



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Δομοστατικής

Διπλωματική Εργασία

Προσομοίωση και αναβάθμιση ενεργειακής συμπεριφοράς ξενοδοχειακής μονάδας στο λογισμικό Energy Plus και υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματός της μέσω του CO₂ Footprint Calculator

Παπαδάκη Μαρία Ελένη
Παπασηφάκη Αλκυόνη

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΕΜΠ
ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΣΤΕΛΛΑ ΠΙΕΡΗ, Υποψήφια Διδάκτωρ, ΕΜΠ

Αθήνα, Νοέμβριος 2014

Διπλωματική Εργασία

Προσομοίωση και αναβάθμιση ενεργειακής συμπεριφοράς ξενοδοχειακής μονάδας στο λογισμικό Energy Plus και υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος της μέσω του CO₂ Footprint Calculator

**Παπαδάκη Μαρία Ελένη
Παπασηφάκη Αλκυόνη**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Ι. ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΕΜΠ
ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Σ. ΠΙΕΡΗ, Υποψήφια Διδάκτωρ, ΕΜΠ

Αθήνα, Νοέμβριος 2014

Copyright © Παπαδάκη Μαρία Ελένη και Παπασηφάκη Αλκυόνη

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...

Θα θέλαμε, πρωτίστως, να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Ιωάννη Τζουβαδάκη, Επίκουρο 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, υποψήφια Διδάκτωρ, ΕΜΠ για τις συμβουλές της και την καθοδήγησή της σχετικά με τη λειτουργία του λογισμικού CO₂ Footprint Calculator που χρησιμοποιήθηκε.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους ιδιοκτήτες των ξενοδοχειακών μονάδων, που επισκεφθήκαμε και μελετήσαμε και συγκεκριμένα τους: Γιάννη Σέργιο, Γιώργο Νικάκη, Μανόλη Μανούσο και Μιχάλη Κυριακάκη, για την άψογη συνεργασία και την παραχώρηση των πληροφοριών που τους ζητήθηκαν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και η ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενης ξενοδοχειακής μονάδας του νομού Ηρακλείου της Κρήτης. Έπειτα από μελέτη και βαθειά κατανόηση του μεγέθους της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος λόγω της αλόγιστης κατανάλωσης ενέργειας, προέκυψε η συνειδητοποίηση της επιτακτικής ανάγκης για βιοκλιματικό σχεδιασμό. Μελετώντας τις βιοκλιματικές αρχές και τις μεθόδους εφαρμογής τους επιλέχτηκε να γίνει χρήση ορισμένων εξ αυτών στο υπό μελέτη ξενοδοχείο. Για να γίνει κάτι τέτοιο όμως, απαραίτητη προϋπόθεση ήταν πρωτίστως η προσομοίωση της υφιστάμενης κατάστασης του ξενοδοχείου, η οποία υλοποιήθηκε μέσω του λογισμικού Energy Plus. Αναλύοντας τα αποτελέσματα που εξήχθηκαν από το πρόγραμμα και συγκεκριμένα αυτά των καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας, προτάθηκαν βιοκλιματικές λύσεις με σκοπό τη μείωση τους. Κάθε μία από αυτές τις λύσεις προσομοιώθηκε εκ νέου στο λογισμικό για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας τους και της οικονομικής αποδοτικότητας των συστημάτων εφαρμογής τους. Τελευταίο στάδιο της μελέτης, αποτέλεσε η εύρεση του ανθρακικού αποτυπώματος (A.A.) του ξενοδοχείου. Για τη διαμόρφωση μιας ευρύτερης εικόνας του συνολικού A.A. του ξενοδοχείου υπολογίστηκε το A.A. λειτουργίας του, βάσει των καταναλώσεων και το A.A. κατασκευής του κτιρίου. Το τελευταίο προέκυψε κατά προσέγγιση από την εισαγωγή των εμβαδών των δαπέδων του κτιρίου και των αντίστοιχων υλικών του στο πρόγραμμα CO₂ Footprint Calculator, του Ε.Μ.Π.. Τέλος στα πλαίσια έρευνας του Ε.Μ.Π. τα παραπάνω δεδομένα του ξενοδοχείου, καθώς και τα ίδια δεδομένα (εμβαδά και υλικά) άλλων τριών ξενοδοχείων του νομού Κρήτης, εισήχθησαν και στο λογισμικό CO₂ Footprint Estimator for Hotel Floors, το οποίο δημιουργήθηκε με σκοπό την εκτίμηση του A.A. των υλικών δαπέδων σχεδιαζόμενων ξενοδοχείων. Μέσω του τελευταίου λογισμικού προέκυψαν τα εκτιμώμενα A.A. των ξενοδοχείων και η απόκλιση τους από τα πραγματικά A.A. που προέκυψαν από το πρώτο λογισμικό. Έχοντας ως δείγμα τις αποκλίσεις αυτών των τεσσάρων ξενοδοχείων αξιολογήθηκε το δεύτερο λογισμικό.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to study the energy and upgrade of an existing hotel in Heraklion, Crete. Having fully understood the magnitude of the environmental burden due to the irresponsible energy consumption, there was a need for bioclimatic design . Studying the bioclimatic principles, application methods were chosen to be applied to this hotel. For the implementation, the simulation of the current situation of the hotel was necessary, which was implemented using the Energy Plus software. Analyzing the derived results, bioclimatic solutions were proposed in order to reduce the electrical consumption. Each of these solutions were simulated again in the software for evaluation of the effectiveness and cost-efficiency for their implementation. Last part of this study was to find the carbon footprint (CF) of the hotel . For a better understanding of the overall CF of the Hotel, the operational CF was calculated based on the consumptions and the constructed CF of the building . The above calculation was approached by importing the floor area dimensions of the building and associated materials to the program CO2 Footprint Calculator, developed by NTUA. Finally, as part of the study, considering the data of the above hotel, and the same data (areas and materials) of three different hotels based in the same area of Crete, were imported to CO2 Footprint Estimator for Hotel Floors software, which was created to estimate the CF of hotel flooring materials which are under planning. The results of the CO2 Footprint Estimator for Hotel Floors software in comparison with the results of the CO2 Footprint Calculator software led to the deviation between the generated and the real CF values. The CO2 Footprint Estimator for Hotel Floors software evaluated using the deviations of the four examined hotels.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	1
1. Πράσινη τουριστική ανάπτυξη	3
1.1 Ξενοδοχειακή Ανάπτυξη και Οικονομία.....	3
1.1 Τουρισμός στην Ελλάδα.....	3
1.1.2 Ξενοδοχειακή Ανάπτυξη στην Ελλάδα	4
1.1.3 Συμπεράσματα	5
1.2 Πράσινη Ανάπτυξη.....	5
1.2.1 Η έννοια της «Πράσινης Ανάπτυξης»	5
1.2.2 Αειφόρος τουρισμός	6
1.2.3 «Πράσινη Επιχειρηματικότητα».....	6
1.3 « Πράσινες» Ξενοδοχειακές Μονάδες	7
1.3.1 «Πράσινα» ξενοδοχειακά καταλύματα (Green Hotels).....	7
1.3.2 Αρχές περιβαλλοντικής διαχείρισης	8
1.3.3 Αναφορά σε «πράσινα» ξενοδοχειακά καταλύματα στην Ελλάδα	9
1.3.4 Οφέλη υιοθέτησης οικολογικής συνείδησης	12
2. Εφαρμογή Βιοκλιματικού Σχεδιασμού στον κτιριακό τομέα	15
2.1 Ανάγκη εφαρμογής Βιοκλιματικού Σχεδιασμού.....	15
2.2 Παθητικά συστήματα βιοκλιματικού σχεδιασμού	17
2.2.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης.....	17
2.2.2 Παθητικά συστήματα και τεχνικές δροσισμού.....	20
2.2.3 Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού	24
2.3 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα βιοκλιματικού σχεδιασμού	25
2.3.1 Θέρμανση ζεστού νερού χρήσης	25
2.3.2 Θέρμανση χώρου και ζεστού νερού χρήσης.....	26
2.3.3 Ηλιακή ψύξη χώρου	26
2.4 Εκμετάλλευση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	27

2.4.1 Φωτοβολταϊκά συστήματα	27
2.4.2 Τηλεθέρμανση με Βιομάζα	30
2.4.3 Γεωθερμία	31
2.5 Συστήματα θερμικής προστασίας κτιριακού κελύφους.....	35
2.5.1 Υλικά κατασκευής.....	35
2.5.2 Υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (Low-emissivity).....	37
2.5.3 Φυτευτά Δώματα	38
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.....	49
4.1 Περιγραφή των λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν	49
4.1.1 SketchUp και Legacy Open Studio plug-in.....	49
4.1.2 Energy Plus.....	49
4.2 Δημιουργία τρισδιάστατου μοντέλου	52
4.3 Καθορισμός όλων των παραμέτρων του ξενοδοχείου	60
4.3.1 Κατηγορία <i>Simulation Parameters</i>	61
4.3.2 Κατηγορία <i>Location and Climate</i>	61
4.3.3 Κατηγορία <i>Surface Construction Elements</i>	62
4.3.4 Κατηγορία <i>Thermal Zones and Surfaces</i>	65
4.3.5 Κατηγορία <i>Schedules</i>	66
4.3.6 Κατηγορία <i>Internal Gains</i>	74
4.3.7 Κατηγορία <i>Zone AirFlow</i>	78
4.3.8 Κατηγορία <i>HVAC Templates</i>	81
4.4 Αποτελέσματα προσομοίωσης.....	83
5. Προτεινόμενες επεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης της ξενοδοχειακής μονάδας.....	89

5.1 Γενική αναφορά επεμβάσεων ενεργειακής βελτίωσης	89
5.2 Εφαρμογή νυχτερινού δροσισμού (Night Ventilation)	89
5.2.1 Εισαγωγή παραμέτρων προσομοίωσης	89
5.2.2 Αποτελέσματα εφαρμογής νυχτερινού δροσισμού και υπολογισμός κόστους επένδυσης.....	91
5.3 Προσθήκη υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής (Low-emissivity)	95
5.3.1 Εισαγωγή παραμέτρων προσομοίωσης	95
5.3.2 Αποτελέσματα προσθήκης ενεργειακών υαλοπινάκων και υπολογισμός κόστους επένδυσης	97
5.4 Προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης (Insulation)	99
5.4.1 Εισαγωγή παραμέτρων προσομοίωσης	99
5.3.2 Αποτελέσματα προσθήκης εξωτερικής θερμομόνωσης και υπολογισμός κόστους επένδυσης	100
5.5 Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ (photovoltaic)	104
5.5.1 Εισαγωγή παραμέτρων προσομοίωσης	104
5.5.2 Αποτελέσματα εγκατάστασης Φ/Β συστήματος και υπολογισμός κόστους επένδυσης	109
5.6 Παρουσίαση αποτελεσμάτων μετά την εφαρμογή όλων των προτεινόμενων επεμβάσεων	111
6. Εύρεση ανθρακικού αποτυπώματος της ξενοδοχειακής μονάδας	117
6.1 Εισαγωγή	117
6.2 Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος λειτουργίας του ξενοδοχείου λόγω καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας	120
6.3 Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος κατασκευής του ξενοδοχείου μέσω του προγράμματος CO ₂ Footprint Calculator.....	121
6.4 Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος κατασκευής λοιπών ξενοδοχειακών μονάδων	125
Συμπεράσματα και σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	135
Μελλοντικές Προοπτικές.....	139
Βιβλιογραφία.....	141
Πηγές Εικόνων.....	145
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	147

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	157
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.....	162

Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενης ξενοδοχειακής μονάδας μέσω εφαρμογών βιοκλιματικού σχεδιασμού. Οι πρακτικές που αναπτύσσονται αφορούν στην επίτευξη θερμοκρασιακής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους και την ταυτόχρονη μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων. Επίσης, γίνεται μελέτη εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων όπου θα παρέχουν κάλυψη ενός ποσοστού των αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτούνται. Τέλος, υπολογίζεται το συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα λειτουργίας και κατασκευής του ξενοδοχείου. Το ανθρακικό αποτύπωμα λειτουργίας υπολογίζεται βάσει των καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας και αυτό της κατασκευής υπολογίζεται κατά προσέγγιση βάσει του ανθρακικού αποτυπώματος των υλικών κάλυψης των δαπέδων του ξενοδοχείου.

Στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η κατανόηση της χρησιμότητας και της αποτελεσματικότητας υιοθέτησης αρχών βιοκλιματικού σχεδιασμού στις κτιριακές εγκαταστάσεις και η σπουδαιότητα επίγνωσης του κτιριακού ανθρακικού αποτυπώματος. Η μελέτη καλείται να αποδείξει ότι, ακόμη και σε υφιστάμενες εγκαταστάσεις, η εφαρμογή οικολογικών μεθόδων και η εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας επιφέρει αξιόλογα αποτελέσματα σχετικά με την βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς τους και την εξοικονόμηση χρημάτων στην πάροδο του χρόνου.

Μέσα έρευνας: Τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου της ξενοδοχειακής μονάδας είναι το πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης SketchUp, με την προσθήκη της ηλεκτρονικής πλατφόρμας εργαλείων Legacy Open Studio plug-in for SketchUp. Για την προσομοίωση θερμικού φορτίου και ενεργειακής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Energy Plus. Επίσης έγινε χρήση των λογισμικών CO₂ Footprint Calculator και CO₂ Footprint Estimator for Hotel Floors, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου στα πλαίσια της διδακτορικής διατριβής της Υπ. Διδάκτορ Στέλλα Πιερρή, αντίστοιχα για τον υπολογισμό και την εκτίμηση ανθρακικού αποτυπώματος ξενοδοχειακών μονάδων. Στο σημείο αυτό ο αναγνώστης καλείται να αφομοιώσει την λειτουργία των εν λόγω λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη μονάδας, γεγονός που αποτέλεσε αφορμή για την ενδελεχή παρουσίαση της λειτουργίας τους.

Δομή εργασίας: Στο 1^ο 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 2^ο κεφάλαιο αναλύονται οι πιο διαδεδομένες

μέθοδοι βιοκλιματικού σχεδιασμού και χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μπορούν να εφαρμοστούν σε κτιριακές εγκαταστάσεις. Στο 3^ο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση της υπό μελέτη ξενοδοχειακής μονάδας καθώς και η περιγραφή της λειτουργία της και των εγκαταστάσεων της. Στο 4^ο 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 5^ο κεφάλαιο προτείνονται επεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης και εξοικονόμησης ενέργειας για τις οποίες γίνεται εκ νέου προσομοίωση και μελετάται η αποτελεσματικότητά τους. Τέλος, στο 6^ο κεφάλαιο γίνεται υπολογισμός του συνολικού ανθρακικού αποτυπώματος λειτουργίας και κατασκευής του ξενοδοχείου (μέσω του CO₂ Footprint Calculator) και εισαγωγή 3 ακόμη ξενοδοχείων στο CO₂ Footprint Estimator for Hotel Floors για την αξιολόγηση του λογισμικού.

1. Πράσινη τουριστική ανάπτυξη

1.1 Ξενοδοχειακή Ανάπτυξη και Οικονομία

1.1 Τουρισμός στην Ελλάδα

Ο διεθνής τουρισμός αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς και συνάμα αναπτυσσόμενους τομείς της παγκόσμιας οικονομίας. Η Ελλάδα λόγω της πλούσιας πολιτιστικής κληρονομιάς, της αξιοθαύμαστης ιστορίας της, του ήπιου κλίματος και του πανέμορφου τοπίου της αποτελεί έναν από τους πρώτους σε προτίμηση τουριστικούς προορισμούς. Αδιαμφισβήτητα, ο κλάδος του τουρισμού αποτελεί πυλώνα της εθνικής οικονομίας, κάνοντας την χώρα ανταγωνιστική σε παγκόσμιο επίπεδο σύμφωνα και με τα στατιστικά στοιχεία του Συνδέσμου Ελληνικών και Τουριστικών Επιχειρήσεων (ΣΕΤΕ). Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά, για το έτος 2012, η συνεισφορά του τουρισμού στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) της Ελλάδας έφτασε σε ποσοστό 16.4% ενώ η συνολική απασχόληση στην τουριστική οικονομία (688800 θέσεις εργασίας) αντιστοιχεί στο 18.3% των απασχολουμένων.

Τα βασικά μεγέθη του ελληνικού τουρισμού για το έτος 2012, καθώς και συγκριτικά στοιχεία για επίσης ανταγωνιστικές στον τομέα αυτό χώρες παρουσιάζονται στους πίνακες του ΣΕΤΕ που εμφανίζονται στις παρακάτω Εικόνες 2.1 και 2.2, αντίστοιχα.

Βασικά Μεγέθη του Ελληνικού Τουρισμού 2012	
Συμμετοχή στο ΑΕΠ	16,4% [WTTC]
Συμμετοχή στην απασχόληση	18,3% της συνολικής απασχόλησης [WTTC]
Συνολική Απασχόληση	688.800 [WTTC]
Έσοδα	10,4 δισ. € (συμπεριλαμβανομένων των εισπράξεων κρουαζιέρας) [ΤΤΕ]
Αφίξεις Αλλοδαπών	16,9 εκατ. (συμπεριλαμβανομένων των αφίξεων κρουαζιέρας)
Μέση κατά κεφαλή δαπάνη	616 € (συμπεριλαμβανομένων των ποσών κρουαζιέρας)
Μερίδιο Αγοράς	1,5% Παγκόσμια, 2,9% Ευρώπη
Εποχικότητα	56% των αφίξεων αλλοδαπών πραγματοποιείται Ιούλιο - Αύγουστο - Σεπτέμβριο
Συγκέντρωση Προσφοράς	66% των ξενοδοχειακών κλινών συγκεντρώνονται σε 4 περιοχές της Ελλάδας [ΞΕΕ]
Ξενοδοχειακή Υποδομή	9.670 ξενοδοχεία / 771.271 κλίνες [ΞΕΕ]
Τop 5 αγορές	Γερμανία (2.108.787), Ην. Βασίλειο (1.920.794), ΠΓΔΜ (1.300.000), Γαλλία (977.376), Ρωσία (874.787) [ΤΤΕ]
Τop 5 αεροδρόμια (σε αφίξεις αλλοδαπών)	Αθήνα (2.651.062), Ηράκλειο (2.067.475), Ρόδος (1.593.298), Θεσσαλονίκη (901.573), Κέρκυρα (824.000) [ΕΛ.ΣΤΑΤ.]

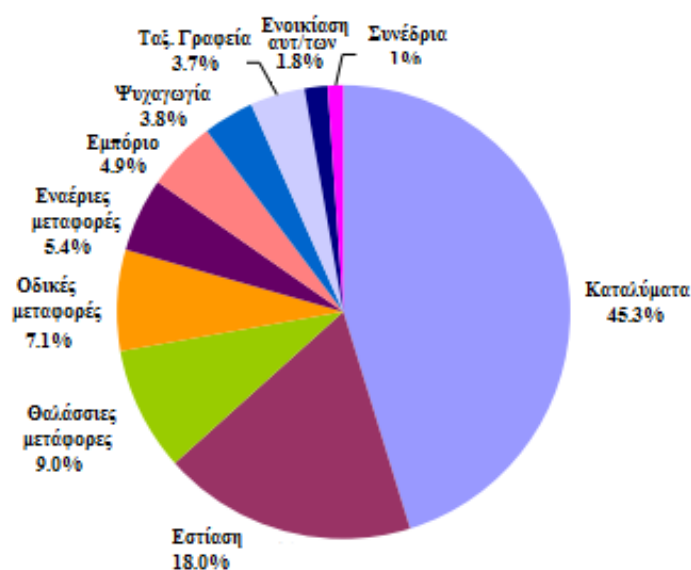
Εικόνα 2.1: Βασικά μεγέθη του ελληνικού τουρισμού 2012 [1]

Δείκτες Απόδοσης 2012	Ανταγωνιστές				
	Ισπανία	Κύπρος	Τουρκία	Αίγυπτος	Κροατία
Κατάταξη - Διεθνείς Αφίξεις	4η	κάτω από την 50η	6η	22η	26η
Κατάταξη - Έσοδα	2η	κάτω από την 50η	12η	32η	33η
Διεθνείς Αφίξεις 2012 (εκατ.)	57,7	2,5	35,7	11,2	10,4
% μεταβολή αφίξεων 2000 - 2012	24,4%	-7,4%	271,9%	119,6%	96,2%
Έσοδα - 2012 δις USD	55,9	2,6	25,7	9,9	8,8
% μεταβολή εσόδων 2000-2012	86,3%	36,8%	238,2%	130,2%	214,3%
Μέση κατά κεφαλή Δαπάνη ανά ταξίδι σε USD	969	1.040	720	884	846
Μερίδιο αγοράς παγκόσμια σε Αφίξεις	5,6%	0,2%	3,4%	1,1%	1,0%
Μερίδιο αγοράς παγκόσμια σε Έσοδα	5,2%	0,2%	2,4%	0,9%	0,8%

Εικόνα 2.2: Επιδόσεις 2012 [1]

1.1.2 Ξενοδοχειακή Ανάπτυξη στην Ελλάδα

Ωστόσο, ο τουρισμός δεν αποτυπώνεται σε ένα μεμονωμένο κλάδο, καθώς συνδέεται με ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων. Τα αγαθά και οι υπηρεσίες που συνδέονται κυρίως με την τουριστική δαπάνη σχετίζονται με τα καταλύματα, τη διατροφή, τις μεταφορές, τα ταξιδιωτικά πρακτορεία, τις ψυχαγωγικές-πολιτιστικές δραστηριότητες και τις αγορές αναμνηστικών και αγαθών καθημερινής χρήσης. Συγκεντρωτικά παρουσιάζονται στο διάγραμμα του Ιδρύματος Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών (IOBE) , στην Εικόνα 2.3 .



Εικόνα 2.3: Άμεση επίδραση στους συναφείς με τον τουρισμό κλάδους οικονομικής δραστηριότητας (ως ποσοστό του τουριστικού ΑΕΠ) [2]

Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά ο ρόλος του ξενοδοχειακού κλάδου ως μέρος της τουριστικής βιομηχανίας κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικός. Αναφορικά με τον αριθμό των ξενοδοχειακών καταλυμάτων που λειτουργούν στη χώρα μας, σύμφωνα με τα στοιχεία του Ξενοδοχειακού Επιμελητηρίου, το 2012 λειτούργησαν 9.670 μονάδες συνολικής δυναμικότητας 400.433 δωματίων και 771.271 κλινών. Επίσης, σύμφωνα με έρευνες το 40% περίπου του συνόλου των εν λειτουργία κλινών στην Ελλάδα αντιπροσωπεύουν τα ξενοδοχεία τεσσάρων (4*) και πέντε (5*) αστερών. Από γεωγραφικής κατανομής το μεγαλύτερο ποσοστό ξενοδοχειακών κλινών βρίσκεται στην Κρήτη και ακολουθούν τα Δωδεκάνησα και το Ιόνιο, με συνολικό ποσοστό να αγγίζει περίπου το 50 % επί του συνόλου των διαθέσιμων κλινών.

1.1.3 Συμπεράσματα

Με βάση τις εκτιμήσεις αυτές, εύκολα θα μπορούσε κανείς να αναλογισθεί την σημαντική επίδραση της τουριστικής ανάπτυξης στην οικονομία της Ελλάδας, αλλά και την δυναμική της 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. Για το λόγο αυτό έχει ενισχυθεί, σε εθνικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο, η

ανάπτυξη οικολογικής συνείδησης για την ανάκαμψη από την περιβαλλοντική κρίση στα πλαίσια της «πράσινης ανάπτυξης»

Η «πράσινη ανάπτυξη» αποτελεί μία νέα μέθοδο οικονομικής ανάπτυξης με επίκεντρο την προστασία του περιβάλλοντος. Στόχος της είναι η όσο το δυνατό καλύτερη βιώσιμη ανάπτυξη του πλανήτη, προωθώντας την παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές και την εξοικονόμηση ενέργειας.

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.

1.2.2 Αειφόρος τουρισμός

Ο τουρισμός είναι ο τομέας που θα πρέπει να συμβάλει στην εξοικονόμηση των πόρων και την προστασία της φύσης και όχι στην καταστροφή της. Ο στόχος του αειφόρου τουρισμού είναι να δοθεί η δυνατότητα της βιώσιμης ανάπτυξης σε μακροπρόθεσμη βάση, και έτσι να αποφεύγονται οι καταστροφές στο φυσικό περιβάλλον και την πολιτιστική κληρονομιά συμβάλλοντας στην ευημερία των τοπικών πληθυσμών και την ενίσχυση των τοπικών προϊόντων. Ειδικότερα η Ανάπτυξη Αειφόρου Τουρισμού ικανοποιεί τις ανάγκες των τωρινών τουριστών και των περιοχών που τους φιλοξενούν και παράλληλα προστατεύει και ενισχύει τις ευκαιρίες για το μέλλον.

1.2.3 «Πράσινη Επιχειρηματικότητα»

Μεγάλο μέρος ευθύνης για την περιβαλλοντική κρίση του πλανήτη και την εξάντληση των φυσικών πόρων φέρουν οι επιχειρήσεις, οι οποίες αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους τομείς κοινωνικής, πολιτικής και οικονομικής ανάπτυξης. Η «πράσινη επιχειρηματικότητα» είναι από τους βασικούς άξονες της Ευρωπαϊκής πολιτικής ενώ εδραιώνεται σιγά σιγά και στην Ελλάδα.

Με τον όρο «πράσινη επιχειρηματικότητα» υποδηλώνεται η λειτουργία επιχειρήσεων με κύριο γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος, το οποίο λειτουργεί ως πάροχος πόρων και ως αποδέκτης επιπτώσεων, ανταποκρινόμενη ταυτόχρονα στις ανάγκες των επιχειρήσεων για κερδοφορία και ανάπτυξη. 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.

Στην παρούσα μελέτη 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 2.3 : Σήμα πιστοποίησης Green Εικόνα Hotels [3]

Σύμφωνα με έρευνα της Green Seal πριν από λίγα χρόνια, (οργανισμός που πιστοποιεί τις περιβαλλοντικές πολιτικές ποικίλων επιχειρήσεων), διαπιστώθηκε ότι κατά μέσο όρο ένα ξενοδοχείο 150 - δωματίων καταναλώνει σε μία εβδομάδα, όσο 1004 νοικοκυριά κάνουν σε ένα χρόνο. Αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί αν αναλογισθεί κανείς 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.

Αναλογιζόμενες λοιπόν το μέγεθος της σπατάλης και της οικολογικής καταστροφής, και στρεφόμενες προς την κατεύθυνση του αειφόρου τουρισμού και της προστασίας του περιβάλλοντος, οι ξενοδοχειακές μονάδες εφαρμόζουν τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας, εντεταγμένες μέσα στο διεθνές πλαίσιο περιβαλλοντικής και οικολογικής συνείδησης.

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 πανελληνίας 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.



Εικόνα 2.4: Σήμα θεσμού πιστοποίησης Green Key[4]



Εικόνα 2.5: Σήμα οικολογικής ποιότητας Eco-Label [5]

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 ευρωπαϊούς τουρίστες που επιλέγουν για προορισμό των διακοπών τους περιοχές με ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις που σέβονται το περιβάλλον.

1.3.2 Αρχές περιβαλλοντικής διαχείρισης

Οι αρχές περιβαλλοντικής διαχείρισης που εφαρμόζονται από τις ξενοδοχειακές μονάδες αφορούν στην εξοικονόμηση νερού, στον περιορισμό των αποβλήτων, στην καθιέρωση πολιτικών ανακύκλωσης, στην ελαχιστοποίηση του ενεργειακού τους αποτυπώματος, δηλαδή του ποσού του

διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις καθημερινές τους δραστηριότητες, τις σχετιζόμενες με την κατανάλωση ενέργειας, στην παροχή βιολογικών και τοπικών προϊόντων στους πελάτες, στη χρησιμοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους, και στην προώθηση της περιβαλλοντικής πολιτικής τους τόσο στο προσωπικό του ξενοδοχείου/ καταλύματος όσο και στους ίδιους τους πελάτες τους.

Επίσης εφαρμόζονται αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού που αφορά στον σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της οικολογικής δόμησης, ο οποίος ασχολείται με τον έλεγχο των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο επίπεδο των κτιριακών μονάδων.

1.3.3 Αναφορά σε «πράσινα» ξενοδοχειακά καταλύματα στην Ελλάδα

Πρότυπο οικολογικής συνείδησης αποτελούν τα παρακάτω ξενοδοχειακά συγκροτήματα σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας:

Το ξενοδοχείο **Thalassa Beach Resort**, το οποίο φαίνεται στην Εικόνα 2.6, βρίσκεται στην περιοχή Αγίας Μαρίνας στο νομό Χανίων και κατατάσσεται ως GREENHOTEL σύμφωνα με τα περιβαλλοντικά κριτήρια της ομάδας του GreenHotels. Το ξενοδοχείο παρουσιάζεται ιδιαίτερα ευαισθητοποιημένο για την προστασία του περιβάλλοντος και έχει υιοθετήσει ουσιαστικές μεθόδους και πρακτικές προκειμένου για την προσανατολισμένη προς την εξοικονόμηση ενεργειακών και φυσικών πόρων λειτουργία του. 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. Το ξενοδοχείο είναι πιστοποιημένο σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο ISO 14001:2004

Συγκεκριμένα διαθέτει τις ακόλουθες τακτικές περιβαλλοντικής διαχείρισης :

- Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
- Λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης στο σύνολο των εγκαταστάσεων
- Φωτοκύτταρα/Χρονόμετρα/Ανιχνευτές κίνησης για φωτισμό στους κοινόχρηστους χώρους
- Σύστημα αυτονομίας θέρμανσης- κλιματισμού στα δωμάτια
- Key-cards στα δωμάτια

- Ηλεκτρικές συσκευές ενεργειακής κλάσης A
- Συστήματα εξοικονόμησης νερού στα μπάνια των δωματίων
- Σύστημα παρακολούθησης της ποιότητας του πόσιμου νερού
- Ανακύκλωση: Χαρτιού, Πλαστικού, Γυαλιού, Αλουμινίου, Μπαταριών, Μαγειρικών Ελαίων
- Χρήση φιλικών προς το περιβάλλον απορρυπαντικών
- Ορισμός αρμόδιου τμήματος για την παρακολούθηση της περιβαλλοντικής διαχείρισης
- Οργάνωση εκπαιδύσεων προσωπικού για θέματα περιβαλλοντικής διαχείρισης
- Πιστοποιημένοι προμηθευτές, τοπικά προϊόντα
- Απαγόρευση καπνίσματος στους κοινόχρηστους χώρους



Εικόνα 2.6: Thalassa Beach Reasort, [6]

Ο ξενοδοχειακός όμιλος **Aldemar Hotels &** έχει αποσπάσει βραβείο για την περιβαλλοντική του δραστηριότητα και είναι η πρώτη ελληνική τουριστική επιχείρηση που απέσπασε το βραβείο ως η καλύτερη "πράσινη" ξενοδοχειακή αλυσίδα στην Ευρώπη (Europe`s Leading Green Hotel Chain 2008) από το Διεθνή Τουριστικό Οργανισμό World Travel Awards. Η ξενοδοχειακή μονάδα Aldemar Royal Mare – Thalasso Spa στη Χερσόνησο του Ηρακλείου Κρήτης φαίνεται στην Εικόνα 2.7.

Η περιβαλλοντική δράση της Aldemar συνοψίζεται ως εξής :

- 7.010 τ. μ. ηλιακοί συλλέκτες για εξοικονόμηση ενέργειας - ένα από τα μεγαλύτερα solar fields στην Ευρώπη
- Εξασφάλιση ζεστού νερού με τη χρήση ηλιακής ενέργειας
- Ανακύκλωση σε : χαρτί, γυαλί, μαγειρικό λάδι, ηλεκτρικά στοιχεία και είδη εξοπλισμού H/Y
- Δύο συστήματα βιολογικού καθαρισμού ανά ξενοδοχείο

- Συστήματα ποτισμού με το νερό που εξοικονομείται από το βιολογικό καθαρισμό
- Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας , με χρήση ψυκτών θαλασσινού νερού, για το σύστημα κλιματισμού
- Οι ανάγκες σε λαχανικά και φρούτα καλύπτεται από τη φάρμα βιολογικών προϊόντων της Aldemar



Εικόνα 2.7: Aldemar Royal Mare–Thalasso Spa στη Χερσόνησο, Ηράκλειο Κρήτης (Πηγή : Aldemar Hotels&Spa) [7]

Το ξενοδοχείο **IOS Palace Hotel & Spa**, το οποίο φαίνεται και στην Εικόνα 2.8, βρίσκεται στην περιοχή Μυλοπότας, στο νησί Ίος στις Κυκλάδες. Έχει αξιολογηθεί ως eco class B, γεγονός που σημαίνει ότι η μονάδα κάνει 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.

Το IOS Palace Hotel & Spa διαθέτει:

- Ηλιακούς θερμοσίφωνες για το ζεστό νερό

- Βιολογικό σύστημα καθαρισμού νερού - Επαναχρησιμοποίηση του νερού για την κηπουρική
- Λαμπτήρες χαμηλής ενέργειας
- Κλιματισμός παγίδες σε όλα τα παράθυρα
- Κάρτες Διακοπής Ρεύματος στα δωμάτια
- Φιλικά προς το Περιβάλλον Απορρυπαντικά Καθαρισμού
- Ανακύκλωση Ηλεκτρικών Μπαταριών



Εικόνα 2.8: IOS Palace Hotel & Spa [8]

1.3.4 Οφέλη υιοθέτησης οικολογικής συνείδησης

Με την υιοθέτηση οικολογικής συνείδησης και την εφαρμογή περιβαλλοντικών και βιοκλιματικών αρχών, αναγνωρίζονται αισθητικά, περιβαλλοντικά και συνάμα οικονομικά οφέλη.

Όσον αφορά στα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη, με την μείωση των επιπέδων καταναλισκόμενης ενέργειας λειτουργίας οι επιχειρήσεις εξασφαλίζουν την πιστοποίηση ποιότητας και υπευθυνότητας, μετατρέποντάς την έτσι σε ανταγωνιστική ανάμεσα σε άλλες, αλλά και ελκυστική για τους πελάτες, αποπνέοντάς τους ένα αίσθημα εμπιστοσύνης. Επιπλέον, η μείωση της εξάρτησης από μηχανολογικά μέσα και τη συντήρησή τους, μειώνει αυτόματα και τα έξοδα αγοράς καυσίμων και ηλεκτρισμού.

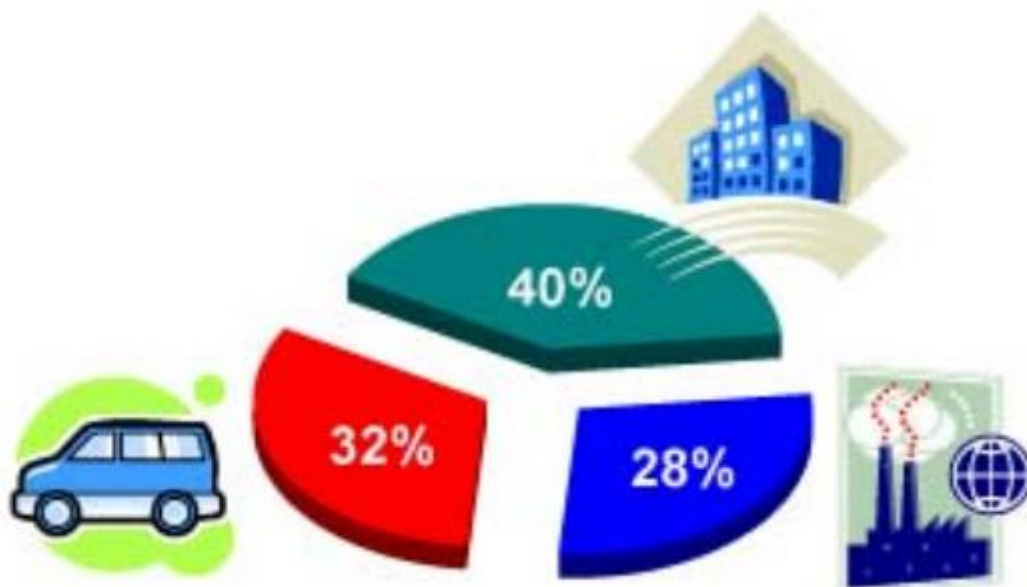
Από αισθητικής απόψεως, με την εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, δίνεται η δυνατότητα ελέγχου της αισθητικής, της άνεσης και της πρακτικότητας της ξενοδοχειακής μονάδας. Με τη χρήση

νέων, καινοτόμων τεχνολογιών εξασφαλίζεται ένας άνετος και αρχιτεκτονικά μοναδικός χώρος, δημιουργώντας ένα υγιές και φυσικό περιβάλλον, από το οποίο οι χρήστες μπορούν να επωφεληθούν σωματικά και ψυχικά, ενώ παράλληλα συνδυάζεται επιτυχώς και μειωμένη κατανάλωση ενέργειας λειτουργίας.

