο Μπενάκη
13. Εθνική Πινακοθήκη
14. Αττικό Ζωολογικό Πάρκο
15. Βουλή

Για τον υπολογισμό του TFC που σχετίζεται με την μετακίνηση, επιλέχθηκε ένα σταθερό μέρος απ΄αυτά και μετρήθηκε η απόσταση του κάθε ξενοδοχείου απ' αυτό. Το μέρος αυτό ήταν η Πλατεία

Συντάγματος. Επίσης, λήφθηκαν υπόψη οι κρατήσεις κάθε ξενοδοχείου, τα στατιστικά σχετικά με την πληρότητά τους, την κάτηγορία τους, το είδος ενοίκων ως ετήσιο ποσοστό, τη διάρκεια διαμόνης τους, τη χώρα προέλευσης, το είδος του μέσου που εξυπηρετούσε τη μετακίνησή τους στον εκάστοτε προορισμό και τα πιο διάσημα τουριστικά μέρη.

Στα αποτελέσματα αυτής της έρευνας αναφέρεται πως οι τουρίστες που διέμεναν σε ξενοδοχεία κόντα στην Αθήνα είχαν μικρότερο ανθρακικό αποτύπωμα ως συνέπεια :

1. Της μικρής απόστασης από τα σημελια τουριστικού ενδιαφέροντος, μερικά εκ των οποίων μπορούν να τα επισκεφτούν και με τα πόδια.
2. Του καλύτερου δικτύου μέσων μαζικής μεταφοράς.

Έτσι, η Αττική χωρίστηκε σε τρείς περιοχές με βάση το ανθρακικό αποτύπωμα κίνησης τουριστών:

1. Το Κέντρο της Αθήνας, με TCF< 7 kg C02/ ένοικο.
2. Τα περίχωρα των Αθηνών, με 8,5<TCF< 12 kg C02/ ένοικο (π.χ Πειραιάς).
3. Τα προάστια της Αττικής, με TCF> 12 kg C02/ ένοικο (π.χ Παιανία).

Αναφέρεται ακόμα χαρακτηριστικά ότι ένα ξενοδοχείο που βρίσκεται στην Πλατεία Συντάγματος είχε το χαμηλότερο TCF, ενώ το μεγαλύτερο TCF είχε ένα ξενοδοχείο που βρίσκεται στην Παιανία.

Συνεπώς, η έρευνα αυτή καταλήγει στο συμπέρασμα ότι όσο πιο μακριά βρίσκεται ένα ξενοδοχείο από το κέντρο της πόλης, τόσο υψηλότερο είναι το ανθρακικό αποτύπωμα κίνησης τουριστων.

Λαμβάνοντας υπόψη την τοποθεσία του ξενοδοχείου, που έιναι στο κέντρο της Αθήνας, δίπλα στο Μουσείο της Ακρόπολης, τα περισσότερα δημοφιλή σημεία τουριστικού ενδιαφέροντος είναι σε πολύ μικρή απόσταση απ’αυτό, και μάλιστα σε κάποιες περιπτώσεις η απόσταση αυτή είναι τόσο μικρή που επιλέγεται το περπάτημα ως τρόπος μετακίνησης. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με πληροφορίες που δόθηκαν από την υπεύθυνη του ξενοδοχείου στα πλαίσια του ερωτηματολογίου, το ξενοδοχείο δεν προσφέρει μεταφόρα των ενοίκων από και προς το λιμάνι ή το αεροδρόμιο. Όλα αυτά, σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της δημοσιευμένης έρευνας που αναφέρθηκαν νωρίτερα, εύλογα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το ανθρακικό αποτύπωμα μετακίνησης των τουριστών είναι πολύ μικρό και δεν επιδέχεται βελτίωσης.

6.2.2 Τροφοδοσία

Όλες οι ξενοδοχειακές μονάδες προσφέρουν διάφορες υπηρεσίες. Μπορεί να διαθέτουν εστιατόριο και να προσφέρουν καθημερινά γεύματα στουν ενοίκους, καφετέρια, μπαρ, καταστήματα, mini bar στα δωμάτια των ενοίκων, ενώ μερικά διαθέτουν και spa. Αυτές οι υπηρεσίες προϋποθέτουν ότι το ξενοδοχείο εφοδιάζεται με όλα τα απαραίτητα για αυτές υλικά ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ανάλογα με την κάθε προσφερόμενη υπηρεσία. Η τροφοδοσία ενός ξενοδοχείου μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους: είτε από υπαλλήλους του ξενοδοχείου, που χρησιμοποιώντας φορτηγάκια ή ΙΧ αγοράζουν και μεταφέρουν τα απαραίτητα προϊόντα, είτε με την ανάθεση της τροφοδοσίας σε κάποια εταιρία. Είναι προφανές πως στην πρώτη περίπτωση αυτή η διαδικασία προσδίδει στο συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα του ξενοδοχείου και έτσι επιβαρύνεται το περιβάλλον.

Το υπό μελέτη ξενοδοχείο παρέχει τις εξής υπηρεσίες: καθημερινά γεύματα στο εστιατόριο που διαθέτει, καφετέρια, μπαρ και καθημερινή ανανέωση των αναλώσιμων προϊόντων στα δωμάτια των ενοίκων. Σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε από τη διεύθυνση του ξενοδοχείου, η τροφοδοσία για αύτες τις παροχές έχει ανατεθεί σε εξωτερική εταιρία. Συνεπώς, το ανθρακικό αποτύπωμα αυτής της διαδικασίας και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος είναι ευθύνη της εταιρίας και όχι του ξενοδοχείου, κι έτσι δεν τίθεται θέμα βελτίωσης αυτής της λειτουργίας.

6.2.3 Άλλες λειτουργίες που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση

Είναι απαραίτητη η αναγωγή της καταναλισκόμενης ενέργειας του ξενοδοχείου σε πρωτογενή, μέσω της οποίας γίνεται η εύρεση του ανθρακικού αποτυπώματος της λειτουργίας του ξενοδοχείου. Οι μηνιαίες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας, πετρελαίου και φυσικού αερίου του ξενοδοχείου, όπως αυτές συμπληρώθηκαν στο ίδιο ερωτηματολόγιο, μετατρέπονται σε πρωτογένη ενέργεια μέσω του πολλαπλασιασμού τους με συντελεστές που ορίζονται στη ΦΕΚ 407/Β/9-4-2010 (πίνακας 6.1).

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτο-γενή ενέργεια
Φυσικό αέριο	1,05
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90
Βιομάζα	1,00

Πίνακας 6.1: Συντελεστές μετατροπής της τελικής κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια

Στον πίνακα 6.2 φαίνονται οι μηνιαίες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας, πετρελαίου και φυσικου αερίου, η μετατροπή τους σε πρωτογενή ενέργεια και η συνολικη πρωτογενής ενέργεια του ξενοδοχείου, λαμβάνοντας υπόψη την απόδοση του συστήματος θέρμανσης και ψύξης (συντελεστές απόδοσης 0,9 και 5 αντίστοιχα) και το συνολικό εμβαδόν του ξενοδοχείου (2.377,732 m^2).

	Ηλεκτρική Ενέργεια [kWh/ m^2]	Πρωτογενής Ενέργεια [kWh/ m^2]	Πετρέλαιο [kWh/ m^2]	Πρωτογενής Ενέργεια [kWh/ m^2]	Φυσικό Αέριο [kWh/ m^2]	Πρωτογενής Ενέργεια [kWh/ m^2]
Ιανουάριος	9,42	28,60	13,64	15,004	3,1	3,225
Φεβρουάριος	9,35	28,38	7,79	8,569	2,34	2,457
Μάρτιος	8,31	25,02	7,79	8,569	1,72	1,806
Απρίλιος	9,17	27,79	7,79	8,569	2,04	2,142
Μάιος	13,14	20,31	7,79	8,569	1,16	1,218
Ιούνιος	16,60	22,32	7,79	8,569	1,34	1,407
Ιούλιος	17,53	22,85	7,79	8,569	1,51	1,5855
Αύγουστος	20,19	24,4	5,85	6,435	1,14	1,197
Σεπτέμβριος	19,82	24,18	7,79	8,569	1,24	1,3020
Οκτώβριος	18,17	23,13	7,79	8,569	1,29	1,3545
Νοέμβριος	15,54	26,61	7,79	8,569	2,07	2,1735
Δεκέμβριος	13,05	24,29	7,79	8,569	1,78	1,869
ΣΥΝΟΛΟ		297,88		107,12		21,7365
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	426,7455 [kWh/ m^2]					

Πίνακας 6.2: Πρωτογενής Ενέργεια Ηλεκτρικής Ενέργειας, Πετρελαίου και φυσικού Αερίου

Σύμφωνα με την έρευνα με τίτλο *''Identifying Energy Consumption Patterns in the Attica Hotel Sector Using Cluster Analysis Techniques With The Aim Of Reducing Hotels' CO_2 Footprint''* των Πιερή Στέλλα, Τζουβαδάκη Ιωάννη και Σανταμούρη Ματ, που δημοσιεύτηκε το 2015 στο περιοδικό 'elsevier', η μέση συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στα ξενοδοχεία της περιοχής της Αττικής υπολογίστηκε ότι είναι 420,04kWh/ m^2. Συγκρίνοντας αυτή την τιμή με αυτή που προέκυψε από το υπό μελέτη ξενοδοχείο (426,7455kWh/ m^2), φαίνεται ότι δεν απέχουν πολύ. Σημειώνεται ότι σύμφωνα με πληροφορίες που δόθηκαν από τη διεύθυνση του ξενοδοχείου, γίνεται προσπάθεια από την πλευρα της να γίνει λιγότερο ενεργοβόρο και πιο φιλικό προς το περιβάλλον το ξενοδοχείο, π.χ. τα δωμάτια των ενοίκων διαθέτουν κλειδί- κάρτα, το ξενοδοχείο συμμετέχει σε πρόγραμμα ανακύκλωσης, χρησιμοποιούνται λάμπες ενέργειας και καζανάκια διπλής ροής και εφαρμόζονται μέθοδοι εξοικονόμησης που απαιτούν τη συμβολή των πελατών (αλλαγή σεντονιών, άσκοπη κατανάλωση νερού). Παρ'όλα αυτά, υπάρχουν μικρά περιθώρια βελτίωσης και αυτά αναλύονται εν συνεχεία.

- <u>Σύστημα θέρμανσης-ψύξης και εξαερισμός</u>

Κατά τον εξαερισμό ενός χώρου ένα τμήμα της θερμότητας του αέρα αποβάλλεται στο περιβάλλον. Ως εκ τούτου, το ξενοδοχείου υφίσταται ενεργειακές απώλεις. Για το λόγο αυτό παρατίθεται μια βελτιωμένη πρόταση για τον εξαερισμό των δωματίων των ενοίκων σε σχέση με αυτή του νυχτερινού δροσισμού που μελετήθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Προτείνεται, λοιπόν, η εγκατάσταση ενός συστήματος ανάκτησης θερμότητας στα δώματια των ενοίκων. Ανάκτηση θερμότητας είναι η διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται αξιοποίηση μέρους της αποβαλλόμενης θερμότητας από κάποια μονάδα παραγωγής θερμότητας, και γίνεται μέσω εναλλαγής της θερμότητας μεταξύ των ρευμάτων ή των ρευστών που αποβάλλονται. Αυτή η διαδικασία επιτυγχάνεται μέσω εναλλακτών θερμότητας, συσκευές που μεταφέρουν τη θερμική ενέργεια μεταξύ δύο ρευστών διαφορετικής θερμοκρασίας.

Το σύστημα ανάκτησης θερμότητας που επιλέχθηκε συνδυάζει τον εξαερισμό ενός χώρου με την ανάκτηση της θερμότητας του εξερχόμενου αέρα, είτε ψυχρού είτε θερμού, προσφέροντας έτσι βαθμό εξοικονόμησης ενέργειας μέχρι και 88%. Διαθέτουν φίλτρο αέρα υψηλής απόδοσης για τη συγκράτηση σκόνης, ρύπων κ.α., βελτιώνοντας την ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Μετά από επικοινωνία με εταιρία που δραστηριοποιείται στο χώρο του εξαερισμού, η εγκατάσταση ενός τέτοιου σύστήματος 40 εξαεριστών, έναν για κάθε δωμάτιο, παροχής 350 m^3/h (υπενθυμίζεται ότι

η απαιτούμενη ροή αέρα για τα δωμάτια είναι 238,96 m^3/h) θα κοστίσει 101.481,60€ συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ 24%. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το ξενοδοχείο καταναλώνει για θέρμανση και ψύξη 432.449,9 kWh/έτος (θεωρήθηκε ότι η μισή ποσότητα αφορά στα δωμάτια των ενοίκων) και ότι η εξοικονόμηση ενέργειας αυτής της πρότασης αγγίζει το 60% (δηλαδή 129.734,97 kWh/έτος) με οικονομικό ετήσιο όφελος 10.714,81€, η εγκατάσταση σύστήματος ανάκτησης θερμότητας αποσβένεται σε 7,5 χρόνια.

- <u>Θέρμανση Νερού</u>

Η κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού (μπάνιο, πλύσιμο, κλπ) αντιπροσωπεύει ένα σοβαρό ποσοστό (περίπου 10-15%) επί της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια (κατοικίες, ξενοδοχεία, νοσοκομεία κλπ).

Το συγκεκριμένο ξενοδοχείο χρησιμοποιεί για τη θέρμανση του νερού δύο boiler κεντρικής θέρμανσης, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, ισχύος 600 Watt και χωρητικότητας 500 λίτρων έκαστο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνονται οι καταναλώσεις του ξενοδοχείου σε πετρέλαιο και να αυξάνει το συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα του ξενοδοχείου. Έτσι, προτείνεται η εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα, του οποίου η λειτουργία είναι φιλική προς το περιβάλλον και αποδίδει οικονομικό όφελος.

Σε μια χώρα όπως η Ελλάδα, που τις περισσότερες μέρες του έτους έχει ηλιοφάνεια, μπόρει να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 60% ετησίως. Οι καταναλώσεις ενέργειας του ξενοδοχείου για τη θέρμανση ανέρχονται στις 159.408 kWh/ έτος. Δηλαδή, με τη χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα εξοικονομούνται 95.644,8 kWh/έτος, γεγονός που ισοδυναμεί με ετήσιο οικονομικό όφελος 9.215,85 € (υπενθυμίζεται ότι η τιμή της kWh είναι 0,08259€ με βάση το τιμολόγιο χαμηλής τάσης της ΔΕΗ για ξενοδοχεία).

Μετά από έρευνα αγοράς επιλέχθηκε να εγκατασταθούν δύο ηλιακοί θερμοσίφωνες τριπλής ενέργειας, χωρητικότητας 500 λίτρων και τέσσερις επιλεκτικούς συλλεκτήρες τιτανίου ο καθένας, ενώ η διάρκεια ζωής τους αναφέρεται ότι είναι 15 χρόνια. Η αγορά και η εγκατάσταση των συγκεκριμένων θερμοσίφωνων κοστίζουν 5.275,33€ συνολικά, συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ 24%. Επομένως, η απόσβεση αυτής της πρότασης ολοκληρώνεται σε λιγότερο από 7 μήνες.

- Ενέργεια τεχνητού φωτισμού

Σχετικά με τον τεχνητό φωτισμό και σύμφωνα με τη διεύθυνσή του ξενοδοχείου, η ξενοδοχειακή αυτή μονάδα διαθέτει ήδη λαμπτήρες οικονομίας. Υπενθυμίζεται ότι έχει ήδη μελετηθεί η αντικατάστασή τους με λαμπτήρες LED στο προηγούμενο κεφάλαιο. Επιπρόσθετα, στα δωμάτια των ενοίκων τα φώτα σβήνουν αυτόματα με την απομάκρυνση του κλειδίου-κάρτας, άρα αποτρέπεται η άσκοπη λειτουργία τους.

Μια επιπλέον πρόταση για το φωτισμό που αφορά στους κοινόχρηστους χώρους, είναι η εγκατάσταση αισθητήρων πάρουσιας, ώστε να ενεργοποιείται το σύστημα φωτισμού μόνο όταν ύπαρχει κίνηση στο χώρο και να μην γίνεται άσκοπη κατανάλωση ενέργειας. Επιλέχθηκε συγκεκριμένο μοντέλο ανιχνευτών που τοποθετούνται στην οροφή και είναι ιδανικοί για χώρους όπως διάδρομοι, χώρους υποδοχής και υπόγεια parking. Έχουν εμβέλεια 8 μέτρων και τοποθετούνται τουλάχιστον ανα 6 μέτρα. Υπολογίστηκε ότι το κτίριο χρειάζεται 18 ανιχνευτές και ύστερα από επικοινωνία με εταιρία τοποθέτησης τέτοιων συστημάτων, η πρόσφορα που έγινε για την αγορά και την εγκατάσταση του συστήματος ανίχνευσης είχε κόστος 2.166,156 €. Με την τοποθέτηση ενός τέτοιου συστήματος υπολογίζεται ότι εξοικονομείται περίπου το 55% της ενέργειας που καταναλώνεται για φωτισμό, και δεδομένου ότι αυτή είναι 5.429,356 kWh/ έτος, προκύπτει εξοικονόμηση 2.986,15 kWh/έτος, που συνεπάγεται οικονομικό όφελος 246,63 € ετησίως. Με βάση αυτά, η απόσβεση της εγκατάστασης του συστήματος ανιχνευσης κίνησης ολοκληρώνεται σε 9 χρόνια.

- Σύστημα κλιματισμού

Σύμφωνα με τη διεύθυνση του ξενοδοχείου, ο κλιματισμός δεν διαθέτει αισθητήρα ώστε να απενεργοποιείται με το άνοιγμα των παραθύρων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο κλιματισμός να λειτουργεί άσκοπα και έτσι να καταναλώνεται αδικά ενέργεια αυξάνοντας παράλληλα και τους λογαριασμούς ρεύματος του ξενοδοχείου.

Για το λόγο αυτό, συστήνεται η εγκατάσταση ενός ‘έξυπνου’ συστήματος διακοπής της λειτουργίας του κλιματισμού, όταν αντιληφθεί το άνοιγμα πόρτας ή παραθύρου. Αποτελείται από ένα ρελέ πίνακος (230V) συμβατό με όλα τα γνωστά air condition της αγοράς με ενσωματωμένο ηλεκτρονόμο και ένα ζεύγος μαγνητικές παγίδες που τοποθετούνται στο εσωτερικό της μπαλκονόπορτας για κάθε δωμάτιο. Διαθέτει χρονοκαθυστέρηση 1,2 λεπτού, δηλαδή σε

περίπτωση που η πόρτα ή η μπαλκονόπορτα ανοίξει και κλείσει πρίν τη συμπλήρωση του ενός λεπτού συνεχίζεται η λειτουργία του κλιματιστικού χωρίς να γίνει αντιληπτεί κάποια αλλαγη.

Μετά από επικοινωνία με εταιρία που κατασκευάζει και εγκαθιστά τέτοιου είδους συστήματα, για τα 40 δωμάτια του ξενοδοχείου η επένδυση αυτή θα κοστίσει περίπου 3.200 €. Η εξοικονόμηση ενέργειας που υπόσχεται αυτό το σύστημα φτάνει το 60% της συνολικής που καταναλώνεται για την ψύξη. Το ξενοδοχείο καταναλώνει ετησίως 336.293,04 kWh για τον κλιματισμό όλου του κτιρίου, μίσες από τις οποίες θεωρήθηκε ότι αφορούν στα δωματια των ενοίκων, άρα εξοικονομούνται 100.887,91 kWh/ έτος, δηλαδή 8.332,33€/ έτος. Επομένως, η απόσβεση αυτής της πρότασης ολοκληρώνεται σε λιγότερο από 5 μήνες.

- <u>Ηλεκτρικές συσκευές</u>

Λιγότερη κατανάλωση ενέργειας είναι εφικτό να επιτευχθεί με την αντικατάσταση των ηλεκτρικών συσκευών του ξενοδοχείου με συσκευές ενεργειακά αποδοτικές, που έχουν πιστοποιημένη χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση (Ενεργειακή κλάση Α). Με βάση τη διεύθυνση του ξενοδοχείου, οι ηλεκτρικές συσκευές που εξοπλίζουν το ξενοδοχείο και μπορούν να αντικατασταθούν είναι: ένα πλυντήριο χωρητικότητας 15 kg, ένα στεγνωτήριο 10kg, δύο ψυγεία μεγάλα, ένα μικρό και δύο κανονικού μεγέθους,έναν φούρνο και 40 mini bar . Το κόστος αγοράς όλων αυτών των συσκευών αντίστοιχων προδιαγραφών υπολογίζεται περίπου στα 7.850€.

Οι συσκευές ενεργειακής κλάσης Α θεωρείται ότι καταναλώνουν 42%-65% λιγότερη ενέργεια από τις παλιές, ανάλογα με το είδος της συσκευής. Θεωρώντας μια μέση εξοικονομηση ενέργειας της τάξης του 54%, αυτή η αντικατάσταση των συσκευών μειώνει την καταναλισκόμενη ενέργεια του ξενοδοχείου λόγω ηλεκτρικών συσκευών από 4768,75kWh/έτος σε 2.193,62 kWh/έτος, γεγονός που μεταφράζεται σε ετήσιο οικονομικό όφελος των 212,70 €. Συνεπώς, η πρόταση αυτή χρειάζεται χρόνο απόσβεσης περίπου 36 έτη.

- <u>Εξοικονόμηση νερού</u>

Η εξοικονόμηση νερού όχι μόνο συνεπάγεται οικονομικά οφέλη, αλλά συντελεί και στην προστασία του περιβαλλοντος από πολλές απόψεις. Πέρα του ότι προστατεύεται ένας πεπερασμένος και άνισα κατανεμημένος στη φύση φυσικός πόρος, παράλληλα μειώνεται και η καταναλισκόμενη

ενέργεια για τη θέρμανση του, περιορίζονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, μειώνονται οι ρύποι στην ατμόσφαιρα κ.α. Όλα αυτά καθιστούν την εξοικονόμηση του νέρου αναγκαία.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι που η εξοικονόμηση νερού μπορεί να υλοποιηθεί. Αρχικά, μπορεί να περιοριστεί η απόδοση μέγιστης ροής των τηλεφώνων του ντους στα δωμάτια των ενοίκων. Αυτό μπορεί να συμβεί με την εγκατάσταση ρυθμιστή ροής που συνήθως κοστίζουν ~ 5€ /ο καθένας , δηλαδή συνολικά κοστίζουν 200€. Η εγκατάσταση ρυθμιστών ροής ντους στα δωμάτια επισκεπτών θα μπορούσε να μειώσει την κατανάλωση νερού του ξενοδοχείου κατά 1.080 m^3 /έτος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι κάτι τέτοιο θα περιόριζε και την απαιτούμενη ενεργεια για τη θέρμανση του νέρου κατά 13.181 kWh/ έτος, αλλά και την τιμή του νέρου στο 1€/m^3, προκύπτει οικονομικό όφελος περίπου στα 2.920€ το χρόνο και έτσι η απόσβεση ολοκληρώνεται σε λιγότερο από ενά μήνα.

Επίσης, δεν είναι ασυνήθιστο να βρίσκονται σε ξενοδοχεία βρύσες που καταναλώνουν 10- 25 λίτρα/λεπτό αλλά τέτοιες υψηλές ροές θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο όπου μπορούν πραγματικά να δικαιολογηθούν. Για να γίνει εξοικονόμηση πόρων και να μειωθούν οι δαπάνες λειτουργίας, προτείνεται η εγκατάσταση εξοικονομητών νερού (aerators), οι οποίοι παράγουν την επιθυμητή μέγιστη αποδοχή ροής (αυτό περιλαμβάνει την αντικατάσταση εξοικονομητών νερού που παράγουν υπερβολικά υψηλή ροή). Οι εξοικονομητές νερού βρύσης κοστίζουν τυπικά 3- 5€ ο καθένας. Το κόστος αυτής της επένδυσης για το μέγεθος ενός ξενοδοχείου όπως αυτό που μελετάται είναι περίπου 160 € και υπολογίζεται ότι εξοικονομούνται 720 m^3 νερού /έτος, δηλαδή 3.661,3 kWh/ έτος από τη θέρμανσή του, ενώ το αντίστοιχο οικονομικό όφελος ανέρχεται στα 1.040 €/έτος, έτσι η απόσβεση θα έχει ολοκληρωθεί σε ένα εξάμηνο περίπου.

6.3 Συνολικά αποτελέσματα

Και σ' αυτό το σημείο κρίθηκε λογικό να παρουσιαστούν τα συνολικά αποτελέσματα μετά από την εφαρμογή όλων των παραπάνω επεμβάσεων. Ακολουθεί συγκεντρωτικός πίνακας όλων των επεμβάσεων που περιέχει και το συνολικό κόστος και οικονομικό όφελος.

Επεμβάσεις	**Κόστος επένδυσης [€]**	**Οικονομικό όφελος ανά έτος'[€]**
Σύστημα ανάκτησης θερμότητας	101.481,60	10.714,81
Εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα	5,273,33	9.215,85
Αισθητήρες παρουσίας	2.166,156	246,63
Σύστημα διακοπής κλιματισμού	3.200	8.332,33
Αντικατάσταση ηλεκτρικών συσκευών με συσκευές ενεργειακής κλάσης Α	7.850	212,70
Τοποθέτηση ρυθμιστών ροής νερού στα ντουζ	200	2.920
Τοποθέτηση εξοικονομητών νερού στις βρύσες	160	1.040
ΣΥΝΟΛΟ	120.331,086	32.681,51

Πίνακας 6.3: Κόστος επένδυσης και οικονομικό όφελος επεμβάσεων

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα, το κόστος επένδυσης όλων αυτών των επεμβάσεων είναι, όπως υπολογίσθηκε παραπάνω, 120.331,086€ και η συνολική ετήσια εξοικονόμηση είναι 32.681,51€. Συνεπώς, η απόσβεση τους θα ολοκληρωθεί σε 3,5 χρόνια.

7.Συμπεράσματα και μελλοντικές προοπτικές

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζεται η αποτελεσματικότητα των προτεινόμενων επεμβάσεων και γίνεται μία σύγκριση, έτσι ώστε να γίνουν οι τελικές προτάσεις για την ενεργειακή βελτίωση του κτιρίου.

Αρχικά, για την εφαρμογή νυχτερινού δροσισμού στους χώρους τον υπνοδωματίων προτάθηκε η προσθήκη εξαεριστήρων στους υαλοπίνακες που λειτουργούν με αυτόματο μηχανισμό, μέσω των οποίων ο ψυχρός αέρας των νυχτερινών ωρών εισέρχεται στο εσωτερικό των δωματίων, δροσίζοντας το με φυσικό τρόπο. Η συνολική ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας κλιματισμού έπειτα από την προσομοίωση της μεθόδου στο Energy Plus, υπολογίσθηκε στις 3.399,13 kWh, η οποία ισοδυναμεί με όφελος 280,65 €/έτος. Το κόστος της επένδυσης υπολογίσθηκε συνολικά 3.399,13€, με εκτιμώμενο χρόνο απόσβεσης στα 23 χρόνια. Εξετάζοντας τη μέθοδο μόνο από οικονομική σκοπιά, η επένδυση αυτή σε καμία περίπτωση δεν θεωρείται οικονομικά βιώσιμη, λόγω του μεγάλου χρόνου απόσβεσης. Ωστόσο, έστω κι αν το ποσοστό μείωσης ενέργειας προκύπτει μικρό, σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να αγνοηθεί καθώς συμβάλει στον αρχικό στόχο της επέμβασης, το βιοκλιματικό σχεδιασμό. Ως εκ τούτου, το ξενοδοχείο συμπεριφέρεται φιλικότερα προς το περιβάλλον, μειώνοντας το ανθρακικό αποτύπωμα λειτουργίας του.

Στη συνέχεια, εξετάζεται η αποτελεσματικότητα της τοποθέτησης υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, επιλέχθηκε να τοποθετηθούν οι ενεργειακοί υαλοπίνακες σε όλο το κτίριο, καθώς η εξοικονόμηση σε kWh είναι μεγαλύτερη από ότι στην περίπτωση τοποθέτησής τους μόνο στη νοτιοανατολική πλευρά του κτιρίου, και το κόστος της δεύτερης περίπτωσης είναι πολύ μεγαλύτερο. Σημειώνεται στο σημείο αυτό ότι, σε σχέση με τις συνολικές καταναλώσεις του κτιρίου δεν προκύπτει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας από την επέμβαση αυτή, όμως κρίνεται απαραίτητη, αφού συμβάλλει στη συνολική θερμομόνωση του κτιρίου και επειδή τα παράθυρα χαμηλής εκπομπής προστατεύουν τους χρήστες από τις βλαβερές ακτινοβολίες του ηλίου.

Ως προς την εξωτερική θερμομόνωση του κτιρίου, και συγκεκριμένα στη χρήση διογκωμένης πολυστερίνης στους εξωτερικούς τοίχους και στις εξωτερικές οροφές, το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας φτάνει μόλις το 1,3% της συνολικής κατανάλωσης του κτιρίου. Σημειώνεται ότι ο χρόνος απόσβεσης της επέμβασης αυτής είναι τα 37 χρόνια, όμως, η επέμβαση αυτή κρίνεται απαραίτητη και επιβάλλεται από τον Κανονισμό Θερμομόνωσης του 1979.