2. Εφαρμογή Βιοκλιματικού Σχεδιασμού στον κτιριακό τομέα

2.1 Ανάγκη εφαρμογής Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

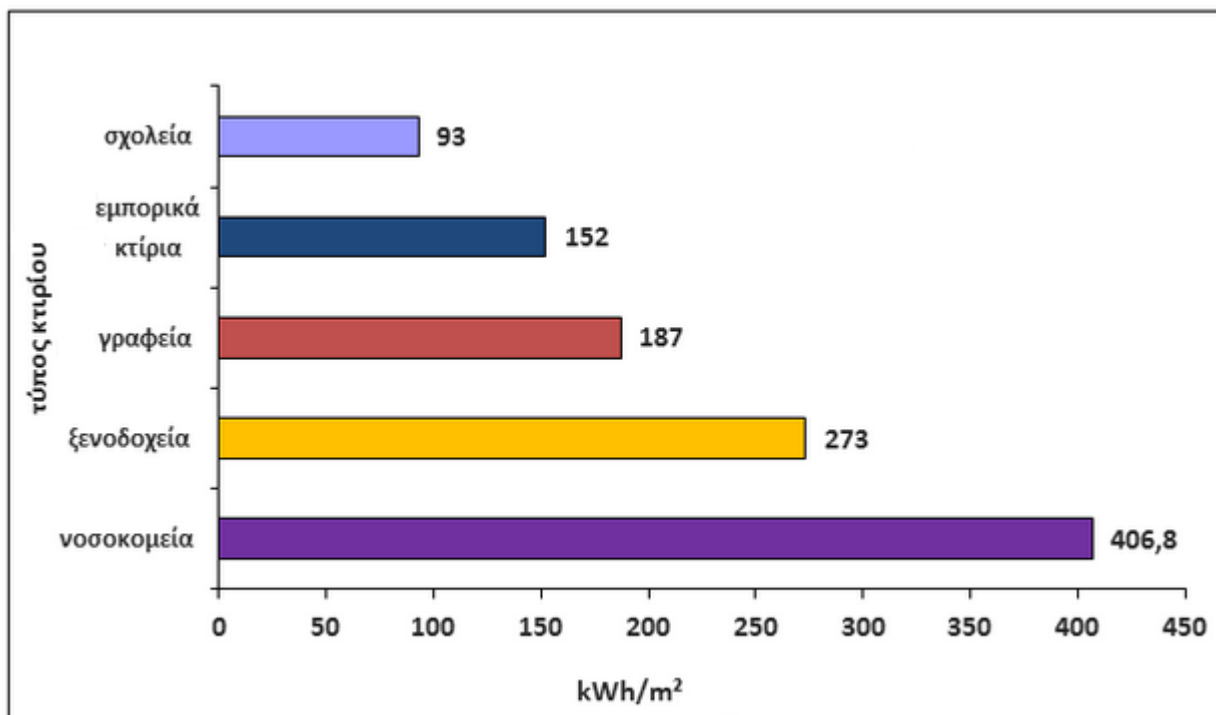
Το 40% περίπου της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας στην Ελλάδα προέρχεται από τον κτιριακό τομέα, τόσο σε εθνικό όσο και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Τα 2/3 της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων σχετίζονται με την χρήση καυσίμων (κυρίως πετρέλαιο) όπου καλύπτουν την θέρμανση και το υπόλοιπο 1/3 με την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας που καλύπτει τις ανάγκες κλιματισμού και ηλεκτρικών καταναλωτών. Αποτέλεσμα αυτής της κατανάλωσης εκτός της σημαντικής οικονομικής επιβάρυνσης λόγω του υψηλού κόστους της ενέργειας είναι και η μεγάλη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με ρύπους, κυρίως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.



Εικόνα 3.1 : Ποσοστό κτιριακής κατανάλωσης [9]

Παρόλα αυτά, η ανάγκη για ενέργεια παρουσιάζει συνεχώς αυξητική τάση. Δεδομένου της αυξανόμενης θερμικής υποβάθμισης των μεγάλων αστικών κέντρων της χώρας, της αύξησης της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος ως αποτέλεσμα τοπικών και παγκόσμιων μεταβολών, της εμμονής στην χρήση εμπειρικών και ξεπερασμένων τεχνικών σχεδιασμού του αστικού χώρου και των κτιρίων

και της αποψίλωσης του αστικού πρασίνου, γίνεται αλόγιστη χρήση κλιματιστικών και άλλων ηλεκτρικών συσκευών που βελτιώνουν φαινομενικά το επίπεδο ζωής. Η πράξη αυτή είναι που προκαλεί αύξηση του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής, οικονομική επιβάρυνση του καταναλωτή και διατάραξη της ενεργειακής ισορροπίας της χώρας. Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα μέσες ετήσιες καταναλώσεις ενέργειας στην Ελλάδα, ανάλογα τον τύπο του κτιρίου, παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.2.



Εικόνα 3.2: Μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας σε διάφορους τύπους κτιρίων στην Ελλάδα [10]

Γι' αυτούς τους λόγους 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 ο οποίος στοχεύει στην ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, αξιοποιώντας τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές (ήλιο, αέρα/άνεμο, νερό, έδαφος). Τεχνικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά και ενεργητικά ηλιακά συστήματα, οι τεχνικές και τα συστήματα φυσικού δροσισμού και φυσικού φωτισμού, ορισμένες τεχνικές ορθολογικής χρήσης/εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς και η θερμική προστασία του κτιριακού κελύφους. Όλες οι παραπάνω τεχνικές θα αναλυθούν ενδελεχώς στα επόμενα υποκεφάλαια.

2.2 Παθητικά συστήματα βιοκλιματικού σχεδιασμού

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, τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης, τα παθητικά συστήματα/τεχνικές δροσισμού και τα συστήματα/τεχνικές φυσικού φωτισμού, οι οποίες αναλύονται παρακάτω.

2.2.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

Ως παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης ορίζονται τα δομικά στοιχεία του κτιρίου, που, αξιοποιώντας τις αρχές της φυσικής (τους νόμους μεταφοράς θερμότητας) 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.

Το πιο συνηθισμένο παθητικό ηλιακό σύστημα, σύστημα άμεσου κέρδους, βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού, ενώ υπάρχουν επίσης και παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους όπως οι ηλιακοί τοίχοι και οι ηλιακοί χώροι (θερμοκήπια). Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία (π.χ. χρήση φυλλοβόλων δέντρων, οριζόντια σκίαση, τέντες, περσίδες) και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

▪ Σύστημα άμεσου κέρδους

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας για τη θέρμανση των κτιρίων είναι η δέσμευσή της μέσα από τα γυάλινα ανοίγματα του κτιρίου. Στην περίπτωση αυτή το κτήριο λειτουργεί ως συλλέκτης, αποθήκη και διανομέας της θερμότητας.

Όλα τα ανοίγματα του κτηρίου συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία (άμεση και διάχυτη) που στη συνέχεια μετατρέπεται σε θερμότητα και αποθηκεύεται ως θερμική ενέργεια στα δομικά στοιχεία του χώρου, ιδιαίτερα σε εκείνα που δέχονται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία. Η θερμότητα που

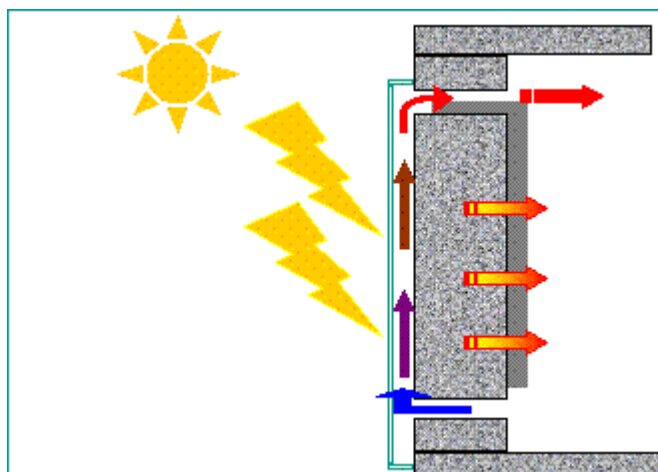
αποθηκεύεται, αποδίδεται με χρονική υστέρηση, αναλόγως των χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων, καθ' όλη τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου. Είναι σημαντικό, ιδιαίτερα τα δομικά υλικά στο εσωτερικό του κτιρίου που δέχονται άμεση ηλιακή ακτινοβολία, να έχουν ικανή απορροφητικότητα και θερμική μάζα, ώστε αφενός να μεγιστοποιείται η απολαβή των ηλιακών κερδών και αφετέρου να αποθηκεύεται η θερμότητα.

Η διαφορά ενός κτιρίου σχεδιασμένου να θερμαίνεται με το παθητικό σύστημα του άμεσου κέρδους από ένα κτίριο με συμβατικό σχεδιασμό, εντοπίζεται στη θερμική απόδοση των ανοιγμάτων του και στα δομικά στοιχεία που είναι κατασκευασμένα από υλικά με ικανή θερμοχωρητικότητα. Γενικά, όσο μεγαλύτερα είναι τα ανοίγματα στο νότιο προσανατολισμό και ικανοποιητική σε μέγεθος η επιφάνεια αποθήκευσης, τόσο μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση.

▪ **Τοίχος θερμικής αποθήκευσης**

Οι ηλιακοί τοίχοι αποτελούνται από τοιχοποιίες συνδυαζόμενες με υαλοστάσιο, τοποθετημένο εξωτερικά, σε απόσταση 5-15 εκατοστών. Η τοιχοποιία μπορεί να είναι είτε τοίχος χωρίς μόνωση αλλά μεγάλης θερμικής μάζας, είτε θερμομονωμένη κατασκευή. Το υαλοστάσιο μπορεί να είναι σταθερό ή ανοιγόμενο και να φέρει μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες. Οι ηλιακοί τοίχοι συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μεταδίδουν σε μορφή θερμότητας στους χώρους.

Στην περίπτωση του τοίχου Trombe - Michel, μέρος της συλλεγόμενης θερμότητας στο διάκενο μεταξύ τοίχου και υαλοπίνακα μεταφέρεται μέσω θυρίδων στον εσωτερικό χώρο, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.2. Οι θυρίδες του τοίχου βρίσκονται στο άνω και κάτω τμήμα του και κατά τη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα παραμένουν ανοικτές. Έτσι, μέρος της θερμικής ενέργειας που συσσωρεύεται στο διάκενο (μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου) μεταφέρεται με φυσική κυκλοφορία του αέρα από τις θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου στον εσωτερικό χώρο. Αντίστοιχα, ο ψυχρός αέρας του χώρου μεταφέρεται μέσω των θυρίδων στο κάτω μέρος του τοίχου στο διάκενο, όπου και θερμαίνεται και ανέρχεται, δημιουργώντας συνεχή ροή θερμότητας προς το χώρο. Κατά τη διάρκεια της νύκτας και τις νεφοσκεπείς ημέρες οι θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου μπορούν να παραμένουν κλειστές, ώστε να εμποδίζεται η αντίστροφη κίνηση του θερμού αέρα από το χώρο προς την εξωτερική ψυχρή επιφάνεια του υαλοπίνακα.

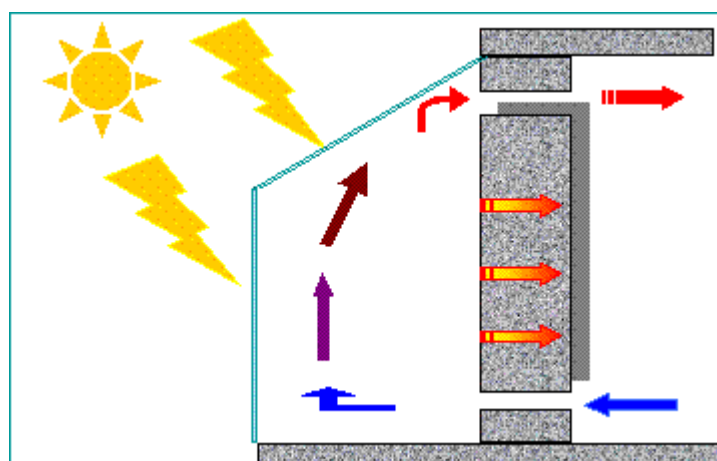


Εικόνα 3.3: Λειτουργία τοίχου Trombe [11]

- **Ηλιακός χώρος**

Όπως φαίνεται και στη Εικόνα 3.3, ο ηλιακός χώρος ή αλλιώς θερμοκήπιο είναι κλειστός χώρος, με μεγάλο ποσοστό γυάλινης επιφάνειας, ο οποίος προσαρτάται ή ενσωματώνεται σε τμήμα του κτιριακού κελύφους.

Η ηλιακή ακτινοβολία, διερχόμενη από τα νότια υαλοστάσια του θερμοκηπίου, μετατρέπεται σε θερμική και μέρος αυτής αποδίδεται άμεσα στο χώρο, αυξάνοντας τη θερμοκρασία του, ενώ μέρος της αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του χώρου (θερμική μάζα) και αποδίδεται με χρονική υστέρηση. Η μεταφορά της θερμικής ενέργειας, που συσσωρεύεται στον ηλιακό χώρο, προς το εσωτερικό του κτιρίου επιτυγχάνεται μέσω των θυρίδων ή ανοιγμάτων του κοινού δομικού στοιχείου.



Εικόνα 3.4: Λειτουργία θερμοκηπίου [11]

2.2.2 Παθητικά συστήματα και τεχνικές δροσισμού

Η επιθυμία για μειωμένη χρήση κλιματισμού θέτει τις βάσεις για την αναθεώρηση του τρόπου σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας των κτιρίων και του περιβάλλοντα χώρου κατά τη θερινή περίοδο. Η χρήση τεχνικών φυσικού δροσισμού συνεπάγεται την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτήρια το καλοκαίρι, αφού η εντατικοποίηση της εγκατάστασης και χρήσης κλιματιστικών συσκευών επιφέρει σημαντικά ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα, καθώς καταναλώνουν πολύ μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας.

Βασικές βιοκλιματικές τεχνικές και συστήματα φυσικού (ή υβριδικού) δροσισμού είναι η ηλιοπροστασία του κτιρίου και ο κατάλληλος φυσικός (ή υβριδικός, με χρήση ανεμιστήρα) αερισμός.

▪ Φυσικός αερισμός

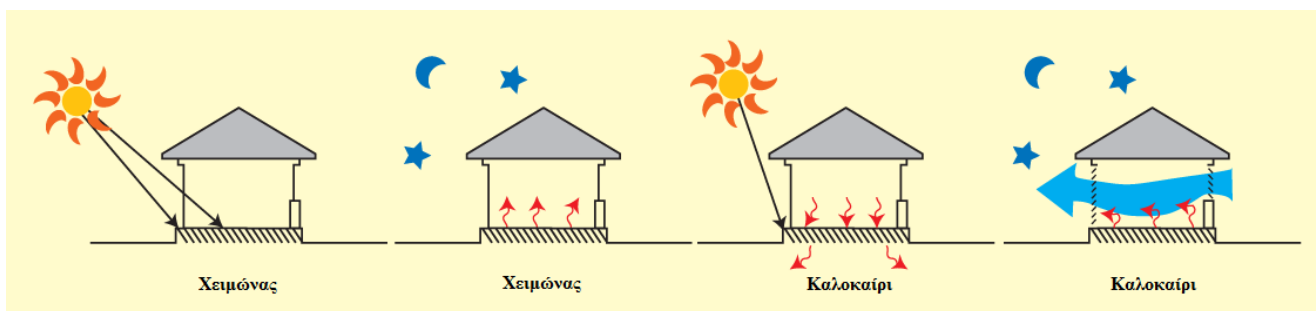
Ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη βασικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από το κτίριο τους θερμούς μήνες. Πιο συγκεκριμένα, απομακρύνεται η θερμότητα από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον, η αποθηκευμένη θερμότητα από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου καθώς επίσης και η θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα, με αποτέλεσμα την αύξηση του επιπέδου θερμικής άνεσης ενός χώρου, ακόμα και σε σχετικά ψηλές θερμοκρασίες. Τρόπους επίτευξης φυσικού αερισμού αποτελούν ο διαμπερής αερισμός, διαμέσου παραθύρων και άλλων ανοιγμάτων, ο κατακόρυφος (φαινόμενο φυσικού ελκυσμού, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων, καμινάδων ή πύργων αερισμού) και ο κατακόρυφος ενισχυμένος από ηλιακή καμινάδα.

· Διαμπερής φυσικός αερισμός (ημερήσιος ή νυκτερινός)

Διαμπερής αερισμός επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Μέσω θυρίδων στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων επιτρέπεται την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και η απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας. Ο διαμπερής αερισμός επηρεάζεται από την εξωτερική και εσωτερική διαρρύθμιση του κτιρίου σε σχέση με τους επικρατούντες ανέμους, καθώς η είσοδος του αέρα μέσα στο κτίριο διευκολύνεται ή ενισχύεται ανάλογα με τη θέση του σε σχέση με τον πολεοδομικό ιστό και εν γένει εξωτερικά εμπόδια· ενώ συνάμα πλευρικοί τοίχοι προσαρτημένοι στα ανοίγματα (ανεμοπερύγια) μπορούν να εκτρέψουν τον άνεμο εσωτερικά στο κτίριο.

Ο νυχτερινός διαμετρής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Επιτυγχάνεται αφενός με τη μεταφορά των χαμηλών νυχτερινών θερμοκρασιών του περιβάλλοντος μέσα στο κτίριο και αφετέρου με τη διατήρησή τους κατά τη διάρκεια της επόμενης μέρας. Η δροσιά του νυχτερινού αέρα ψύχει τη θερμική μάζα των εσωτερικών χώρων ενώ τα ψυχρά εσωτερικά δομικά στοιχεία είναι αυτά, που διατηρούν χαμηλή την εσωτερική θερμοκρασία την επόμενη ημέρα. Αντιθέτως, ο ημερήσιος αερισμός λειτουργεί επιβαρυντικά για τον εσωτερικό χώρο διότι οι θερινοί άνεμοι και αύρες είναι θερμότεροι από τα εσωτερικά δομικά στοιχεία που έχουν ψυχθεί στη διάρκεια της προηγούμενης νύχτας. Έτσι, αντί να ψύξουν το κτήριο το θερμαίνουν.

Στην Εικόνα 3.4, φαίνεται η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής νυχτερινού διαμετρής δροσισμού κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.



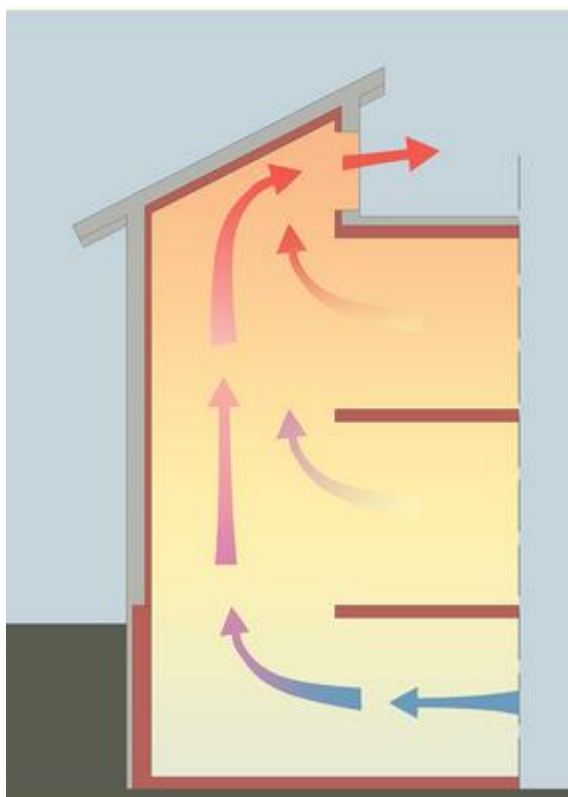
Εικόνα 3.5: Νυχτερινός διαμετρής αερισμός [12]

· Καμινάδα ή πύργος αερισμού (φυσικός ελκυσμός)

Η καμινάδα αερισμού, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.5, λειτουργεί αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού σε συνδυασμό με κατάλληλα ανοίγματα του κτιρίου. Σύμφωνα με το φαινόμενο αυτό, ο θερμός αέρας (μικρότερης πυκνότητα από τον ψυχρό) κινείται προς τα επάνω και έτσι δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας τη θερμότητα εκτός του κτιρίου. Όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από το κτίριο, το σύστημα μπορεί να λειτουργεί με ανεμιστήρα (υβριδικός αερισμός), ο οποίος ενσωματώνεται στο υψηλότερο τμήμα της καμινάδας, εξασφαλίζοντας συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα. Ως καμινάδες αερισμού μπορεί να λειτουργούν κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια, φωταγωγοί των κτιρίων καθώς και εσωτερικά αίθρια.

Ακόμη, σε περιοχές με έντονο άνεμο υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής πύργων αερισμού, οι οποίοι προεξέχουν σημαντικά από την οροφή του κτιρίου, φέρουν άνοιγμα προς την σημαντικότερη

κατεύθυνση του ανέμου και έχουν τη δυνατότητα να κατευθύνουν τα ψυχρά ρεύματα αέρα μέσα στο χώρο, υποβοηθούμενοι, σε ορισμένες περιπτώσεις, από ανεμιστήρα.



Εικόνα 3.6: Καμινάδα αερισμού (φαινόμενο φυσικού ελκυσμού) [13]

- Ηλιακή καμινάδα

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.6, η λειτουργία της εν λόγω καμινάδας, η οποία φέρει στη νότια η νοτιοδυτική επιφάνειά της υαλοπίνακα αντί τοιχοποιίας και περσίδες στο άνω τμήμα αυτής της πλευράς, βασίζεται στο φαινόμενο Venturi. Μέσω της υψηλής θερμοκρασίας του αέρα που προκύπτει μέσα στην καμινάδα, ενισχύεται σημαντικά το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού και συνεπώς της ανανέωσης του αέρα μέσα στους χώρους συμβάλλοντας αποτελεσματικά στον αερισμό και στην απομάκρυνση της υγρασίας από τους εσωτερικούς χώρους.



Εικόνα 1.7: Ηλιακή καμινάδα (φαινόμενο Venturi) [14]

▪ Υβριδικός αερισμός

Το φαινόμενο του φυσικού αερισμού ενισχύεται με τη χρήση ανεμιστήρων, ιδιαίτερα ανεμιστήρων οροφής, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η κίνηση του αέρα που δημιουργείται από τη θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα συνεισφέροντας έτσι στην επίτευξη θερμικής άνεσης ενώ παράλληλα μειώνεται η αναγκαιότητα χρήσης κλιματιστικών συστημάτων.

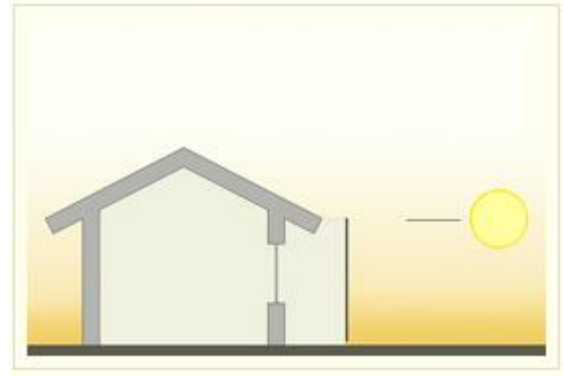
▪ Ηλιοπροστασία

Η ηλιακή ακτινοβολία, η οποία εισέρχεται μέσα από τα ανοίγματα, αποτελεί τη μεγαλύτερη πηγή θερμότητας ενός κτιρίου. Για το λόγο αυτό η ηλιοπροστασία ή αλλιώς σκίαση των ανοιγμάτων είναι η βασικότερη τεχνική για τη μείωση των θερμικών φορτίων τη θερινή περίοδο ενώ μπορεί να επιτευχθεί από το ίδιο το σχήμα του κτιρίου, με ειδικά διαμορφωμένες προεξοχές, διατάξεις, κατασκευές και στοιχεία σκιασμού (σκίαστρα), γύρω από το κτίριο, που εμποδίζουν τη θερινή ηλιακή ακτινοβολία να φτάσει στο κέλυφος του. Επισημαίνεται επίσης ότι η αποτελεσματική ηλιοπροστασία είναι βασική προϋπόθεση για την αποδοτική εφαρμογή κάθε άλλης τεχνικής για το δροσισμό ενός κτιρίου, είτε αυτός γίνεται με φυσικό είτε με τεχνητό τρόπο.

Η συνιστώμενη σκίαση των ανοιγμάτων εξαρτάται από τον προσανατολισμό τους. Σε νότια ανοίγματα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.7, ένα οριζόντιο σκίαστρο (σταθερό ή κινητό) εμποδίζει τις ηλιακές ακτίνες, οι οποίες έρχονται από ψηλότερο σημείο του ορίζοντα απ' ό,τι το χειμώνα, ενώ αντίθετα σε βορινά ανοίγματα δεν απαιτείται σύστημα σκιασμού. Για τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα, όπου οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν από χαμηλά, απαιτείται σκίαση κατακόρυφου τύπου, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.8.



Εικόνα 3.8: Νότια ηλιοπροστασία [15]



Εικόνα 3.9: Ανατολική – Δυτική ηλιοπροστασία [15]

2.2.3 Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια και στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, 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. Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού προς όφελος του κτιρίου με στόχο την επίτευξη οπτικής άνεσης θα πρέπει, μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, να εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο «θάμβωσης». Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα/υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα/ανακλαστικότητα).

Τα συστήματα φυσικού φωτισμού διακρίνονται στις εξής τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία, ανοίγματα οροφής, αίθρια και φωταγωγούς. Αντίστοιχα, οι διάφορες τεχνικές εφαρμοζόμενες στο σύστημα ή και στον εσωτερικό χώρο αυξάνουν την απόδοση του συστήματος και βελτιώνουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης. Οι βασικότερες τεχνικές φυσικού φωτισμού είναι τα κατακόρυφα ανοίγματα (παράθυρα, φεγγίτες) κατάλληλων γεωμετρικών διαστάσεων, οι ειδικοί υαλοπίνακες, τα πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά, τα διαφανή μονωτικά υλικά, τα ράφια φωτισμού - ανακλαστήρες, οι περσίδες και τα σκίαστρα.

2.3 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα βιοκλιματικού σχεδιασμού

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι μηχανολογικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και τη μετατροπή της σε θερμότητα καθώς επίσης και την αποθήκευση και μεταφορά της χρησιμοποιώντας είτε κάποιο υγρό, είτε αέρα ως ρευστό μεταφοράς της θερμότητας. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών.

Η βασική αρχή λειτουργίας των ενεργητικών ηλιακών θερμικών συστημάτων στηρίζεται στη χρήση ενός συλλέκτη. Καθώς η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου διαπερνά το συλλέκτη, παγιδεύεται στο εσωτερικό του και απορροφάται από την επιφάνεια που βρίσκεται μέσα στον συλλέκτη, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της. Ένα ηλιακό θερμικό σύστημα αποτελείται από τον ηλιακό συλλέκτη, ένα σύστημα κυκλοφορίας και το σύστημα ελέγχου.

Τα ενεργητικά ηλιακά θερμικά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση νερού χρήσης, θέρμανση και ψύξη χώρων στον οικιακό τομέα, για βιομηχανικές διεργασίες (παραγωγή ατμού, ηλιακή ψύξη), για τηλεθέρμανση, για θέρμανση του νερού σε πισίνες, για αφαλάτωση καθώς και για διάφορες αγροτικές εφαρμογές. Παρακάτω αναλύονται εφαρμογές των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων για θέρμανση νερού χρήσης και για θέρμανση/ψύξη χώρων.

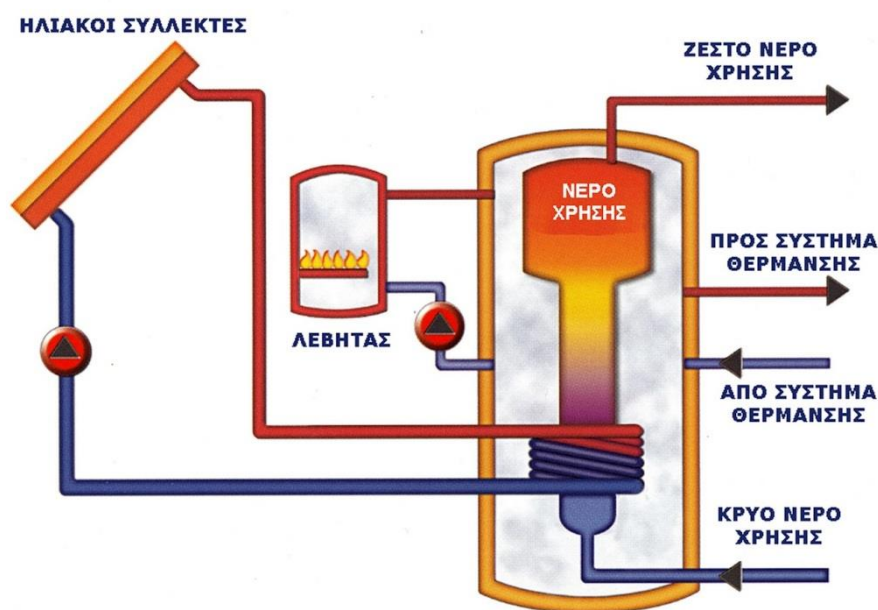
2.3.1 Θέρμανση ζεστού νερού χρήσης

Ένα σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, ο γνωστός ηλιακός θερμοσίφωνας, αποτελείται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες που τοποθετούνται συνήθως στην οροφή του κτιρίου, μια δεξαμενή αποθήκευσης για το ζεστό νερό, τις απαραίτητες σωληνώσεις και το σύστημα ελέγχου. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες διακρίνονται σε ανοικτού κυκλώματος, με απευθείας θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό που θα χρησιμοποιηθεί) και κλειστού κυκλώματος με έμμεση θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο κυκλοφορεί σε ιδιαίτερο κύκλωμα το οποίο θερμαίνει το νερό χρήσης χωρίς να γίνεται ανάμιξή τους, μέσω εναλλάκτη θερμότητας). Οι θερμοσίφωνες ανοικτού κυκλώματος είναι απλούστεροι και φθηνότεροι, όμως οι θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος αντέχουν περισσότερο στις χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα καθώς λειτουργούν με αντιψυκτικό το οποίο προστατεύει το συλλέκτη. Για τη θέρμανση ζεστού νερού χρήσης μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σύστημα θέρμανσης νερού βεβιασμένης κυκλοφορίας, το

οποίο διαθέτει ηλεκτρικές αντλίες, βαλβίδες, διαφορικούς θερμοστάτες και συστήματα ελέγχου για να κυκλοφορήσει το ρευστό μεταφοράς θερμότητας μέσα στους συλλέκτες.

2.3.2 Θέρμανση χώρου και ζεστού νερού χρήσης

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για το συνδυασμό παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης χώρων γίνεται με την χρήση των συστημάτων solar combi, τα οποία φαίνονται στην Εικόνα 3.9. Το νερό θέρμανσης χώρων (ρευστό που ρέει στα σώματα κεντρικής θέρμανσης ή σε υποδαπέδια θέρμανση), το οποίο προορίζεται για τη θέρμανση χώρων, θερμαίνεται από τους ηλιακούς συλλέκτες και αποθηκεύεται σε ένα δοχείο θερμού νερού. Το ζεστό νερό χρήσης αποθηκεύεται σε ένα δεύτερο δοχείο θερμού νερού μικρότερου όγκου. Επειδή όμως η ηλιακή ακτινοβολία δεν είναι διαθέσιμη καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας και του έτους, απαιτείται η εγκατάσταση εφεδρικής μονάδας κεντρικής θέρμανσης (συμβατικός λέβητας πετρελαίου ή υγραερίου, λέβητας βιομάζας ή ηλεκτρισμός) για να θερμαίνει το νερό όταν δεν επαρκεί η ηλιακή ενέργεια.



Εικόνα 3.10: Λειτουργία συστήματος solar combi [16]

2.3.3 Ηλιακή ψύξη χώρου

Ένα τυπικό σύστημα ηλιακής ψύξης χώρου ή ηλιακού κλιματισμού αποτελείται από τους ηλιακούς συλλέκτες, τη δεξαμενή αποθήκευσης, τη μονάδα ελέγχου, σωληνώσεις, αντλίες και ένα

θερμοοδηγούμενο ψύκτη. Οι ψύκτες αποτελούν τον πυρήνα των εγκαταστάσεων ηλιακού κλιματισμού. Αν και οι ηλιακοί συλλέκτες είναι αυτοί που παρέχουν την αναγκαία ενέργεια σε μια εγκατάσταση, οι ψύκτες αποτελούν το μηχανισμό που παράγει ψυκτικά φορτία χρησιμοποιώντας το θερμό νερό που έρχεται από τους ηλιακούς συλλέκτες ως κύρια πηγή ενέργειας. Το παραγόμενο ψυχρό νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κλιματισμό του αέρα (αφύγρανση, ρύθμιση θερμοκρασίας) ή για ψύξη/δροσισμό χώρων (fan coil, chilled ceilings κα.). Τα συστήματα ηλιακού κλιματισμού διακρίνονται σε κλειστά συστήματα για ψύξη νερού και σε ανοιχτά συστήματα για κλιματισμό αέρα.

2.4 Εκμετάλλευση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Η ηλεκτρική κατανάλωση των κτιρίων αποτελεί μεγάλο μέρος της συνολικής κατανάλωσης μίας χώρας, ενώ προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά, από τις συμβατικές πηγές ενέργειας, δηλαδή το πετρέλαιο, τη βενζίνη και τον άνθρακα. Οι πηγές αυτές, παρόλη τη σπουδαία συνεισφορά τους στο σύγχρονο πολιτισμό, ρυπαίνουν ανεπανόρθωτα το περιβάλλον και εξαντλούνται με γοργούς ρυθμούς.

Αντιθέτως, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) αναπληρώνονται μέσω των φυσικών κύκλων και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, η γεωθερμία, 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. Εξάλλου, η αξιοποίησή τους για την παραγωγή ενέργειας δεν επιβαρύνει το περιβάλλον. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την έξαρση των εφαρμογών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας των τελευταίων χρόνων έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για την ενσωμάτωση τους σε κτίρια.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται, με συντομία, εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) στον κτιριακό τομέα, με βάση την δυνατότητα εφαρμογής στο δομημένο περιβάλλον. Οι τεχνολογίες αυτές είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα με έμφαση στην ενσωμάτωσή τους στα κτίρια, η ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας (τηλεθέρμανση) και η γεωθερμία.

2.4.1 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Με τη φωτοβολταϊκή τεχνολογία γίνεται εκμετάλλευση της ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας. Η ισχύς της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μία επιφάνεια ενός τετραγ. μέτρου μία ηλιόλουστη

μέρα μπορεί να φτάσει το 1 kW ενώ η ενέργεια η οποία προσπίπτει συνολικά σε ένα έτος σε μία επιφάνεια εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση και τον προσανατολισμό της επιφάνειας.