Στη συνέχεια, κρίθηκε εύλογο να χρησιμοποιηθούν λαμπτήρες LED στο κτίριο, αντί για λαμπτήρες πυρακτώσεως. Η ενέργεια που καταναλώνουν οι λαμπτήρες τελευταίας τεχνολογίας είναι περίπου

το 1/6 της ενέργειας που απαιτείται για το φωτισμό του κτιρίου, σε σχέση με τους συμβατικούς λαμπτήρες. Με αυτήν την επέμβαση εξοικονομούνται 5.547,27 kWh και η απόσβεση των λαμπτήρων LED γίνεται σε λιγότερο από 3 χρόνια.

Τέλος, το φωτοβολταϊκό σύστημα που επελέγη να εγκατασταθεί στην οροφή του κτιρίου είναι εκείνο με τα CIGS φωτοβολταϊκά και εξοικονομεί ένα ποσοστό της τάξης του 4,6% της ενέργειας που καταναλώνει το κτίριο. με όλες τις παραπάνω επεμβάσεις. Παρ'όλα αυτά, βασίζονται στην αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας με μηδενικές εκπομπές CO_2 κατά την λειτουργία τους, δηλαδή μηδενικό ανθρακικό αποτύπωμα.

Σχετικά με τις ανάγκες του συγκεκριμένου κτιρίου, οι οποίες είναι ιδιαίτερα υψηλές, το ποσοστό εξοικονόμησης που προέκυψε από το συνδυασμό όλων αυτων των επεμβάσεων έφτανε μολίς το 9% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Για το λόγο αυτό το ξενοδοχείο αντιμετωπίστηκε όχι μόνο ως κτίριο αλλά ως ένα σύνολο με λειτουργίες.

Πρώτη επένδυση που προτάθηκε είναι η εγκατάσταση συστήματος ανάκτησης θερμότητας στον εξαερισμό των δωματίων, η οποία κόστισε 101.481,60 € και επέφερε ετήσιο κέρδος 26.787 €. Η απόσβεση της επένδυσης ολοκληρώνεται σε λιγότερο από 4 μήνες.

Όσον αφορά στη θέρμανση του νέρου, πρόταθηκε να γίνεται μέσω ηλιακου θερμοσίφωνα και όχι με boiler κεντρικής θέρμανσης. Αυτό οδήγησε στην εξοικονόμηση 111.585,60 kWh/ έτος και στο οικονομικό όφελος των 9.215,85 €, ενώ η επένδυση αυτή αποσβένεται σε λιγότερο από 7 μήνες.

Σχετικά με το σύστημα φωτισμού και κλιματισμού, κρίθηκε εύλογο να εγκατασταθεί ένα σύστημα που θα περιορίζει την άσκοπη λειτουργια τους. Έτσι, για τον φωτισμό, οι αισθητήρες παρουσίας εξοικονόμησαν 5.429,356 kWh/έτος επιφέροντας μικρό κέρδος (246,63 €) και απόσβεση στα 9 χρόνια. Για το σύστημα κλιματισμού επιλέχθηκε ένα σύστημα διακοπής της λειτουργίας του όταν ανοίγουν πόρτες ή παράθυρα, επιτυχγάνοντας ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας κόντα στο 17% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας. Αποτέλεσμα αυτού ήταν το οικονομικό όφελος να ανέλθει στα 8.332,33 € ετησίως. Η απόσβεση της επέμβασης αυτής ολοκληρώνεται σε μόλις 5 μήνες.

Η αντικατάσταση ηλεκτρικών συσκευών που προτάθηκε κόστισε 7.850 €, επιφέροντας μικρό οικονομικό όφελος (212,70 € το χρόνο) και αποσβένεται στα 36 χρόνια, γεγονός που την καθιστά μη ιδιαιτέρως συμφέρουσα οικονομικά. Από την άλλη πλευρά, οι ρυθμιστες ροής στα ντους που

επιλέχθηκαν για την εξοικονόμηση νέρου και οι εξοικονομητές νερού για τις βρύσες είχαν πολύ μικρό κόστος, 200€ και 160€ αντίστοιχα. Όμως, το οικονομικό όφελος ήταν σημαντικό (3.960 € ετήσίως και τα δύο μάζι) ενώ η απόσβεσή τους ολοκληρώνεται σε μερικούς μόλις μήνες.

Ακόμα, εφαρμόζοντας όλες τις παρεμβάσεις που προτείνονται επιτυγχάνεται συνολικό ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας περί το 57%, εξοικονομώντας 37.011,44 € το χρόνο. Το συνολικό κόστος ανέρχεται στα 230.846,5 €, ενώ η συνολική απόσβεση θα ολοκληρωθεί σε λιγότερο από 7 έτη. Ίσως, όμως, ένα τόσο μεγάλο κόστος επένδυσης να οδηγήσει τον ιδιοκτήτη στη λήψη δανείου, γεγονός που θα επιμηκύνει την περίοδο απόσβεσης του λόγω των προστιθέμενων τόκων. Το σενάριο αυτό δεν εξετάστηκε στην παρούσα μελέτη, καθώς η εκτίμηση του επιτοκίου δανεισμού αποτελεί πολύπλοκη διαδικασία εξαρτώμενη από πλήθος παραμέτρων.

Όλες, όμως, αυτές οι επεμβάσεις, πέρα από την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση του κόστους της, έχουν και ως στόχο να μειώσουν την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας και τη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος, καθιστώντας το έτσι πιο φιλικό για το περιβάλλον. Εναπόκειται, φυσικά, στην κρίση του ιδιοκτήτη-επενδυτή ποιές από αυτές τις επεμβάσεις θα πραγματοποιηθούν.

Μελλοντικές προτάσεις για το εν λόγω κτίριο είναι ενδεχομένως η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας, η προσθήκη φυτεμένου δώματος και η τοποθέτηση ειδικού μηχανολογικού συστήματος διαχείρισης κτιρίου για εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος, απαραίτητη είναι η συνεχής ενημέρωση και προτροπή του προσωπικού για σώστη διαχείρηση και εξοικονόμηση ενέργειας, η προτροπή των πελατών να συμμετάσχουν σ’ αυτή την προσπάθεια με ενημερωτικά φυλλάδια, κάθως και η συστηματική παρακολούθηση των καταναλώσεων του ξενοδοχείου, ώστε να μην τις υπερβαίνει.

Βιβλιογραφία

[1]. Svetoslav Danchev -Νίκος Παρατσιώκας «*Η Επίδραση του Τουρισμού στην Ελληνική Οικονομία*», ΙΔΡΥΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΙΟΒΕ), Σεπτέμβριος 2012 INT. http://www.iobe.gr/docs/research/RES_05_E_01092012REP_GR.pdf

[2]. Νίκος Ρουσάνογλου«Μεγάλης σημασίας για την ελληνική οικονομία ο κλάδος των ξενοδοχείων»,ηλεκτρονική εφημερίδα Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, 04/04/2014 INT.http://www.kathimerini.gr/__761240/article/oikonomia/epixeirhseis/megalhs-shmasias-gia-thn-ellhnikh-oikonomia-o-klados-twn-3enodoxeiwn

[3]. «*ΠΡΑΣΙΝΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ*», ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ INT. http://www.ypeka.gr/?tabid=223

[4]. Φώτης Παντόπουλος «*Αειφορία και Τουρισμός (Α')»,* ηλεκτρονική εφημερίδα TRAVEL DAILY NEWS, 14/3/2011 INT. http://traveldailynews.gr/columns/article/1994

[5]. Πράσινη Επιχειρηματικότητα INT.http://www.mke.aueb.gr

[6]. «*ΟΔΗΓΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ*», ΤΕΙ ΣΕΡΡΩΝ ΜΟΝΑΔΑ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ & ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (Μο.Κ.Ε.) INT. http://moke.teicm.gr/docs/odhgos_prasinhs.pdf

[7]. Ενημερωτικό έντυπο του GreenHotels INT. http://www.greenhotels.gr/images/stories/greenhotels.pdf

[8]. Green Hotels, INT. http://www.greenhotels.gr/home/green-choises

[9]. Θεοχάρους Βάσω, Κοτανίδου Ελμπίνα, Μιτζοχόγλου Ελένη Νικολέτα *<<Διερεύνηση των συμπεριφορών των πελατών όσο αφορά τα πράσινα-οικολογικά ξενοδοχεία με σκοπό την ίδρυση ξενοδοχείου φιλικού προς το περιβάλλον>>* , Πτυχιακή Εργασία. INT.http://index.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/6262/Theocharous_Kotanidou_Mitzochoglou.pdf?sequence=2

[10]. Green key, INT.http://eepf.gr/en/Green_Key

[11]. «*Βασικές αρχές πράσινης επιχειρηματικότητας»,* Νέες Τεχνολογίες και Βιωσιμότητα,INT. http://www.getbusy.gr/Section/Details/23/%CE%92%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%AD%CF%82%20%CF%80%CF%81%CE%AC%CF%83%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%82%20%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82

[12]. «*Εξοικονόμηση Ενέργειας στον κτιριακό τομέα»*, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας,INT. http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ktiria_intro.htm

[13]. Ευγενία Α. Λάζαρη, «*Ενεργειακός Σχεδιασμός Κτιρίων και Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού»,* INT. http://www.arcmeletitiki.gr/images/uploads/pdf/arc_bio2.pdf

[14].Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Υπουργείο Ανάπτυξης, INT. http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_bioclimatikos.htm

[15]. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων, INT. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CF%83%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82_%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%AF%CF%89%CE%BD

[16]. «*Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης»*, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας,INT.http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic_passive.htm

[17]. «*Παθητικά Ηλιακά Συστήματα»*, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας,INT.http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_iliakoi_toixoi.htm

[18]. «*Ηλιακός Χώρος (Θερμοκήπιο)»*, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας,INT.http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_iliakos_xoros.htm

[19]. «*Παθητικά Συστήματα Δροσισμού»,* Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας,INT.http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_iliakoi_toixoi.htm

[20]. *«Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού»,* Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας,INT. http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic_drosismos.htm

[21].«*Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού»,* Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και ΕξοικονόμησηΕνεργειας, INT.http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic_fotismos.htm

[22]. *«Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα»,* hellasnrg, INT.http://hellasnrg.gr/el/content/energitika-iliaka-systimata

[23]. «*Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας»,* Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας,INT. http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm

[24]. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, INT.https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CF%83%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82_%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%AF%CF%89%CE%BD#.CE.91.CF.81.CF.87.CE.AD.CF.82_.CE.92.CE.B9.CE.BF.CE.BA.CE.BB.CE.B9.CE.BC.CE.B1.CF.84.CE.B9.CE.BA.CE.BF.CF.8D_.CE.A3.CF.87.CE.B5.CE.B4.CE.B9.CE.B1.CF.83.CE.BC.CE.BF.CF.8D

[25]. *«Αιολική Ενέργεια»*, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας,INT. http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_wind.htm

[26]. Αιολική ενέργεια, INT.https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1

[27]. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ & ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας,INT. http://www.ypeka.gr/?tabid=286

[28]. Φωτοβολταϊκά, INT.https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC

[29]. Φωτοβολταϊκό σύστημα, INT.https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CF%8C_%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1

[30].Ενέργεια από Βιομάζα, INT.http://renewablegreece.wikispaces.com/%CE%95%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1+%CE%B1%CF%80%CF%8C+%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1

[31].ΚατάραΜαρία,2014.ΠαραγωγήΗλεκτρικήςΕνέργειαςαπόΒιομάμας,INT.http://okeanis.lib.teipir.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2127/hlg_201400887.pdf?sequence=1

[32].ΛουκάςΣτάμος,ΓεωθερμικήΕνέργεια.INT.https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwia59Cp_LfNAhUkDsAKHW8RCIwQFggmMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.aueb.gr%2Fusers%2Fkoundouri%2Fresees%2Fuploads%2FECONOMICS

%2520GEOTHERMAL%2520ENERGY.doc&usg=AFQjCNH4FdQwFRl6mjYEUmNLwoV2cfIWgg&sig2=34hUNo3XoD1JIQTY__QAXg&bvm=bv.125221236,d.ZGg

[33]. Χτίζοντας το μέλλον, INT. http://www.ktizontastomellon.gr/index.php/eksoikonomhsh-energeias/stratigikes_exoikonomisis/thermiki_prostasia/

[34].*«Θερμομόνωση κτιριακού κελύφους»,* Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και ΕξοικονόμησηΕνεργειας,INT. http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_thermomonosi.htm

[35]. Μ. Παπαδάκη, Α. Παπασηφάκη, 2014. «Προσομοίωση και αναβάθμιση ενεργειακής συμπεριφοράς ξενοδοχειακής μονάδας στο λογισμικό Energy Plus και υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος της μέσω του CO_2 Footprint Calculator», Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα,INT

[36]. Παναγιωτοπούλου Δήμητρα*,* 2015 «Βιοκλιματικός Ανασχεδιασμός υπάρχοντος κτιρίου με προβλεπόμενη χρήση Δικαστικού Μεγάρου» Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα

[37]. Metaxiotis, INT.http://www.metaxiotis.gr/gr/21-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BC%CF%8C%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7/34-%CE%B4%CF%8E%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1/38-%CF%86%CF%85%CF%84%CE%B5%CF%85%CF%84%CF%8C-%CE%B4%CF%8E%CE%BC%CE%B1-fibran.html

[38]. Προδιαγραφές φυτεμένου δώματος, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας, INT. http://www.cres.gr/kape/prasina_dwmata/prodiagrafes_fytemenou__dwmatos.pdf

[39]. http://www.grhotels.gr/GR/BussinessInfo/library/DocLib/CapacityDetail_2015.pdf

[40]. Θερμικές Ζώνες, Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια, ΚΑΠΕ, INT. http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/oxe_thermikes_zones.htm

[41]. Title 24 2013 Compliance Software: CBECC-Com "California Building Energy Code Compliance for Commercial Buildings", Creating Model Geometry using the Detailed Geometry Approach, INT. http://bees.archenergy.com/Documents/Training/01-03-CBECC_Training-DG_Building_Geometry.pdf

[42]. Whole-Building Energy Modeling with OpenStudio, National Renewable Energy Laboratory, INT. http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/alliances/20110824_webinar_openstudio.pdf

[43]. EnergyPlus Documentation, Manual. INT. https://energyplus.net/sites/all/modules/custom/nrel_custom/pdfs/pdfs_v8.3.0/InputOutputReference.pdf

[44]. Θερμοκρασίες Εδάφους, INT. file:///C:/Users/Dimitra_p/Downloads/05TOTEE-kairika-fainomena.pdf

[45]. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, INT. https://www.buildingcert.gr/nomiko_plaisio/kenak.pdf

[46]. Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομομονωτικής επάρκειας των κτιρίων. ΤΟΤΕΕ, INT. http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak/ATT00206.pdf

[47]. Αιμ. Γ. Κορωναίος, Γ. Ι. Πουλάκος, 2005. «Τεχνικά Υλικά», Τόμος 3 και 4, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα

[48]. Ε. Neufert, 2000. «Οικοδομική και Αρχιτεκτονική Σύνθεση», Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα

[49]. Κτιριοδομικός Κανονισμός, ΤΕΕ, INT. http://portal.tee.gr/portal/page/portal/PROFESSIONAL_ISSUES/NOMOTHESIA_P/KTIRIODOMIKOS_KAN_FEK59A_1989_SEL1-10_OCR.PDF

[50]. Κριτήρια της ΕΕ για τις ΠΔΣ όσον αφορά στο φωτισμό εσωτερικών χώρων, INT. http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/criteria/indoor_lighting_el.pdf

[51]. Επαγγελματικό Τιμολόγιο ΔΕΗ, INT.- https://www.dei.gr/Documents2/CUSTOMER%20SERVICE/TIM01022016/EpagG22181215b1.pdf

[52]. Εξαεριστήρες, INT.- http://www.sivar.gr/files/223%20GR.pdf

[53]. Υαλοπίνακες Χαμηλής Εκπομπής,INT.- http://www.yalodomi.gr/docs/YALODOMI_brochure.pdf

[54]. Λαμπτήρες Εξοικονόμησης Ενέργειας(LED),INT.- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%AF%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%82_%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%AE%CF%82_%CF%86%CF%89%CF%84%CF%8C%CF%82#.CE.92.CE.B1.CF.83.CE.B9.CE.BA.CE.AD.CF.82_.CE.B1.CF.81.CF.87.CE.AD.CF.82

[55]. Λαμπτήρες LED,INT.- http://www.skroutz.gr/c/786/lamptires.html?keyphrase=led

[56]. Φωτοβολταϊκα CIGS,

INT.-1 https://en.wikipedia.org/wiki/Copper_indium_gallium_selenide_solar_cells

INT.-2 https://en.wikipedia.org/wiki/Thinfilm_solar_cell#Production.2C_cost_and_market

INT.-3http://www.endlesssunsolar.com/pages/why-cigs

INT.-4 http://miasole.com/wp-content/uploads/2016/03/FLEX-02NL_Datasheet_1.pdf

INT.-5 http://miasole.com/wp-content/uploads/2015/05/MiaSole_brochure_final.pdf

INT.-6 http://www.globalsolar.com/downloads/gs00209-brochure17.pdf

[57]. Εξηλασμένη Πολυστερίνη,

INT.-1 http://www.styropan.gr/%CE%B5%CE%BE%CE%B7%CE%BB%CE%B1%CF%83%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B7-CF%80%CE%BF%CE%BB%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%AF%CE%BD%CE%B7-xps/

INT.-2 https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BE%CE%B7%CE%BB%CE%B1%CF%83%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B7_%CF%80%CE%BF%CE%BB%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%AF%CE%BD%CE%B7

[58]. Διπλοί Υαλοπίνακες

INT.-1 http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_xrisi_yalopina kon.htm

INT.-2 http://www.protothema.gr/afieromata/energeiaka-spitia/article/352082/_energeiakoi-ualopinakes-opos-ta-tzamia-ohi-akrivos/

[59]. Σκίαστρα, INT.- http://www.solon.org.gr/index.php/2008-07-16-12-47-53/2008-07-16-12-51-20/84-2008-07-15-14-56-29/288-saving-money-and-energy-from-building-efficiency.html

[60]. Ανθρακικό Αποτύπωμα, INT.- http://gr.dsorganic.com/services/carbon-footprinting-services/carbon-footprint/

[61]. Πιερή Σ.,Στάμος Αθ.,Τζουβαδάκης Ι.,2014 *'Reducing Tourist Carbon Footprint Through Strategic Mapping Of The Existing Hotel Stock-Attica'*. INT.- http://dx.doi.org/10.1080/14786451.2014.943757

[62].Απόδοση συστημάτων Θέρμανσης-Ψύξης, INT.- http://www.zeroenergybuildings.org/2011/12/1_29.html

[64]. Πιερή Σ., Τζουβαδάκης Ι. και Σανταμούρης Μ.,2015, ''Identifying Energy Consumption Patterns in the Attica Hotel Sector Using Cluster Analysis Techniques With The Aim Of Reducing Hotels' CO2 Footprint''

[65]. Σύστημα ανάκτησης θερμότητας,INT.- http://www.sivar.gr/files/173%20GR.pdf

[66]. Ηλιακοί θερμοσίφωνες, INT.- http://asdshop.gr/skyland/308-skyland-glass-500lt-4x205%CF%84%CE%BC%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%82-%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%80%CE%BB%CE%B7%CF%82%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82-308.html

[67]. Ασθητήρες παρουσίας, INT.- http://www.legrand.com.gr/images/pdfs/pdfs_entypon/tarifs2014/entypo_anixneyton_2014.pdf

[68]. Σύστημα διακοπής κλιματισμού, INT.- http://smartcontrol.gr/index.php?route=product/product&product_id=52

[69]. Συστήματα εξοικονόμησης νερού, INT.- http://www.thetravelfoundation.org.uk/images/media/Water_guidelines_GREEK_TF_col.pdf

Πηγές Εικόνων

[1]. Σύνδεσμος Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων (ΣΕΤΕ) INT.http://sete.gr/el/stratigiki-gia-ton-tourismo/ vasika-megethi-tou-ellinikoy-tourismoy/

[2]. Σύνδεσμος Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων (ΣΕΤΕ) INT. http://sete.gr/_fileuploads/entries/Statistics/Greece/Basic%20Macroeconomic%20Figures%20of%20Greek%20Tourism/catID87/GR/130307_AntagonistikotitaWEF%202013_new%20layout.pdf

[3]. Svetoslav Danchev - Νίκος Παρατσιώκας «Η Επίδραση του Τουρισμού στην Ελληνική Οικονομία», ΙΔΡΥΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΙΟΒΕ), Σεπτέμβριος 2012, INT. http://www.iobe.gr/docs/research/RES_05_E_01092012REP_GR.pdf

[4]. Green Hotels ,INT. http://www.greenhotels.gr/index.php/el

[5]. «*Green Key*» ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ , INT. http://eepf.gr/en/Green_Key

[6]. «*ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΣΗΜΑ (ECOLABEL)*», ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ , INT. http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=521

[7]. Ενημερωτικό έντυπο του GreenHotels, INT.http://www.greenhotels.gr/images/stories/greenhotels.pdf

[8]. «Η κατανάλωση ενέργειας με μια γρήγορη ματιά..», EneryHUBforALL, INT. http://www.cres.gr/energyhubforall/Energeiaki%20apodosi%20ktirion.html

[9]. «*Παθητικά Ηλιακά Συστήματα*», Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας, INT.http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_iliakoi_toixoi.htm

[10]. «*Ηλιακός Χώρος (Θερμοκήπιο)*», Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας, INT.http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_iliakos_xoros.htm

[11] «*Ηλιακή Προστασία*», Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας, INT.http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_hlioprostasia.htm

[12],[13]. «*Φυσικός Αερισμός*», Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας, INT.http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_fysikos_aerismos.htm

[14]. *«Αίθρια»,* Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας, INT.-14 http://www.cres.gr/ energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos_aithria.htm

[15]. *«Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Ήλιος»,* Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας, INT. http://www.cres.gr/kape/kidsol/sun_heat/27.htm

[16]. Ανεμογεννήτριες στο κέλυφος κτιρίων, ZeroEnergyBuilding, INT.http://www.zeroenergybuildings.org /2012/03/blog-post_16.html

[17]. Πλήρης Οδηγός για Φωτοβολταϊκά στην Κύπρο, Alpha Ioannou Ecotech, INT.http://alphaecotech.com/%CF%80%CE%BB%CE%AE%CF%81%CE%B7%CF%82%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%B1%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC-%CF%83%CF%84%CE%B7/

[18]. Κατάρα Μαρία, 2014, «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Βιομάμας», INT. http://okeanis.lib.teipir.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2127/hlg_201400887.pdf?sequence=1

[19] Γεωθερμία, INT. http://ekatsanis.gr/%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CE%B1/%CE%B3%CE%B5%CF%89%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%AF%CE%B1/

[20]. Θερμομόνωση Σπιτιού. Ό,τι χρειάζεται να ξέρεις με απλά λόγια, INT. https://atyourservice.com.cy/blog/posts/thermomonosi-spitiou

[21],[22]. Ενεργειακά Τζάμια Ασφαλείας. INT.http://www.safehouse.com.gr/product/2/11/28/

[23]. Προδιαγραφές φυτεμένου δώματος, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενεργειας, INT. http://www.cres.gr/kape/prasina_dwmata/prodiagrafes_fytemenou_dwmatos.pdf

[24],[25],[26] Ξενοδοχείο Ήρα, INT.- https://www.google.gr/maps/place/Hera+Hotel/@37.9671702,23.7268828,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x14a1bd1095435c7b:0xd5005bb8e17304ea!8m2!3d37.967166!4d23.7290715

[27]. Ξενοδοχείο Ήρα,INT.- http://www.herahotel.gr/EL/photogallery_EL

[28] Sketchup Legacy Open Studioplugin, INT.https://www.youtube.com/watch?v=FNg4EisKP28

[29]. PVGIS ,INT. http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe

[30]. Εξαεριστήρες, INT.- http://www.sivar.gr/files/223%20GR.pdf

2.2. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

Για την εκτίμηση της ενεργειακής του απόδοσης το κτήριο χωρίζεται σε «θερμικές ζώνες», δηλαδή σε χώρους με παρόμοια χρήση, ίδιο προφίλ λειτουργίας ή/και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Για το διαχωρισμό του κτηρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- Ο διαχωρισμός του κτηρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο.
- Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτηρίου.
- Τμήματα του κτηρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτηρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης, το κτήριο θα πρέπει να μελετάται ως μια ενιαία θερμική ζώνη ή να διακριτοποιείται (να διαχωρίζεται) κατά περίπτωση σε περισσότερες θερμικές ζώνες. Εφόσον διακριτοποιηθεί ένα κτήριο σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, υπάρχει η δυνατότητα βάσει των ευρωπαϊκών προτύπων να εκπονηθεί η μελέτη ενεργειακής απόδοσης με ή χωρίς συνυπολογισμό της θερμικής σύζευξης μεταξύ των θερμικών ζωνών. Δεδομένου ότι η θερμική σύζευξη των ζωνών πολλαπλασιάζει σημαντικά τόσο την είσοδο των δεδομένων στο μοντέλο του κτηρίου, όσο και τον υπολογιστικό χρόνο, χωρίς ωστόσο αντίστοιχα να επιτυγχάνει σημαντική βελτίωση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων, για την μελέτη ενεργειακής απόδοσης είναι σκόπιμο να ακολουθείται ο υπολογισμός χωρίς σύζευξη μεταξύ των θερμικών ζωνών.

Ο καθορισμός ανεξάρτητων διαφορετικών θερμικών ζωνών σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010) και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009 επιβάλλεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 K (4 ^{o}C) σε σχέση με τα άλλα τμήματα του κτηρίου κατά τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων, χειρουργείων, ειδικών ιατρικών μηχανημάτων, εργαστήρια κ.ά. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων έχουν συνήθως και διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.).
- Υπάρχουν χώροι στο κτήριο, που εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες (σε σχέση με το υπόλοιπο κτήριο) συναλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θερμικές απώλειες. Για παράδειγμα, οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτήριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.
- Υπάρχουν χώροι, στους οποίους το σύστημα του μηχανικού αερισμού (παροχής νωπού αέρα ή κλιματισμού) καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του όγκου του κτηρίου ή/και έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση συγκριτικά με την κατανάλωση στο υπόλοιπο κτήριο, δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες. Επίσης, δευτερεύοντες βοηθητικοί χώροι που δεν

Ο διαχωρισμός του κτηρίου σε θερμικές ζώνες εναπόκειται στην ευχέρεια του μελετητή ή του επιθεωρητή και μπορεί να βασιστεί στους εθνικούς κανονισμούς και τις σχετικές τεχνικές οδηγίες. Ωστόσο, για τις ανάγκες της ενεργειακής μελέτης και της ενεργειακής επιθεώρησης η ακρίβεια των υπολογισμών δεν επηρεάζεται σημαντικά από το διαχωρισμό του κτηρίου σε περισσότερες θερμικές ζώνες από αυτές που συστήνεται να επιλέγονται βάσει των παραπάνω κανόνων. Γι' αυτό το λόγο καλό είναι ο διαχωρισμός του κτηρίου σε ζώνες να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος. Αν το κτήριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των τμημάτων του, η βέλτιστη προσέγγιση είναι να αντιμετωπιστεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη.

Στο πλαίσιο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου καθορίζονται και οι θερμαινόμενοι χώροι (ή θερμικές ζώνες) και οι μη θερμαινόμενοι χώροι (Μ.Θ.Χ.) καθώς και οι ηλιακοί χώροι (π.χ. αίθρια), που γειτνιάζουν και έχουν θερμική σύζευξη με τους θερμαινόμενους χώρους. Οι μη θερμαινόμενοι και οι ηλιακοί χώροι του κτηρίου είναι ενεργειακά αδρανείς χώροι, χωρίς απαιτήσεις για θέρμανση, ψύξη και αερισμό. Κατά τους υπολογισμούς, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη και ο φωτισμός των μη θερμαινόμενων και των ηλιακών χώρων θεωρούνται μηδενικά. Ωστόσο, συμμετέχουν δυναμικά στον υπολογισμό των απαιτούμενων φορτίων για θέρμανση και ψύξη των θερμαινόμενων χώρων (θερμικές ζώνες) και για το λόγο αυτό περιγράφονται και καθορίζονται με την ίδια ακρίβεια όπως και οι θερμικές ζώνες.

Επισημαίνεται ότι ειδικά κατά την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης τμήματος κτηρίου και μόνο (π.χ. διαμερίσματος), το οποίο εφάπτεται με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. κλιμακοστάσιο), για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, θεωρείται κατά παραδοχή ότι εφάπτεται με τον εξωτερικό αέρα. Σ' αυτή την περίπτωση, όλα τα δομικά στοιχεία του τμήματος κτηρίου που εφάπτονται με το μη θερμαινόμενο χώρο (τοιχοποιίες, ανοίγματα κ.ά.), περιγράφονται ως εφαπτόμενα με τον εξωτερικό αέρα αλλά με συντελεστή θερμοπερατότητας (U) μειωμένο κατά το ήμισυ του υπολογιζόμενου (δηλαδή πολλαπλασιαζόμενο επί μειωτικό συντελεστή b=0,5) και με πλήρη σκίαση (μηδενικό συντελεστή σκίασης) χειμώνα και καλοκαίρι. Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας U γίνεται βάσει της πραγματικής θέσης του δομικού στοιχείου, δηλαδή σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.