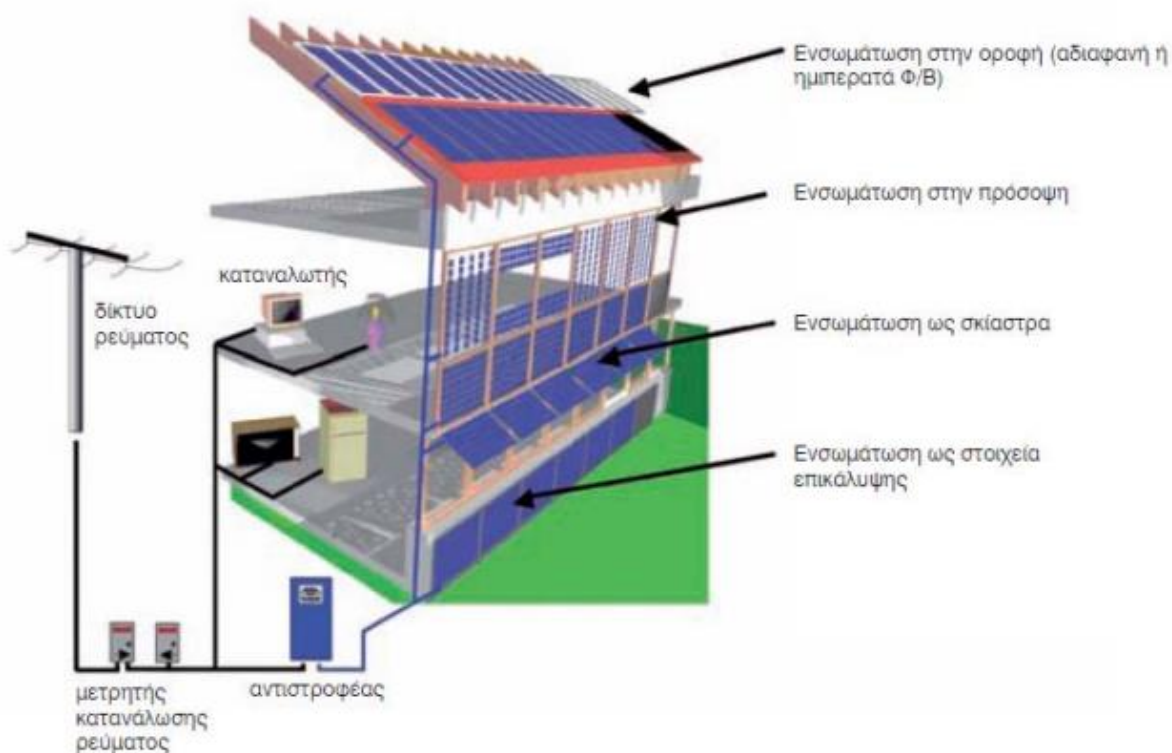
Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ (πλαίσια) φωτοβολταϊκών στοιχείων (ή κυψελών), μαζί με τις απαραίτητες συσκευές για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή. Το φωτοβολταϊκό στοιχείο έχει συνήθως τετράγωνο με πλευρά 120 – 160 χιλιοστά. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό. Οι δύο αυτοί τύποι 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. Επίσης, εκτός από το πυρίτιο χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως το Κάδμιο - Τελλούριο (CdTe) και ο ινδοδισεληνιούχος χαλκός. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ είναι πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και εγκιβωτισμένα σε γυαλί με πλαίσιο από αλουμίνιο. Η ονομαστική τους ισχύς κυμαίνεται ανάλογα με την τεχνολογία και τον αριθμό των φωτοβολταϊκών κυψελών που τα αποτελούν και μπορεί να έχει τιμές μέχρι και 200 W (Watt) ή και παραπάνω. 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 Φ/Β 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) - που σκοπό έχουν να μετατρέψουν την έξοδο συνεχούς τάσης της Φ/Β συστοιχίας σε εναλλασσόμενη τάση. Με τον τρόπο αυτό, το Φ/Β 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 μονοκρυσταλλικά στοιχεία έχουν τη μεγαλύτερη απόδοση (μετατρέπουν έως και το 17%-18% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό) ενώ τα πολυκρυσταλλικά στοιχεία έχουν ελαφρώς χαμηλότερη απόδοση (14%-15%), η οποία όμως συγκρινόμενη με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κλπ.), παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλή. Αυτό σημαίνει ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια προκειμένου

να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ. Ωστόσο, η απόδοση ενός δεδομένου συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών σε ηλιοστάτη.

Τα τελευταία χρόνια έχει εκδηλωθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον για εφαρμογές Φ/Β συστημάτων ενσωματωμένων σε κτίρια καθώς η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β είναι η μόνη τεχνολογία που μπορεί να εφαρμοστεί σε αστικό περιβάλλον με μηδενική ρύπανση. Οι κυριότερες εφαρμογές είναι: η κάλυψη ολόκληρης ή μέρους της οροφής του κτιρίου, η χρήση τους σε γυάλινες προσόψεις του κτιρίου και σε επιφάνειες προστασίας από καιρικές συνθήκες όπως στέγαστρα και σκίαστρα, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.10. Για την εγκατάσταση Φ/Β πλαισίων σε υπάρχουσες κατασκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα κοινά πλαίσια με το πλαίσιο αλουμινίου που διαθέτουν, όπου σε αυτήν την περίπτωση απαιτείται μία πρόσθετη ενδιάμεση κατασκευή πάνω στην οποία θα τοποθετηθούν τα πλαίσια. Αντίθετα, για εφαρμογές σε νέα κτίρια είναι προτιμότερα τα πλαίσια χωρίς το πλαίσιο αλουμινίου, τα οποία επιτρέπουν την ενσωμάτωσή τους σαν δομικές επιφάνειες.



Εικόνα 3.11: Εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων στα κτίρια [17]

Στα Φ/Β συστήματα που εγκαθίστανται στο έδαφος πάντοτε δίνεται ο προσανατολισμός και η κλίση που θα επιτρέψει τη βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτό είναι επιθυμητό και στις εφαρμογές σε κτίρια, ωστόσο δεν είναι συνήθως δυνατό καθώς υπάρχουν

περιορισμοί από τις δεδομένες επιφάνειες του κτιρίου. Οι απώλειες όμως από το μη σωστό προσανατολισμό δεν είναι τόσο σημαντικές σε σχέση με τα οφέλη που προκύπτουν. Ωστόσο, είναι σημαντικό να μη δημιουργούνται σκιασμοί των Φ/Β πλαισίων, ιδιαίτερα τις ώρες υψηλής ακτινοβολίας, διότι προκαλείται σημαντική μείωση της παραγόμενης ισχύος.

Τα Φ/Β συστήματα διακρίνονται σε διασυνδεδεμένα (on-grid) και μη διασυνδεδεμένα (off-grid). Στα πρώτα υπάρχει διασύνδεση με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. ενώ στα δεύτερα όχι. Τα μη διασυνδεδεμένα Φ/Β συστήματα ονομάζονται και αυτόνομα συστήματα και διακρίνονται σε αυτόνομα συστήματα με αποθήκευση (για χρήση σε νυχτερινές ώρες ή συννεφιά) ή χωρίς αποθήκευση (απευθείας χρήση από τον ήλιο μόνος τις ώρες ηλιοφάνειας πχ σε αντλιοστάσιο). Τα αυτόνομα συστήματα με αποθήκευση όσο υπάρχει ηλιοφάνεια φορτίζουν τις μπαταρίες-συσσωρευτές (ή αν υπάρχει ζήτηση, στέλνουν την ενέργεια απευθείας στην κατανάλωση - AC coupling) ενώ όταν δεν υπάρχει ήλιος η ενέργεια αποδίδεται από τις μπαταρίες. Υπάρχει δυνατότητα συνδυασμού επίσης με ανεμογεννήτριες και συνιστούν υβριδικά συστήματα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Για λόγους κυρίως κόστους, συνήθως χρησιμοποιούνται σε εξοχικά σπίτια και εν γένει σε κτίρια τα οποία δεν υπάρχει διασύνδεση με τη Δ.Ε.Η. ή υπάρχουν συχνές διακοπές ρεύματος και απαιτείται αδιάλειπτη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα διασυνδεδεμένα Φ/Β συστήματα με τη σειρά τους διακρίνονται σε λογιστικού συμψηφισμού (feed-in tariff) και ενεργειακού συμψηφισμού - αυτοπαραγωγής (net metering). Στα πρώτα ο πάροχος ηλεκτρικής ενέργειας πληρώνει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια βάσει συμφωνημένης «ταρίφας». Στα δεύτερα συμψηφίζεται η παραγόμενη με την καταναλισκόμενη ενέργεια, συνήθως όμως χωρίς αποζημίωση της περίσσειας και πιο συγκεκριμένα, ο αυτοπαραγωγός παράγει την ενέργεια που χρειάζεται με τη βοήθεια Φ/Β και την καταναλώνει απευθείας στο κτίριο του την ίδια στιγμή. Το κτίριο παραμένει διασυνδεδεμένο με το δίκτυο δημόσιου ηλεκτρισμού. Όταν δεν του αρκεί η ενέργεια αντί να έχει συσσωρευτές, όπως με ένα αυτόνομο Φ/Β, παίρνει από το δίκτυο. Συνήθως, τοποθετούνται σε μόνιμες κατοικίες ή επιχειρήσεις όπου υπάρχει μεγάλη κατανάλωση ενέργειας καθημερινά με σκοπό την μείωση του ενεργειακού κόστους χρήσης του κτιρίου.

2.4.2 Τηλεθέρμανση με Βιομάζα

Η βιομάζα με την ευρύτερη έννοια του όρου περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς. Ειδικότερα, η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς, περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών και/ ή αέριων καυσίμων.

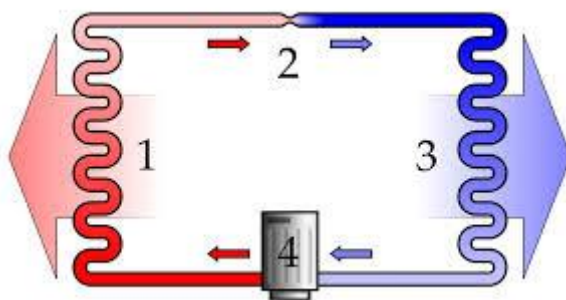
Τηλεθέρμανση είναι η παροχή θέρμανσης χώρων καθώς και θερμού νερού χρήσης σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η θερμότητα μεταφέρεται με δίκτυο μονωμένων αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια. Ένα σύστημα τηλεθέρμανσης αποτελείται από: το σταθμό παραγωγής θερμότητας όπου είναι εγκατεστημένος ο κεντρικός εξοπλισμός (λέβητες, σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, καπνοδόχος, αντλίες κλπ), το δίκτυο διανομής του θερμαινόμενου μέσου, το οποίο είναι θερμό ή υπέρθερμο νερό, από το σταθμό παραγωγής θερμότητας προς τα θερμαινόμενα κτίρια, τους υποσταθμούς σύνδεσης, μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η σύνδεση των εσωτερικών εγκαταστάσεων θέρμανσης των κτιρίων με το δίκτυο διανομής τηλεθέρμανσης, και τις εσωτερικές εγκαταστάσεις θέρμανσης των κτιρίων (δίκτυα σωληνώσεων, θερμαντικά σώματα κλπ).

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου τηλεθέρμανσης είναι πολλά. Αρχικά γίνεται εξοικονόμηση ενέργειας με την αξιοποίηση ενός εγχώριου ενεργειακού πόρου. Βελτιώνεται το βιοτικό επίπεδο, καθώς επιτυγχάνεται καλύτερη ποιότητα θέρμανσης, ειδικά σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν τοπικές θερμάνσεις (τζάκια, ξυλόσομπες κλπ.), ενώ ο καταναλωτής εξασφαλίζει τη θέρμανσή του χωρίς πρόσθετες δικές του φροντίδες (προμήθεια πετρελαίου ή καυσόξυλων, συντήρηση καυστήρα κλπ). Επίσης, γίνεται ελαχιστοποίηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, αφενός εξαιτίας της χρησιμοποίησης ενός κεντρικού σταθμού παραγωγής θερμότητας σωστά συντηρούμενου, αντί πολλών λεβήτων διασκορπισμένων στα κτίρια, και αφετέρου εξαιτίας της χρήσης βιομάζας σαν καύσιμο, αντί του πετρελαίου.

2.4.3 Γεωθερμία

Με τον όρο γεωθερμία ορίζεται η εκμετάλλευση της ενέργειας από το εσωτερικό της γης απ' όπου με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας επιτρέπεται η μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος για παραγωγή ψύξης, θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης για οικιακές αλλά και ευρύτερης κλίμακας εφαρμογές. Με τον τρόπο αυτό εκμεταλλευόμαστε το γεγονός ότι η γη διατηρεί σε σχετικά μικρό βάθος καθ' όλη τη διάρκεια του έτους σταθερή θερμοκρασία (συγκεκριμένα στην Ελλάδα 14-20°C). Η γεωθερμική ενέργεια ανήκει στην κατηγορία των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας και η αξιοποίησή της εξοικονομεί το 50-70% της ενέργειας σε σχέση με τα συμβατικά μέσα (πετρέλαιο ή ηλεκτρισμό).

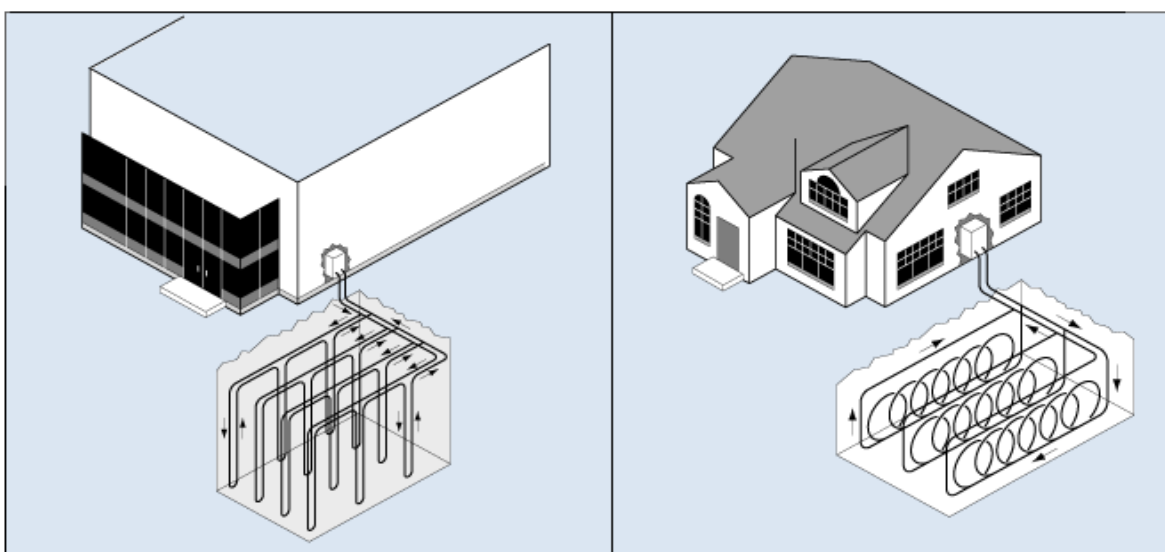
Ένα γεωθερμικό σύστημα αποτελείται από τα εξής τρία κύρια μέλη: έναν γεωθερμικό εναλλακτή θερμότητας νερού, μία γεωθερμική αντλία θερμότητας (ΓΑΘ) και ένα εσωτερικό σύστημα διανομής στο κτίριο. Με τον όρο γεωθερμική αντλία θερμότητας ονομάζουμε τη μηχανολογική διάταξη που επιτρέπει τη μεταφορά ενέργειας από ένα χώρο χαμηλής θερμοκρασίας σε ένα χώρο υψηλότερης θερμοκρασίας (δηλαδή αντίθετη ροή της θερμότητας). Ο τρόπος λειτουργίας της βασίζεται στον κύκλο ψύξης. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα το υγρό που κυκλοφορεί στο σύστημα του γεωεναλλάκτη απορροφά ενέργεια από το έδαφος και οδηγείται στον εξατμιστή της ΓΑΘ (θέση 3), ο οποίος τη δεσμεύει. Μέσω του εξατμιστή μεταδίδεται θερμότητα στο ψυκτικό μέσο της αντλίας το οποίο μετατρέπεται από υγρό σε αέριο. Το ψυκτικό μέσο το οποίο κινείται σε ένα κλειστό κύκλωμα περνάει απ' το συμπιεστή όπου συμπιέζεται (μεγάλη πίεση, μεγάλη θερμοκρασία) και υγροποιείται (θέση 4). Έπειτα οδηγείται στο συμπυκνωτή (στη θέση 1) όπου αποβάλλει τη θερμότητα, που έχει αποθηκεύσει το νερό του κυκλώματος από τον συμπιεστή, στο κτίριο. Το υγρό μεταφέρεται στη συνέχεια στη βαλβίδα εκτόνωσης (θέση 2), εκεί εκτονώνεται (μειώνεται η πίεση του και η θερμοκρασία του) και εν τέλει εξατμίζεται λόγω της μείωσης της πίεσης του ώστε να επιστρέψει στον εξατμιστή (θέση 3) και να επαναλάβει την ίδια διαδικασία. Το καλοκαίρι η διαδικασία αυτή μπορεί να αντιστραφεί, οπότε οι ΓΑΘ απάγουν θερμότητα από το κτίριο ή αλλιώς παρέχουν ψύξη/δροσισμό σε αυτό και τη διοχετεύουν στο υπέδαφος μέσω του γεωεναλλάκτη. Η παραπάνω διαδικασία του κύκλου ψύξης περιγράφεται στην Εικόνα 2.1. Το εσωτερικό δίκτυο διανομής μπορεί να καταλήγει σε ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης, σε fans coils, σε αεραγωγούς αλλά και σε συμβατικά σώματα.



Εικόνα 3.12: Ψυκτικός κύκλος γεωθερμικής αντλίας [18]

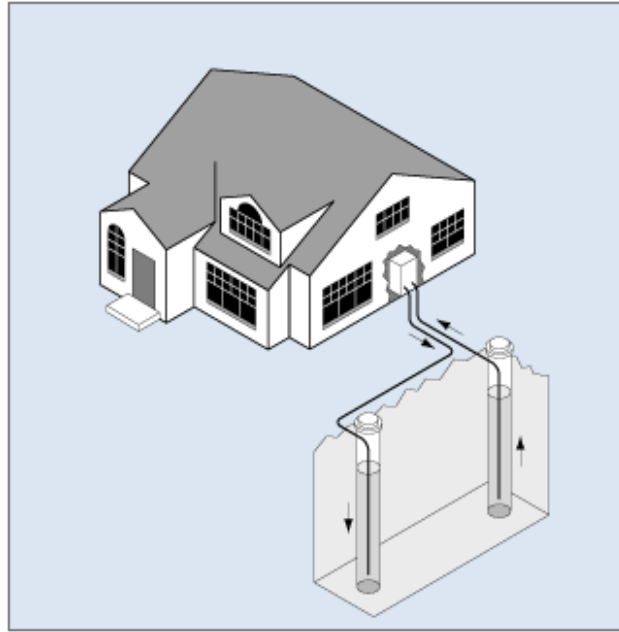
Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες εγκατάστασης γεωθερμικών συστημάτων, τα συστήματα κλειστού βρόχου (closed loop) και τα συστήματα ανοιχτού βρόχου (open loop systems). Στα συστήματα κλειστού βρόχου τοποθετούνται συστήματα σωληνώσεων πολυαιθυλενίου στο έδαφος, ειδικού τύπου για γεωθερμικές εφαρμογές, δημιουργώντας ένα κλειστό κύκλωμα μέσα από το οποίο διέρχεται μίγμα νερού και γλυκόλης και στο οποίο γίνεται η μεταφορά θερμότητας από το έδαφος. Υπάρχουν δύο

τρόποι γεωθερμίας σ' αυτή την κατηγορία: η οριζόντια και η κατακόρυφη γεωθερμία. Στην οριζόντια γεωθερμία εγκαθίσταται στο εξωτερικό του κτιρίου ο γεωθερμικός εναλλάκτης οριζόντια, σε βάθος 1.5 έως 2 μέτρα, σε μία ή περισσότερες στρώσεις σωληνώσεων. Συνήθως το σύστημα σωληνώσεων καλύπτει επιφάνεια διπλάσια απ' αυτήν που επιθυμεί ο χρήστης να θερμάνει. Ο δεύτερος τρόπος γεωθερμίας με κατακόρυφο σύστημα κλειστού βρόχου πραγματοποιείται με γεωτρήση (σε μικρά σχετικά βάθη περίπου των 150 μέτρων) μέσα στην οποία εισάγεται το σύστημα σωληνώσεων. Εν συνεχεία οι γεωτρήσεις πληρούνται με ειδικό θερμοαγώγιμο υλικό με σκοπό τη μέγιστη μετάδοση ενέργειας από τα πετρώματα στο σύστημα και αντίστροφα. Οι παραπάνω τρόποι φαίνονται στην Εικόνα 2.2.



Εικόνα 3.13: Γεωθερμικά συστήματα κλειστού βρόχου (αριστερά: κατακόρυφο σύστημα, δεξιά: οριζόντιο σύστημα) [19]

Στη δεύτερη κατηγορία γεωθερμίας με ανοιχτά συστήματα το νερό αντλείται είτε από επιφανειακή πηγή (θάλασσα, λίμνη, ποτάμι) είτε από υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα (μέσω γεώτρησης ή πηγαδιού) το οποίο διέρχεται από την αντλία θερμότητας όπου απορροφά ή αποδίδει θερμότητα και κατόπιν επανεισάγεται στην πηγή απ' όπου αντλήθηκε. Η διάταξη τους παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.3.



Εικόνα 3.14: Γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού βρόχου μέσω γεώτρησης [19]

Τα πλεονεκτήματα των γεωθερμικών συστημάτων είναι ποικίλα. Αρχικά η γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη όλο το εικοσιτετράωρο, καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου και υπό οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες (δεν εξαρτάται π.χ. από ηλιοφάνεια). Είναι διαρκώς ανανεώσιμη, καθώς προέρχεται από το εσωτερικό της γης και την ακτινοβολία του ήλιου και η εκμετάλλευσή της είναι φιλική προς το περιβάλλον εφόσον δεν εξαντλεί πόρους και δεν παράγει ρύπους (σχεδόν μηδενικές εκπομπές του CO₂). Μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με δοκιμασμένες υψηλές τεχνολογίες ψύξης-θέρμανσης οι οποίες είναι αισθητικά αναβαθμισμένες (απουσία αντιαισθητικών εγκαταστάσεων όπως ψύκτες, συστήματα air conditioning κ.ο.κ.), ενώ με την ίδια εγκατάσταση εκτός από ψύξη-θέρμανση μπορεί να εξασφαλίσει την παραγωγή ζεστού νερού χωρίς επιπλέον κόστος. Σημαντικό πλεονέκτημα αποτελεί ακόμη το γεγονός ότι η λειτουργία ενός γεωθερμικού μηχανισμού αποδεσμεύεται πλήρως από το πετρέλαιο και οποιεσδήποτε κοστολογικές διακυμάνσεις του. Παράλληλα ένα τέτοιο σύστημα εξοικονομεί χώρους, αφού δεν υπάρχει ανάγκη για δεξαμενή πετρελαίου ή καμινάδας, είναι φιλικό προς το περιβάλλον και προσφέρει αθόρυβη λειτουργία. Τέλος έχει μηδενική συντήρηση του γεωεναλλάκτη και η αντλία γεωθερμίας απαιτεί απλώς έναν περιοδικό έλεγχο.

2.5 Συστήματα θερμικής προστασίας κτιριακού κελύφους

Η θερμική προστασία του κτιριακού κελύφους είναι βασική προϋπόθεση για τη σωστή θερμική συμπεριφορά οποιουδήποτε κτιρίου. Οι θερμικές απώλειες προκαλούνται σε ένα κτίριο από τη μετάδοση της θερμότητας του αέρα ενός εσωτερικού χώρου προς την ατμόσφαιρα ή προς ψυχρότερους γειτονικούς χώρους ή/και αντίστροφα. Είναι γνωστό ότι, ανάμεσα σε δύο σώματα με διαφορετικές θερμοκρασίες, προκαλείται μία συνεχής ροή θερμότητας από το θερμότερο προς το ψυχρότερο, κάτι που συμβαίνει το χειμώνα από το εσωτερικό του κτιρίου προς τον εξωτερικό κρύο αέρα, αλλά και το καλοκαίρι, από τον εξωτερικό θερμό αέρα προς το δροσερό εσωτερικό του κτιρίου. Αυτή η ροή θερμότητας είναι αδύνατο να εμποδιστεί τελείως και μπορεί, μόνο, να περιοριστεί ως προς την ένταση και τη διάρκειά της. Έτσι, για παράδειγμα, σε πιο ψυχρό καιρό οι απώλειες αυτές πρέπει να ελαχιστοποιηθούν ώστε η θερμότητα που προέρχεται από τα ηλιακά κέρδη και το βοηθητικό σύστημα θέρμανσης να διατηρούνται κατά το δυνατόν μέσα στο κτίριο. Αυτό γίνεται κατορθωτό με την θερμομόνωση του κτιρίου η οποία επιβραδύνει την ταχύτητα ανταλλαγής θερμότητας μέσα από τις επιφάνειες (τοίχους, στέγες, πατώματα, κουφώματα) που χωρίζουν περιοχές ή χώρους διαφορετικής θερμοκρασίας. Η θερμομόνωση υλοποιείται με ποικίλους τρόπους, κάποιοι εκ των οποίων είναι: η χρήση συνδυασμού μεθόδων και δομικών υλικών κατασκευής, η εφαρμογή βελτιωμένων υαλοπινάκων στα κουφώματα, καθώς και η κάλυψη εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου με βλάστηση (φυτεμένο δώμα). Παρακάτω αναλύονται κάθε μια απ' τις τεχνικές θερμομόνωσης που αναφέρθηκαν.

2.5.1 Υλικά κατασκευής

Η επιλογή των θερμομονωτικών υλικών θα πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη τις διάφορες καταπονήσεις (μηχανικές, υγροθερμικές και φυσικοχημικές) που υφίστανται τα υλικά στο συγκεκριμένο έργο, δεδομένου ότι οι συγκεκριμένες καταπονήσεις επηρεάζουν άμεσα τη θερμική απόδοσή τους εν τέλει. Κάποια απ' τα υλικά που χρησιμοποιούνται για κτιριακή θερμομόνωση είναι: εξηλασμένη πολυστερίνη, διογκωμένη πολυστερίνη, υαλοβάμβακας, πολυουρεθάνη, αφρώδες γυαλί, περλιτοειδή, πετροβάμβακας, φελλός, PVC, Κυψελωτό σκυρόδεμα, θερμομονωτικά τούβλα, πλάκες περλιτουάλου.

Τα πιο διαδεδομένα υλικά απ' αυτά στις διάφορες αγορές ανά τον κόσμο είναι η εξηλασμένη και διογκωμένη πολυστερίνη καθώς και ο υαλοβάμβακας και πετροβάμβακας.

Η χρήση της διογκωμένης πολυστερίνης εξαιτίας της αυξημένης ελαστικότητας του υλικού της, μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης ρωγμών στα επιχρίσματα εξαιτίας των συστολοδιαστολών των υλικών και των δομικών στοιχείων και των κρουστικών σοκ. Παράλληλα η διογκωμένη πολυστερίνη δεν μεταβάλλει τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας της στο χρόνο, με αποτέλεσμα να παρέχει αξιόπιστη θερμομόνωση για όσα χρόνια λειτουργεί το κτίριο. Επιπλέον έχει μικρότερο συντελεστή αντίστασης στη διάχυση υδρατμών, με αποτέλεσμα να αναπνέει καλύτερα το κτίριο, ενώ ταυτόχρονα πιθανή υγρασία που μπορεί να βρεθεί πίσω από το σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης (είτε κατά την φάση κατασκευής είτε κάποιας αστοχίας σε άλλα δομικά στοιχεία του κτιρίου) μπορεί εξαιτίας της αυξημένης διαπνοής να εξατμιστεί. Η εξηλασμένη πολυστερίνη, από την άλλη πλευρά διαθέτει σχεδόν μηδενική απορροφητικότητα σε υγρασία, έχει πολύ μεγάλη αντοχή σε συμπίεση και ψηλότερο θερμομονωτικό συντελεστή σε σχέση με τη διογκωμένη πολυστερίνη. Τέλος ένα ακόμη πλεονέκτημα της αποτελεί το γεγονός ότι δεν προσβάλλεται από μύκητες και βακτήρια.

Ο υαλοβάμβακας και ο πετροβάμβακας, απ' την άλλη πλευρά, είναι υλικά ινώδους μορφής που αποτελούν μία καλή θερμομονωτική λύση, υπό την προϋπόθεση ότι προστατεύονται απαραίτητως από τη διείσδυση υγρασίας, απ' την οποία και κινδυνεύει να μειωθεί ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας τους. Και τα δύο υλικά διαθέτουν ιδιαίτερα μεγάλη αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες, πυραντοχή και ηχοαπορροφητικότητα. Έναντι της πολυστερίνης ο πετροβάμβακας και ο υαλοβάμβακας έχουν αφενός χαμηλότερο κόστος παραγωγής και αφετέρου πιο οικολογικό χαρακτήρα, καθώς καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια για την παραγωγή τους και απελευθερώνουν μικρότερες ποσότητες CO CO₂ (ενώσεις που συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τέλος το γεγονός ότι έχουν χαμηλότερο κόστος παραγωγή).

Ένα προσεκτικά μονωμένο κτίριο, 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 άμμορρεί να δημιουργήσουν «ευαίσθητα» σημεία στην οικοδομή, ακόμα και συμπύκνωση υδρατμών.

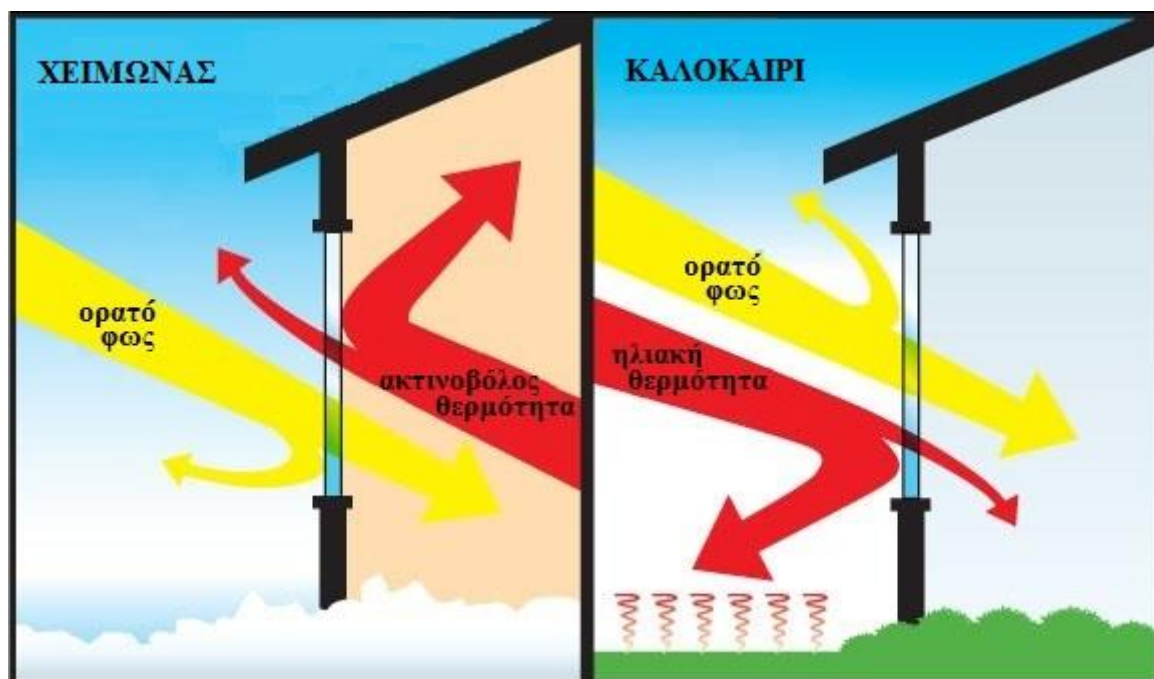
2.5.2 Υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (Low-emissivity)

Όλα τα υλικά απορροφούν, αντανακλούν και εκπέμπουν ενέργεια σε μορφή ακτινοβολίας. Όταν η θερμότητα απορροφάται απ' το γυαλί ένα μέρος διαδίδεται μακριά μέσω του κινούμενου αέρα και το υπόλοιπο επανακτινοβολείται απ' την επιφάνεια του γυαλιού. Η ικανότητα ενός υλικού να εκπέμπει ενέργεια ονομάζεται εκπομπή (emissivity). Όλα τα υλικά συμπεριλαμβανομένου και των παραθύρων εκπέμπουν θερμότητα με τη μορφή μεγάλου μήκους κύματος, υπέρυθρη ενέργεια, εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία τους. Αυτή η εκπομπή ή ακτινοβολία θερμότητας είναι ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά για ένα παράθυρο. Η μείωση της εκπομπής ενός παραθύρου μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τις μονωτικές του ιδιότητες.

Τα παράθυρα χαμηλής εκπομπής γνωστά ως Low emissivity αποτελούνται από επιφάνεια που εκπέμπει χαμηλά επίπεδα ακτινοβολούμενης θερμικής ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται όταν υποστεί το γυαλί ειδική επεξεργασία 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 γυαλίνο παράθυρο μετριέται από το 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 τα παράθυρα από το εσωτερικό του κτιρίου, διατηρώντας το κόστος θέρμανσης χαμηλό.

Παράλληλα με την εφαρμογή των ενεργειακών υαλοπινάκων τοποθετείται ανάμεσα στα διπλά τζάμια φυσικό αέριο, διαφορετικό του αέρα, για να ενισχυθούν μ' αυτόν τον τρόπο ακόμη περισσότερο οι μονωτικές ιδιότητες του υαλοπίνακα, ένα τέτοιο αέριο είναι το Αργό. Το Αργό ανήκει στα βαρέα ευγενή αέρια και θεωρείται ως χημικά αδρανές και ανίκανο να σχηματίσει ενώσεις. Έχει θερμική αγωγιμότητα 67% χαμηλότερη από αυτή του αέρα. Επειδή είναι βαρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα, καταστέλλει την κίνηση του αερίου εσωτερικά του αεροθαλάμου γι αυτό όταν υφίσταται μέσα σε έναν αεροθάλαμο διπλού υαλοπίνακα δεν μεταφέρει τη θερμότητα από τον ένα υαλοπίνακα στον άλλον.

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. Η πορεία της ακτινοβολούμενης θερμικής ενέργειας όταν προσπίπτει σε Low-e παράθυρο περιγράφεται στην Εικόνα 2.1.



Εικόνα 3.15: Λειτουργία διπλών παραθύρων Low-e [20]

2.5.3 Φυτευτά Δώματα

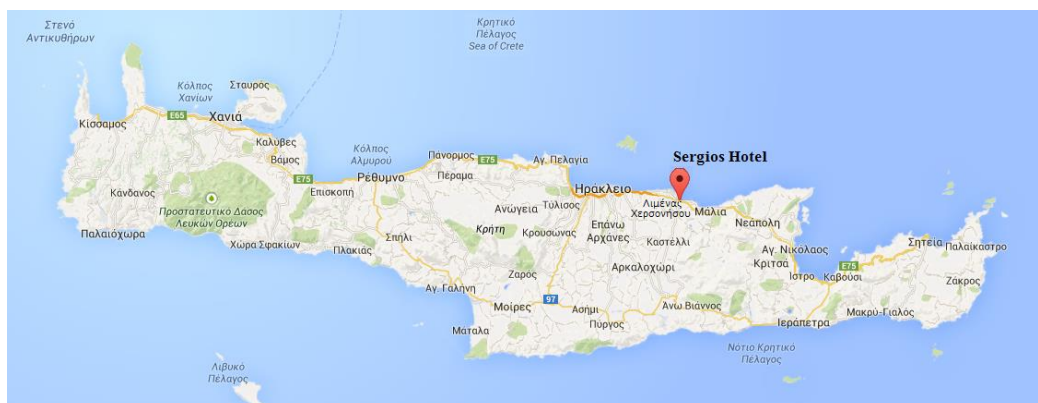
Με τον όρο φυτεμένα δώματα εννοούνται οι φυτεμένες επιφάνειες που αποτελούνται από ένα στρώμα βλάστησης, το οποίο αναπτύσσεται σε ειδικά διαμορφωμένο επίπεδο, συνήθως επάνω σε μια επίπεδη οροφή (δώμα). Μια τέτοια τεχνική προσφέρει πολλά οφέλη στο κτίριο, αρχικά προστατεύει την υφιστάμενη μόνωση του δώματος αφού η κάλυψη της με χόμα την προφυλάσσει από ακραίες θερμοκρασίες, από θερμοκρασιακές διακυμάνσεις και την υπερϊώδη ακτινοβολία, αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής της μόνωσης. Ακόμη λόγω της μικρής θερμοαγωγιμότητας και θερμοχωρητικότητας που έχει το χόματος, αυτή η τεχνική προσφέρει στο κτίριο υψηλή θερμομόνωση, με αποτέλεσμα το κτίριο να δροσίζεται το καλοκαίρι και διατηρεί περισσότερο την εσωτερική θερμοκρασία του το

χειμώνα. Σημαντικό πλεονέκτημα των φυτεμένων δωμάτων αποτελεί η ηχομόνωση· ο ανακλώμενος ήχος στην επιφάνεια του απορροφάται από τα φυτά, έτσι μειώνεται η ηχορύπανση στην πόλη αλλά και στην κατοικία. Τέλος βελτιώνει τις περιβαλλοντικές συνθήκες του κτιρίου αφού αυξάνονται οι χώροι πρασίνου στην πόλη, μειώνονται οι εκπομπές του CO₂ και αυξάνεται η παραγωγή οξυγόνου μέσω της φωτοσύνθεσης και εξατμισοδιαπνοής των φυτών καθώς και μειώνεται η απορροή των βρόχινων νερών.