Απόσπασμα από «Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010» για τον καθορισμό θερμικών ζωνών

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο-χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1. Ανόργανα δομικά υλικά					
1.1. Φυσικοί λίθοι και γαίες					
1.1.1. Συμπαγείς λίθοι					
1.1.1.1 Ιζηματογενή πετρώματα (σκληρά)	2600	2,300	1 000	250	200
1.1.1.2 Ομογενής βράχος		3,500			
1.1.1.3 Βασάλτης	2700 - 3000	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.4 Γνεύσιος	2400 - 2700	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.5 Γρανίτης	2500 - 2700	2,800	1 000	10 000	10 000
1.1.1.6 Μάρμαρο	2800	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.7 Σχιστόλιθος	2000 - 2800	2,200	1 000	1 000	800
1.1.1.8 Ασβεστόλιθος πολύ σκληρός	2600	2,300	1 000	250	200
σκληρός	2200	1,700	1 000	200	150
ημίσκληρος	2000	1,400	1 000	50	40
1.1.2. Πορώδεις λίθοι					
1.1.2.1 Ασβεστόλιθος μαλακός	1800	1,100	1 000	40	25
πολύ μαλακός	1600	0,850	1 000	30	20
1.1.2.2 Ψαμμίτης	2600	2,300	1 000	40	30
1.1.2.3 Ιζηματογενή πετρώματα (μαλακά)	1500	0,850	1 000	30	20
1.1.2.4 Κίσηρη υπό μορφή πέτρας, λάβα, πορώδης λάβα	1600	0,550	800	20	15
1.1.2.5 Ελαφρόπετρα, θηραϊκή γη	400	0,120	1 000	8	6
1.1.2.6 Πλάκες τύπου Μάλτας (μαλτεζόπλακες)		1,050			
1.2. Γαιώδη υλικά και υλικά πλήρωσης διακένων δαπέδων, οροφών, τοίχων κ.τ.λ.					
1.2.1. Χώμα συμπαγές	1800	2,000			
1.2.2. Άργιλος / ιλύς	1200 - 1800	1,500	1 670 - 2 500	50	50
1.2.3. Ιλυώδης άμμος (υγρή)	1700	1,500	1 800	—	
1.2.4. Τύρφη (σε ξηρή κατάσταση)	400	0,200	1 000		
(σε υγρή κατάσταση)	900	0,500	1 500		
1.2.5. Άμμος διαμέτρου κόκκου < 5 mm	1520	0,350	800		
1.2.6. Αμμοχάλικο	2200	2,000	910 - 1180	50	50
1.2.7 Χονδρόκοκκη κίσηρη		0,190		40 180	
1.2.8 Διογκωμένος περλίτης	50 - 130	0,070	900	1 - 2	
1.2.9 Ψηφίδες διαμέτρου κόκκου 50-10 mm, συλλεκτές και θραυστές		0,810			
1.2.10. Θραύσματα οπτόπλινθων και κεραμιδιών	1400	0,410			
1.3. Κατεργασμένη άργιλος (πηλός)					
1.3.1. Ελαφρός πηλός (κίσηρη + πηλός)	760	0,230	1 000	6	
1.3.2. Πηλός μπαγδατί		0,470			
1.3.3. Πηλός, λάσπη	1200 - 1800	1,500	1670 - 2500	50	50
1.3.4. Ωμόπλινθοι συμπαγείς	1990	0,800	1 000	10	
1.3.5. Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	300	0,100	1 500	5	
	660	0,190	1 500	5	
	1400	0,700			
1.4. Επιχρίσματα, κονιάματα στρώσεων και συνδετικά κονιάματα αρμών					
1.4.1. Ασβεστοκονίαμα	1800	0,870	1 000	15	
1.4.2. Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,870	1 000	25 - 35	
	1900	1,000	1 100	35	
1.4.3. Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	1,400	1 100	25 - 35	
1.4.4. Ασβεστογυψοκονίαμα	1400	0,700	1 000	10	
1.4.5. Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	1200	0,350	900	10	6
με συμπλήρωμα άμμου	1600	0,800	900	10	6
1.4.6. Θερμομονωτικό επίχρισμα (εξωτερικά)	250	0,080	1 100	10	
	350	0,100	1 100	10	
	500	0,140	1 100	10	
1.4.7. Συνθετικά κονιάματα	1800	0,870	1 100	80 - 250	
1.4.8. Επίστρωση χυτής ασφάλτου	2300	0,900		∞	

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο-χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1.5. Σκυροδέματα και ελαφρά σκυροδέματα (σε κατασκευαστικά στοιχεία χωρίς αρμούς και σε πλάκες μεγάλου μεγέθους)					
1.5.1. Σκυρόδεμα άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο μέσης πυκνότητας	1800	1,150	1 000	100	60
	2000	1,350	1 000	100	60
	2200	1,650	1 000	120	70
υψηλής πυκνότητα	2400	2,000	1 000	130	80
1.5.2. Οπλισμένο σκυρόδεμα χαμηλής ποιότητας (παλαιού τύπου B120)		1,510			
1.5.3. Οπλισμένο σκυρόδεμ (1% σίδηρος)	2300	2,300	1 000	130	80
(≥2% σίδηρος)	2400	2,500	1 000	130	80
1.5.4. Γαρμπιλοσκυρόδεμα, γαρμπιλόδεμα	1500	0,640		20	
	1700	0,810		25	
	1900	1,100		35	
1.5.5. Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0,200		5 - 20	
	600	0,220		5 - 20	
	800	0,280		5 - 20	
	1000	0,350		5 - 20	
	1200	0,460		5 - 20	
1.5.6. Σύμμεικτα Ελαφροσκυρόδεμα με διογκωμένη πολυστερίνη	200	0,065		11	
	250	0,070		12	
	300	0,080		12	
	350	0,110		22	
1.5.7. Κυψελωτό σκυρόδεμα σκληρυμένο με ατμό	400	0,140	1 000	3	
	500	0,190	1 000	4	
	600	0,230	1 000	4	
	800	0,290	1 000	5	
	1000	0,350	1 000	6	
1.5.8. Περλιτόδεμα (το ειδικό βάρος εξαρτάται από την κατ' όγκον αναλογία τσιμέντου : περλίτη)					
1.5.8.1 Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	350	0,130			
	450	0,140			
	500	0,160			
	600	0,200			
1.5.8.2 Περλιτόδεμα με τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	350	0,094			
	450	0,110			
	500	0,116			
	600	0,140			
1.5.9. Ελαφροβαρείς πλάκες					
1.5.9.1. Πλάκες από κισηρόδεμα	800	0,280		5 - 10	
1.5.9.2. Πλάκες από ελαφρό σκυρόδεμα με ανάμεικτα αδρανή	1400	0,580		10 - 25	
1.5.10. Πλάκες μικρού πάχους, σανίδες					
1.5.10.1 Γυψοσανίδες	700	0,210	1 000	10	4
	900	0,250	1 000	10	4
	1150	0,360	1 000	10	
1.5.10.2 Τσιμεντοσανίδες	1200 - 1300	0,28 - 0,32		20 - 30	
1.5.10.3 Ινοπλισμένες τσιμεντόπλακες	2000	0,480	1 100	60	
1.6. Λιθοσώματα					
1.6.1. Τεχνητοί λίθοι	1750	1,300	1 000	50	40
1.7. Τοιχοποιίες από λιθοσώματα, συμπεριλαμβανομένου του συνδετικού κονιάματος των αρμών [1]					
1.7.1. Τοιχοποιία από πλίνθους τσιμεντοειδούς βάσης					
1.7.1.1. Τσιμεντόλιθοι από ασβεστολιθικά αδρανή (ασβέστη - άμ	1200	0,560	1 000	8 - 10	
	1400	0,700	1 000	8 - 10	
	1600	0,790	1 000	15 - 25	
	1800	0,990	1 000	15 - 25	
	2000	1,100	1 100	15 - 25	
	2200	1,300	1 100	15 - 25	
1.7.1.2. Ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθοι (ελαφροτσιμεντόλιθοι)	400	0,110	1 000	3 - 5	
	500	0,130	1 000	4 - 6	
	600	0,160	1 000	5 - 7	
	700	0,190	1 000	6 - 8	
	800	0,220	1 000	8 - 10	

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο-χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1.7.1.3. Διάτρητες πλίνθοι από κυψελωτό σκυρόδεμα	600	0,350	1 000	5 - 10	
	800	0,470	1 000	5 - 10	
	1000	0,650	1 000	5 - 10	
	1200	0,770	1 000	5 - 10	
	1400	0,910	1 000	5 - 10	
	1600	1,000	1 000	5 - 10	
1.7.1.4. Κισηρόλιθοι (πλίνθοι από φυσική ελαφρόπετρα)	500	0,170	1 000	5 - 10	
	600	0,200	1 000	5 - 10	
	700	0,220	1 000	5 - 10	
	800	0,260	1 000	5 - 10	
1.7.2. Οπτοπλινθοδομή, ανεπίχριστη, συμπεριλαμβανομένου και του κονιάματος των αρμών πάχους 12 mm					
1.7.2.1. Οπτοπλινθοδομή με πλήρεις οπτοπλίνθους	1200	0,490	1 000	10 - 25	
	1500	0,600	1 000	10 - 25	
	1700	0,680	1 000	10 - 25	
	1900	0,780	1 000	10 - 25	
1.7.2.2. Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	1200 (2)	0,450	1 000	5 - 10	
	1500 (2)	0,510	1 000	5 - 10	
	1700 (2)	0,580	1 000	5 - 10	
	1900 (2)	0,640	1 000	5 - 10	
1.7.2.3. Πορώδεις αργιλικές οπτόπλινθοι (πορώδη τούβλα)	940	0,260	1 000	10	
1.7.2.4. Οξύμαχες οπτόπλινθοι (κλίνκερ)	1800	1,800	900	100	
1.8. Υαλότουβλα	2500	1,400	840	∞	
1.9. Κεραμίδια					
1.9.1. Κεραμίδια		0,400			
1.9.2. Αργιλικά πλακίδια επιστέγασης	2000	1,000	800	40	30
2. Ξύλα					
2.1. Συμπαγής ξυλεία					
2.1.1. Κατεργασμένη και ακατέργαστη ξυλεία, γενικώς	450	0,120	1 600	50	20
	500	0,130	1 600	50	20
	700	0,180	1 600	200	50
2.1.2. Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	600	0,140	1 600	50	20
2.1.3. Οξιά	800	0,170	1 600	200	50
2.1.4. Δρυς (βελανιδιά)	800	0,210	1 600	200	50
2.1.5. Ξύλινα τεμάχια παρκέτου		0,210	1 600		
2.2. Προϊόντα ξύλου					
2.2.1. Μοριοσανίδες	300	0,100	1 700	50	10
	600	0,140	1 700	50	15
	900	0,180	1 700	50	20
2.2.2. Αντικολλητά φύλλα ξυλείας (κόντρα πλακέ)	300	0,090	1 600	150	50
	500	0,130	1 600	200	70
	700	0,170	1 600	220	90
	1000	0,240	1 600	250	110
2.2.3. Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινοσανίδες (MDF)	250	0,070	1 700	5	3
	400	0,100	1 700	10	5
	600	0,140	1 700	20	12
	800	0,180	1 700	30	20
3. Μέταλλα και γυαλί					
3.1. Γυαλί					
3.1.1. Γυαλί, υαλοπίνακας	2 500	1,00	750	∞	∞
3.1.2. Ψηφιδωτό γυαλί, υαλογράφημα	2 000	1,20	750	∞	∞
3.2. Μέταλλα					
3.2.1. Σίδηρος, χυτός	7 500	50,00	450	∞	∞
3.2.2. Χάλυβας (σιδάλι)	7 800	50,00	450	∞	∞
3.2.3. Ανοιξείδωτος χάλυβας	7 900	17,00	500	∞	∞
3.2.4. Χαλκός	8 900	380,00	380	∞	∞
3.2.5. Ορείχαλκος (κράμα χαλκού και ψευδάργυρου)	8 400	120,00	380	∞	∞
3.2.6. Μπρούντζος (κράμα χαλκού και κασσίτερου)	8 700	65,00	380	∞	∞
3.2.7. Μόλυβδος	11 300	35,00	130	∞	∞
3.2.8. Ψευδάργυρος	7 200	110,00	380	∞	∞
3.2.9. Αλουμίνιο, κράμα αλουμινίου	2 800	160,00	880	∞	∞
3.2.10. Φύλλο αλουμινίου των 125 kg/m² (ως φράγμα υδρατμών)	2 500	54,00		∞	∞
3.2.11. Φύλλο λαμαρίνας		58,00		∞	∞

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο-χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
4. Υλικά υποστρωμάτων και επιστρώσεων					
4.1. Λινέλαιο	1 200	0,170	1 400	1 000	800
4.2. Υποστρώματα					
4.2.1. Υπόστρωμα από τσόχα, πίλημα	120	0,050	1 300	20	15
4.2.2. Υπόστρωμα από κυπαρίνη, καουτσούκ ή πλαστικό	270	0,100	1 400	10 000	10 000
4.2.3. Υπόστρωμα από λινάτσα	200	0,060	1 300	20	15
4.2.4. Υπόστρωμα φελλού	< 200	0,050	1 500	20	10
4.2.5. Υαλοϋφασμα, υαλόνημα, γεωύφασμα	60 - 140	0,040	1 030	2	2
	> 140	0,045	1 030	2	2
4.2.6. Πεπιεσμένες ορυκτές ίνες	200 - 400	0,060	1 030	10	10
4.3. Πλακίδια φελλού					
4.3.1. Απλά πλακίδια φελλού	100 - 150	0,042	1 560	10 - 30	
	> 400	0,065	1 500	40	20
4.3.2. Πλακίδια φελλού, οπλισμένα με ψαθωπή ύφανση	100 - 150	0,046	1 560	10 - 30	
4.4. Μοκέτα	200	0,060	1 300	5	5
4.5. Καουτσούκ, λάστιχο					
4.5.1. Φυσικό καουτσούκ	910	0,130	1 100	10 000	10 000
4.5.2. Νεοπρένιο (συνθετικό καουτσούκ)	1 240	0,230	2 140	10 000	10 000
4.5.3. Βουτυλικό καουτσούκ	1 200	0,240	1 400	200 000	200 000
4.5.4. Διογκωμένο καουτσούκ (αφρώδες, σπογγώδες, λατέξ)	60 - 80	0,060	1 500	7 000	7 000
4.5.5. Σκληρυμμένο (σκληρό) καουτσούκ (εβονίτης)	1 200	0,170	1 400	∞	∞
4.5.6. Μονομερές αιθυλένιο-προπυλένιο-διένιο (EPDM)	1 150	0,250	1 000	6 000	6 000
4.5.7. Πολυισοβουτυλένιο	930	0,200	1 100	10 000	10 000
4.5.8. Πολυσουλφίδια	1 700	0,400	1 000	10 000	10 000
4.5.9. Βουταδιένιο	980	0,250	1 000	100 000	100 000
4.6. Ασφαλτικά υλικά					
4.6.1. Καθαρή άσφαλτος, μαστίχη ασφάλτου, πίσσα	1 050	0,170	1 700	50 000	50 000
4.6.2. Ασφαλτικά μείγματα με αδρανή, ασφαλτικό σκυρόδεμα	2 100	0,700	1 000	50 000	50 000
4.6.3. Επίστρωση χυτής ασφάλτου	2 300	0,900	920	50 000	50 000
4.6.4. Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόχαρτα)	1 100	0,190	1 000	50 000	50 000
4.6.5. Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόπανα)	1 100	0,230	1 000	50 000	50 000
4.7. Κεραμικά υλικά και υλικά με βάση το τσιμέντο					
4.7.1. Πλακίδια επίστρωσης τοίχων	2 000	1,050		250	
4.7.2. Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2 000	1,840	840	250	
4.7.3. Κεραμικά πλακίδια με εφυάλωση / πορσελάνες	2 300	1,300	840	∞	∞
4.7.4. Μωσαϊκό	1 900	1,200			
4.8. Συνθετικά (πλαστικά) πλακίδια	1 000	0,200	1 000	10 000	10 000
4.9. Πλάκες πεζοδρομίου	2 100	1,500	1 000	100	60
5. Συνθετικά υλικά, ρητίνες, σιλικόνες					
5.1. Πλαστικά					
5.1.1. Πολυκαρβονικά φύλλα	1 200	0,200	1 200	5 000	5 000
5.1.2. Φύλλο πολυαιθυλενίκ (υψηλής πυκνότητας)	980	0,500	1 800	100 000	100 000
(χαμηλής πυκνότητας)	920	0,330	2 200	100 000	100 000
5.1.3. Φύλλο χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC)	1 390	0,170	900	50 000	50 000
5.1.4. Πολυπροπυλένιο (PP)	910	0,220	1 800	10 000	10 000
5.1.5. Πολυστυρένιο (PS)	1 050	0,160	1 300	100 000	100 000
5.1.6. Ακρυλικά	1 050	0,200	1 500	10 000	10 000
5.1.7. Πολυτετραφθοροαιθυλένιο (PTFE)	2 200	0,250	1 000	10 000	10 000
5.1.8. Πολυακετόνη	1 410	0,300	1 400	100 000	100 000
5.1.9. Πολυαμίδιο	1 150	0,250	1 600	50 000	5 000
5.1.10. Πολυουρεθάνη	1 200	0,250	1 800	6 000	6 000
5.1.11. Αφρός πολυουρεθάνης (ως σφραγιστικό υλικό)	70	0,050	1 500	60	60
5.2. Ρητίνες					
5.2.1. Εποξεική (εποξειδική) ρητίνη	1 200	0,200	1 400	10 000	10 000
5.2.2. Φενολική ρητίνη	1 300	0,300	1 700	100 000	100 000
5.2.3. Πολυεστερική ρητίνη	1 400	0,190	1 200	10 000	10 000
5.3. Σιλικόνες					
5.3.1. Καθαρή σιλικόνη	1 200	0,350	1 000	5 000	5 000
5.3.2. Γέμισμα σιλικόνης	1 450	0,500	1 000	5 000	5 000
5.3.3. Σιλικονόχουχος αφρός	750	0,120	1 000	10 000	10 000
5.3.4. Κόκκοι οξειδίου του πυριτίου, πηκτή πυριτίου (silica gel)	720	0,130	1 000	∞	∞

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο-χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
6. Θερμομονωτικά υλικά					
6.1. Ινώδη ανόργανα υλικά					
6.1.1. Υαλοβάμβακας					
6.1.1.1 Υαλοβάμβακας σε μορφή παπλώματος	13 - 50	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.1.2 Υαλοβάμβακας σε μορφή πλακών	20 - 110	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.2. Πετροβάμβακας					
6.1.2.1 Πετροβάμβακας σε μορφή παπλώματος	40 - 100	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.2.2 Πετροβάμβακας σε μορφή πλακών	50 - 180	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.3. Ορυκτοβάμβακας					
6.1.3.1 Ορυκτοβάμβακας σε μορφή παπλώματος		0,039 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.3.2 Ορυκτοβάμβακας σε μορφή πλακών		0,037 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.2. Ανόργανα υλικά κυψελωτής δομής					
6.2.1. Αφρώδες γυαλί	125 - 140	0,040 - 0,052	1 000	100 000	100 000
6.2.2. Τρίμματα θηραϊκής γης	150 - 230	0,060 - 0,080	1 000		
6.3. Συνθετικά οργανικά υλικά κυψελωτής δομής					
6.3.1. Πλάκες ξυλόμαλου με ανόργανο συνδετικό d < 25 mm	570	0,150	1 470	2 - 5	
d ≥ 25 mm	360 - 480	0,090 - 0,100	1 470	2 - 5	
6.3.2. Φελλός					
6.3.2.1 Σκληρά πλακίδια από φελλό	> 400	0,065	1 500	40	20
6.3.2.2 Φύλλα και πλάκες από φελλό	100 - 150	0,042 - 0,046	1 560	10 - 30	
6.3.3. Διογκωμένη πολυστερίνη	12 - 35				
6.3.3.1 Διογκωμένη πολυστερίνη σε κόκκους		0,033 - 0,038	1 450		
6.3.3.2 Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες		0,033 - 0,038	1 500	20 -100	
6.3.3.3 Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες		0,030 - 0,032	1 550	30 - 80	
6.3.4. Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη	30-40				
6.3.4.1 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες		0,031 - 0,038	1 450	80 - 250	
6.3.4.2 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη με άνθρακα, σε πλάκες		0,030 - 0,032	1 451	80 - 250	
6.3.5. Πολυουρεθάνη με κλειστές κυψελίδες (σε αφρό ή πλάκες)	30 - 80	0,023 - 0,030 (3)	1400 - 1500	50 - 100	
6.3.6. Φαινολικός αφρός	40 - 50	0,026 - 0,038	1 400	50	50
6.4. Υλικά φυτικής και ζωικής προέλευσης					
6.4.1. Πλάκες ή μπάλες πεπιεσμένου άχυρου	200	0,040 - 0,070		2	
6.4.2. Φύκια θαλάσσης	75 - 80	0,045 - 0, 050		2	
6.4.3. Πλάκες από καλάμια	120 - 230	0,065 - 0,090	1 200		
6.4.4. Κυπαρίνη (κολλώδης)	120 - 220	0,040 - 0,060	800 - 1100		
(ινώδης)	30 - 80	0,040 - 0,45	1700 - 2100		
6.4.5. Λινάρι	20 - 80	0,038 - 0,045	1300 - 1600		
6.4.6. Βαμβάκι	20 - 60	0,040	840 - 1300		
6.4.7. Μαλλί προβάτου	25 - 30	0,040 - 0,050	960 -1300		
7. Αέρια					
7.1. Ξηρός αέρας (στους 20°C)	1,23	0,025	1 008	1	
7.2. Διοξείδιο του άνθρακα	1,95	0,014	820	1	
7.3. Αργό	1,70	0,017	519	1	
7.4. Κρυπτό	3,56	0,009	245	1	
7.5. Ξένο	5,68	0,0054	160	1	
8. Νερό					
8.1. Νερό σε υγρή φάση					
8.1.1. Νερό στους 10°C	1000	0,600	4 187	—	—
8.1.2. Νερό στους 40°C	990	0,630	4 190	—	—
8.1.3. Νερό στους 80°C	970	0,670	4 190	—	—
8.2. Νερό σε στερεά φάση					
8.2.1. Πάγος στους -10°C	920	2,300	2 000	—	—
8.2.2. Πάγος στους 0°C	900	2,200	2 000	—	—
8.2.3. Φρέσκο χιόνι (πάχος στρώσης < 30 mm)	100	0,050	2 000	—	—
8.2.4. Χιόνι, μαλακό (πάχος στρώσης 30 έως 70 mm)	200	0,120	2 000	—	—
8.2.5. Χιόνι, ελαφρώς συμπιεσμένο (πάχος στρώσης 70 έως 100 mm)	300	0,230	2 000	—	—
8.2.6. Χιόνι, συμπιεσμένο (πάχος στρώσης < 200 mm)	500	0,600	2 000	—	—

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

(1) Οι πυκνότητες που αναγράφονται σ' αυτήν την κατηγορία, εφόσον δεν ορίζονται αλλιώς αναφέρονται στα στοιχεία (λίθους, πλίνθους) και όχι στον το

(2) Η πυκνότητα αναφέρεται στο υλικό κατασκευής του στοιχείου και όχι σε ολόκληρο το στοιχείο (πλίνθο).

(3) Η αναγραφόμενη τιμή του λ της πολυουρεθάνης αντιστοιχεί σε πολυουρεθάνη 40 kg/m³. Όμως με την πάροδο του χρόνου αυτή η τιμή αυξάνεται και τότε σταδιακά μπορεί να πλησιάσει την τιμή των συνηθισμένων αφρωδών θερμομονωτικών υλικών αντίστοιχης πυκνότητας.

Απόσπασμα από «Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010» για τις τιμές ιδιοτήτων των δομικών υλικών

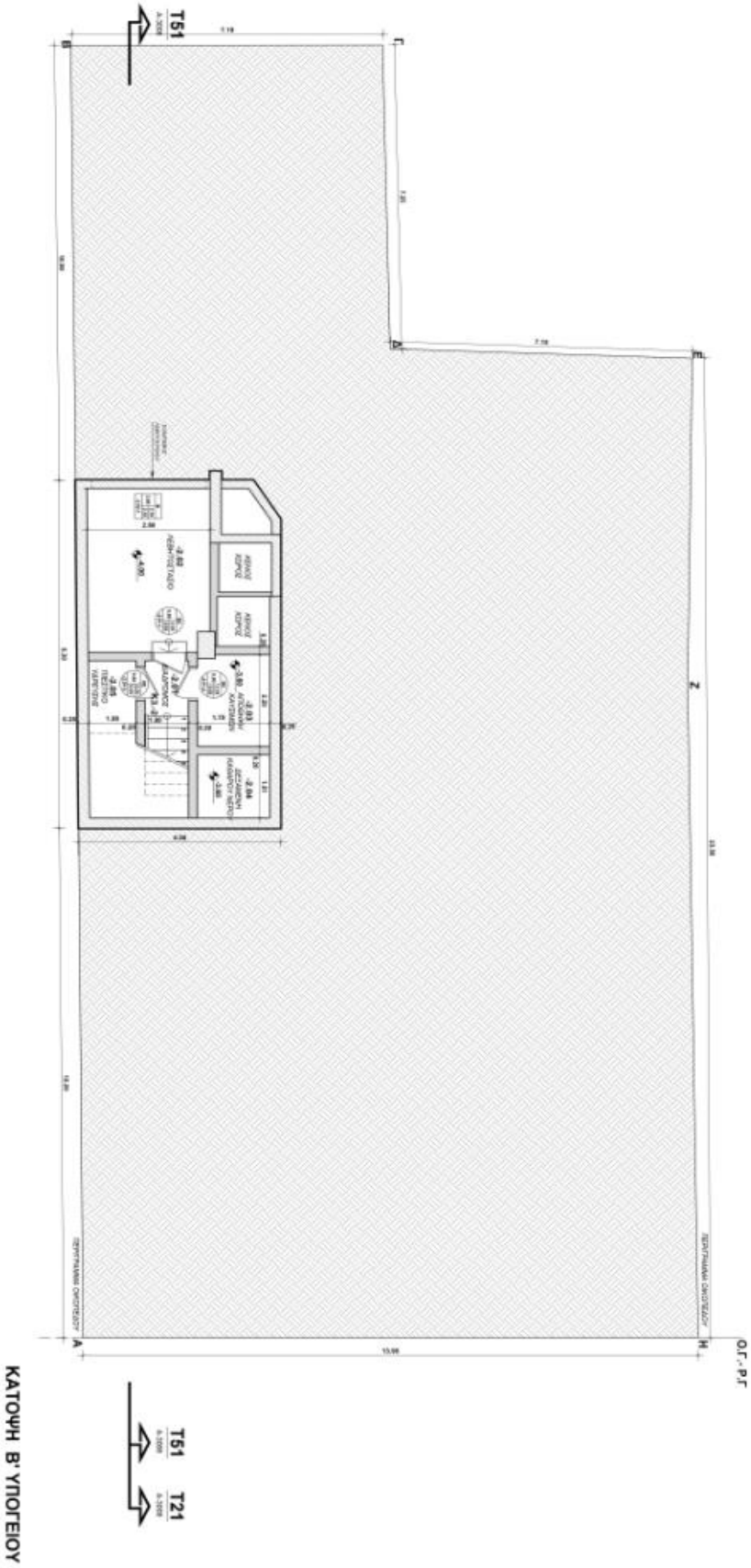
Activity	Activity Level W/Person EnergyPlus Schedule Value	Activity Level W/m²	met*
Resting			
Sleeping	72	40	0.7
Reclining	81	45	0.8
Seated, quiet	108	60	1
Standing, relaxed	126	70	1.2
Walking (on level surface)			
3.2 km/h (0.9 m/s)	207	115	2
4.3 km/h (1.2 m/s)	270	150	2.6
6.4 km/h (1.8 m/s)	396	220	3.8
Office Activities			
Reading, seated	99	55	1
Writing	108	60	1
Typing	117	65	1.1
Filing, seated	126	70	1.2
Filing, standing	144	80	1.4
Walking about	180	100	1.7
Lifting/packing	216	120	2.1
Miscellaneous Occupational Activities			
Cooking	171 to 207	95 to 115	1.6 to 2.0
Housecleaning	207 to 360	115 to 200	2.0 to 3.4
Seated, heavy limb movement	234	130	2.2
Machine work			
sawing (table saw)	189	105	1.8
light (electrical industry)	207 to 252	115 to 140	2.0 to 2.4
heavy	423	235	4
Handling 50 kg bags	423	235	4
Pick and shovel work	423 to 504	235 to 280	4.0 to 4.8
Miscellaneous Leisure Activities			
Dancing, social	252 to 459	140 to 255	2.4 to 4.4
Calisthenics/exercise	315 to 423	175 to 235	3.0 to 4.0
Tennis, singles	378 to 486	210 to 270	3.6 to 4.0
Basketball	522 to 792	290 to 440	5.0 to 7.6
Wrestling, competitive	738 to 909	410 to 505	7.0 to 8.7