3. Περιγραφή της υπό μελέτη ξενοδοχειακής μονάδας

3.1 Παρουσίαση του κτιρίου και της θέσης του

Το προς μελέτη κτίριο είναι ένα ξενοδοχείο τριών αστέρων, κλασικού τύπου, με την εμπορική ονομασία Sergios Hotel. Βρίσκεται στο νομό Ηρακλείου Κρήτης, στο Δήμο της Χερσονήσου και συγκεκριμένα στην περιοχή Λιμένα Χερσονήσου. Η κύρια όψη του ξενοδοχείου είναι επί της οδού Ελευθερίου Βενιζέλου, στον αριθμό 180 με συντεταγμένες $35^{\circ} 18'43''$ N (γεωγραφικό πλάτος) και $025^{\circ} 23'51''$ E (γεωγραφικό μήκος), (Εικόνα 3.1). Ο Δήμος Χερσονήσου εκτίνεται στα βόρεια παράλια του νομού Ηρακλείου και μόλις 25 χιλιόμετρα από την πόλη του Ηρακλείου. Είναι πολύ κοντά στις κυριότερες πύλες εισόδου του νησιού, οι οποίες είναι το αεροδρόμιο και το λιμάνι του Ηρακλείου· συγκεκριμένα το υπό μελέτη ξενοδοχείο βρίσκεται σε απόσταση 20.49 χλμ από τον Κρατικό Αερολιμένα Ηρακλείου «Νίκος Καζαντζάκης» και 23.21 χλμ απ' τον Λιμένα Ηρακλείου, ενώ παράλληλα βρίσκεται σε μικρή απόσταση σε σχέση με τους πλούσιους πόρους πολιτιστικής κληρονομιάς που διαθέτει το νησί συμπεριλαμβανομένου μουσείων και αρχαιολογικών μνημείων (ενδεικτικά απέχει 21.38 χλμ απ' το ανάκτορο της Κνωσού). Ο Δήμος παρουσιάζει έντονο τουριστικό ενδιαφέρον αφενός επειδή εκτίνεται σε μια πλούσια παράκτια ζώνη μήκους 28 χλμ προσφέροντας στους επισκέπτες μεγάλη ποικιλία παραλιών και αφετέρου επειδή χαρακτηρίζεται για την ιδιαίτερα ανεπτυγμένη αγορά, τα εμπορικά καταστήματα, τους εμπορικούς χώρους συγκεντρώσεως και το μεγάλο αριθμό τουριστικών καταλυμάτων (συγκεκριμένα σημειώθηκαν περισσότερες από 48.000 κλίνες κύριων τουριστικών καταλυμάτων το 2008, οι οποίες αντιστοιχούν σε περίπου 25% των κλινών της Κρήτης, 73% του Νομού Ηρακλείου και περίπου 6,5% της Ελλάδας).



Εικόνα 3.3: Γεωγραφική θέση της υπό μελέτη ξενοδοχειακής μονάδας [21]

3.2 Γενικά στοιχεία ξενοδοχείου

Το ξενοδοχείο κατασκευάστηκε το έτος 1980 και το έτος 1982 λειτούργησε για πρώτη φορά. Διαθέτει 93 δωμάτια και είναι δυναμικότητας 198 κλινών. Το οικόπεδο καταλαμβάνει συνολικά 1898,88 τετρ. μέτρα και είναι ελεύθερο στις τρεις πλευρές του, με τα βόρεια όρια παρακείμενα επί της οδού Ελευθερίου Βενιζέλου, τα δυτικά επί της οδού Κοραή και τα νότια επί τοπικού δρόμου, ενώ ανατολικά συνορεύει με άλλα κτίρια και ιδιοκτησίες. Οδός πρόσβασης είναι η ασφαλτοστρωμένη Λεωφόρος Ελευθερίου Βενιζέλου, πλάτους 8,50 μέτρων.

Το ξενοδοχείο λειτουργεί από τον Απρίλιο μέχρι και τα μέσα του Οκτωβρίου, ενώ τους υπόλοιπους μήνες παραμένει κλειστό. Διαθέτει 93 δωμάτια και είναι δυναμικότητας 187 κλινών. Παρακάτω παρατίθενται μερικές φωτογραφίες του ξενοδοχείου (Εικόνες 3.2, 3.3).



Εικόνα 3.4: Πρόσψη ξενοδοχειακής μονάδας [23]



Εικόνα 3.5: Δυτική είσοδος ξενοδοχείου [24]

Το ξενοδοχείο καταναλώνει μόνο μιας μορφής ενέργεια, την ηλεκτρική ενέργεια, για το φωτισμό, τη λειτουργία του ηλεκτρικού εξοπλισμού και για τον κλιματισμό του μόνον, εφόσον διαθέτει σε μέρος της εξωτερικής του οροφής ηλιακούς συλλέκτες για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Σύστημα κλιματισμού υπάρχει σε όλα τα δωμάτια καθώς και στο χώρο της κουζίνας στο υπόγειο. Οι υπόλοιποι χώροι 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, εφόσον ανανεώνεται διαρκώς, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα διαβίωσης για τους παρευρισκόμενους στο κτίριο. Από ερωτηματολόγιο που δόθηκε στη διεύθυνση του ξενοδοχείου και συμπληρώθηκε απ' τον υπεύθυνο του λογιστηρίου, παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα οι μηνιαίες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας σε KWh για το έτος 2013.

Μήνες	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (KWh)
Απρίλιος	7,400.00
Μάιος	9,600.00
Ιούνιος	29,600.00
Ιούλιος	44,760.00
Αύγουστος	42,280.00
Σεπτέμβριος	20,620.00
Οκτώβριος	6,620.00
Συνολικά (KWh)	160,880.00

Πίνακας 3.1: Συνολικές καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας

3.3 Περιγραφή χώρων ξενοδοχείου

Το ξενοδοχείο αποτελείται από το υπόγειο, το ισόγειο και τέσσερεις ορόφους που επικοινωνούν μεταξύ τους με κλιμακοστάσια και 2 ανελκυστήρες σε όλες τις στάθμες του. Το υπόγειο καταλαμβάνει συνολικό χώρο 497.48 τετρ. μέτρων και περιλαμβάνει τους χώρους που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2 με τα αντίστοιχα εμβαδά τους.

Χώροι Υπογείου	Εμβαδά (m ²)
Κουζίνα	73.670
3 Αποθήκες κουζίνας	30.915
2 Δωμάτια/υφυγεία	13.950
3 Αποθήκες/ιματιοθήκες	46.190
3 Αποθήκες φύλαξης χαρτικών	30.225
Λεβητοστάσιο/Μηχανοστάσιο	29.450
Κοινόχρηστοι χώροι υγιεινής προσωπικού	29.255
Κοινόχρηστοι χώροι υγιεινής πελατών	11.930
Αυτοτελές πυροδιαμέρισμα	14.945
Διάδρομοι	138.995
Κλιμακοστάσια και ανελκυστήρες	35.180

Πίνακας 3.2: Χώροι υπογείου

Το ισόγειο, εκτίνεται σε συνολική επιφάνεια 1416.205 τετρ. μέτρων μαζί με τους εξωτερικούς χώρους και όλοι μαζί παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.3 αναλυτικά.

Χώροι Ισογείου	Εμβαδά (m²)
Εμπορικό σουβενίρ μαγαζί	45.75
Χώροι υποδοχής (μπαρ και σαλόνι)	147.2
Χώροι προσέλευσης (λόμπι, ρεσέψιον)	108.45
4 γραφεία της διεύθυνσης	31.096
Κουζίνα	48.24
Αποθήκη κουζίνας	27.836
Εστιατόριο	247.24
8 Δωμάτια	155.736
1 Αποθήκη/λινοθήκη	23.712
Διάδρομοι	76.785
Κλιμακοστάσιο και ανελκυστήρες	25.35
Χώρος πισίνας	370.26

Πίνακας 3.3: Χώροι Ισογείου

Ο Α' όροφος, με επιφάνεια εμβαδού 917.09 τετρ. μέτρων περιλαμβάνει τους παρακάτω χώρους στο επίπεδο του (Πίνακας 3.4).

Χώροι Α' ορόφου	Εμβαδά (m²)
Χώρος με ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις	199.038
3 Αποθήκες/λινοθήκες	23.602
Αίθουσα πρωινού	119.600
Κοινόχρηστοι χώροι υγιεινής ορόφου	8.085
14 Δωμάτια	292.38
Διάδρομοι	104.285
Κλιμακοστάσια και ανελκυστήρες	25.805
Μπαλκόνια	112.98

Πίνακας 3.4: Χώροι Α' ορόφου

Ο Β' όροφος καταλαμβάνει κι αυτός εμβαδόν 917.09 τετρ. μέτρα και διατίθεται αποκλειστικά για τη διαμονή πελατών με τους ακόλουθους χώρους (Πίνακας 3.5) να τον απαρτίζουν.

Χώροι Β' ορόφου	Εμβαδά (m²)
33 Δωμάτια	645.940
1 Αποθήκη/λινοθήκη	2.667
Διάδρομοι	131.095
Κλιμακοστάσια και ανελκυστήρες	25.805
Μπαλκόνια	94.000

Πίνακας 3.5: Χώροι Β' ορόφου

Το εμβαδόν του Γ' ορόφου (ομοίως με τους δύο υποκείμενους του) είναι 917.09 τετρ. μέτρα και οι χώροι που περιλαμβάνονται σ' αυτόν καταγράφονται στον Πίνακα 3.6.

Χώροι Γ' ορόφου	Εμβαδά (m²)
26 Δωμάτια	539.220
2 Αποθήκες/λινοθήκες	15.897
Διάδρομοι	133.400
Κλιμακοστάσια και ανελκυστήρες	25.805
Μπαλκόνια	184.241

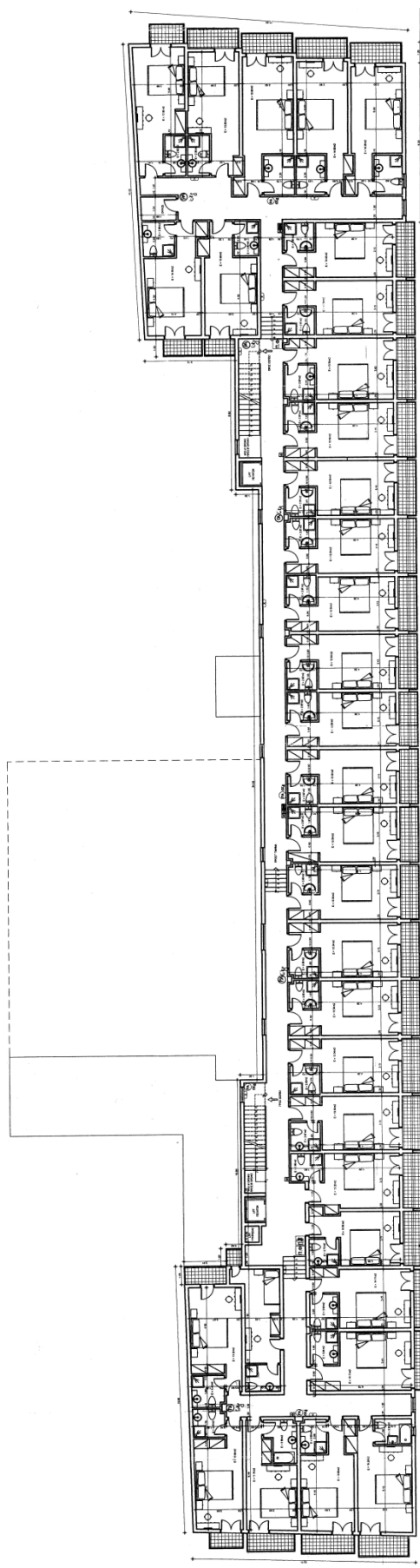
Πίνακας 3.6: Χώροι Γ' ορόφου

Τέλος ο Δ' όροφος καταλαμβάνει εμβαδόν 316,36 τετρ. μέτρων, διαφορετική επιφάνεια απ' αυτήν των υπόλοιπων τριών, καθώς μέρος της οροφής του Γ' ορόφου αποτελεί την ταράτσα του ξενοδοχείου στην οποία βρίσκονται ηλιακοί συλλέκτες. Οι χώροι που συμπεριλαμβάνονται στον τελευταίο όροφο παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 3.7.

Χώροι Δ' ορόφου	Εμβαδά (m²)
12 Δωμάτια	196.223
Διάδρομοι	35.485
Κλιμακοστάσια και ανελκυστήρες	25.805
Μπαλκόνια	55.900

Πίνακας 3.7: Χώροι Δ' ορόφου

Ενδεικτικά στην Εικόνα 3.4 παρουσιάζεται το σχέδιο της κατόψεως του Β' ορόφου.



Εικόνα 3.6: Κάτοψη Β' ορόφου του Sergios Hotel

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 google SketchUp (version 8.0), το Legacy Open Studio plug-in for SketchUp και το Energy Plus (version 8.1). Παρακάτω αναλύεται το καθένα αναλυτικά.

4.1.1 SketchUp και Legacy Open Studio plug-in

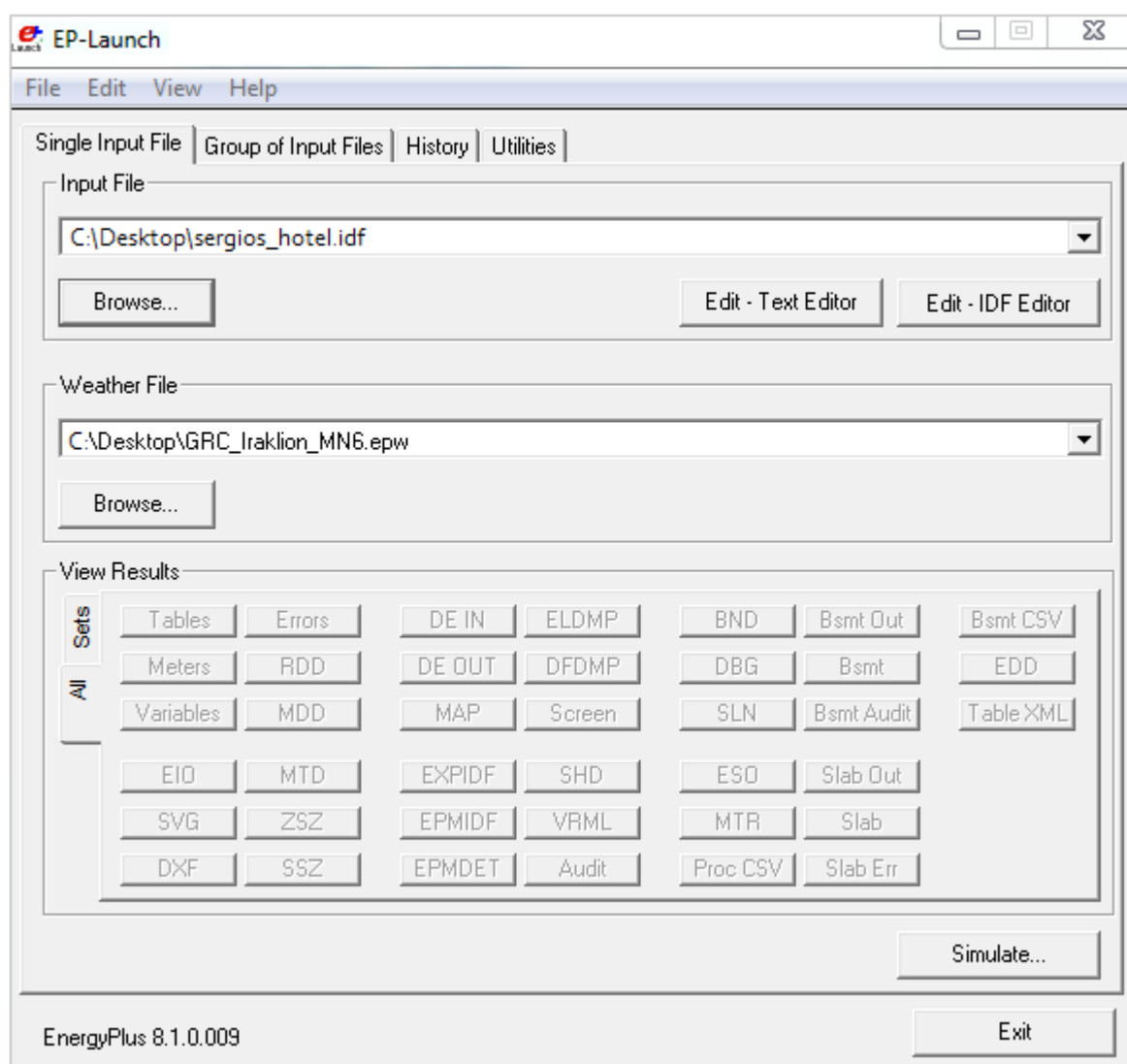
Το SketchUp είναι ένα πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης ευρείας χρήσης, με εφαρμογές αξιοποιήσιμες τόσο στην αρχιτεκτονική, την εσωτερική διακόσμηση, τις ταινίες και το σχεδιασμό βιντεοπαιχνιδιών, όσο και από πολιτικούς και μηχανολόγους μηχανικούς. Το Open Studio αποτελεί μια πλατφόρμα εργαλείων 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, αυτόματα μετατρέπει το αρχείο σχεδιασμού, που την περιέχει, σε μορφή (.idf) αναγνώσιμη από το Energy Plus.

4.1.2 Energy Plus

Πρόκειται για ένα πρόγραμμα προσομοίωσης θερμικού φορτίου και ενεργειακής ανάλυσης, υλοποιημένο σε γλώσσα προγραμματισμού Fortran, το οποίο εκδόθηκε από το τμήμα ενέργειας της Αμερικάνικης κυβέρνησης. Το πρόγραμμα αυτό χρησιμοποιούν μηχανικοί, αρχιτέκτονες και ερευνητές για να μοντελοποιήσουν την ενέργεια και τη χρήση νερού ενός κτιρίου με σκοπό τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού του ώστε να αποφέρει ενεργειακά οφέλη. Το εν λόγω λογισμικό δίνει στο χρήστη την επιλογή ανάλυσης ενός μεγάλου εύρους παραμέτρων, όπως ο φωτισμός, η

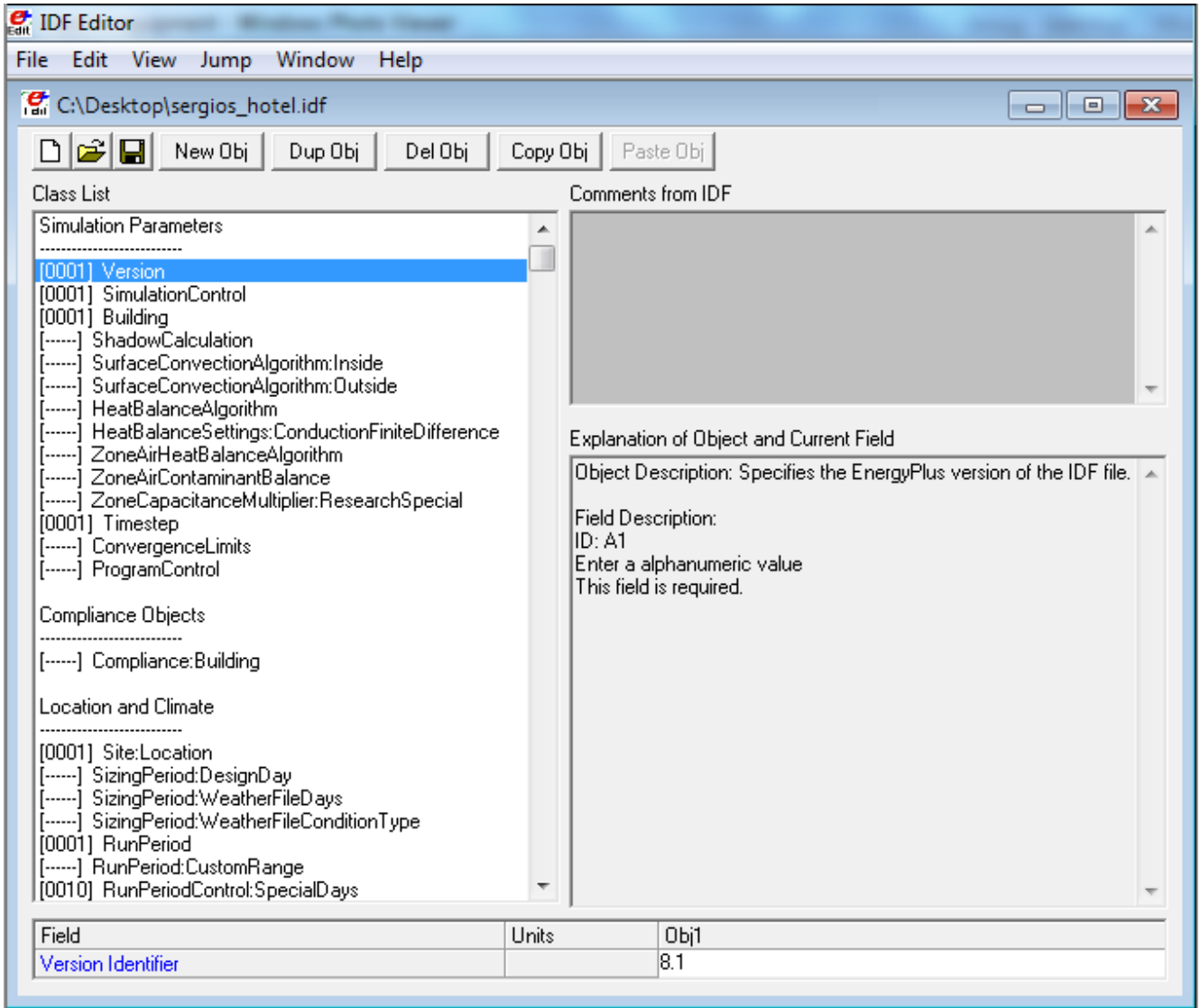
θέρμανση/ψύξη, ο αερισμός κι άλλες ροές ενέργειας, γεγονός που οδηγεί τελικώς σε μια αρκετά αντιπροσωπευτική προσομοίωση του κτιρίου. Για την υλοποίηση της κτιριακής προσομοίωσης το Energy Plus παρέχει, μεταξύ άλλων, τα υποπρογράμματα: IDF Editor και EP-Launch τα οποία αντίστοιχα εξυπηρετούν στη δημιουργία/επεξεργασία αρχείων εισόδου και την εκτέλεση προσομοιώσεων.

Το EP-Launch 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 τα αρχεία καιρού (τα οποία δίνουν πληροφορίες σχετικά με τις μετεωρολογικές συνθήκες της τοποθεσίας που ευρίσκεται το κτίριο) βάσει των οποίων θα προκύψει η ενεργειακή προσομοίωση με την επιλογή ‘simulate’.



Εικόνα 4.1: Υποπρόγραμμα EP-Launch του Energy Plus

Το EP-Launch, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.1, δίνει την επιλογή “Edit - IDF Editor”. Το IDF Editor είναι ένα μέσο που δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να δημιουργεί ή/και να επεξεργάζεται αρχεία εισόδου δεδομένων (.idf – input data files) του Energy Plus.



Εικόνα 4.2: Υποπρόγραμμα IDF Editor του Energy Plus

Το IDF Editor όπως παρουσιάζεται στην παραπάνω Εικόνα 4.2, παρέχει μια λίστα στοιχείων που δείχνει πως 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.

4.2 Δημιουργία τρισδιάστατου μοντέλου

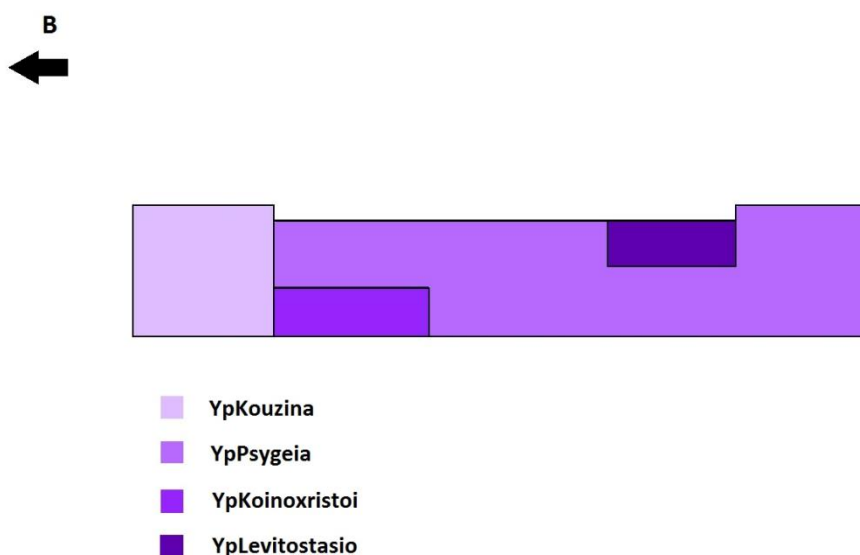
Το πρώτο βήμα ήταν ο χωρισμός, μόνο των εσωτερικών χώρων, της ξενοδοχειακής μονάδας σε θερμικές ζώνες σύμφωνα με τους κανονισμούς που ορίζει η Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, βλ. Παράρτημα Α). Ως θερμική ζώνη ορίζεται το σύνολο των χώρων μέσα στο κτίριο με όμοιες απαιτούμενες εσωτερικές συνθήκες, με παρόμοια χρήση, ίδιο προφίλ λειτουργίας ή/και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Έτσι το ξενοδοχείο χωρίστηκε σε 27 αυτόνομες θερμικές ζώνες. Στους ορόφους (Α', Β', Γ', Δ') οι οποίοι περιλαμβάνουν δωμάτια (χώροι με παρόμοια χρήση), ο χωρισμός έγινε βάσει του προσανατολισμού των δωματίων· έτσι σε κάθε όροφο υπάρχει ξεχωριστή ζώνη για τα δωμάτια με προσανατολισμό το Βορρά, το Νότο, την Ανατολή και τη Δύση. Επίσης κρίθηκε σκόπιμη η δημιουργία επιπλέον ζωνών για τους χώρους κίνησης (διαδρόμους) που παρεμβάλλονται μεταξύ των δωματίων. Όσον αφορά στο ισόγειο και το υπόγειο ο διαχωρισμός ζωνών βασίστηκε αποκλειστικά στη διαφορετικότητα ως προς τη χρήση κάθε χώρου. Στον παρακάτω Πίνακα 4.1 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι 27 θερμικές ζώνες όπως προέκυψαν :

Χώροι Ξενοδοχείου	Ονομασίες ζωνών όπως εισήχθησαν στα προγράμματα
1. Κουζίνα Υπογείου	ΥρKoyzina
2. Κοινόχρηστοι Χώροι Υπογείου	ΥρKoinoxristoi
3. Λεβητοστάσιο Υπογείου	ΥρLevitostasio
4. Δωμάτια Ψυγεία Υπογείου	ΥρPsygeia
5. Κατάστημα Ισογείου	IsMagazi
6. Κοινόχρηστοι Χώροι Ισογείου	IsKoinoxristoi
7. Κουζίνα Ισογείου	IsKouzina
8. Δυτικά Δωμάτια Ισογείου	IsDwmatiaWest
9. Ηλεκτρικό Δωμάτιο Α' Ορόφου	AIlectrDwm
10. Κοινόχρηστοι Χώροι Α' Ορόφου	AKoinoxristoi
11. Δυτικά Δωμάτια Α' Ορόφου	ADwmatiaWest
12. Ανατολικά Δωμάτια Α' Ορόφου	ADwmatiaEast
13. Νότια Δωμάτια Α' Ορόφου	ADwmatiaSouth
14. Κοινόχρηστοι Χώροι Β' Ορόφου	BKoinoxristoi

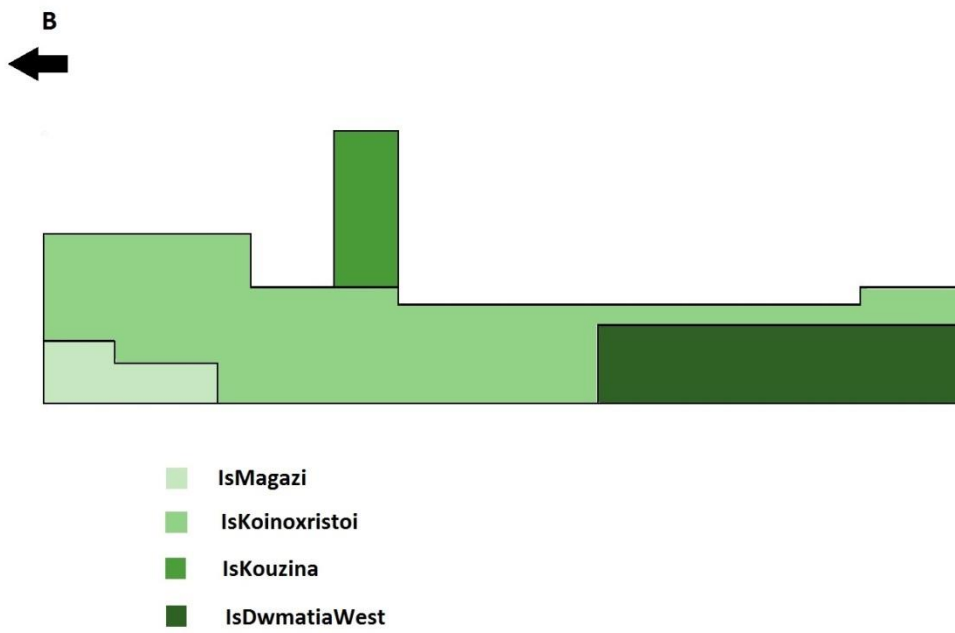
15. Δυτικά Δωμάτια Β' Ορόφου	BDwmatiaWest
16. Ανατολικά Δωμάτια Β' Ορόφου	BDwmatiaEast
17. Νότια Δωμάτια Β' Ορόφου	BDwmatiaSouth
18. Βόρεια Δωμάτια Β' Ορόφου	BDwmatiaNorth
19. Κοινόχρηστοι Χώροι Γ' Ορόφου	CKoinoxristoi
20. Δυτικά Δωμάτια Γ' Ορόφου	CDwmatiaWest
21. Ανατολικά Δωμάτια Γ' Ορόφου	CDwmatiaEast
22. Νότια Δωμάτια Γ' Ορόφου	CDwmatiaSouth
23. Βόρεια Δωμάτια Γ' Ορόφου	CDwmatiaNorth
24. Κοινόχρηστοι Χώροι Δ' Ορόφου	DKoinoxristoi
25. Δυτικά Δωμάτια Δ' Ορόφου	DDwmatiaWest
26. Ανατολικά Δωμάτια Δ' Ορόφου	DDwmatiaEast
27. Νότια Δωμάτια Δ' Ορόφου	DDwmatiaSouth

Πίνακας 4.1: Θερμικές Ζώνες Ξενοδοχείου

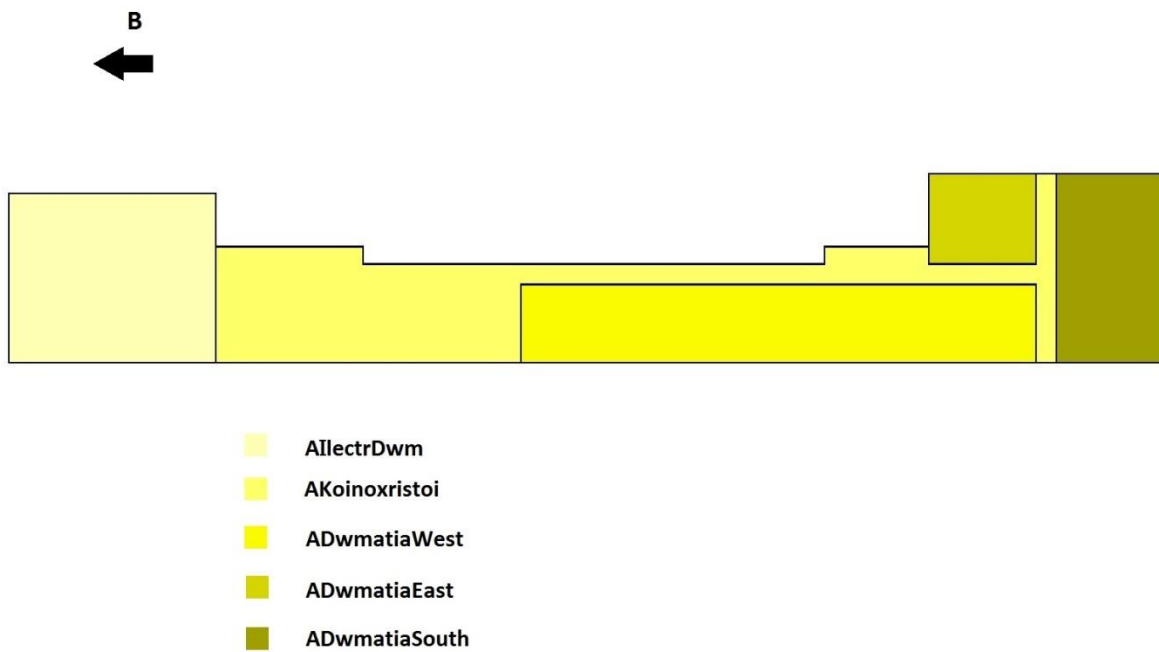
Στις παρακάτω Εικόνες 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 και 4.8 σχεδιάστηκαν στις κατόψεις κάθε ορόφου οι θερμικές ζώνες έτσι όπως εισήχθησαν στο SketchUp (υπενθυμίζεται ότι στο SketchUp εισήχθησαν μόνο οι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου).



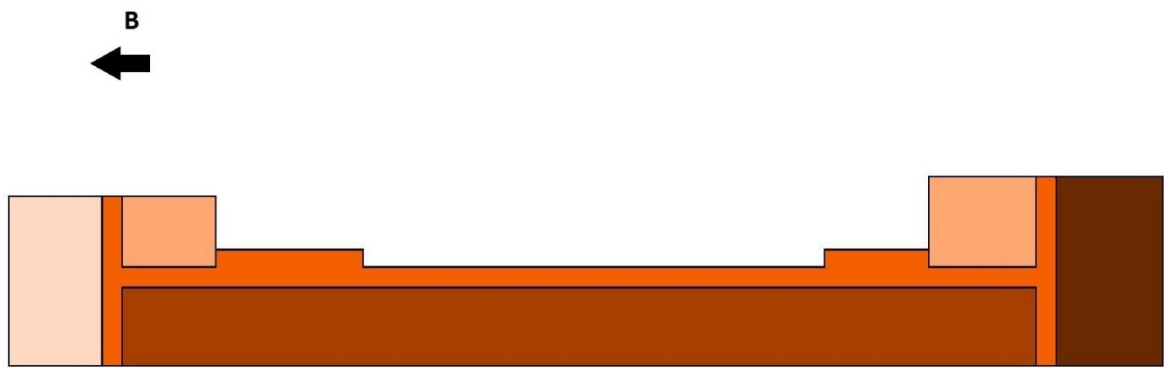
Εικόνα 4.3: Θερμικές ζώνες κάτοψης υπογείου



Εικόνα 4.4: Θερμικές ζώνες κάτοψης ισογείου

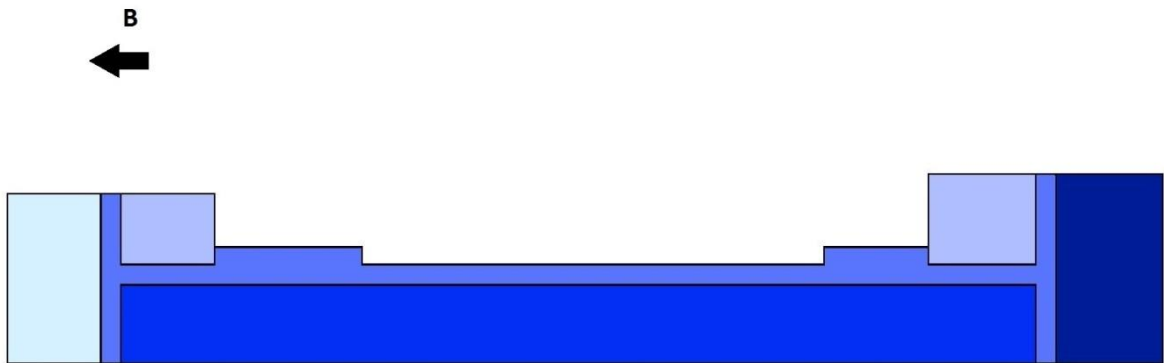


Εικόνα 4.5: Θερμικές ζώνες κάτοψης Α ορόφου



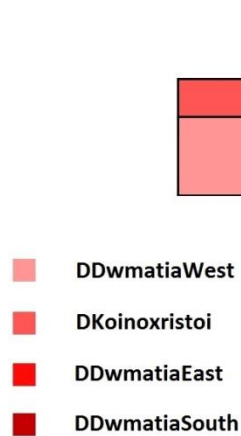
- BDwmatiaNorth
- BDwmatiaEast
- BKoinoxristoi
- BDwmatiaWest
- BDwmatiaSouth

Εικόνα 4.6: Θερμικές ζώνες κάτοψης Β ορόφου



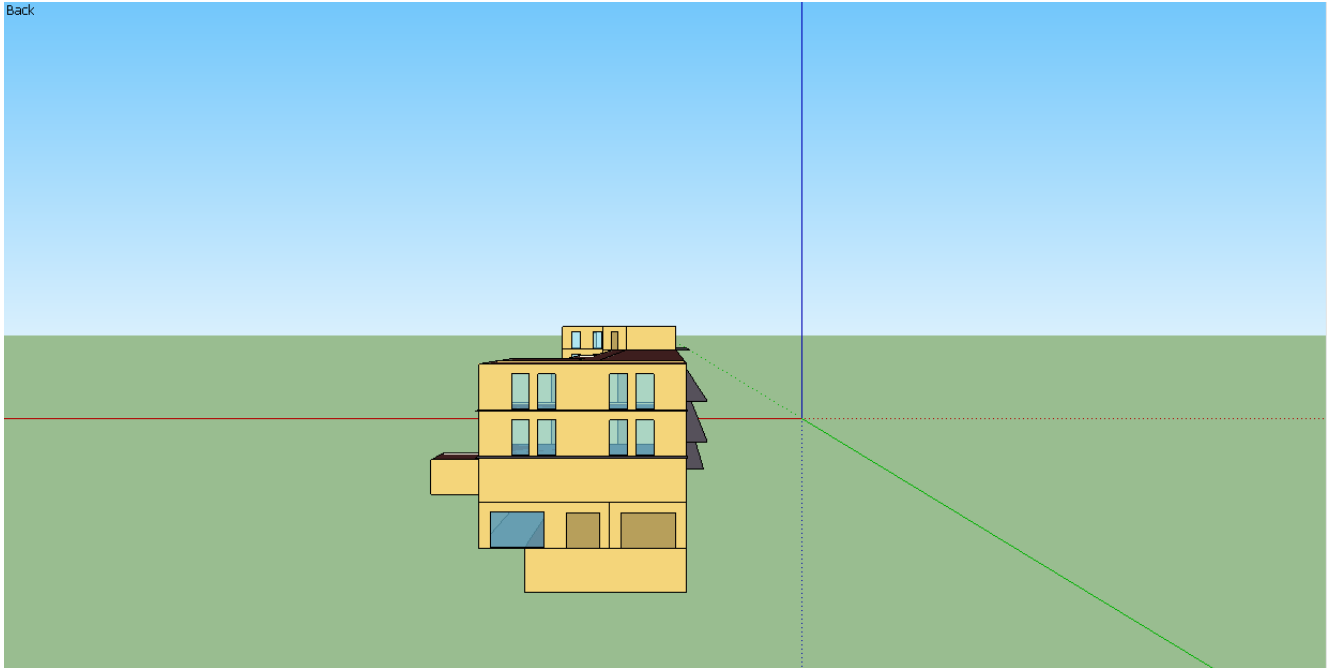
- CDwmatiaNorth
- CDwmatiaEast
- CKoinoxristoi
- CDwmatiaWest
- CDwmatiaSouth

Εικόνα 4.7: Θερμικές ζώνες κάτοψης Γ ορόφου

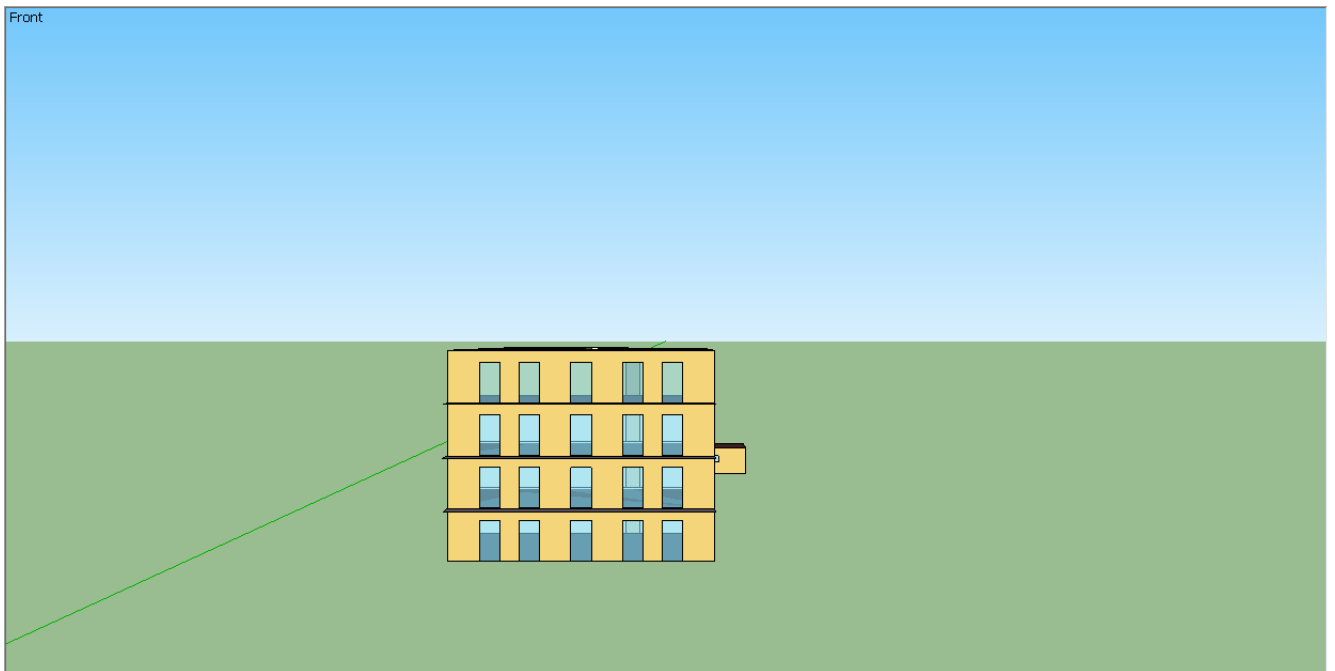


Εικόνα 4.8: Θερμικές ζώνες Δ ορόφου

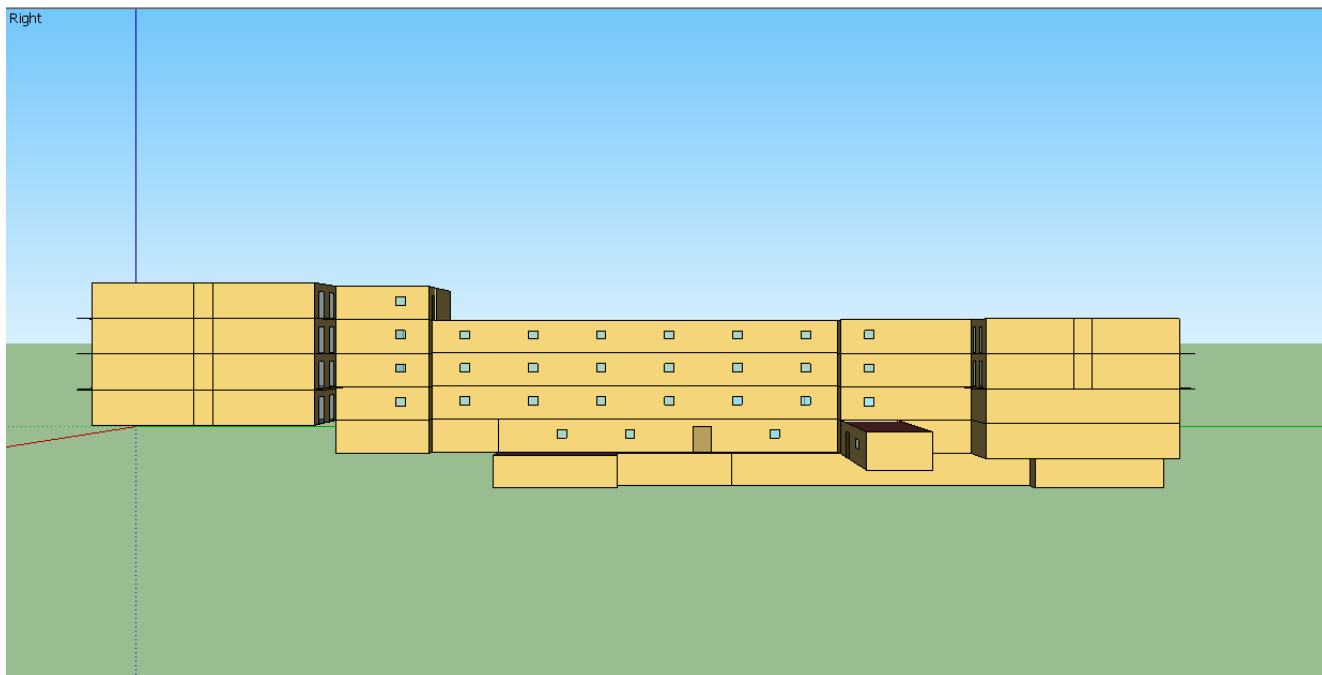
Επόμενο βήμα σχεδίασης ήταν η αποτύπωση του κτιρίου στο SketchUp σύμφωνα με τον προσανατολισμό του. Συγκεκριμένα το σχήμα του κτιρίου είναι επίμηκες κατά τον άξονα Βορρά-Νότου, με την πρόσοψη του να κοιτάει το Βορρά. Το SketchUp διαθέτει ένα σύστημα τριών αξόνων, τον μπλε, τον κόκκινο και τον πράσινο που αντιστοιχούν στο ύψος, το μήκος και το πλάτος, με τον πράσινο άξονα να έχει φορά προς το Βορρά. Σύμφωνα με τα παραπάνω το ξενοδοχείο σχεδιάστηκε κατά μήκος του πράσινου άξονα με την πίσω όψη να εκτείνεται παράλληλα στον κόκκινο άξονα και στην αρχή των αξόνων. Το τρισδιάστατο ολοκληρωμένο μοντέλο που προέκυψε φαίνεται στις Εικόνες 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13 και 4.14.



Εικόνα 4.9: Βόρεια όψη ξενοδοχείου (πρόσοψη)



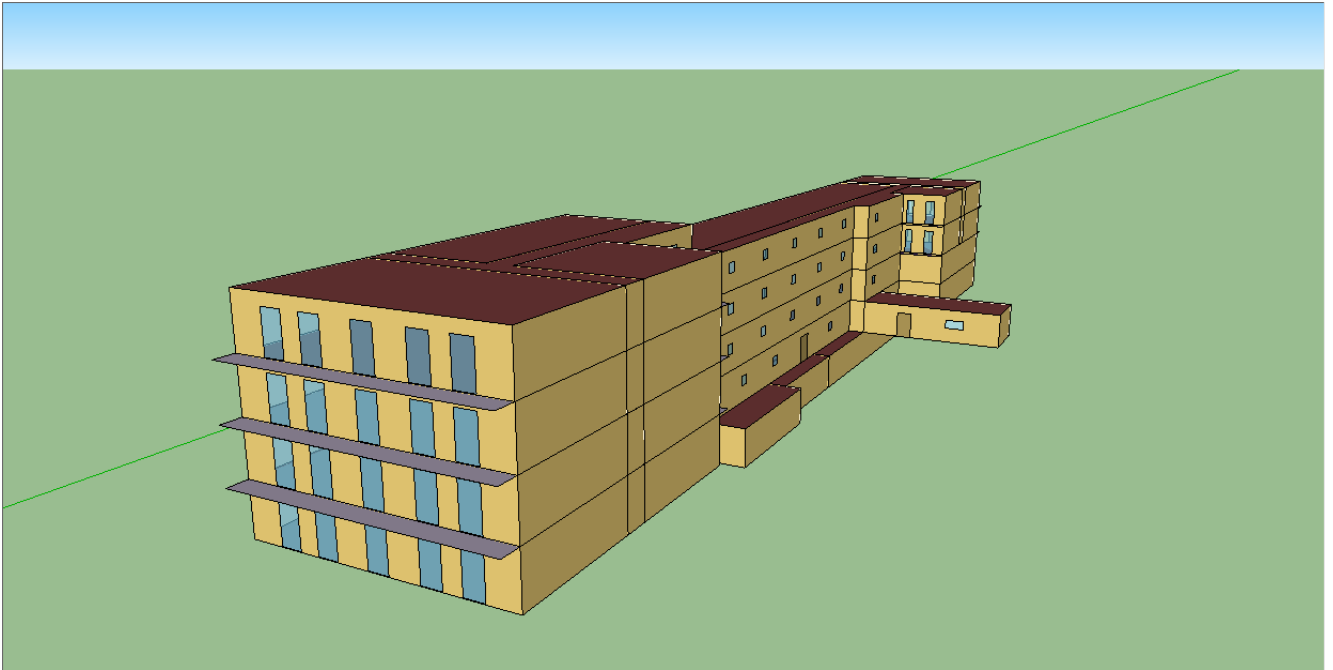
Εικόνα 4.10: Νότια όψη ξενοδοχείου



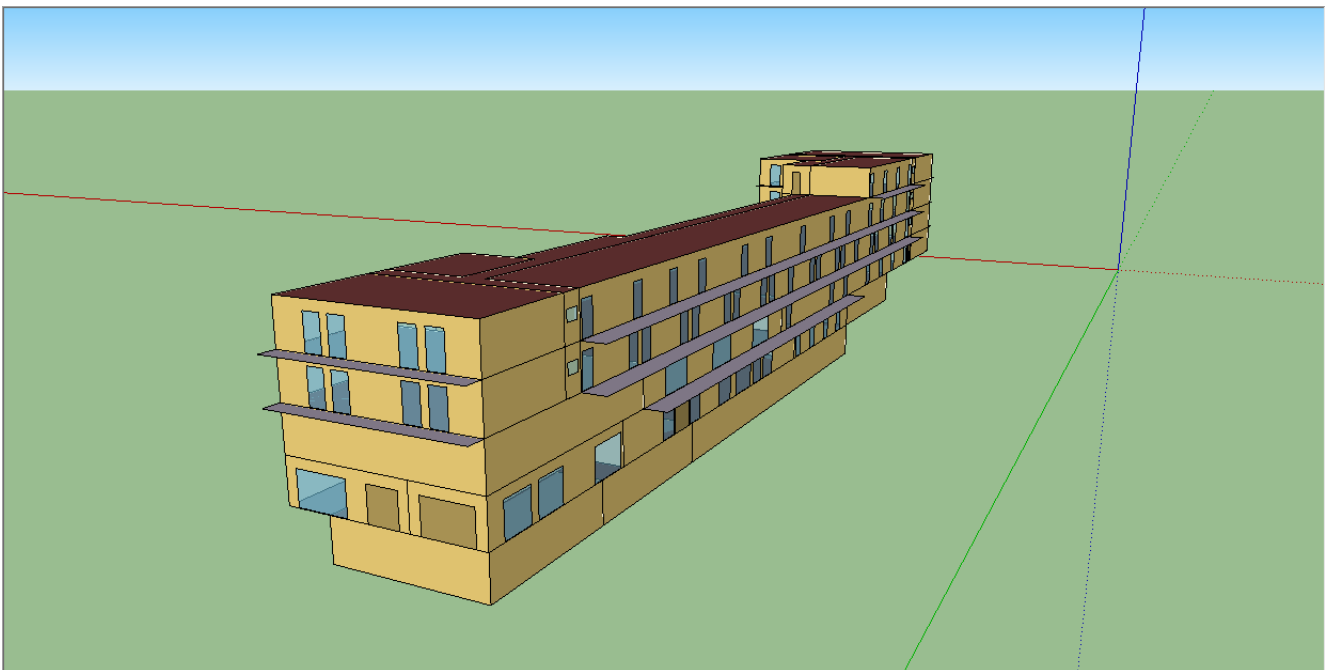
Εικόνα 4.11: Ανατολική όψη ξενοδοχείου



Εικόνα 4.12: Δυτική όψη ξενοδοχείου



Εικόνα 4.13: Νοτιοανατολική άποψη ξενοδοχείου

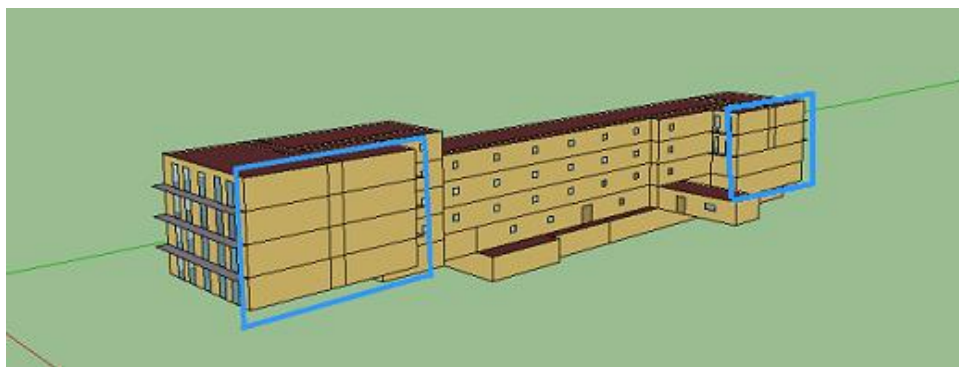


Εικόνα 4.14: Βορειοδυτική άποψη ξενοδοχείου

Μέσω των εργαλείων που προσφέρει το Open Studio legacy plugin εισήχθησαν οι εξής χρήσιμες πληροφορίες στο μοντέλο: ο κάθε εξωτερικός τοίχος του κτιρίου ως επιφάνεια, ο οποίος χαρακτηρίζεται από τις συνθήκες περιβάλλοντος του (έκθεση στον άνεμο και στον ήλιο ανάλογα με το εάν βρίσκεται στο υπόγειο ή στο ισόγειο και τους ορόφους), ο κάθε εσωτερικός τοίχος ως διεπιφάνεια

μεταξύ δύο θερμικών ζωνών, το δάπεδο επί φυσικού εδάφους και η εξωτερική οροφή, τα εσωτερικά δάπεδα/οροφές ως διεπιφάνειες μεταξύ δυο θερμικών ζωνών, τα εξωτερικά παράθυρα, οι εξωτερικές και εσωτερικές πόρτες καθώς και τα μπαλκόνια ως επιφάνειες σκιασμού.

Συγκεκριμένα για τις ανατολικές επιφάνειες του ξενοδοχείου που υποδεικνύονται στο μπλε πλαίσιο στην εικόνα 4.15 έγινε η ρύθμιση ότι δεν εκτίθενται στον ήλιο και στον άνεμο παρ' ότι είναι εξωτερικοί τοίχοι, εφόσον υπάρχει κτισμένο, άλλης ιδιοκτησίας, κτίριο.



Εικόνα 4.15: Εξωτερικοί τοίχοι του ξενοδοχείου που δεν εκτίθενται σε ήλιο και άνεμο

4.3 Καθορισμός όλων των παραμέτρων του ξενοδοχείου

Σ' αυτό το σημείο εισήχθει στο υποπρόγραμμα EP-Launch του Energy Plus το αρχείο που προέκυψε από τα παραπάνω σχεδιαστικά προγράμματα και έπειτα στο IDF Editor. Από την ευρεία λίστα που παρέχεται στο χρήστη μέσω του IDF Editor δόθηκαν πληροφορίες για τις κατηγορίες του Πίνακα 4.2.

Ονομασίες των κατηγοριών στο IDF Editor	Επεξήγηση
Simulation Parameters	Παράμετροι προσομοίωσης
Location and Climate	Τοποθεσία και κλίμα
Schedules	Χρονοδιαγράμματα
Surface Construction Elements	Κατασκευαστικά στοιχεία επιφανειών
Thermal Zones and Surfaces	Θερμικές ζώνες και επιφάνειες
Internal Gains	Εσωτερικά θερμικά κέρδη
Zone Airflow	Ροή αέρα
HVAC Templates	Πρότυπα Θέρμανσης/Αερισμού/Κλιματισμού

Πίνακας 4.8: Κατηγορίες που αναλύθηκαν στο IDF Editor

Στο εξής θα αναλυθεί εκτεταμένα κάθε μία απ τις παραπάνω κατηγορίες.

4.3.1 Κατηγορία *Simulation Parameters*

Σ' αυτήν την κατηγορία εισάγονται γενικά δεδομένα που σχετίζονται με τον τρόπο που θέλει ο χρήστης να προσεγγίσει την προσομοίωση του κτιρίου που μελετάει. Εισήχθησαν λοιπόν πληροφορίες για τις παρακάτω υποκατηγορίες. Στην υποκατηγορία «*Version*» αναφέρεται η έκδοση του Energy Plus το οποίο χρησιμοποιήθηκε στην υπό μελέτη προσομοίωση. Στην υποκατηγορία «*Building*» δηλώθηκε το όνομα του ξενοδοχείου (στο πεδίο *Name*: Sergios hotel), ο τύπος του εδάφους, το οποίο ανάλογα με την τιμή που θα του δοθεί δηλώνει πως επηρεάζεται το κτίριο από την κίνηση του ανέμου (στο πεδίο *Terrain*: city, εφόσον βρίσκεται στα προάστια της πόλης του Ηρακλείου) και δηλώθηκε επίσης και ο μηχανισμός με τον οποίο γίνεται η διανομή της ηλιακής ακτινοβολίας (στο πεδίο *Solar Distribution*: FullExterior, εφόσον στην εξεταζόμενη περίπτωση δημιουργούνται σκιάσεις στους εξωτερικούς τοίχους λόγω ύπαρξης σκιάστρων και προεξοχών, ενώ όση 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). Στην υποκατηγορία «*Timestep*» εισήχθει το χρονικό βήμα βάσει του οποίου θα γίνουν οι υπολογισμοί μεταφοράς της θερμότητας (στο πεδίο *Number of Timesteps per hour*: 4 ώρες). Τέλος στην υποκατηγορία «*SimulationControl*» δόθηκαν τιμές στα διάφορα πεδία της σύμφωνα με τον τρόπο που επιθυμείται να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της προσομοίωσης στο τελευταίο στάδιο.

4.3.2 Κατηγορία *Location and Climate*

Η συγκεκριμένη κατηγορία περιγράφει τις συνθήκες περιβάλλοντος που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή του ξενοδοχείου και είναι απαραίτητες να δηλωθούν για την εκτέλεση της προσομοίωσης. Συγκεκριμένα στην υποκατηγορία «*Site:Location*» καταγράφηκαν οι ακριβείς γεωγραφικές συντεταγμένες του ξενοδοχείου (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) καθώς και η ζώνη ώρας στην οποία ανήκει. Στην υποκατηγορία «*RunPeriod*» δηλώθηκε το χρονικό διάστημα προσομοίωσης δηλαδή η περίοδος λειτουργίας του ξενοδοχείου (υπενθυμίζεται ότι αυτή είναι 1/4-15/10).

4.3.3 Κατηγορία Surface Construction Elements

Αυτή η κατηγορία περιγράφει τις φυσικές ιδιότητες και τη σύνθεση του κτιριακού κελύφους και των εσωτερικών του στοιχείων. Τα στοιχεία που προσδιορίζονται είναι οι εξωτερικοί/εσωτερικοί τοίχοι, τα δάπεδα/οροφές, τα παράθυρα και οι πόρτες. Στη συνέχεια αναλύονται οι πληροφορίες που εισήχθησαν σε κάθε υποκατηγορία που ανήκει στην κατηγορία αυτή.

▪ «Material» (Υλικό)

Σ' αυτήν την υποκατηγορία δηλώθηκαν όλα τα επιμέρους δομικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή κάθε επιφάνειας του κτιρίου. Όπως παρουσιάζεται και στην Εικόνα 4.16, το κάθε υλικό που εισήχθει συνοδεύεται από τις τέσσερις βασικές θερμικές του ιδιότητες (πάχος, αγωγιμότητα, πυκνότητα, ειδική θερμότητα) στα αντίστοιχα πεδία που ζητούνται. 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). Επίσης απαραίτητο είναι να συμπληρωθεί και η τραχύτητα του κάθε υλικού.

The screenshot shows a software window titled 'C:\Desktop\sergios_hotel.idf'. The 'Class List' on the left includes 'Surface Construction Elements' with 'Material' selected. The main area shows 'Comments from IDF' and 'Explanation of Object and Current Field'. Below this is a table of material parameters for 13 different materials (Obj11 to Obj23).

Field	Units	Obj11	Obj12	Obj13	Obj14	Obj15	Obj16	Obj17	Obj18	Obj19	Obj20	Obj21	Obj22	Obj23
Name		Brick 19cm	Brick 9cm	Opl Skyrodema	AsvKoniama	AsvTsimentokon	Tsimentoplakes	KisshroBeton	Plakakia Mweaiko	Plakakia Keramika	Wood Door	Glass Door Eisodou	GkroBeton	Ammoxalko
Roughness		MediumRough	MediumRough	MediumRough	MediumRough	MediumRough	MediumRough	MediumRough	MediumSmooth	MediumSmooth	MediumSmooth	MediumSmooth	MediumRough	VeryRough
Thickness	m	0.19	0.09	0.18	0.02	0.04	0.025	0.03	0.02	0.015	0.045	0.012	0.15	0.3
Conductivity	W/mK	0.49	0.49	2.5	0.87	0.87	0.3	0.2	1.2	1.84	0.13	1	1.15	2
Density	kg/m3	1200	1200	2400	1800	1800	1250	500	1900	2000	500	2500	1800	2200
Specific Heat	J/kgK	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	800	840	1600	750	1000	1000
Thermal Absorptance		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Solar Absorptance		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Visible Absorptance		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

Εικόνα 4.16: Παράμετροι υποκατηγορίας Material

Τα υλικά αυτά παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον παρακάτω Πίνακα 4.3 με τις αντίστοιχες ιδιότητες τους.

Υλικό (material)	Τραχύτητα (roughness)	Πάχος (thickness) (m)	Αγωγιμότητα (conductivity) (W/m*k)	Πυκνότητα (density) (kg/m ³)	Ειδική Θερμότητα (special heat) (J/(kg*K))
Οπτόπλινθος	Μεσαία	0.19 & 0.09	0.49	1200	1000
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	Μεσαία	0.18	2.50	2400	1000
Γκρο-Μπετόν	Μεσαία	0.15	1.15	1800	1000
Ασβεστοκονίαμα	Μεσαία	0.02	0.87	1800	1000
Τσιμεντοκονίαμα	Λίγο	0.02	1.40	2000	1100
Ασβεστοτσιμεντο-κονίαμα	Μεσαία	0.04	0.30	1250	1000
Τσιμεντόπλακες	Μεσαία	0.025	0.30	1250	1000
Κισσηρομπετόν	Μεσαία	0.03	0.20	500	1000
Αμμοχάλικο	Πολύ	0.3	2.00	2200	1000
Πλακάκια Μωσαϊκό	Λίγο	0.02	1.20	1900	800
Πλακάκια Κεραμικά	Λίγο	0.015	1.84	2000	840
Ξύλο	Λίγο	0.045	0.13	500	1600
Γυαλί	Λίγο	0.012	1.00	2500	750

Πίνακας 4.9: Δομικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του ξενοδοχείου

- «*WindowMaterial:Glazing*» (Υλικό παραθύρου: Γυαλί)

Σ' αυτό το σημείο προστέθηκε το υλικό απ' το οποίο αποτελούνται τα παράθυρα, στην περίπτωση αυτή, γυαλί πάχους 3 χιλιοστών, καθώς και δόθηκαν τιμές για κάποια απ' τα χαρακτηριστικά του (όπως συντελεστές διαπερατότητας, διάχυσης, εκπομπής ηλιακής ακτινοβολίας).

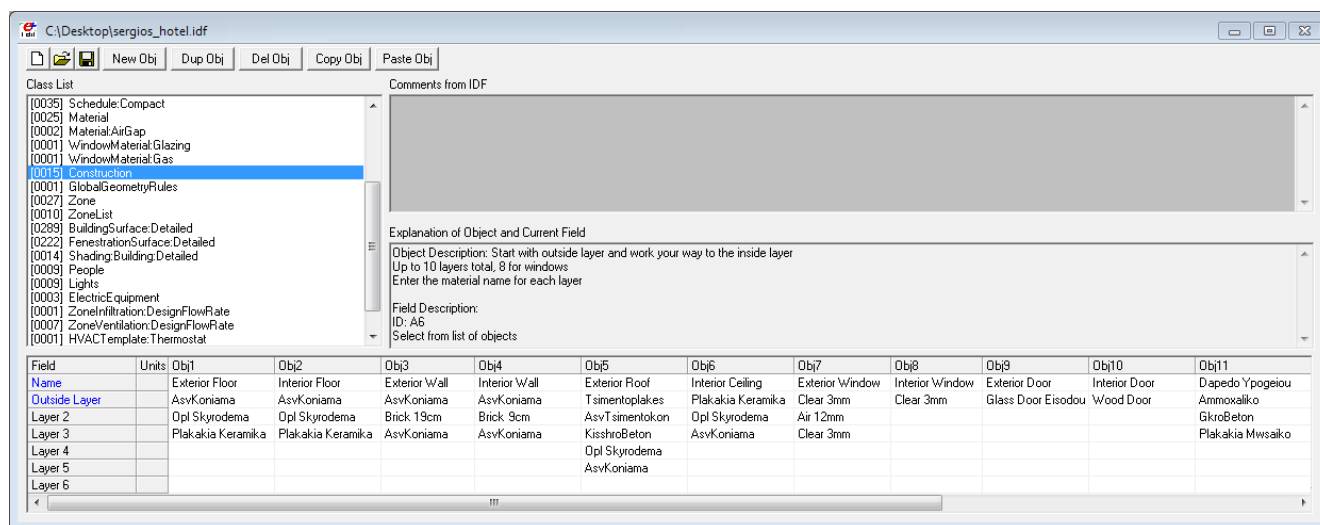
- «*WindowMaterial:Gas*» (Υλικό παραθύρου: Αέρας)

Στην υποκατηγορία αυτή καθορίστηκαν οι ιδιότητες του φυσικού αέρα που εισάγεται μεταξύ υαλοπινάκων σε ένα παράθυρο. Τα παράθυρα του δεδομένου ξενοδοχείου μεταξύ των υαλοπινάκων περιέχουν αέρα πάχους 12 χιλιοστών.

- «*Construction*» (Δομή κατασκευής επιφανειών)

Για όλες τις επιφάνειες που συνιστούν το ξενοδοχείο (δηλαδή, τους τοίχους, τα δάπεδα, τις οροφές, τα παράθυρα και τις πόρτες) εισήχθησαν τα υλικά που τις αποτελούν, με σειρά από το εξωτερικό στρώμα προς το εσωτερικό. Τα υλικά αυτά αντλήθηκαν από την υποκατηγορία «*Material*» για τους τοίχους, τα

δάπεδα, τις οροφές και τις πόρτες, και από τις υποκατηγορίες «WindowMaterial:Glazing», «WindowMaterial:Gas» για τα παράθυρα (Εικόνα 4.17).



Εικόνα 4.17: Παράμετροι υποκατηγορίας Construction

Παρακάτω στην Εικόνα 4.18 παρουσιάζονται όλες οι επιφάνειες με τα υλικά τους, σε σειρά από το εξωτερικό στρώμα προς το εσωτερικό:

<p>Εξωτερικό δάπεδο (Exterior Floor):</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Ασβεστοκονίαμα 2cm ii. Οπλισμένο σκυρόδεμα 18cm iii. Πλακάκια Κεραμικά 1.5cm 	<p>Εσωτερική οροφή (Interior Ceiling):</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Πλακάκια Κεραμικά 1.5cm ii. Οπλισμένο σκυρόδεμα 18cm iii. Ασβεστοκονίαμα 2cm 	<p>Δάπεδο Υπογείου (Dapedo Υπογείου):</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Αμμογάλλικο 30cm ii. Γκρο-Μπετόν 15cm iii. Πλακάκια Μεσσαϊκό 2cm
<p>Εσωτερικό δάπεδο (Interior Floor):</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Ασβεστοκονίαμα 2cm ii. Οπλισμένο σκυρόδεμα 18cm iii. Πλακάκια Κεραμικά 1.5cm 	<p>Εξωτερικό παράθυρο (Exterior Window):</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Καθαρό τζάμι 3mm ii. Αέρας 12 mm iii. Καθαρό τζάμι 3mm 	<p>Υπόγειο Δάπεδο Ισογείου (Υπογειο Dapedo Isoγειου):</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Αμμογάλλικο 30 cm ii. Γκρο-Μπετόν 15 cm iii. Πλακάκια Κεραμικά 1.5cm
<p>Εξωτερικός Τοίχος (Exterior Wall):</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Ασβεστοκονίαμα 2cm ii. Οπτοπλινθοδομή 19cm iii. Ασβεστοκονίαμα 2cm 	<p>Εσωτερικό παράθυρο (Interior Window):</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Καθαρό τζάμι 3mm 	<p>Εξωτερική Οροφή Υπογείου (Ekswtteriki Orofi Υρ):</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Αμμογάλλικο 30cm ii. Οπλισμένο Σκυρόδεμα 18cm iii. Ασβεστοκονίαμα 2cm
<p>Εσωτερικό Τοίχος (Interior Wall):</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Ασβεστοκονίαμα 2cm ii. Οπτοπλινθοδομή 9cm iii. Ασβεστοκονίαμα 2cm 	<p>Εσωτερική πόρτα (Interior Door):</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Ξύλο 4.5cm 	<p>Εξωτερική πόρτα (Exterior Door)</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Γυαλί 1.2cm
<p>Εξωτερική οροφή (Exterior roof):</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Τσιμεντόπλακες 2.5cm ii. Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα 4cm iii. Κισσηρομπετόν 3cm iv. Οπλισμένο σκυρόδεμα 18cm v. Ασβεστοκονίαμα 2cm 	<p>Τζαμαρία (Tzamararia)</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Γυαλί 1.2cm 	
	<p>Εξωτερικός τοίχος Υπογείου (Ekswtterikos Toixos Υρ):</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Αμμογάλλικο 30cm ii. Τσιμεντοκονίαμα 2cm iii. Οπλισμένο σκυρόδεμα 18cm iv. Ασβεστοκονίαμα 2cm 	

Εικόνα 4.18: Δομή κατασκευής της κάθε επιφάνειας του ξενοδοχείου

4.3.4 Κατηγορία *Thermal Zones and Surfaces*

Στην κατηγορία αυτή περιγράφονται τα χαρακτηριστικά των θερμικών ζωνών καθώς και οι λεπτομέρειες κάθε επιφάνειας του ξενοδοχείου που πρόκειται να διαμορφωθεί, συμπεριλαμβανομένων και των επιφανειών σκίασης.