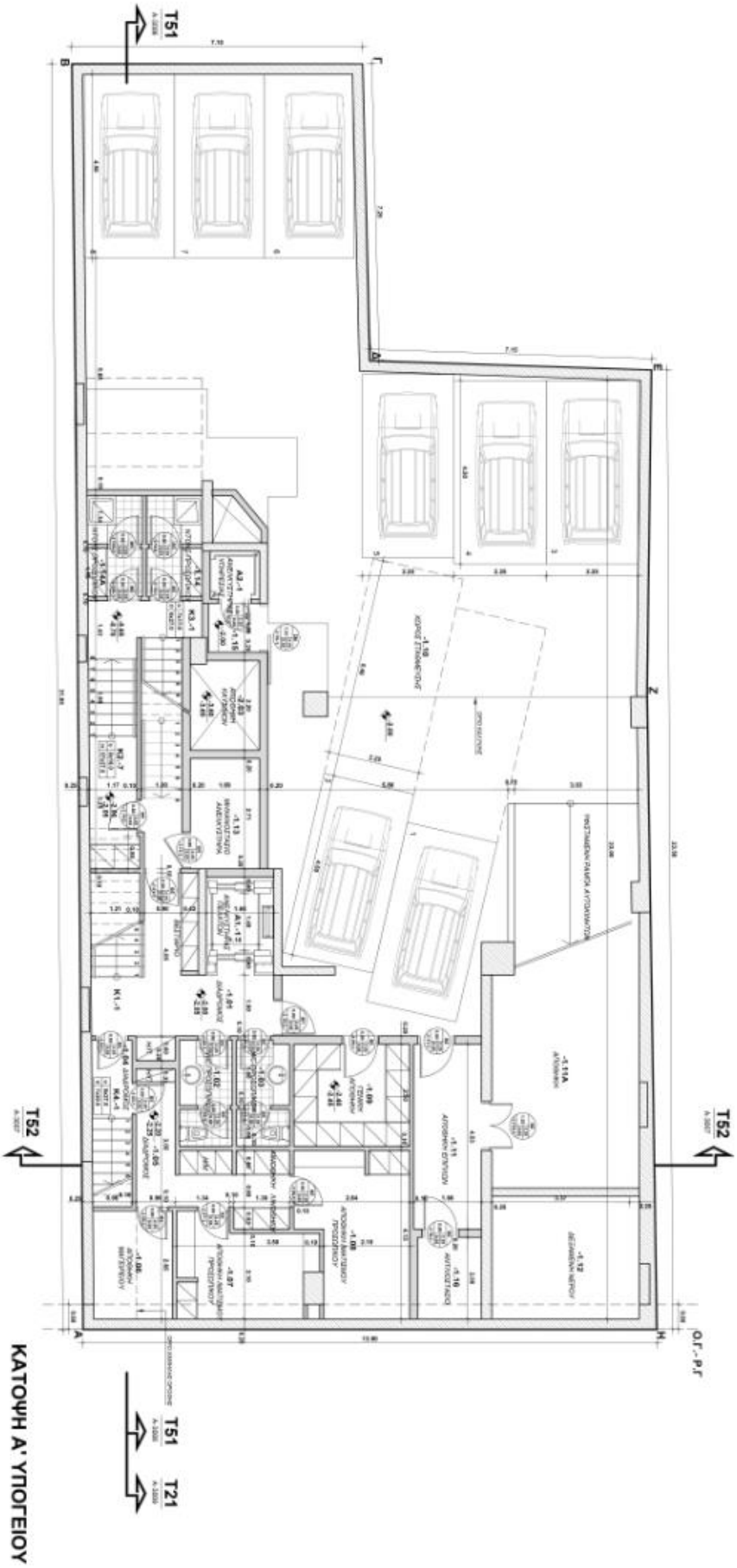
Πίνακας «ASHRAE 55» με τις τιμές μεταβολισμού για τις διάφορες δραστηριότητες

Field Name	Luminaire Configuration, Fluorescent Lighting				
	Suspended	Surface mount	Recessed	Luminous and louvered ceiling	Return-air ducted
Return Air Fraction	0.0	0.0	0.0	0.0	0.54
Fraction Radiant	0.42	0.72	0.37	0.37	0.18
Fraction Visible	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
$f_{convected}$	*0.40*	*0.10*	*0.45*	*0.45*	*0.10*

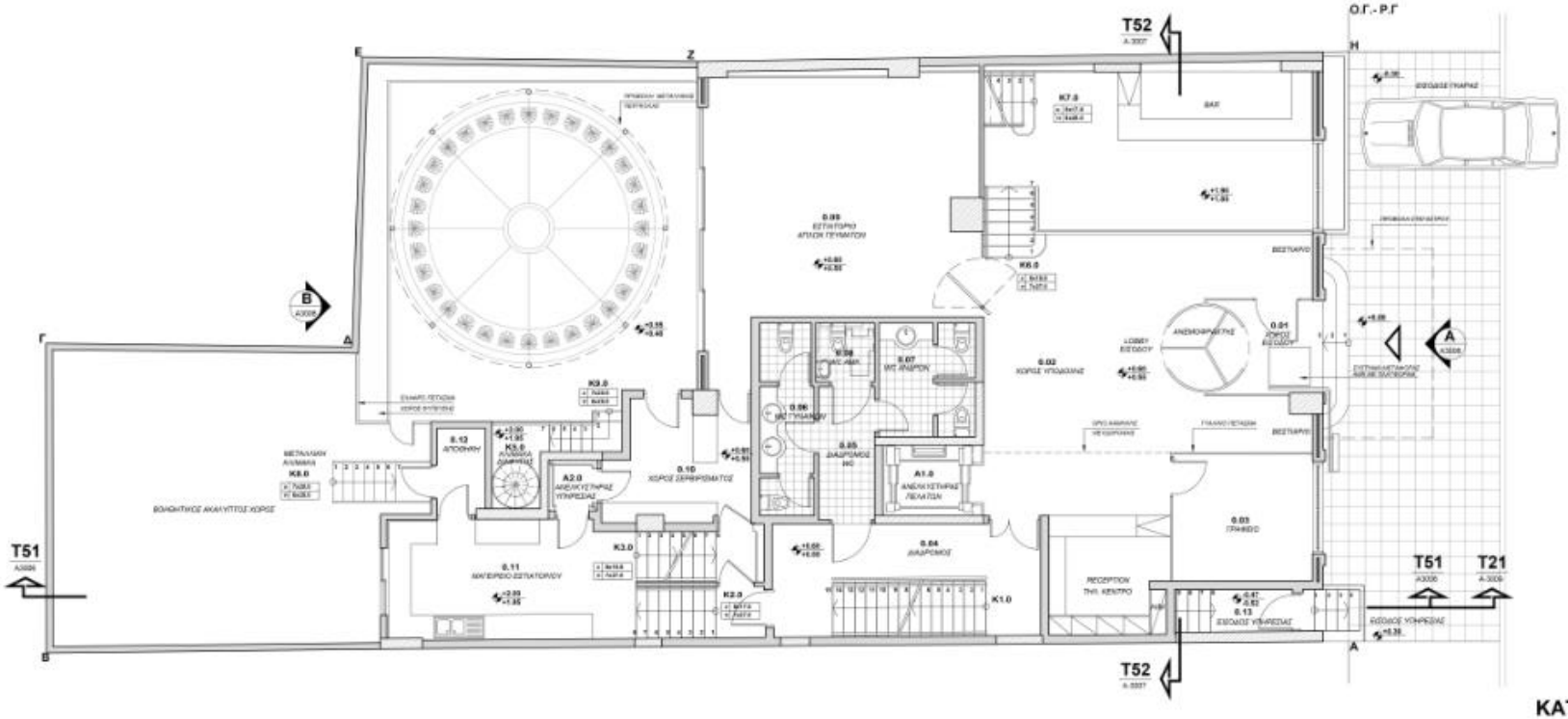
Πίνακας «Table 14» με τα ποσοστά επιστροφής αέρα, ακτινοβολίας και ορατού φωτός ανάλογα με τον τύπο του φωτιστικού