- **«Zone» (Θερμική Ζώνη)**

Στην υποκατηγορία «Zone» καθορίζονται οι παράμετροι για την προσομοίωση κάθε θερμικής ζώνης του κτιρίου. Οι παράμετροι αυτές (όνομα, συντεταγμένες) αναγνωρίζονται αυτόματα στο υποπρόγραμμα Ep- Launch του Energy Plus κατά την εισαγωγή του αρχείου μορφής *idf*, που προέκυψε από τον σχεδιασμό του κτιρίου στο SketchUp.

- **«ZoneList» (Ομαδοποίηση θερμικών ζωνών)**

Λαμβάνοντας υπόψη ότι αρκετές θερμικές ζώνες ενός κτιρίου εμφανίζουν κοινά χαρακτηριστικά όσον αφορά στις λειτουργίες που διαθέτουν, με την υποκατηγορία αυτή δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργήσει ομάδες ζωνών με κοινές ιδιότητες. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται η διαδικασία αντιστοίχισης κάθε ιδιότητας στις επιμέρους ζώνες. Επισημαίνεται ότι κάθε ζώνη μπορεί να ανήκει σε παραπάνω από μία ομάδες.

- **«BuildingSurface:Detailed» (Λεπτομέρειες επιφανειών δόμησης κτιρίου) και «FenestrationSurface:Detailed» (Λεπτομέρειες επιφανειών ανοιγμάτων κτιρίου)**

Καθεμία από τις επιφάνειες του ξενοδοχείου εμφανίζεται με τις απαραίτητες γεωμετρικές προδιαγραφές στις παραπάνω υποκατηγορίες, αντλούμενες από τη γεωμετρική μοντελοποίηση του κτιρίου στο SketchUp. Οι υποκατηγορίες αυτές χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τα σημαντικά στοιχεία της κατασκευής του κτιρίου (τοιίχους, οροφές, δάπεδα, παράθυρα, πόρτες), που έχουν οριστεί στην υποκατηγορία «Construction», και να καθορίσουν τις αλληλεπιδράσεις των στοιχείων αυτών με το εξωτερικό περιβάλλον και τις απαιτήσεις του εσωτερικού χώρου. Κατά τον προσδιορισμό των προδιαγραφών της εκάστοτε επιφάνειας διατίθενται επιλογές όπως : *Ground* (Έδαφος) - όταν μία επιφάνεια έρχεται σε επαφή με το έδαφος, *Outdoors* (Εξωτερική) – όταν μία επιφάνεια είναι άμεσα εκτεθειμένη στις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος, *Surface* (Επιφάνεια) – όταν μία επιφάνεια αποτελεί τη διεπιφάνεια μεταξύ δύο θερμικών ζωνών, και άλλες οι οποίες στην εν λόγω προσομοίωση δεν ορίστηκαν. Ενδεικτικά παρουσιάζονται οι παράμετροι της υποκατηγορίας «BuildingSurface:Detailed» στην Εικόνα 4.19.

Field	Units	Obj125	Obj126	Obj127	Obj128	Obj129	Obj130	Obj131	Obj132	Obj133	Obj134
Name		415A9B	FBF60E	D56282	A3A214	8FAE01	713528	4FDD9E	7EBC85	64F573	4747B0
Surface Type		Roof	Wall	Ceiling	Floor	Floor	Floor	Floor	Wall	Wall	Roof
Construction Name		Exterior Roof	Ekswtwntikos Toixos Yp	Interior Ceiling	Ypogeio Dapedo Isogei	Interior Floor	Dapedo Ypogeiou	Exterior Floor	Exterior Wall	Interior Wall	Ekswtwntiki Drofi Yp
Zone Name		IsKouzina	IsKoinoxistoi	ADwmatiaWest	IsKoinoxistoi	DDwmatiaSouth	YpPsygeia	IsKouzina	BDwmatiaNorth	CKoinoxistoi	YpLevitostasio
Outside Boundary Condition		Outdoors	Ground	Surface	Ground	Surface	Ground	Ground	Outdoors	Surface	Ground
Outside Boundary Condition Object			44CFB0			A523AC				B99BC6	
Sun Exposure		SunExposed	NoSun	NoSun	NoSun	NoSun	NoSun	NoSun	SunExposed	NoSun	NoSun
Wind Exposure		WindExposed	NoWind	NoWind	NoWind	NoWind	NoWind	NoWind	WindExposed	NoWind	NoWind
View Factor to Ground			0	0	0	0	0	0			0
Number of Vertices		4	4	4	6	4	4	4	4	4	4
Vertex 1 X-coordinate	m	0	2.7	0	2.7	14.2	3.7	11.7	0	7.4	2.1
Vertex 1 Y-coordinate	m	4.8	-61	0	-55.4	8	0	4.8	0	-1.5	0
Vertex 1 Z-coordinate	m	2.8	2.8	2.8	0	0	0	0	2.8	2.8	2.7
Vertex 2 X-coordinate	m	0	2.7	0	2.7	14.2	3.7	11.7	0	7.4	2.1
Vertex 2 Y-coordinate	m	0	-61	-38.5	-61	0	-11.6	0	0	-1.5	-9.6
Vertex 2 Z-coordinate	m	2.8	0	2.8	0	0	0	0	0	0	2.7

Εικόνα 4.19: Παράμετροι υποκατηγορίας *BuildingSurface:Detailed*

- «*Shading:Building:Detailed*» (Λεπτομέρειες επιφανειών σκίασης κτιρίου)

Στην υποκατηγορία αυτή καταγράφηκαν αυτόματα, από το αρχείο που προέκυψε από τα σχεδιαστικά προγράμματα, όλες οι επιφάνειες σκίασης του κτιρίου, μαζί με τις συντεταγμένες τους. Επιφάνειες σκίασης αποτελούν αποκλειστικά τα στοιχεία του κτιρίου (μπαλκόνια) και όχι στοιχεία του περιβάλλοντα χώρου (π.χ. δέντρα, γειτονικά κτίρια, υψηλοί φράχτες) τα οποία προκαλούν σκίαση στο εν λόγω κτίριο.

4.3.5 Κατηγορία Schedules

Αυτή η κατηγορία επιτρέπει στο χρήστη να ρυθμίζει τον προγραμματισμό (ο οποίος γίνεται με τη βοήθεια χρονοδιαγραμμάτων) πολλών παραμέτρων, όπως η πυκνότητα ανθρώπινης ύπαρξης, η ανθρώπινη δραστηριότητα, ο φωτισμός και η λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών. Συγκεκριμένα, στην υποκατηγορία «*Schedule:Compact*» που χρησιμοποιήθηκε, ο προγραμματισμός της εκάστοτε παραμέτρου περιγράφηκε σε χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου. Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι επειδή πρόκειται για ξενοδοχείο η περίοδος λειτουργίας του είναι από 1/4 έως 15/10 και άρα για αυτό το διάστημα θα γίνει ο προγραμματισμός των ανωτέρω παραμέτρων. Οι τιμές που δόθηκαν στα πεδία της υποκατηγορίας, για όσο χρονικό διάστημα ορίστηκε, μπορούν να είναι συντελεστές (*Fraction*), θερμοκρασίες (*Temperature*), η οποιαδήποτε

άλλη τιμή με μονάδα μέτρησης αντίστοιχης του στοιχείου στο οποίο αναφέρεται (*Any Number*). Παρακάτω αναλύονται ενδελεχώς τα χρονοδιαγράμματα τα οποία ορίστηκαν (και τα οποία στην πορεία θα χρησιμοποιηθούν σε ποικίλες κατηγορίες). Συγκεκριμένα:

- Χρονοδιαγράμματα πυκνότητας ανθρώπινης ύπαρξης

Αξιοποιώντας τις πληροφορίες που δόθηκαν από την διεύθυνση του ξενοδοχείου αλλά και από την επιθεώρηση των χώρων, για τους κοινόχρηστους χώρους ισογείου, στους οποίους περιλαμβάνονται οι χώροι υποδοχής του ξενοδοχείου (χρονοδιάγραμμα *SchIsKoinoxristoiPeople*), τέθηκε τιμή του συντελεστή διάφορη του μηδενός καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Η τιμή αυτή υποδηλώνει ότι στους χώρους αυτούς παρατηρείται συνεχής κίνηση ατόμων, η οποία όμως αυξομειώνεται μέσα στο εικοσιτετράωρο.

Στα δωμάτια των ενοίκων, (χρονοδιάγραμμα *SchDwmatiaPeople*), ο συντελεστής έχει και πάλι μη μηδενική τιμή σε όλα τα χρονικά διαστήματα του εικοσιτετράωρου. Οι τιμές του συντελεστή προέκυψαν από την εκτίμηση του προγράμματος μιας συνηθισμένης ημέρας των ενοίκων, κατά τη διάρκεια των διακοπών τους (π.χ. τις πρωινές και τις απογευματινές ώρες που οι περισσότεροι ένοικοι πηγαίνουν στην παραλία, ο συντελεστής λαμβάνει μικρές τιμές εφόσον παρατηρείται μειωμένη κίνηση στα δωμάτια).

Για τη δημιουργία του χρονοδιαγράμματος που αφορά στο κατάστημα ισογείου (*SchMagaziPeople*) ερωτήθηκε ο υπάλληλος του μαγαζιού για τις ώρες αιχμής μίας συνηθισμένης ημέρας. Έτσι η τιμή του συντελεστή ποικίλει ανάλογα με το χρονικό διάστημα λειτουργίας του καταστήματος.

Τέλος, για τους χώρους των κουζινών ισογείου και υπογείου, (χρονοδιάγραμμα *SchKouzinesPeople*), η τιμή του συντελεστή παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας τους. Αντίστοιχα, για τις ίδιες ώρες, ο συντελεστής λαμβάνει σταθερή τιμή στο χρονοδιάγραμμα που αναφέρεται στους χώρους του υπογείου (*SchYpogeiaPeople*) καθώς οι χώροι αυτοί χρησιμοποιούνται κυρίως για την εξυπηρέτηση των κουζινών

Παρακάτω στην Εικόνα 4.20 φαίνονται τα χρονοδιαγράμματα όπως ακριβώς εισήχθησαν στην υποκατηγορία «*Schedule: Compact*».

Obj22	Obj23	Obj24	Obj25	Obj26
SchDwmatiaPeople	SchKouzinesPeople	SchYpogeiaPeople	SchMagaziPeople	SchlsKoinoxristoiPeople
Fraction	Fraction	Fraction	Fraction	Fraction
Through: 04/01	Through: 04/01	Through: 04/01	Through: 04/01	Through: 04/01
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00
0	0	0	0	0
Through: 10/15	Through: 10/15	Through: 10/15	Through: 10/15	Through: 10/15
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Until: 3:00	Until: 5:00	Until: 5:00	Until: 9:00	Until: 3:00
0.5	0	0	0	0.03
Until: 6:00	Until: 22:00	Until: 22:00	Until: 11:00	Until: 6:00
1	1	0.03	0.5	0.03
Until: 9:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 16:00	Until: 9:00
1	0	0	0.8	0.03
Until: 12:00	Through: 12/31	Through: 12/31	Until: 19:00	Until: 12:00
0.5	For: AllDays	For: AllDays	0.5	0.3
Until: 15:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 23:00	Until: 15:00
0.1	0	0	0.8	0.1
Until: 18:00			Until: 24:00	Until: 18:00
0.3			0.3	0.3
Until: 21:00			Through: 12/31	Until: 21:00
0.8			For: AllDays	0.3
Until: 24:00			Until: 24:00	Until: 24:00
0.5			0	0.1

Εικόνα 4.20: Χρονοδιαγράμματα μεταβολής ανθρώπινης ύπαρξης

- Χρονοδιαγράμματα ανθρώπινης δραστηριότητας

Για τη δημιουργία των χρονοδιαγραμμάτων της Εικόνα 4.21, τέθηκαν οι τιμές 100 και 240 (μονάδα μέτρησης Watt/person) που αντιστοιχούν στο επίπεδο ανθρώπινης δραστηριότητας (σύμφωνα με τον πίνακα ASHRAE 55, βλ. Παράρτημα Α). Συγκεκριμένα, στο χρονοδιάγραμμα *SchActivityDwmatia*, που αντιπροσωπεύει την δραστηριότητα των ατόμων για όση ώρα βρίσκονται μέσα στο δωμάτιο, η τιμή 100 προέκυψε ως μέσος όρος των συνήθων δραστηριοτήτων (όπως ύπνος, ξεκούραση, χαλαρό περπάτημα) που λαμβάνουν χώρα μέσα στα δωμάτια. Στο χρονοδιάγραμμα *SchActivityLoipoiXwroi*, που αναφέρεται στην δραστηριότητα που παρατηρείται στους λοιπούς χώρους του ξενοδοχείου, η τιμή 240 προέκυψε ως μέσος όρος των τυπικών δραστηριοτήτων που παρατηρούνται στους χώρους αυτούς (έντονο περπάτημα κ.ο.κ.).

Obj34	Obj35
SchActivityDwmatia	SchActivityLoipoiXwroi
Any Number	Any Number
Through: 04/01	Through: 04/01
For: AllDays	For: AllDays
Until: 24:00	Until: 24:00
0	0
Through: 10/15	Through: 10/15
For: AllDays	For: AllDays
Until: 24:00	Until: 24:00
100	240
Through: 12/31	Through: 12/31
For: AllDays	For: AllDays
Until: 24:00	Until: 24:00
0	0

Εικόνα 4.21 : Χρονοδιαγράμματα ανθρώπινης δραστηριότητας θερμικών ζωνών

- Χρονοδιαγράμματα λειτουργίας τεχνητού φωτισμού

Λόγω του επαρκή φυσικού φωτισμού στις θερμικές ζώνες των δωματίων, του καταστήματος ισογείου και της κουζίνας ισογείου (συγκεκριμένα τα χρονοδιαγράμματα αυτών είναι *SchDwmatiaLights*, *SchMagaziLights*, *SchIsKouzinaLights*), τα φώτα στους χώρους αυτούς παραμένουν κλειστά τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες, ενώ λειτουργούν κατά μέσο όρο από τις 6:00 μ.μ. και μέχρι τις 12:00 π.μ.. Αυτό σημαίνει ότι τις αντίστοιχες ώρες όπου δεν λειτουργούν τα φώτα ο συντελεστής λαμβάνει την τιμή μηδέν, ενώ λαμβάνει τιμή διάφορη του μηδενός τις υπόλοιπες ώρες.

Στους χώρους του υπογείου (με αντίστοιχα χρονοδιαγράμματα *SchYpogeiaKoinox*, *SchYpKouzinaLights*) όπου δεν υπάρχει φυσικός φωτισμός, τα φώτα παραμένουν αναμμένα για όση διάρκεια ο χώροι αυτοί χρησιμοποιούνται. Έτσι εκείνες τις ώρες η τιμή του συντελεστή είναι διάφορη του μηδενός.

Αντίθετα, στους κοινόχρηστους χώρους του ισογείου (που εξετάζονται στο χρονοδιάγραμμα *SchKoinoxristoiLights*), όλα τα φώτα λειτουργούν καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας, συνεπώς για τις ώρες αυτές ο συντελεστής ισούται με 1.

Παρακάτω στην Εικόνα 4.22 φαίνονται τα χρονοδιαγράμματα όπως ακριβώς εισήχθησαν στην υποκατηγορία «*Schedule:Compact*».

Obj16	Obj17	Obj18	Obj19	Obj20	Obj21
SchDwmatiaLights	SchIsKouzinaLights	SchYpogeiaKoinoxLights	SchKoinoxristoiLights	SchYpKouzinaLights	SchIsMagaziLights
Fraction	Fraction	Fraction	Fraction	Fraction	Fraction
Through: 04/01	Through: 04/01	Through: 04/01	Through: 04/01	Through: 04/01	Through: 04/01
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00
0	0	0	0	0	0
Through: 10/15	Through: 10/15	Through: 10/15	Through: 10/15	Through: 10/15	Through: 10/15
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Until: 8:00	Until: 8:00	Until: 5:00	Until: 7:00	Until: 5:00	Until: 19:00
0	0	0	1	0	0
Until: 12:00	Until: 12:00	Until: 22:00	Until: 19:00	Until: 22:00	Until: 24:00
0	0	0.9	0	1	1
Until: 19:00	Until: 18:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Through: 12/31
0	0	0	1	0	For: AllDays
Until: 20:00	Until: 22:00	Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31	Until: 24:00
0.8	0.9	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	0
Until: 22:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00	
0.9	0	0	0	0	
Until: 24:00	Through: 12/31				
0.8	For: AllDays				
Through: 12/31	Until: 24:00				

Εικόνα 4.22: Χρονοδιαγράμματα λειτουργίας τεχνητού φωτισμού

- Χρονοδιαγράμματα λειτουργίας ηλεκτρικών συσκευών

Για τη δημιουργία του χρονοδιαγράμματος λειτουργίας των ηλεκτρικών συσκευών στο χώρο των κουζινών (*SchKouzinesEleEq*) εκτιμήθηκε η συνεχής λειτουργία τους καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του χώρου και για το λόγο αυτό ο συντελεστής πήρε μη μηδενικές τιμές στο διάστημα 5:00 π.μ. με 10:00μ.μ., με αύξηση των τιμών τις ώρες που προσφέρονται γεύματα από το ξενοδοχείο.

Για το χρονοδιάγραμμα των δωματίων – ψυγεία (*SchYpPsygeiaEleEq*) του υπογείου η τιμή του συντελεστή τέθηκε ίση με 1 όλο το εικοσιτετράωρο καθώς η λειτουργία των συσκευών είναι συνεχής. Επίσης, για τις νυκτερινές ώρες, όπου το τμήμα καθαριότητας του ξενοδοχείου χρησιμοποιεί τα πλυντήρια ρούχων, τέθηκε τιμή του συντελεστή ίση με 1. (αντίστοιχο χρονοδιάγραμμα *SchYpogeiaEleEq*)

Παρακάτω στην Εικόνα 4.23 φαίνονται τα χρονοδιαγράμματα όπως ακριβώς εισήχθησαν στην υποκατηγορία «*Schedule:Compact*».

Obj20	Obj21	Obj22
SchKouzinesEleEq	SchYpPsygeiaEleEq	SchYpKoinoxristoiEleEq
Fraction	Fraction	Fraction
Through: 04/01	Through: 04/01	Through: 04/01
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00
0	0	0
Through: 10/15	Through: 10/15	Through: 10/15
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Until: 5:00	Until: 8:00	Until: 3:00
0	1	1
Until: 11:00	Until: 12:00	Until: 24:00
0.3	1	0
Until: 14:00	Until: 18:00	Through: 12/31
1	1	For: AllDays
Until: 18:00	Until: 22:00	Until: 24:00
0.2	1	0
Until: 20:00	Until: 24:00	
1	1	
Until: 22:00	Through: 12/31	
0.3	For: AllDays	
Until: 24:00	Until: 24:00	
0	0	
Through: 12/31		
For: AllDays		

Εικόνα 4.23: Χρονοδιαγράμματα λειτουργίας ηλεκτρικών συσκευών

- Χρονοδιαγράμματα αερισμού θερμικών ζωνών

Οι ζώνες στις οποίες συμβαίνει φυσικός αερισμός (μέσω ανοιγμάτων) είναι τα δωμάτια, οι κοινόχρηστοι χώροι ισογείου/ορόφων, η κουζίνα ισογείου και το κατάστημα ισογείου. Προφανώς, δε δημιουργήθηκαν χρονοδιαγράμματα αερισμού για τις θερμικές ζώνες του υπογείου, καθώς στους χώρους αυτούς δεν υπάρχουν εξωτερικά ανοίγματα.

Όπως φαίνεται παρακάτω στην Εικόνα 4.24, στους κοινόχρηστους χώρους (το χρονοδιάγραμμα των οποίων είναι *SchKoinoxristoiVentil*) ο συντελεστής λαμβάνει τη μέγιστη δυνατή τιμή, 1, και παραμένει για όλη τη διάρκεια της ημέρας σταθερή. Υπενθυμίζεται ότι αυτό συμβαίνει διότι στους χώρους αυτούς, σύμφωνα με πληροφορίες που δόθηκαν από τη διεύθυνση του ξενοδοχείου, δεν διατίθεται σύστημα κλιματισμού και συνεπώς για τον αποτελεσματικό δροσισμό των χώρων παραμένουν συνεχώς ανοιχτά τα παράθυρα των διαδρόμων καθώς και οι πόρτες των κεντρικών εισόδων.

Αντίθετα, στα δωμάτια (το χρονοδιάγραμμα των οποίων είναι *SchDwmatiaVentil*), τα οποία διαθέτουν σύστημα κλιματισμού, εκτιμήθηκε ότι οι ένοικοι ανοίγουν τα παράθυρά δύο ώρες καθημερινά, και συγκεκριμένα 10:00 με 11:00 π.μ. και 19:00 με 20:00 μ.μ.· γι' αυτά τα διαστήματα ο συντελεστής

λαμβάνει τιμές διάφορες του μηδενός (ανάλογες με το πόσο έντονος είναι) ενώ παραμένει ίσος με το μηδέν για τις υπόλοιπες ώρες της ημέρας.

Στο κατάστημα του ισογείου (το χρονοδιάγραμμα του οποίου είναι *SchMagaziVentil*), σύμφωνα με πληροφορίες που δόθηκαν από τον καταστηματάρχη, τα παράθυρα και η πόρτα εισόδου παραμένουν ανοιχτά καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του καταστήματος, η οποία είναι από τις 9:00 π.μ. μέχρι τις 12:00 μ.μ.. Στην περίπτωση αυτή ο συντελεστής λαμβάνει σταθερή τιμή για το διάστημα αυτό και λαμβάνει την τιμή μηδέν τις νυχτερινές ώρες, όπου το κατάστημα παραμένει κλειστό.

Τέλος, όσον αφορά στην κουζίνα του ισογείου (το χρονοδιάγραμμα της οποίας είναι *SchKouzinaVentil*) θεωρήθηκε ότι το παράθυρο και η εξωτερική πόρτα παραμένουν ανοιχτά για όση ώρα λειτουργεί η κουζίνα και υπάρχει μέσα προσωπικό, δηλαδή από τις 5:00 π.μ. μέχρι τις 10:00 μ.μ.. Για το διάστημα αυτό ο συντελεστής λαμβάνει και πάλι την μέγιστη δυνατή τιμή.

Obj15	Obj16	Obj17	Obj18
SchDwmatiaVentil	SchKoinoxristoiVentil	SchMagaziVentil	SchIsKouzinaVentil
Fraction	Fraction	Fraction	Fraction
Through: 04/01	Through: 04/01	Through: 04/01	Through: 04/01
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00
0	0	0	0
Through: 10/15	Through: 10/15	Through: 10/15	Through: 10/15
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Until: 10:00	Until: 24:00	Until: 9:00	Until: 5:00
0	1	0	0
Until: 11:00	Through: 12/31	Until: 24:00	Until: 22:00
0.8	For: AllDays	0.4	0.5
Until: 19:00	Until: 24:00	Through: 12/31	Until: 24:00
0	0	For: AllDays	0
Until: 20:00		Until: 24:00	Through: 12/31
1		0	For: AllDays
Until: 24:00			Until: 24:00
0			0

Εικόνα 4.24: Χρονοδιάγραμμα αερισμού αέρα στις θερμικές ζώνες

- Χρονοδιάγραμμα διήθησης αέρα

Χρησιμοποιήθηκε το προτεινόμενο χρονοδιάγραμμα *Always On*, που παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.25, σύμφωνα με το οποίο δηλώθηκε σταθερή διαφυγή αέρα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Obj
Always On
Fraction
Through: 12/31
For: AllDays
Until: 24:00
1

Εικόνα 7 Εικόνα 4.25: Χρονοδιάγραμμα διήθησης αέρα στις θερμικές ζώνες

- Χρονοδιαγράμματα λειτουργίας συστημάτων κλιματισμού για ψύξη

Στην ξενοδοχειακή μονάδα, όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 3, διατίθεται σύστημα κλιματισμού σε όλους τους χώρους των δωματίων και στην κουζίνα υπογείου· το τελευταίο έχει τοποθετηθεί διότι στη στάθμη υπογείου δεν διατίθενται παράθυρα, πράγμα που καταστεί αναγκαίο τον κλιματισμό στο χώρο της κουζίνας για την αποφυγή δυσάρεστων συνθηκών εργασίας απ' τους εργαζόμενους του ξενοδοχείου. Το σύστημα κλιματισμού των δωματίων (χρονοδιάγραμμα *SchCoolingSetPointDwmatia*) εκτιμήθηκε ότι τίθεται σε λειτουργία τις αντίστοιχες ώρες όπου τα παράθυρα των χώρων αυτών παραμένουν κλειστά, για εκείνο το διάστημα λοιπόν τέθηκε το κατώτατο όριο θερμοκρασίας, για την οποία το σύστημα κλιματισμού θα ενεργοποιείται, 35°C (μια θερμοκρασία που είναι αδύνατο να συναντηθεί και αυτόματα υποδηλώνει ότι ο κλιματισμός θα είναι ανενεργός). Τις ώρες όπου τα παράθυρα μένουν κλειστά, (βλ. χρονοδιάγραμμα άμεσου αερισμού των δωματίων) τέθηκε κατώτατο όριο θερμοκρασίας, για την οποία το σύστημα κλιματισμού θα ενεργοποιείται, 25 °C.

Αντίστοιχα, για το χρονοδιάγραμμα της κουζίνας υπογείου (*SchCoolingSetPointKouzina*) δόθηκαν τιμές στον συντελεστή με την ίδια λογική όπως και προηγουμένως, για όσο χρονικό διάστημα λειτουργεί η κουζίνα.

Παρακάτω στη Εικόνα 4.26 φαίνονται τα χρονοδιαγράμματα όπως ακριβώς εισήχθησαν στην υποκατηγορία «*Schedule:Compact*».

Obj34	Obj35
SchCoolingSetPointDwmatia	SchCoolingSetPointYpKouzina
Temperature	Temperature
Through: 04/01	Through: 04/01
For: AllDays	For: AllDays
Until: 24:00	Until: 24:00
35	35
Through: 10/15	Through: 10/15
For: AllDays	For: AllDays
Until: 10:00	Until: 5:00
25	35
Until: 11:00	Until: 22:00
35	25
Until: 19:00	Until: 24:00
25	35
Until: 20:00	Through: 12/31
35	For: AllDays
Until: 24:00	Until: 24:00
25	35
Through: 12/31	
For: AllDays	
Until: 24:00	

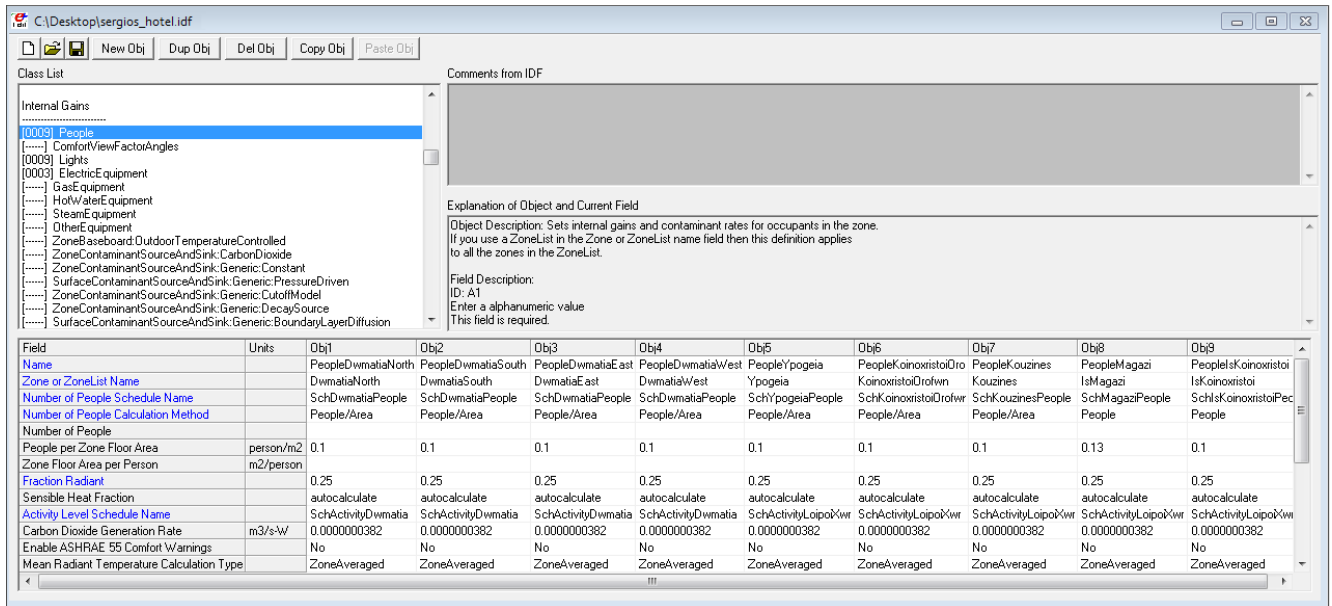
Εικόνα 4.26: Χρονοδιαγράμματα λειτουργίας συστημάτων κλιματισμού

4.3.6 Κατηγορία Internal Gains

Τα θερμικά φορτία ή κέρδη που προκύπτουν σε ένα χώρο εξαρτώνται από τον αριθμό των ατόμων μέσα σε αυτόν, το ωράριο παραμονής τους στο χώρο και το είδος της δραστηριότητάς τους (θερμική ενέργεια που εκλύεται λόγω του μεταβολισμού). Επίσης, εξαρτώνται από τη λειτουργία του φωτισμού καθώς και το είδος, τον αριθμό και τον χρόνο λειτουργίας όλων των ηλεκτρικών συσκευών. Η κατηγορία που εξετάζει αυτές τις παραμέτρους ονομάζεται *Internal Gains* και συγκεκριμένα οι υποκατηγορίες «*People*», «*Lights*» και «*Electric Equipment*».

- «*People*» (Ανθρώπινη Δραστηριότητα)

Στην υποκατηγορία «*People*», που παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.27, προσδιορίζονται οι παράμετροι υπολογισμού των εσωτερικών θερμικών κερδών κάθε θερμικής ζώνης του ξενοδοχείου, τα οποία προκύπτουν ως συνάρτηση τη ανθρώπινης δραστηριότητας.

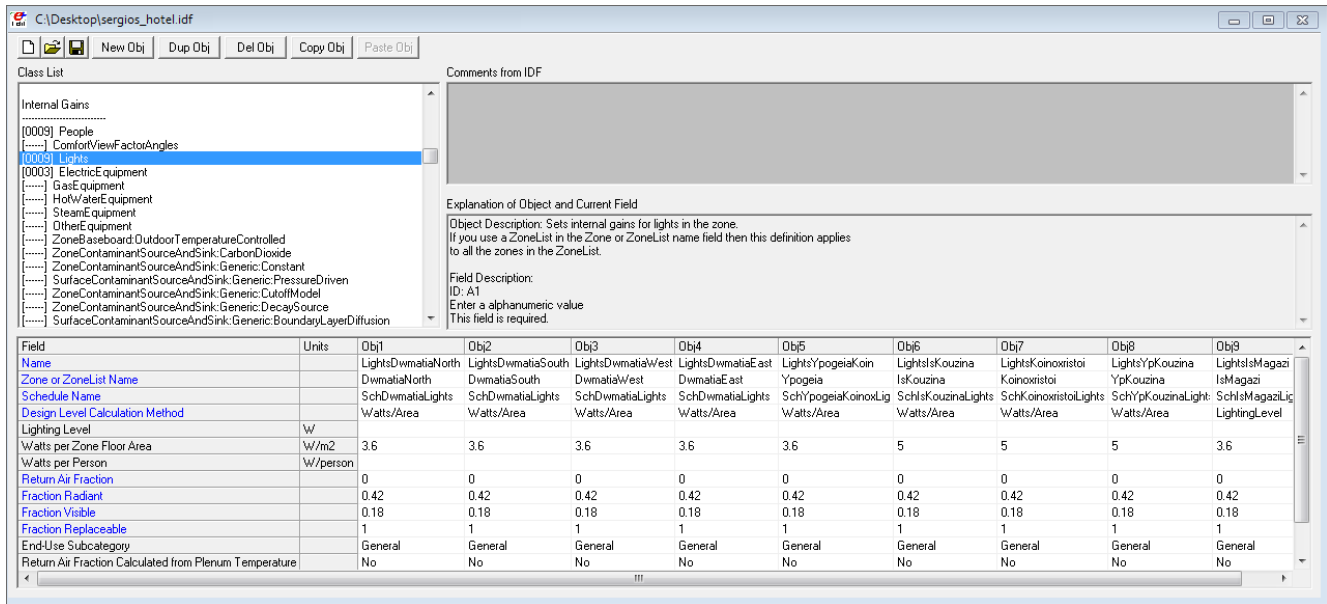


Εικόνα 4.27: Παράμετροι υποκατηγορίας *People*

Πιο συγκεκριμένα οι απαραίτητοι παράμετροι που εισήχθησαν είναι το όνομα της θερμικής ζώνης ή της ομάδας θερμικών ζωνών στις οποίες εξετάζεται η ανθρώπινη δραστηριότητα, ο εκτιμώμενος αριθμός ατόμων ανά τετραγωνικό μέτρο θερμικής ζώνης (*People per Zone Floor Area*), η εκτιμώμενη τιμή της ανθρώπινης ακτινοβολίας (*Fraction Radiant*), καθώς και τα χρονοδιαγράμματα μεταβολής της ανθρώπινης ύπαρξης (*Number of People Schedule Name*) και της ανθρώπινης δραστηριότητας (*Activity Level Schedule Name*) σε κάθε ζώνη. Τα πεδία *Number of People Schedule Name* και *Activity Level Schedule Name* λαμβάνουν πληροφορίες από την υποκατηγορία «*Schedule:Compact*», στην οποία έχουν προσδιορισθεί. Για το πεδίο *People per Zone Floor Area* εκτιμήθηκε ο μέγιστος αριθμός ατόμων ανά τετραγωνικό μέτρο θερμικής ζώνης ή ομάδας θερμικών ζωνών (μονάδα συντελεστή person/m^2). Τέλος, η τιμή που τοποθετείται στο πεδίο *Fraction Radiant* υποδηλώνει το ποσοστό της θερμότητας που εκπέμπεται απ' τον άνθρωπο στην θερμική ζώνη και η οποία κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0 και 1. Έγινε η υπόθεση ότι η τιμή αυτή είναι 0.25, δηλαδή το 25%.

- «*Lights*» (Τεχνητός Φωτισμός)

Η υποκατηγορία «*Lights*» παρέχει τη δυνατότητα καθορισμού όλων των πληροφοριών σχετικά με το σύστημα ηλεκτρικού φωτισμού μιας ζώνης, την ισχύ του και το χρονοδιάγραμμα λειτουργίας του (*Schedule Name*). (Εικόνα 4.28)

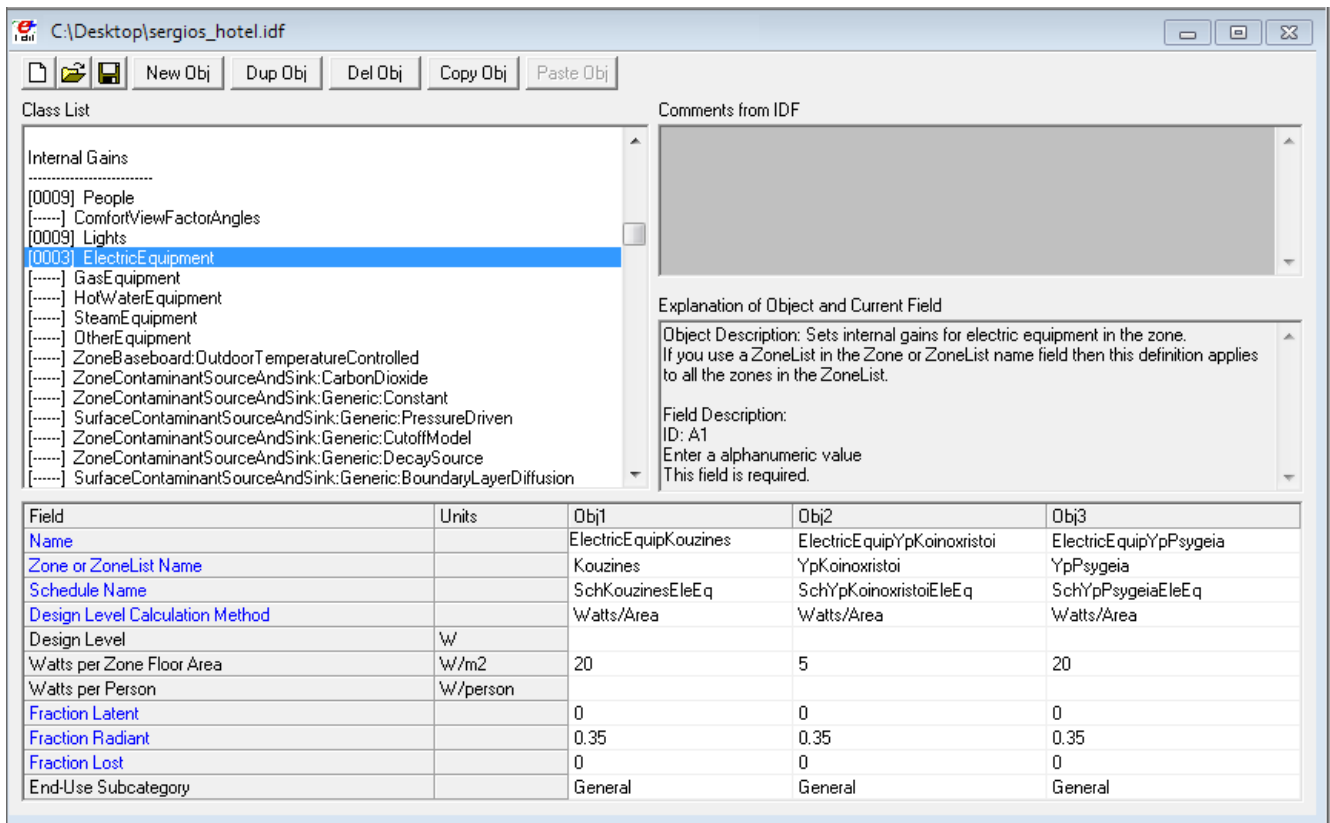


Εικόνα 4.28: Παράμετροι υποκατηγορίας *Lights*

Στα πεδίο *Schedule Name*, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.27, δηλώθηκαν τα ονόματα των χρονοδιαγραμμάτων λειτουργίας του τεχνητού φωτισμού της εκάστοτε ζώνης, τα οποία αντλήθηκαν από την υποκατηγορία «*Schedule:Compact*». Στο πεδίο *Watts Per Zone Floor Area*, διαιρώντας την συνολική ισχύ των λαμπτήρων που λειτουργούν σε κάθε ζώνη με το αντίστοιχο εμβαδό, προέκυψαν οι παραπάνω τιμές για κάθε ζώνη. Συγκεκριμένα, για το φωτισμό των χώρων του ξενοδοχείου χρησιμοποιούνται λαμπτήρες φθορισμού με ισχύ 100 Watt. Στα πεδία *Return Air Fraction*, *Fraction Radiant*, *Fraction Visible*, εισήχθησαν οι τυπικές τιμές 0, 0.42, 0.18 αντίστοιχα, που καθορίζονται ανάλογα με τον τύπο των φωτιστικών που χρησιμοποιούνται (σύμφωνα με τον πίνακα Table 14, βλ. Παράρτημα Α).

▪ «*Electric Equipment*» (Ηλεκτρικός Εξοπλισμός)

Στην υποκατηγορία αυτή εξετάζονται τα εσωτερικά θερμικά κέρδη των ζωνών, παραγόμενα από τη λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών στους χώρους, χωρίς να συμπεριλαμβάνονται τα σώματα κλιματισμού μέσα σε αυτές. Συγκεκριμένα ορίστηκαν πληροφορίες σχετικά με την λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών, την ισχύ τους και τα χρονοδιαγράμματα λειτουργίας τους, όπως φαίνεται και στην παρακάτω Εικόνα 4.29.

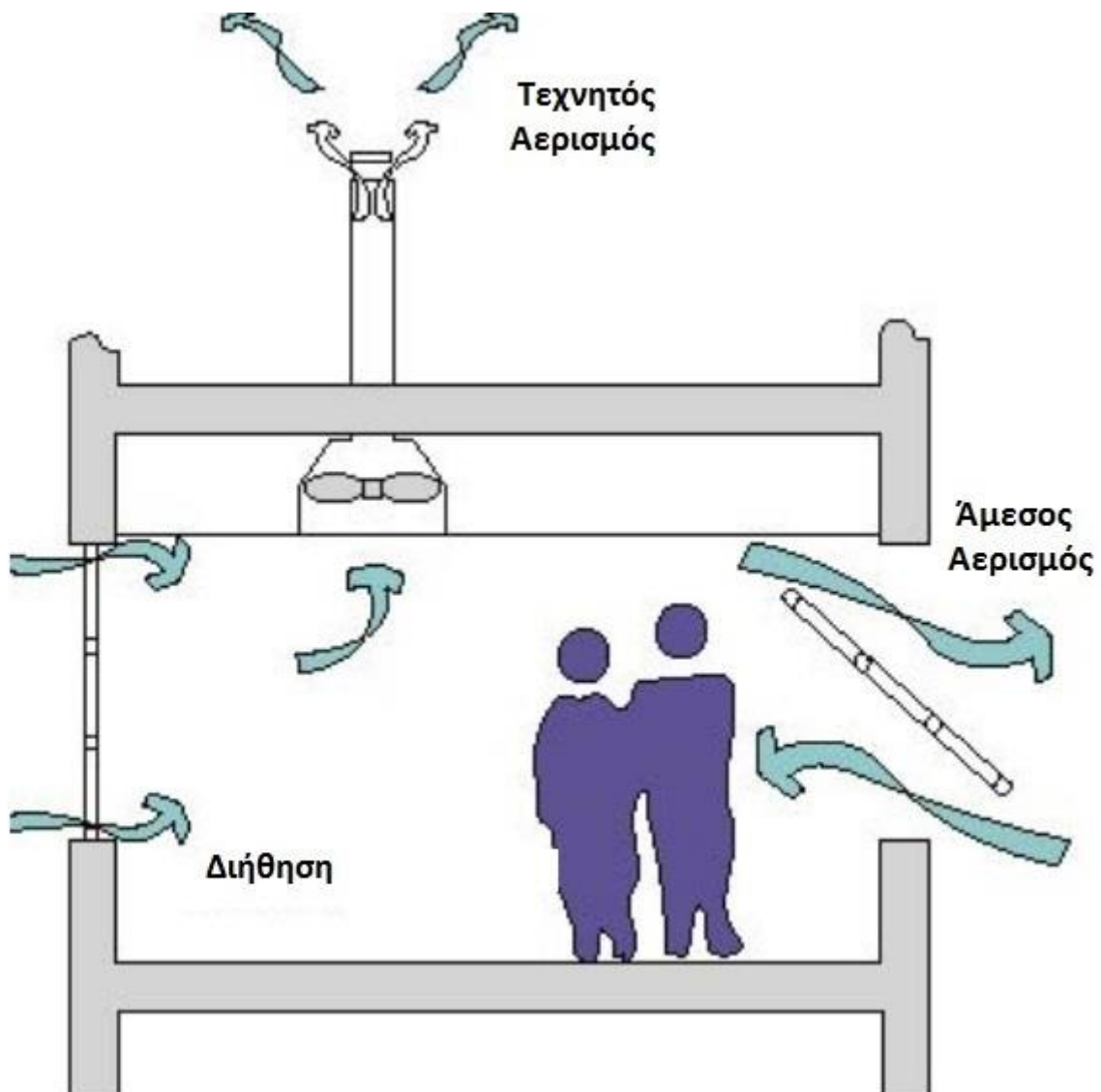


Εικόνα 4.29: Παράμετροι υποκατηγορίας *Electric Equipment*

Αναλυτικότερα, στο πεδίο *Watts Per Zone Floor Area*, διαιρώντας την συνολική ισχύ των ηλεκτρικών συσκευών που λειτουργούν σε κάθε ζώνη με το αντίστοιχο εμβαδό, προέκυψαν οι παραπάνω τιμές για την εκάστοτε ζώνη. Συγκεκριμένα, οι ζώνες στις οποίες γίνεται χρήση ηλεκτρικών συσκευών αξιοσημείωτης παραγόμενης θερμότητας είναι οι κουζίνες (ηλεκτρικοί φούρνοι, ψυγεία, φούρνοι μικροκυμάτων, πλυντήρια πιάτων κλπ), τα δωμάτια – ψυγεία – καταψύκτες που υπάρχουν στο χώρο του υπογείου και εξυπηρετούν τις κουζίνες και οι αποθήκες που βρίσκονται στο χώρο του υπογείου και στις οποίες γίνεται χρήση (πλυντήρια ρούχων, στεγνωτήρια ρούχων, πρέσες σιδερώματος κλπ). Για τις παραμέτρους *Fraction Radiant*, *Fraction Latent* οι οποίες εκφράζουν τη μορφή της μεταβιβαζόμενης θερμότητας από τις ηλεκτρικές συσκευές σε κάθε ζώνη και στην παράμετρο *Fraction Lost*, που εκφράζει το ποσοστό των απωλειών θερμότητας, συμπληρώθηκαν οι παραπάνω τυπικές τιμές. Τέλος στο πεδίο *Schedule Name* εισήχθησαν τα αντίστοιχα χρονοδιαγράμματα λειτουργίας των συσκευών για κάθε ζώνη από την υποκατηγορία «*Schedule:Compact*».

4.3.7 Κατηγορία *Zone AirFlow*

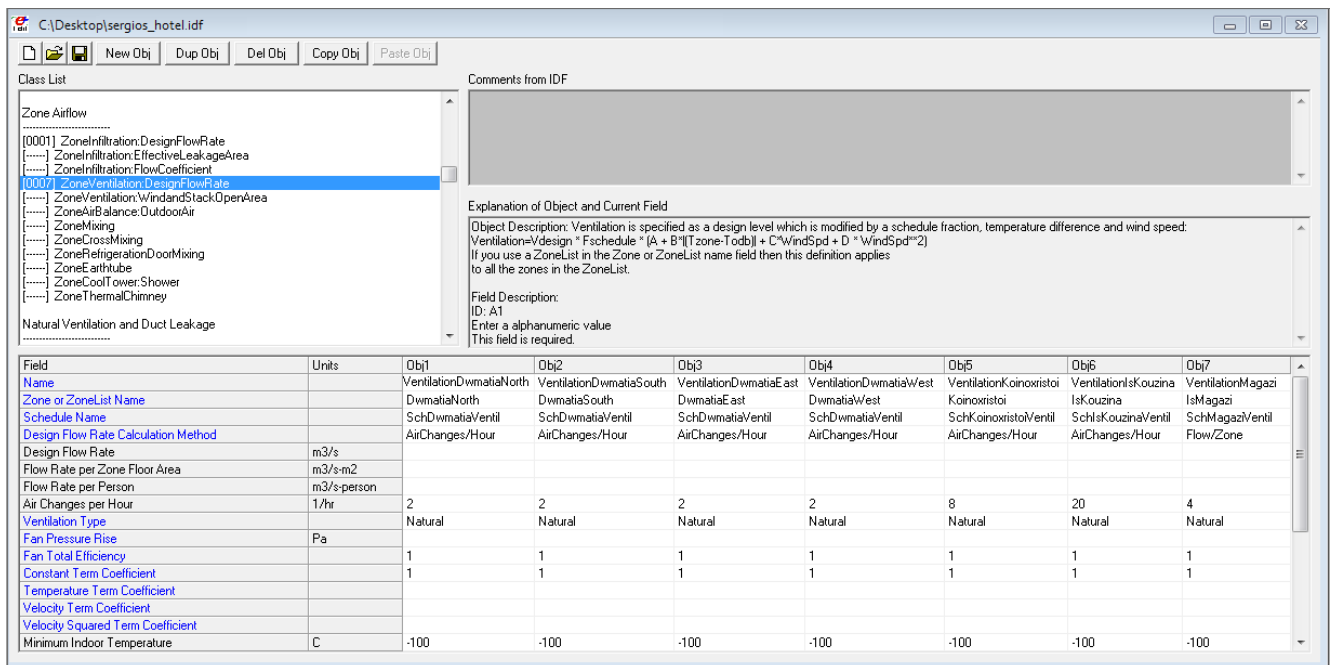
Ένα επίσης σημαντικό χαρακτηριστικό της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια είναι η ροή του αέρα μέσα σ' αυτά. Υπάρχουν δύο διαφορετικές μορφές αερισμού ενός κτιρίου, ο φυσικός και ο τεχνητός αερισμός, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.30. Ο φυσικός αερισμός στηρίζεται είτε στην ακούσια ροή του αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον απευθείας σε μία θερμική ζώνη, χωρίς αυτό να είναι σκόπιμο (διήθηση - infiltration), είτε στην σκόπιμη ροή αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον απευθείας σε μία θερμική ζώνη (άμεσος αερισμός - ventilation). Τα στοιχεία αυτά περιγράφονται στην κατηγορία αντικειμένων *Zone AirFlow*.



Εικόνα 4.30: Διήθηση αέρα - Άμεσος αερισμός - Τεχνητός αερισμός

▪ «*Zone Ventilation:DesignFlowRate*»

Στην υποκατηγορία αυτή, όπως παρουσιάζεται και στην Εικόνα 4.31, ορίζονται οι παράμετροι του άμεσου αερισμού, ο οποίος προκαλείται λόγω των ανοικτών παραθύρων και άλλων σχεδιασμένων σημείων εισόδου και εξόδου που έχουν σκοπό την εισαγωγή φρέσκου αέρα στο εσωτερικό ενός κτιρίου. Στην εξεταζόμενη περίπτωση, στα απαιτούμενα πεδία συμπληρώθηκαν το όνομα, η θερμική ζώνη ή η ομάδα θερμικών ζωνών στην οποία γίνεται ο αερισμός, το χρονοδιάγραμμα αερισμού της εκάστοτε θερμικής ζώνης ή ομάδας θερμικών ζωνών, οι εναλλαγές του αέρα ανά ώρα (*Air Changes per Hour*), ο τύπος του αερισμού (*Ventilation Type*), καθώς και οι προτεινόμενες από το πρόγραμμα τιμές της ελάχιστης και μέγιστης εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας και ταχύτητας ανέμου (*Maximum/Minimum Indoor Temperature, Maximum/Minimum Outdoor Temperature, Wind Speed*).



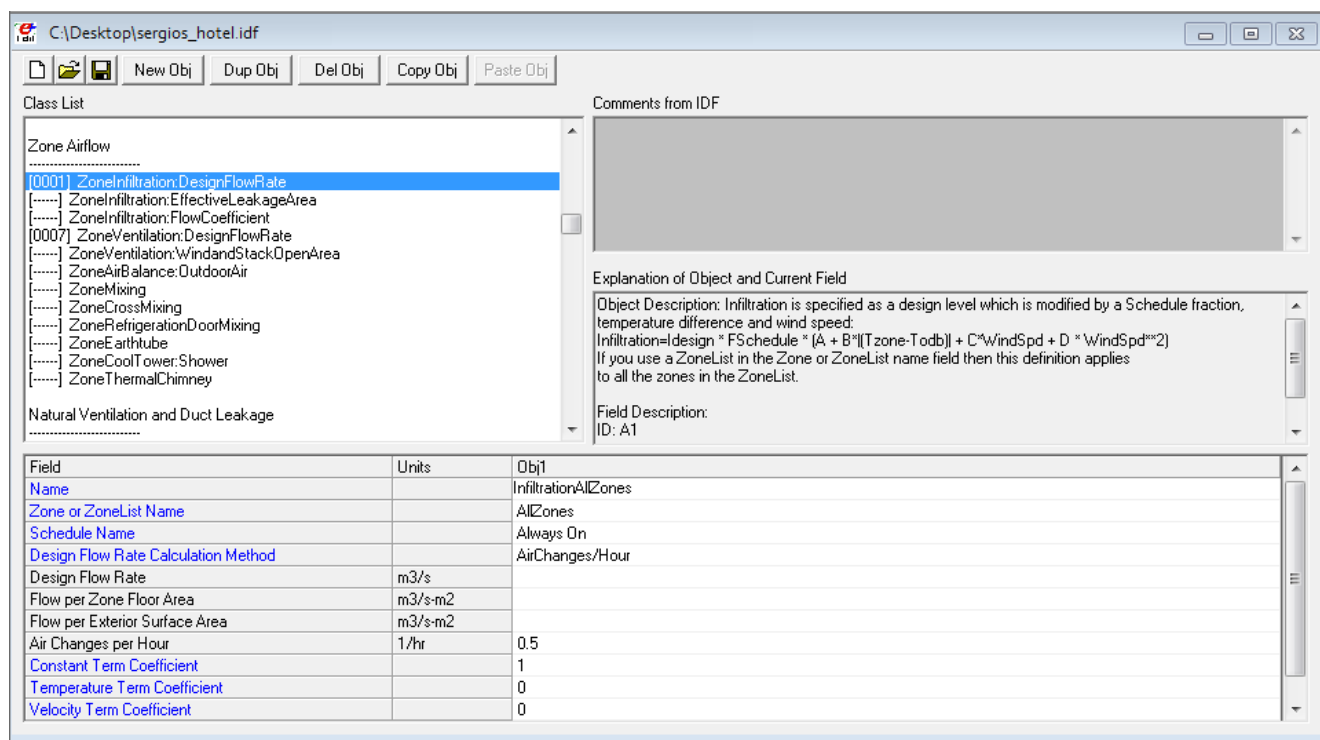
Εικόνα 4.31: Παράμετροι υποκατηγορίας *Zone Ventilation:DesignFlowRate*

Το πεδίο *Schedule Name* λαμβάνει πληροφορίες από την υποκατηγορία «*Schedule:Compact*» στην οποία για κάθε θερμική ζώνη ορίστηκε αντίστοιχο χρονοδιάγραμμα αερισμού. Στο πεδίο *Air Changes per Hour* δηλώθηκε ο αριθμός *n* των εναλλαγών του αέρα για κάθε ζώνη στην οποία πραγματοποιείται φυσικός αερισμός. Ο αριθμός αυτός δίνει 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. Η μονάδα που χαρακτηρίζει τον αριθμό των εναλλαγών του αέρα είναι 1/h. 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 την θερμική ζώνη της κουζίνας ισογείου. Για κοινόχρηστους χώρους ορίζεται $n = 4 - 8$. Για το λόγο αυτό στους χώρους όπου παρατηρείται έντονος αερισμός όπως συμβαίνει στους κοινόχρηστους χώρους ισογείου/ορόφων του ξενοδοχείου τέθηκε η μέγιστη τιμή, 8, ενώ στο κατάστημα του ισογείου η ελάχιστη απαραίτητη, 4. Επίσης, για τους χώρους των υποδοματιών τέθηκε $n = 2$, αριθμός που δηλώνει επαρκή αερισμό. Τέλος, στο πεδίο *Ventilation Type* συμπληρώθηκε η επιλογή *Natural*, καθώς εξετάζεται ο φυσικός αερισμός του κτιρίου.

▪ «ZoneInfiltration:DesignFlowRate»

Η διήθηση αέρα στο κτίριο συνήθως προκαλείται από το άνοιγμα και το κλείσιμο των εξωτερικών θυρών, τις ρωγμές γύρω από τα παράθυρα, ακόμα και σε πολύ μικρές ποσότητες μέσω των δομικών στοιχείων. Στην υποκατηγορία αυτή, που εμφανίζεται στην Εικόνα 4.32, συμπληρώνονται οι απαραίτητες παράμετροι που εκφράζουν την εν λόγω διαδικασία.



Εικόνα 4.32: Παράμετροι υποκατηγορίας *ZoneInfiltration:DesignFlowRate*

Στο πεδίο *Zone or Zone list* έχει τεθεί το όνομα της ομάδας *All Zones* η οποία συμπεριλαμβάνει όλο το σύνολο των θερμικών ζωνών του κτιρίου, καθώς θεωρήθηκε ότι πραγματοποιείται σταθερή και συνεχόμενη διήθηση αέρα σε όλο το κέλυφος του κτιρίου. Θεωρώντας σταθερή και συνεχή διήθηση σε όλο το κέλυφος του κτιρίου, στο πεδίο *Schedule Name* εισήχθη το σταθερό χρονοδιάγραμμα

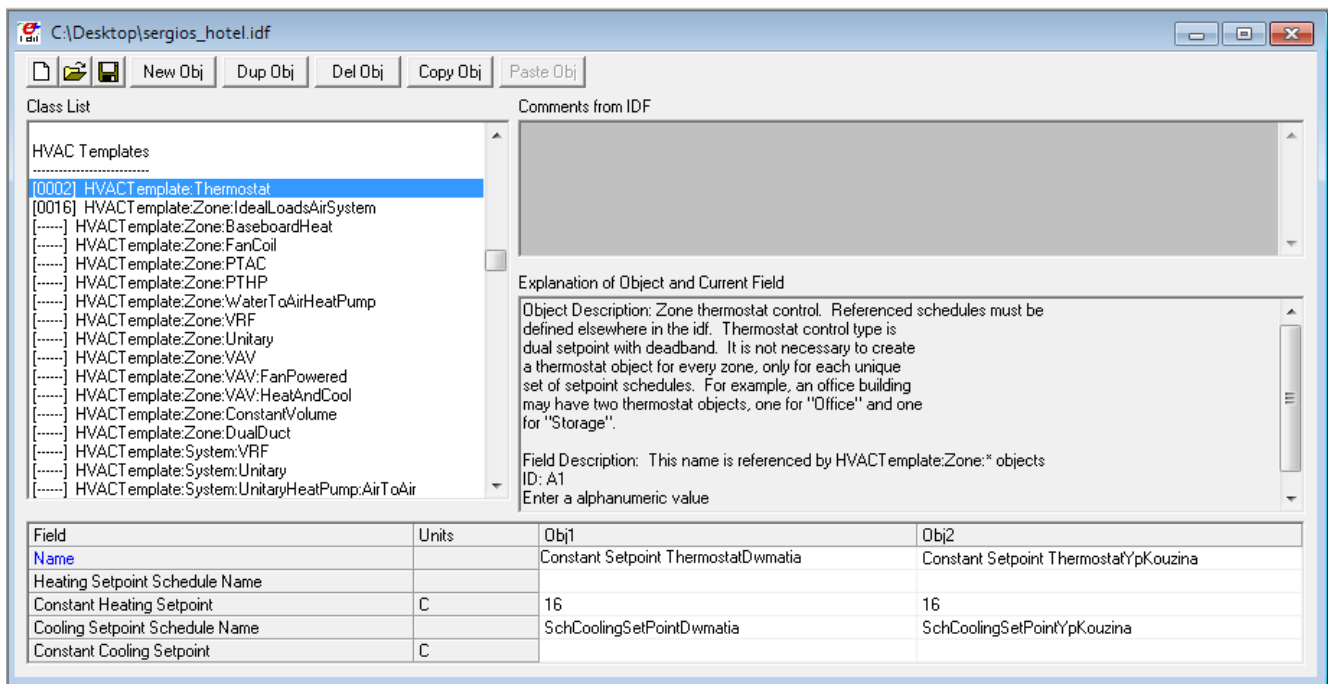
διήθησης του χρονοδιαγράμματος που έχει ορισθεί στην υποκατηγορία «*Schedule:Compact*». Τέλος, στο πεδίο *Air Changes per Hour* εκτιμήθηκε ο αριθμός των εναλλαγών του αέρα ανά ώρα, $n=0.5$.

4.3.8 Κατηγορία HVAC Templates

Η κατηγορία αυτή σχετίζεται με τη λειτουργία των συστημάτων ψύξης – θέρμανσης και κλιματισμού σε ένα χώρο. Για τον προσδιορισμό ενός απλού ιδανικού συστήματος ψύξης – θέρμανσης και κλιματισμού διατίθενται οι υποκατηγορίες «*HVACTemplate:Thermostat*» και «*HVACTemplate:Zone:IdealLoadsAirSystem*». Ο χρήστης πρακτικά ορίζει ένα ιδανικό σύστημα το οποίο λειτουργεί με θερμοστάτη, θέτοντας το σε λειτουργία όταν οι θερμοκρασίες στο χώρο ξεπεράσουν τα θερμοκρασιακά όρια που έχει ορίσει.

- «*HVACTemplate:Thermostat*»

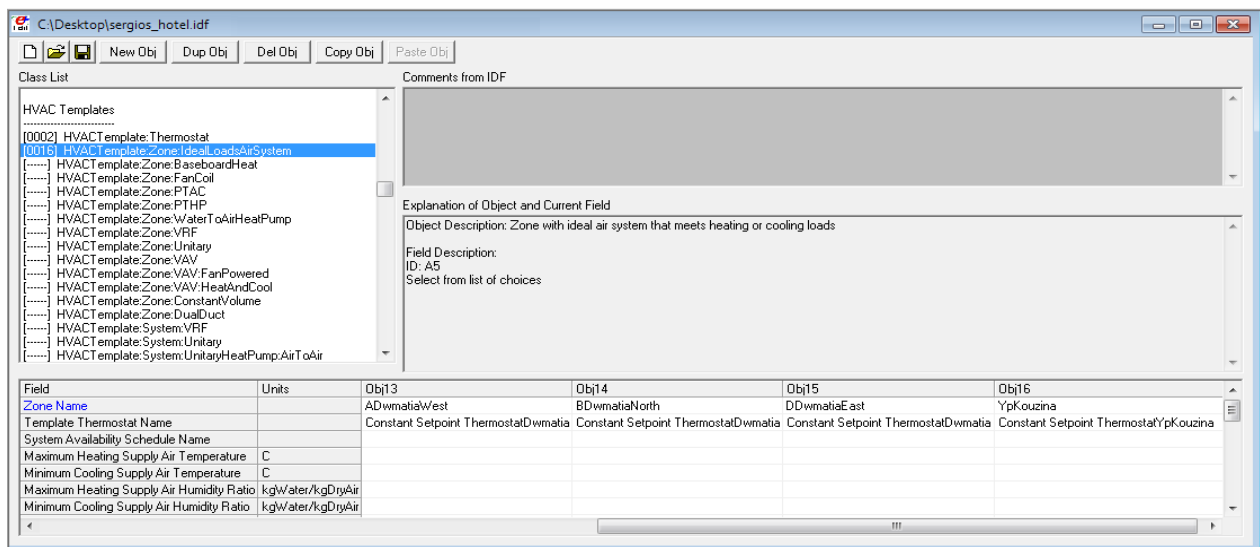
Στην υποκατηγορία αυτή, όπως φαίνεται και παρακάτω στην Εικόνα 4.33, δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει εάν ο καθορισμός των θερμοκρασιακών ορίων λειτουργίας του συστήματος θα γίνει με την δήλωση σταθερών τιμών ή σύμφωνα με κάποιο προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα. Για την εν λόγω προσομοίωση και συγκεκριμένα για την ψύξη δημιουργήθηκαν ακριβή χρονοδιαγράμματα, στην υποκατηγορία «*Schedule:Compact*», προσαρμοσμένα στις συνθήκες της ζώνης στην οποία απευθύνονται. Στο πεδίο *Cooling Setpoint Schedule Name* για κάθε ζώνη ή ομάδα ζωνών (υπενθυμίζεται σ' αυτό το σημείο ότι συμμετέχουν μόνο οι ζώνες που διαθέτουν σύστημα κλιματισμού, δηλαδή οι ζώνες των δωματίων και της κουζίνας του υπογείου) εισήχθησαν τα αντίστοιχα χρονοδιαγράμματα όπως ορίστηκαν στην υποκατηγορία «*Schedule:Compact*». Για τη θέρμανση του ξενοδοχείου μέσω της λειτουργίας των κλιματιστικών για τους μήνες που ενδέχεται να πέφτουν οι θερμοκρασίες κάτω απ' τα ανεκτά όρια, δεν ορίστηκε κάποιο χρονοδιάγραμμα αλλά δηλώθηκε στο πεδίο *Constant Heating Setpoint* ο αριθμός 16, ο οποίος δηλώνει ότι για θερμοκρασίες κάτω απ' τους 16°C ενεργοποιείται ο κλιματισμός.



Εικόνα 4.33: Παράμετροι υποκατηγορίας *HVACTemplate:Thermostat*

- «*HVACTemplate:Zone:IdealLoadsAirSystem*»

Σ' αυτήν την υποκατηγορία ορίζεται το ιδανικό σύστημα κλιματισμού που αντιστοιχεί σε κάθε θερμική ζώνη· έτσι στο πεδίο *Template Thermostat Name* δηλώθηκε το όνομα του πρότυπου θερμοστάτη, το οποίο ορίστηκε στην υποκατηγορία «*HVACTemplate:Thermostat*», όπως παρουσιάζεται και στην Εικόνα 4.34. Αξίζει να σημειωθεί πως είναι εφικτό διαφορετικές θερμικές ζώνες να αναφέρονται στο ίδιο σύστημα κλιματισμού, γεγονός που κάνει πιο εύκολο τον έλεγχο της λειτουργίας του συστήματος σε πολλά τμήματα του κτιρίου.



Εικόνα 4.34: Παράμετροι υποκατηγορίας *HVACTemplate:Zone:IdealLoadsAirSystem*

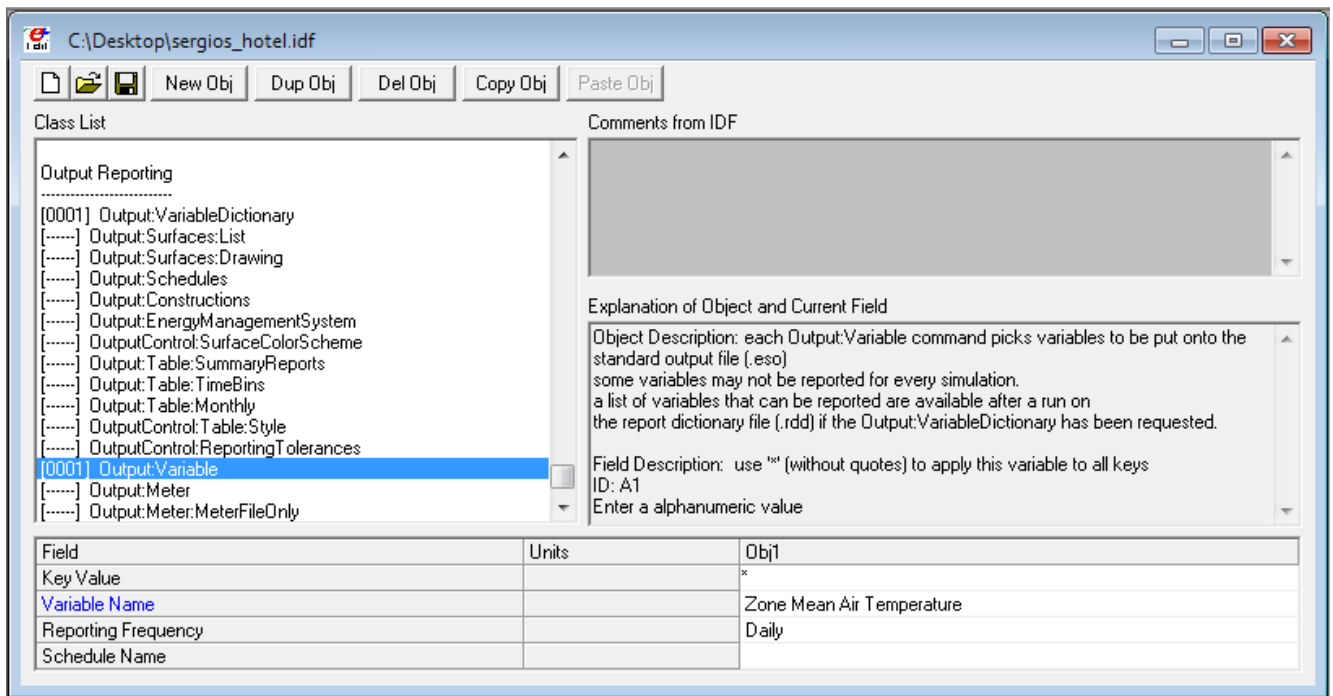
4.4 Αποτελέσματα προσομοίωσης

Για την εξαγωγή αποτελεσμάτων από την ενεργειακή προσομοίωση ο χρήστης καλείται να καθορίσει στην κατηγορία *Output:Reporting*, του υποπρογράμματος IDF Editor του Energy Plus, τα αρχεία εξόδου και συνεπώς τις πληροφορίες που επιθυμεί να αντλήσει. Κάθε υποκατηγορία αντιπροσωπεύει διαφορετικό είδος απαιτούμενων στοιχείων.

▪ *Output:Variable*

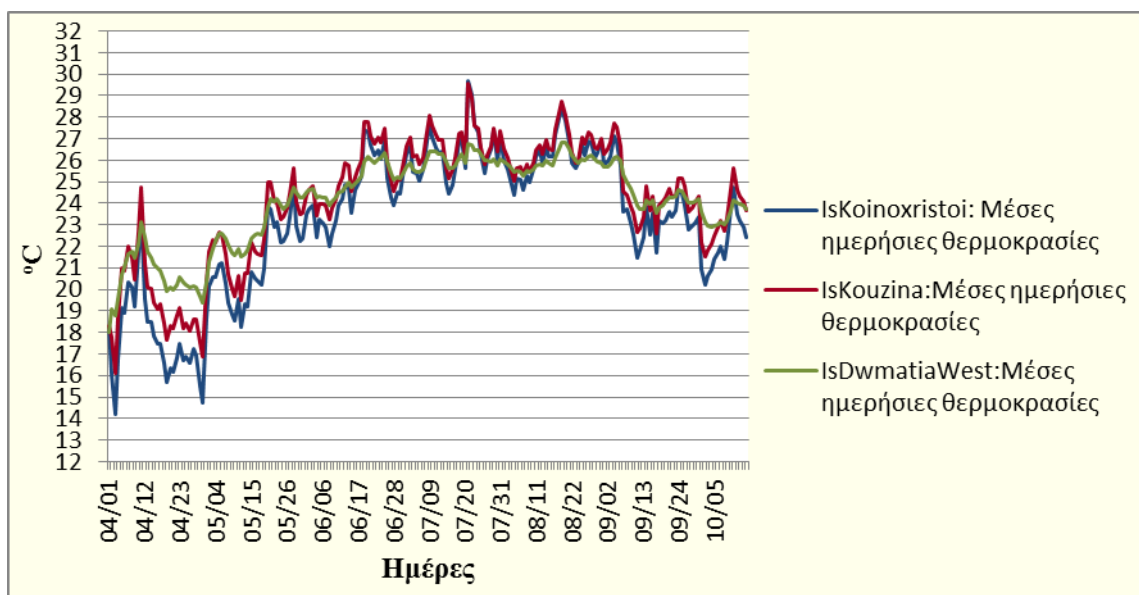
Η υποκατηγορία αυτή χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του μεγέθους για το οποίο ο χρήστης ζητεί να λάβει γνώσεις (π.χ. θερμοκρασίες, καταναλώσεις ενέργειας) και το χρονικό βήμα εμφάνισης του (π.χ. ωριαίως, μηνιαίως, ετησίως).

Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.34, προκειμένου να εξαχθούν αποτελέσματα σχετικά με τις μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες της εκάστοτε θερμικής ζώνης του ξενοδοχείου χωρίς τη χρήση κλιματιστικών, στο πεδίο *Variable Name* επιλέχθηκε η παράμετρος *Zone Mean Air Temperature* και στο πεδίο *Reporting Frequency* επιλέχθηκε η παράμετρος *Daily*. Το σύμβολο (*) στο πεδίο *Key Value* έχει τεθεί για να επιτρέπει την επιλογή όλων των παραμέτρων που διατίθενται από το πεδίο *Variable Name*.