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

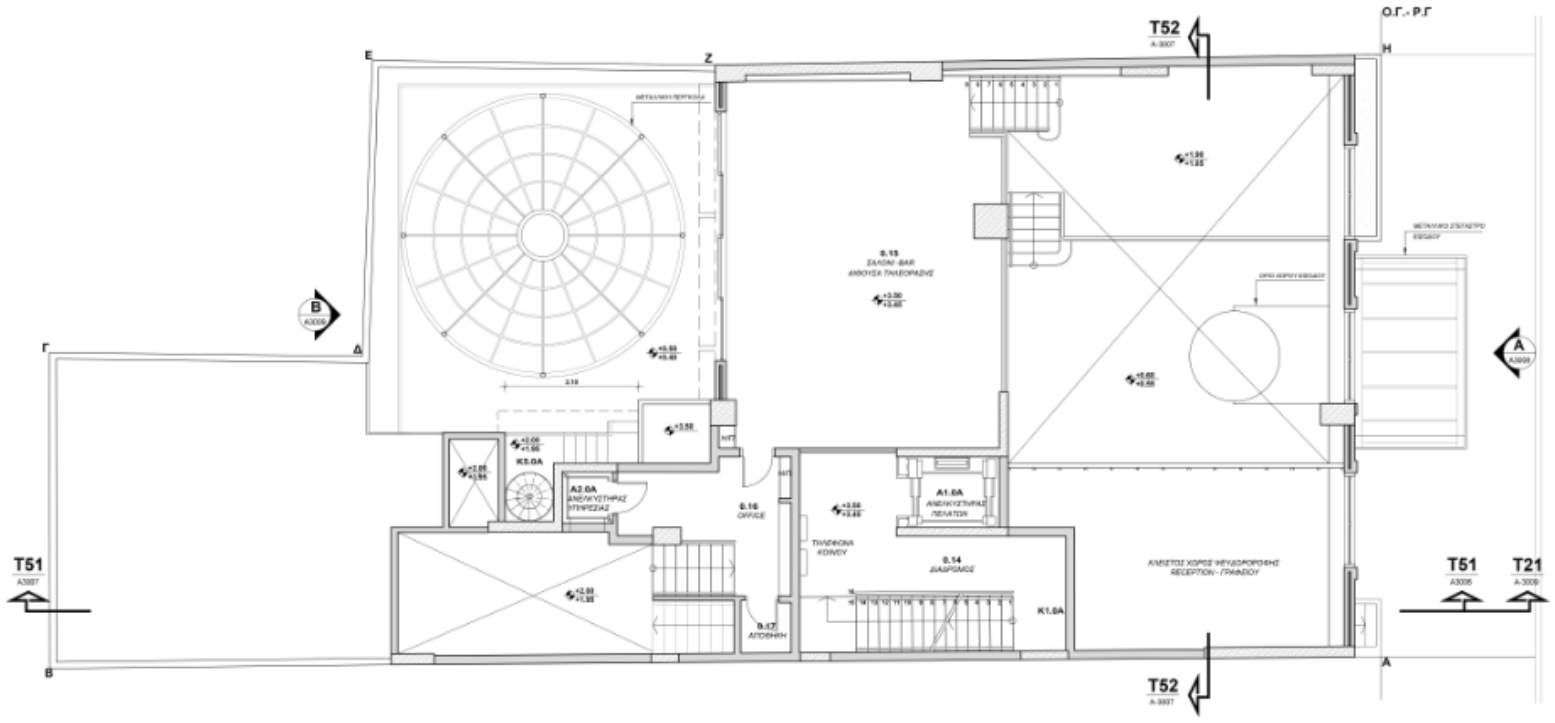




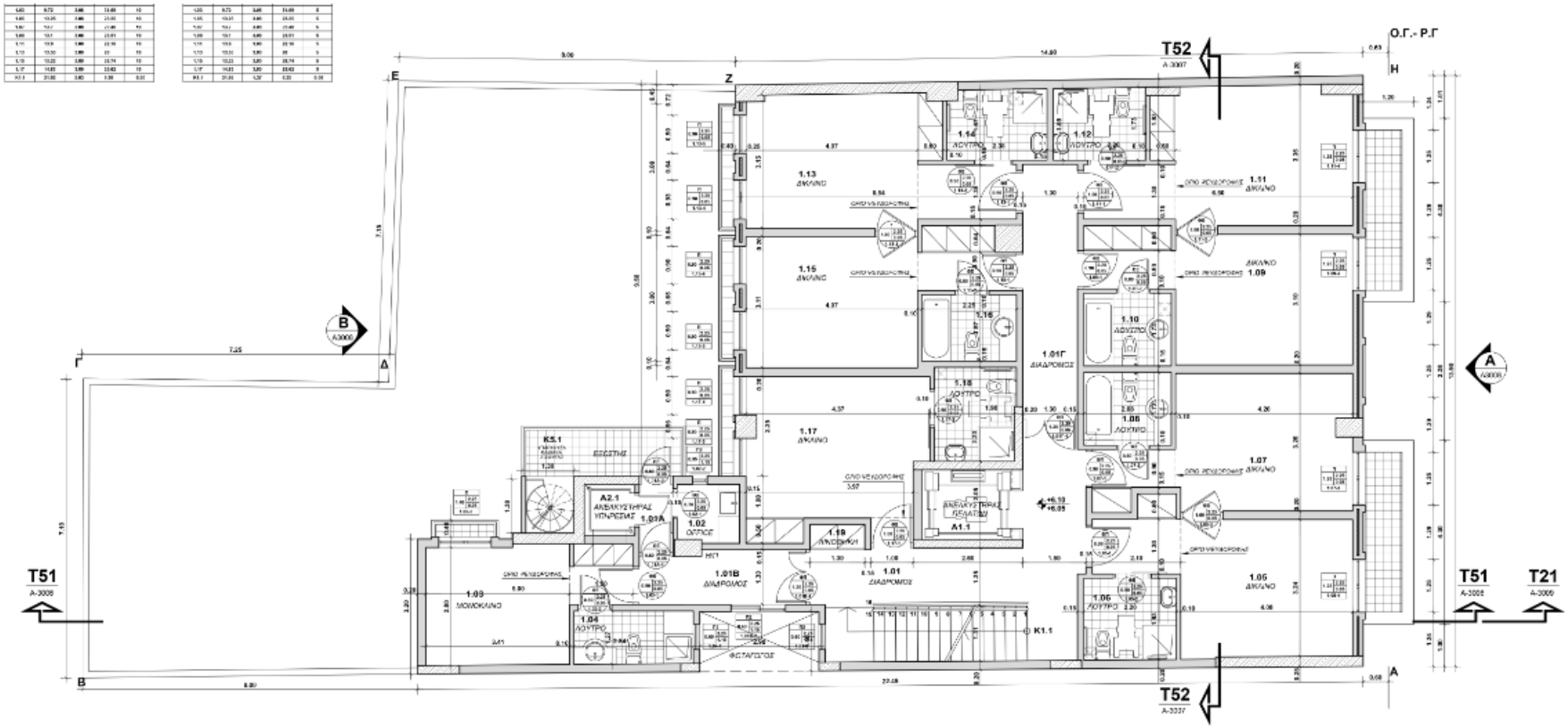
ΚΑΤΟΨΗ Α' ΥΠΟΓΕΙΟΥ

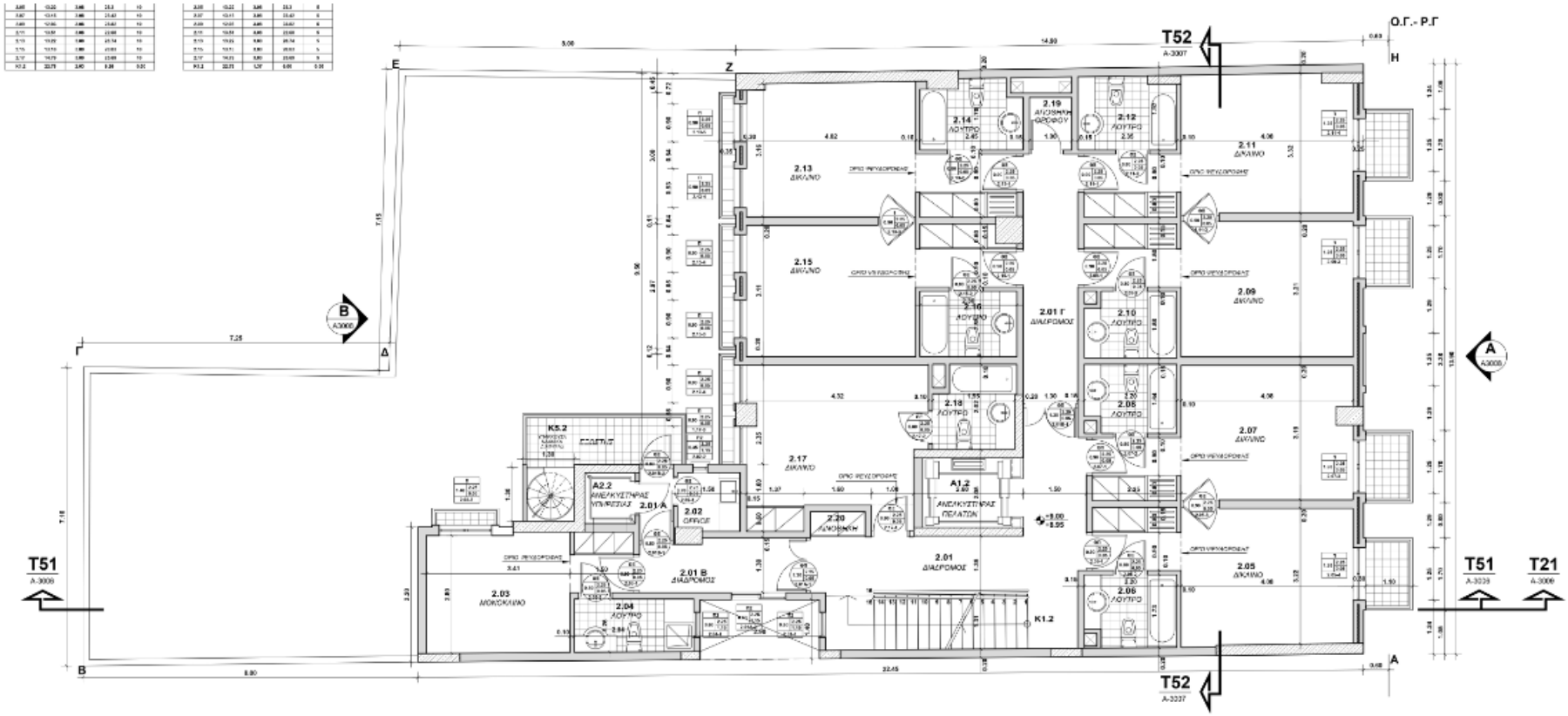
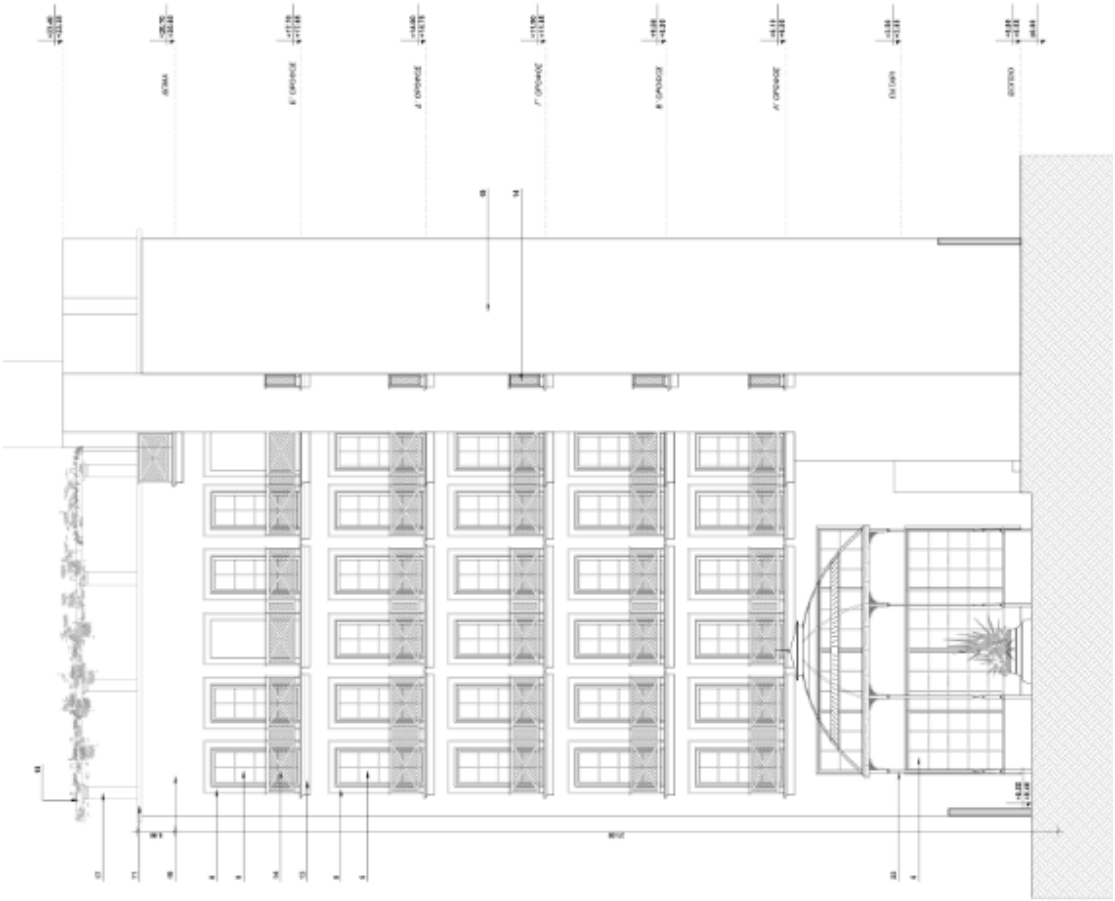
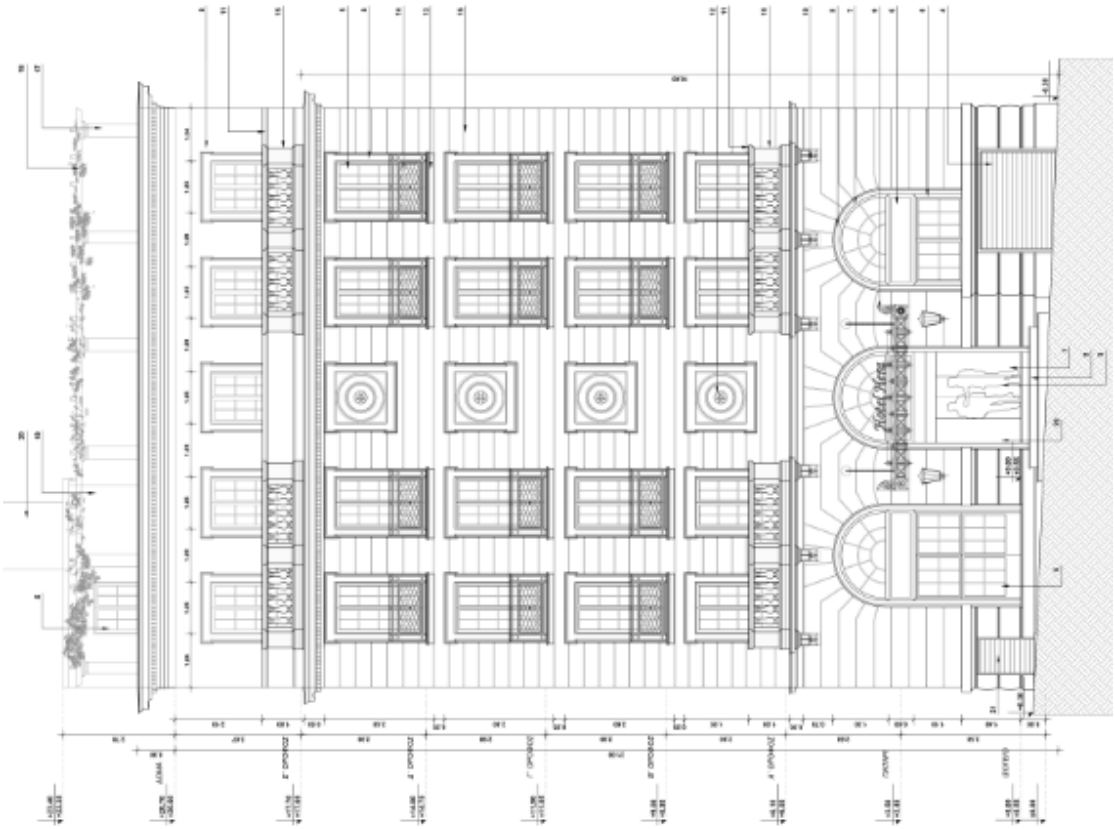
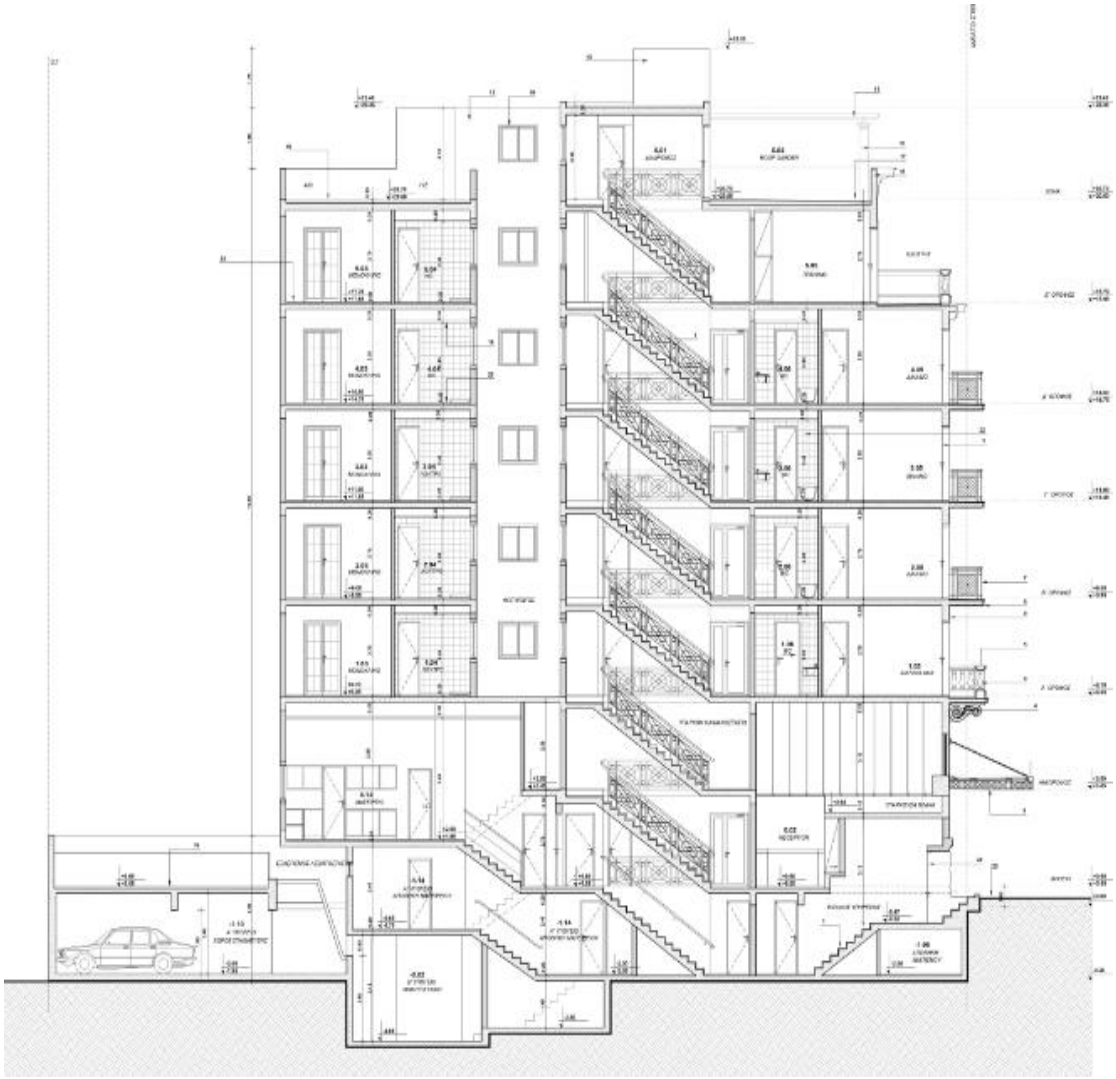


ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ



ΚΑΤΟΨΗ ΗΜΙΟΡΟΦΟΥ


Ο.Γ.- Ρ.Γ
T52
A-3007
T51
A-3008
T21
A-3009
1.01 ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ
1.01Β ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ
1.01Γ ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ
1.02 ΟΡΓΟΣ
1.03 ΜΟΝΟΚΛΙΝΟ
1.04 ΛΟΥΤΡΟ
1.05 ΛΟΥΤΡΟ
1.06 ΛΟΥΤΡΟ
1.07 ΔΙΚΛΙΝΟ
1.08 ΔΙΚΛΙΝΟ
1.09 ΔΙΚΛΙΝΟ
1.10 ΛΟΥΤΡΟ
1.11 ΔΙΚΛΙΝΟ
1.12 ΛΟΥΤΡΟ
1.13 ΔΙΚΛΙΝΟ
1.14 ΛΟΥΤΡΟ
1.15 ΔΙΚΛΙΝΟ
1.16
1.17 ΔΙΚΛΙΝΟ
1.18 ΛΟΥΤΡΟ
1.19 ΑΝΟΔΟΚΗ
A1.1
A2.1
Κ1.1
Κ5.1
ΚΑΤΟΨΗ Α' ΟΡΟΦΟΥ



ΚΑΤΟΨΗ ΤΥΠΙΚΟΥ ΟΡΟΦΟΥ