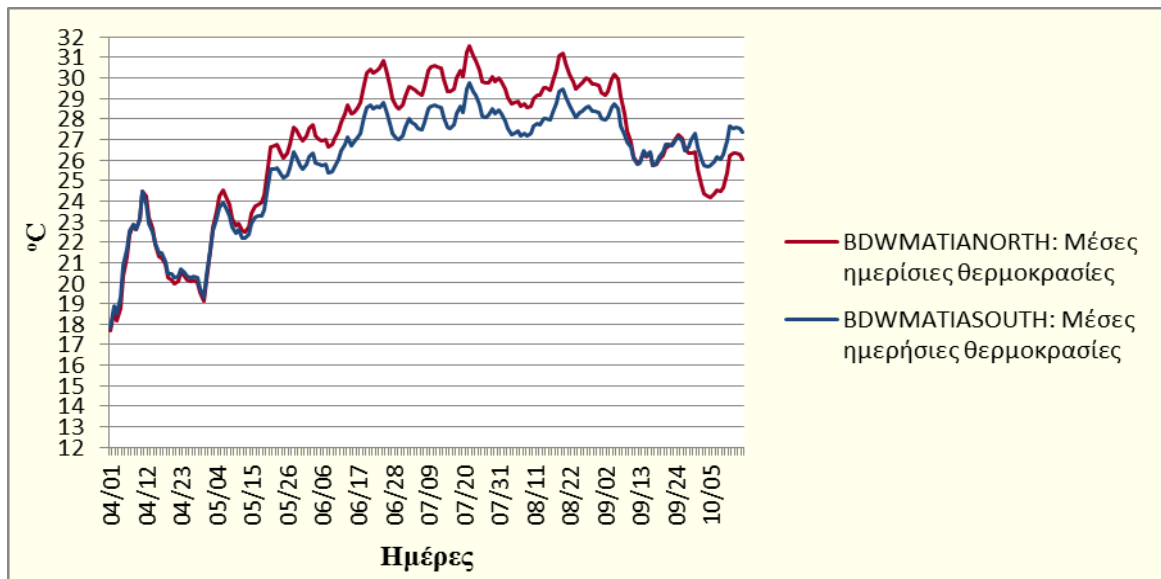
Εικόνα 4.34: Υποκατηγορία *Output:Variable*

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης προσομοίωσης για τρεις διαφορετικές θερμικές ζώνες του ισογείου του ξενοδοχείου παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.35.



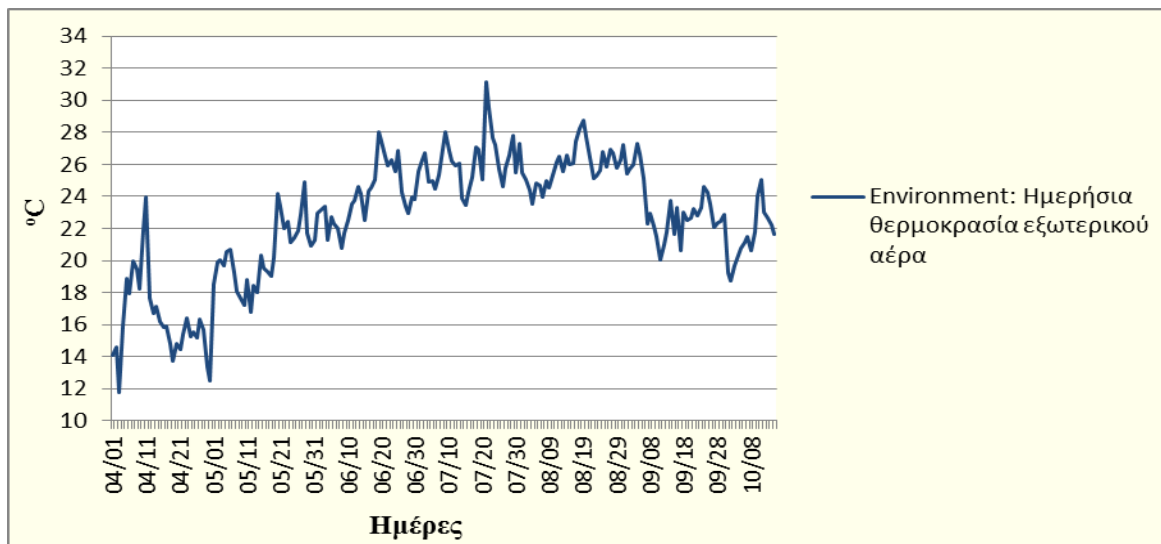
Εικόνα 4.35: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες στις ζώνες *CDwmatiaNorth* – *CKoinoxristoi* - *CDwmatiaSouth*

Σημαντικό ενδιαφέρον σε αυτό το σημείο που αξίζει να μελετηθεί, σημειώνει η ενδεχόμενη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του βόρειου και νότιου τμήματος του ξενοδοχείου, λόγω της επιμήκους μορφής που έχει κατά τον άξονα βορρά-νότου. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.36, παρατηρούνται υψηλότερες θερμοκρασίες στο βόρειο τμήμα των δωματίων του Β' ορόφου και χαμηλότερες στο νότιο του ίδιου ορόφου. Κάτι τέτοιο είναι απολύτως αναμενόμενο, εφόσον ο ηλιακός χάρτης εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου· έτσι συγκεκριμένα στην Ελλάδα το καλοκαίρι ο ήλιος κινείται ψηλά στο στερέωμα πάνω από τα κτίρια, με μικρή κλίση προς το Νότο. Συνεπώς της μεσημεριανές ώρες η ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν κατακόρυφη, δηλαδή σχεδόν παράλληλη προς τη νότια όψη τους, γεγονός που σημαίνει ότι η νότια όψη σκιάζεται εύκολα από μικρές οριζόντιες προεξοχές του κτιρίου, όπως τα μπαλκόνια αντίθετα με τη βόρεια που εκτίθεται εξ' ολοκλήρου στον ήλιο. Η διαφορά θερμοκρασιών των δύο αυτών χώρων φτάνει έως και τους 1.5 °C τους θερινούς μήνες. Προφανώς πλησιάζοντας προς το τέλος της περιόδου λειτουργίας του ξενοδοχείου, δηλαδή προς τον Οκτώβριο, το νότιο τμήμα των δωματίων του Β' ορόφου σημειώνει υψηλότερες θερμοκρασίες από το βόρειο.



Εικόνα 4.36: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες στις ζώνες *BDwmatiaNorth* – *BDwmatiaSouth*

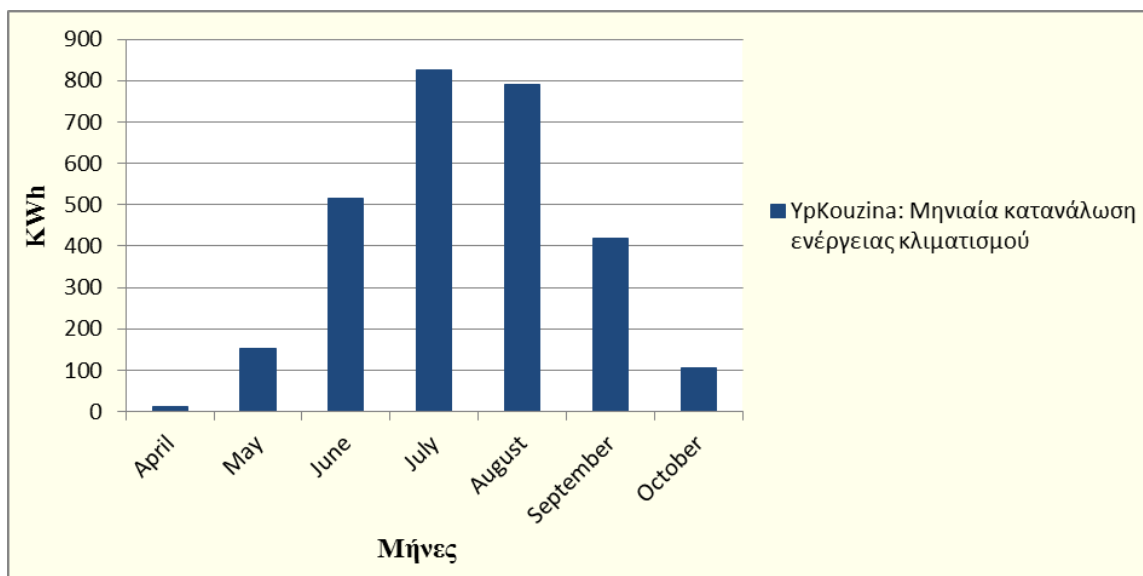
Επίσης, μπορούν να εξαχθούν αποτελέσματα σχετικά με τις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος, όπως η ταχύτητα του ανέμου, η σχετική υγρασία και η θερμοκρασία του αέρα. Η τελευταία παρουσιάζεται στο σχεδιάγραμμα της Εικόνας 4.37 .



Εικόνα 4.37: Ημερήσια θερμοκρασία εξωτερικού αέρα

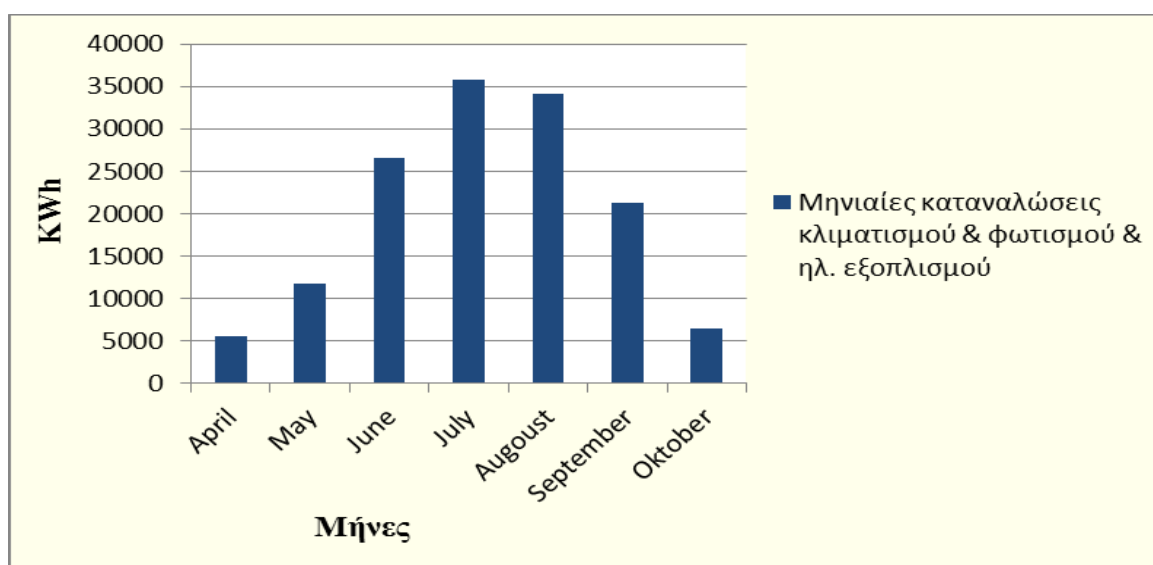
Ακόμη, ζητήθηκαν αποτελέσματα σχετικά με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα κλιματισμού του ξενοδοχείου για την ψύξη και τη θέρμανση των επιμέρους θερμικών ζωνών. Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να αναφερθεί ότι κατά την προσομοίωση οι καταναλώσεις ενέργειας που προκύπτουν έχουν μονάδα μέτρησης τα Joules (J). Ωστόσο για τη μελέτη των αποτελεσμάτων κρίθηκε εύλογη η μετατροπή της μονάδας μέτρησης σε κιλοβατώρες (KWh), όπου $1 \text{ J} = 2.77777778$

KWh. Για τη θέρμανση το πρόγραμμα έδειξε μηδενικές καταναλώσεις, γεγονός που σημαίνει ότι κατά την περίοδο λειτουργίας του ξενοδοχείου δε σημειώνεται θερμοκρασία κάτω των 16°C. Αντίθετα οι καταναλώσεις ενέργειας λόγω ψύξης είναι ιδιαίτερα υψηλές, γεγονός απόλυτα αναμενόμενο. Ενδεικτικά, στην Εικόνα 4.38, παρουσιάζονται οι μηνιαίες καταναλώσεις ενέργειας σε KWh για την ψύξη της κουζίνας του υπογείου, όπου δεν υπάρχουν εξωτερικά παράθυρα και η χρήση του κλιματισμού είναι απαραίτητη.



Εικόνα 4.38: Μηνιαία κατανάλωση ενέργειας κλιματισμού στη ζώνη ΥρΚουζίνα

Τέλος, εξήχθησαν τα αποτελέσματα για τις συνολικές μηνιαίες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας (καταναλώσεις του συστήματος κλιματισμού, του συστήματος φωτισμού και των ηλεκτρικών συσκευών) σε KWh όλου του ξενοδοχείου (Εικόνα 4.39).



Εικόνα 4.39: Μηνιαίες καταναλώσεις ηλ. ενέργειας κλιματισμού, φωτισμού και ηλ. εξοπλισμού

Αναλυτικά τα ποσά καταναλισκόμενης ενέργειας παρουσιάζονται και στον Πίνακα 4.4.

Μήνες	Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (KWh)
Απρίλιος	5,573.35
Μάιος	11,745.21
Ιούνιος	26,556.62
Ιούλιος	35,714.07
Αύγουστος	34,137.93
Σεπτέμβριος	21,279.66
Οκτώβριος	6,508.18
Σύνολο (KWh):	141,515.06

Πίνακας 4.4: Συνολικές καταναλώσεις ενέργειας όπως προέκυψαν από την προσομοίωση του ξενοδοχείου

Έπειτα, έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων των ενεργειακών καταναλώσεων της προσομοίωσης με τα πραγματικά που δόθηκαν από το λογιστήριο του ξενοδοχείου (βλ. παράγραφο 3.2). Αναλυτικότερα οι συνολικές πραγματικές ετήσιες καταναλώσεις είναι 160,880.00 KWh και στην προσομοίωση προκύπτουν 141,515.06 KWh , δηλαδή προκύπτει απόκλιση της τάξεως του 13%. Η απόκλιση αυτή 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.

5. Προτεινόμενες επεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης της ξενοδοχειακής μονάδας

5.1 Γενική αναφορά επεμβάσεων ενεργειακής βελτίωσης

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της προσομοίωσης για την υφιστάμενη κατάσταση του ξενοδοχείου προτείνονται παρακάτω ορισμένες πιθανές επεμβάσεις για την μείωση των θερμικών φορτίων του ξενοδοχείου και εν γένει για τη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του. Έπειτα αξιολογείται η αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων αυτών συγκρίνοντας τα αποτελέσματα εφαρμογής τους με τα αντίστοιχα που προέκυψαν κατά την αρχική προσομοίωση του ξενοδοχείου. Επιπρόσθετα, για κάθε μία πιθανή επέμβαση προτείνονται συγκεκριμένα συστήματα για την εφαρμογή της, υπολογίζεται το αντίστοιχο κόστος της έτσι όπως διαμορφώνεται στο εμπόριο με τις ισχύουσες συνθήκες και εκτιμάται ο χρόνος απόσβεσης του κόστους αυτού. Ονομαστικά, οι προτεινόμενες επεμβάσεις με τη σειρά εφαρμογής τους, οι οποίες αναλύονται παρακάτω, είναι οι εξής: η μέθοδος φυσικού νυχτερινού δροσισμού, η προσθήκη υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής, η προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης και η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

5.2 Εφαρμογή νυχτερινού δροσισμού (Night Ventilation)

5.2.1 Εισαγωγή παραμέτρων προσομοίωσης

Αρχική πρόταση είναι η χρήση της μεθόδου φυσικού νυχτερινού δροσισμού. Η μέθοδος αυτή αφενός βοηθάει στην απομάκρυνση της πλεονάζουσας θερμότητας, και επομένως κρατάει το κτίριο δροσερό τους θερινούς μήνες, και αφετέρου συνεισφέρει στην ανανέωση του εσωτερικού αέρα με φρέσκο αέρα από το περιβάλλον που είναι πλούσιος σε οξυγόνο· σε αντίθεση με τα κλιματιστικά, παρέχει ήπιο τρόπο ανταλλαγής θερμότητας με το εξωτερικό περιβάλλον. Προτείνεται έτσι η εφαρμογή μονόπλευρου φυσικού δροσισμού με ένα άνοιγμα στις θερμικές ζώνες των υπνοδωματίων, δεδομένου ότι στο υπόλοιπο κτίριο, και συγκεκριμένα στους κοινόχρηστους χώρους που διαθέτουν ανοίγματα, γίνεται συνεχής αερισμός όλο το εικοσιτετράωρο (εφόσον δε διαθέτουν συστήματα κλιματισμού). Για την υλοποίηση της μεθόδου προτείνεται η εγκατάσταση ειδικών εξαεριστήρων στους υαλοπίνακες των

συγκεκριμένων ζωνών, προσαρμοσμένοι σε άνοιγμα μορφής φεγγίτη. Η λειτουργία τους θα γίνεται με αυτόματο μηχανισμό, ο οποίος θα ρυθμίζει 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 τον αυτόματο μηχανισμό ρυθμίζοντας την είσοδο του εξωτερικού αέρα.

Για την προσομοίωση της μεθόδου, δημιουργήθηκε νέο χρονοδιάγραμμα νυχτερινού δροσισμού (με το όνομα *SchDwmatiaNightVentil*) στην υποκατηγορία εισαγωγής χρονοδιαγραμμάτων «*Schedule:Compact*», το οποίο παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.1.

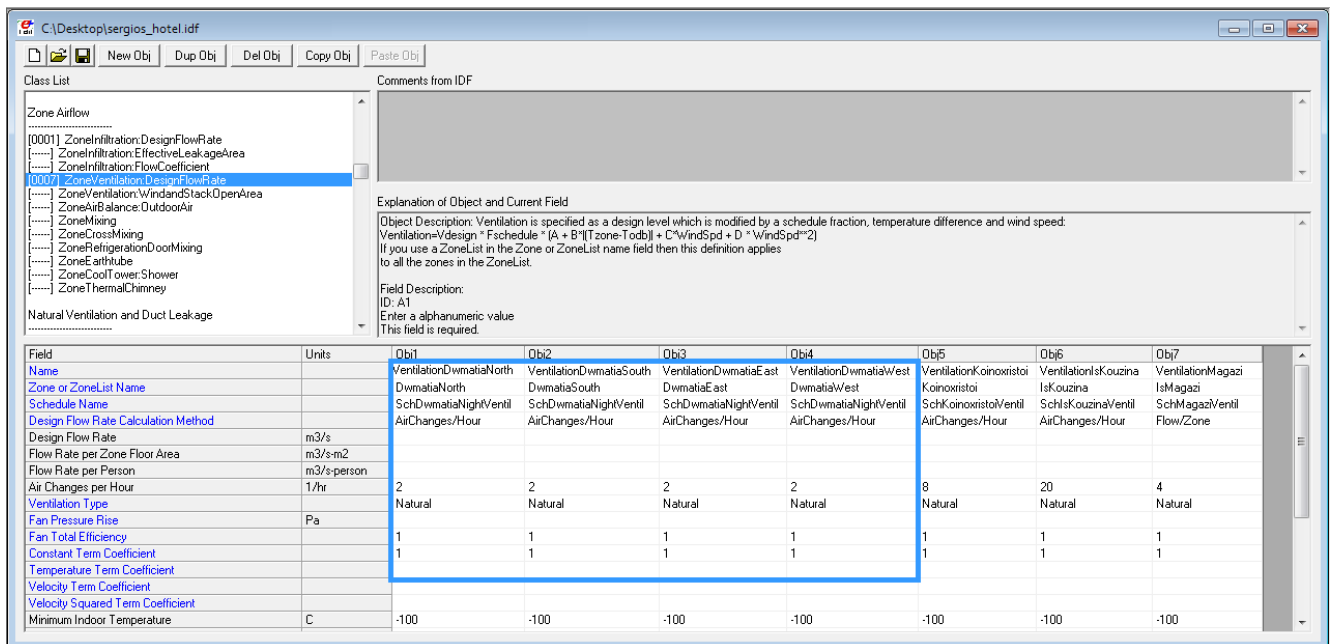
Obj38	
SchDwmatiaNightVentil	Until: 4:00
Fraction	1
Through: 04/01	Until: 24:00
For: AllDays	0
Until: 24:00	Through: 10/15
0	For: AllDays
Through: 6/5	Until: 5:00
For: AllDays	1
Until: 5:00	Until: 10:00
1	0
Until: 10:00	Until: 11:00
0	0.2
Until: 11:00	Until: 19:00
0.2	0
Until: 19:00	Until: 20:00
0	0.5
Until: 20:00	Until: 24:00
0.5	0
Until: 24:00	Through: 12/31
0	For: AllDays
Through: 9/5	Until: 24:00
For: AllDays	0

Εικόνα 5.1 Χρονοδιάγραμμα εφαρμογής νυχτερινού φυσικού δροσισμού

Όπως φαίνεται παραπάνω, για τα διαστήματα 1/4-5/6 και 5/9-15/10, για τα οποία δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες, προτάθηκε να γίνεται αυτόματος νυχτερινός αερισμός από τις 12:00 πμ μέχρι τις 5:00 πμ.. Ακόμα, ορίστηκε η μειωμένη τιμή 0.2 για το διάστημα 10:00 πμ έως 11:00 πμ όπου προηγουμένως (στο χρονοδιάγραμμα του απλού αερισμού) ο συντελεστής κατείχε την τιμή 0.8, καθώς επίσης και για το διάστημα 7:00 μμ έως 8:00 μμ ορίστηκε η μειωμένη τιμή 0.5 αντί 1. Προτάθηκε λοιπόν να μειωθεί η ένταση του αερισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπου παρατηρούνται τα θερμά ρεύματα αέρα, και να ενισχυθεί τις νυχτερινές ώρες. Για το διάστημα 5/6-5/9, όπου οι θερμοκρασίες ανεβαίνουν σε αρκετά υψηλά επίπεδα (όπως φαίνεται και από την

Εικόνα 4.36 που παρουσιάζονται οι θερμοκρασίες εξωτερικού χώρου) προτάθηκε ο αερισμός στους χώρους να γίνεται μόνο από τις 12:00 πμ. έως τις 4:00 πμ.

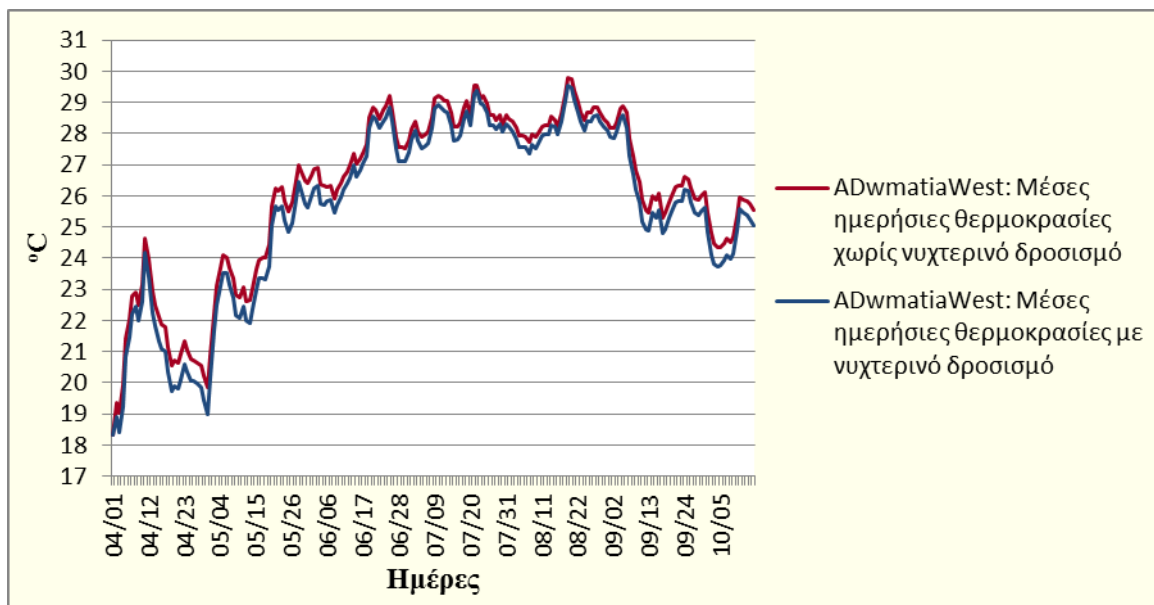
Έπειτα, στην υποκατηγορία «ZoneVentilation:DesignFlowRate», για τις θερμικές ζώνες των δωματίων, εισήχθει το παραπάνω χρονοδιάγραμμα, και συγκεκριμένα στο πεδίο *Schedule Name*, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5.2.



Εικόνα 5.2: Εφαρμογή νυχτερινού δροσισμού στις θερμικές ζώνες δωματίων

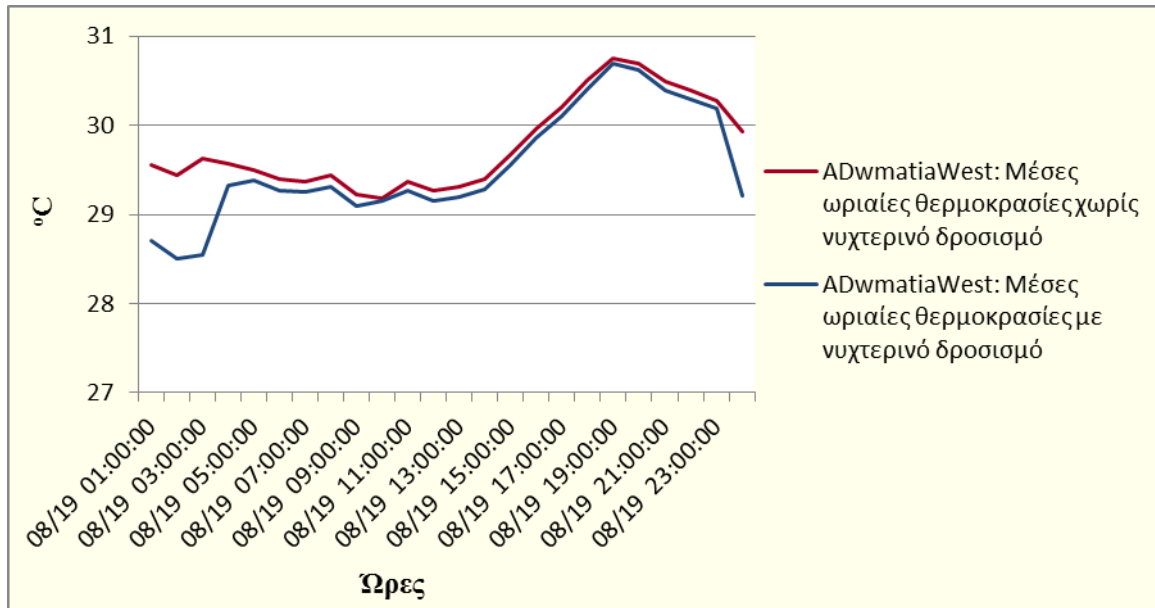
5.2.2 Αποτελέσματα εφαρμογής νυχτερινού δροσισμού και υπολογισμός κόστους επένδυσης

Στο σημείο αυτό, μέσω των δυνατοτήτων που δίνονται από την υποκατηγορία *Outputs:Variable*, ελέγχθηκε η αποτελεσματικότητα της μεθόδου στη μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας και συνεπώς στην εξοικονόμηση ενέργειας. Αρχικά, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.3, επήλθε μικρή πτώση θερμοκρασίας στην ζώνη *ADwmatiaWest* σε ημερήσια βάση, για όσο χρόνο λειτουργεί το ξενοδοχείο.



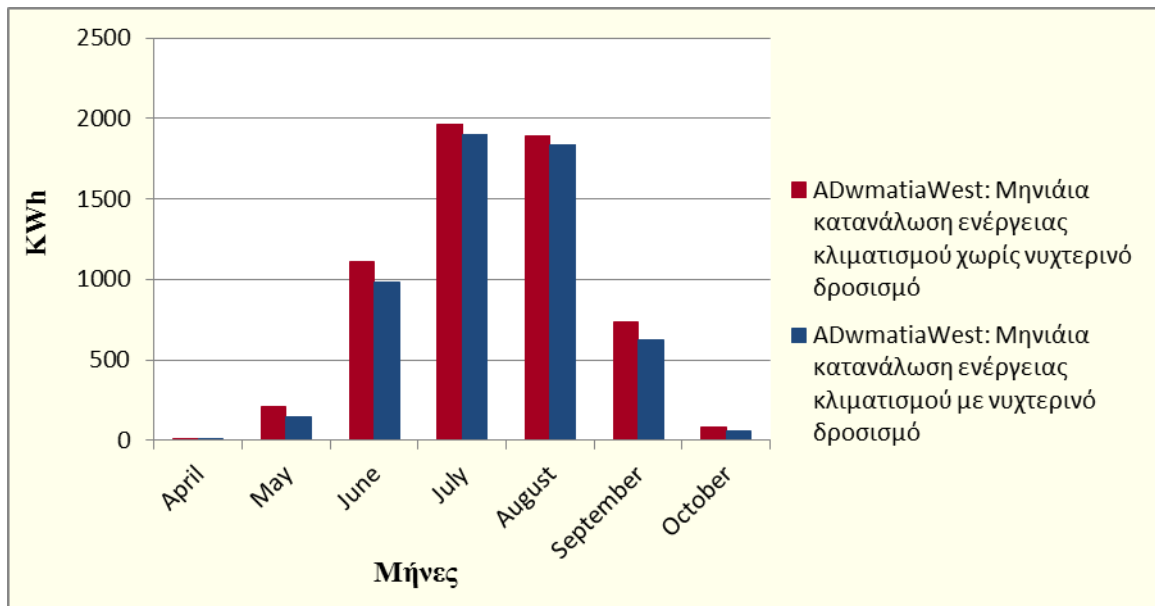
Εικόνα 5.3: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη ADwmatiaWest πριν και μετά τον νυχτερινό δροσισμό

Για μεγαλύτερη ευκρίνεια αποτελέσματος, επιλέχθηκε η πιο ζεστή ημέρα για την εν λόγω ζώνη και ελέγχθηκε εκ νέου η πτώση της θερμοκρασίας σε ωριαία βάση αυτή τη φορά. Η πιο ζεστή ημέρα σύμφωνα και με το παραπάνω διάγραμμα είναι η 19^η Αυγούστου, όπου και συγκρίθηκαν οι ωριαίες θερμοκρασίες πριν και μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού. Όπως φαίνεται παρακάτω στην Εικόνα 5.4, η μεγαλύτερη πτώση θερμοκρασίας (περίπου 1°C), παρατηρείται κατά την διάρκεια της νύχτας από τις 12:00 πμ μέχρι τις 4:00 πμ, ακριβώς δηλαδή για το διάστημα όπου ορίστηκε νυχτερινός δροσισμός στη ζώνη. Εν συνεχεία, για την υπόλοιπη ημέρα η θερμοκρασία της ζώνης παραμένει σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με πριν, αφενός επειδή τα εσωτερικά δομικά στοιχεία διατηρούν τη χαμηλή θερμοκρασία από τη νυχτερινή ψύξη και αφετέρου επειδή στο χρονοδιάγραμμα του αερισμού δηλώθηκε μηδενικός αερισμός για το διάστημα 4:00 πμ έως 12:00 πμ. Αυτό συμβαίνει επειδή ο ημερήσιος αερισμός λειτουργεί επιβαρυντικά για τον εσωτερικό χώρο διότι οι θερινοί άνεμοι και αύρες είναι θερμότεροι από τα εσωτερικά δομικά στοιχεία.



Εικόνα 5.4: Μέσες ωριαίες θερμοκρασίες στη ζώνη ADwmatiaWest πριν και μετά το νυχτερινό δροσισμό

Τέλος, έγινε αναγωγή της μείωσης της θερμοκρασίας σε μηνιαίες καταναλώσεις ενέργειας του κλιματισμού για ψύξη σε κιλοβατώρες (KWh), για την ίδια ζώνη, ώστε να γίνει αντιληπτή η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.5, μείωση καταναλώσεων εμφανίζεται για όλους τους μήνες.



Εικόνα 5.5: Μηνιαίες καταναλώσεις ενέργειας κλιματισμού στη ζώνη ADwmatiaWest πριν και μετά το νυχτερινό δροσισμό

Συνολικά η εξοικονόμηση ενέργειας μετά την εφαρμογή της μεθόδου του νυχτερινού δροσισμού για όλο το κτίριο παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.1. Αρχικά, για τους μήνες λειτουργίας του ξενοδοχείου οι

απαιτήσεις ενέργειας για ψύξη φτάνουν τις 106117.5 KWh ενώ μετά την εφαρμογή νυχτερινού αερισμού παρατηρείται μείωση κατά 6,766.71 KWh συνολικά. Μεταφρασμένη σε χρηματικό όφελος αυτή η μείωση ισούται με 558.86 €/ έτος, τιμή που προέκυψε για κόστος 0.08259 €/ KWh, όπως προβλέπεται από το τιμολόγιο της ΔΕΗ για το συγκεκριμένο ξενοδοχείο (Γ22/Εμπορικό).

Μήνες	Καταναλώσεις Ενέργειας Κλιματισμού (KWh)		Εξοικονόμηση Ενέργειας (KWh)	Όφελος (€)
	Πριν	Μετά		
Απρίλιος	362.543	244.837	117.706	9.721
Μάιος	6,175.038	4,794.148	1,380.890	114.048
Ιούνιος	21,166.131	19,875.236	1,290.895	106.615
Ιούλιος	30,143.901	29,511.577	632.324	52.224
Αύγουστος	28,567.760	28,091.851	475.909	39.305
Σεπτέμβρης	15,889.175	14,114.737	1,784.438	147.377
Οκτώβρης	3,812.941	2,973.241	839.700	69.351
Σύνολο:	106,117.500	99,350.790	6,766.71	558.86

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

Σε επόμενο στάδιο, αναζητείται το κόστος που θα επιφέρει στον ιδιοκτήτη του ξενοδοχείου η εφαρμογή μιας τέτοιας βιοκλιματικής λύσης. Ο νυχτερινός δροσισμός μπορεί να εφαρμοστεί με ποικίλους κατασκευαστικούς τρόπους, κάποιοι εκ των οποίων είναι η εγκατάσταση συστήματος εξαερισμού στους τοίχους του χώρου για τον οποίο επιθυμείται να γίνει ο αερισμός, η κατασκευή αεριζόμενης οροφής κ.α. Για τη δεδομένη περίπτωση θεωρήθηκε ως καταλληλότερη μέθοδος νυχτερινού δροσισμού η τοποθέτηση εξαεριστήρων τζαμιού στους 88 υαλοπίνακες των δωματίων. Η επιλογή τους έγινε με κριτήρια το μέγεθος του χώρου που επιθυμείται να αεριστεί, τη χρήση του χώρου αυτού και το κόστος τους. Η ροή του αέρα που απαιτείται για το χώρο των δωματίων υπολογίστηκε από τον τύπο: $\text{όγκος χώρου (m}^3\text{)} * \text{ανανεώσεις του αέρα ανά ώρα (1/h)}$. Για υπνοδωμάτια απαιτούνται 2-4 ανανεώσεις αέρα ανά ώρα, ενώ κατά μέσο όρο το εμβαδόν των δωματίων είναι 20 m² με ύψος δωματίου 2.8 m, συνεπώς προκύπτει απαιτούμενη ροή αέρα (4*20*2.8=) 224 m³/h. Επίσης για την αποφυγή παραγωγής θορύβου και συνεπώς ενόχλησης των χρηστών του χώρου ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί ώστε η στάθμη λειτουργίας των εξαεριστήρων να είναι αθόρυβη. Έτσι προτείνονται οι εξαεριστήρες σειράς T, οι οποίοι χάριν του κινητήρα που διαθέτουν συνδυάζουν τη μέγιστη απόδοση με τη χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα επιλέχτηκε ο τύπος TX 6 WW διαμέτρου 150 χιλιοστών, ισχύος 30 Watt, οπής διαμέτρου 184 χιλιοστών, με δυνατότητα εισαγωγής και εξαγωγής αέρα, δυνατότητα τριών ταχυτήτων παροχής αέρα 245,315,360 m³/h, στάθμης θορύβου

41 dB και τιμής 193 € + 23% ΦΠΑ = 237.4 €/εξαεριστήρα. Συνεπώς το τελικό κόστος επένδυσης ανέρχεται στα 20,891.2 €. Δεδομένου λοιπόν ότι από τη μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτει ετήσιο όφελος 558.86 €/έτος, η απόσβεση του κόστους εκτιμάται ότι θα γίνει σε 38 έτη.

5.3 Προσθήκη υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής (Low-emissivity)

5.3.1 Εισαγωγή παραμέτρων προσομοίωσης

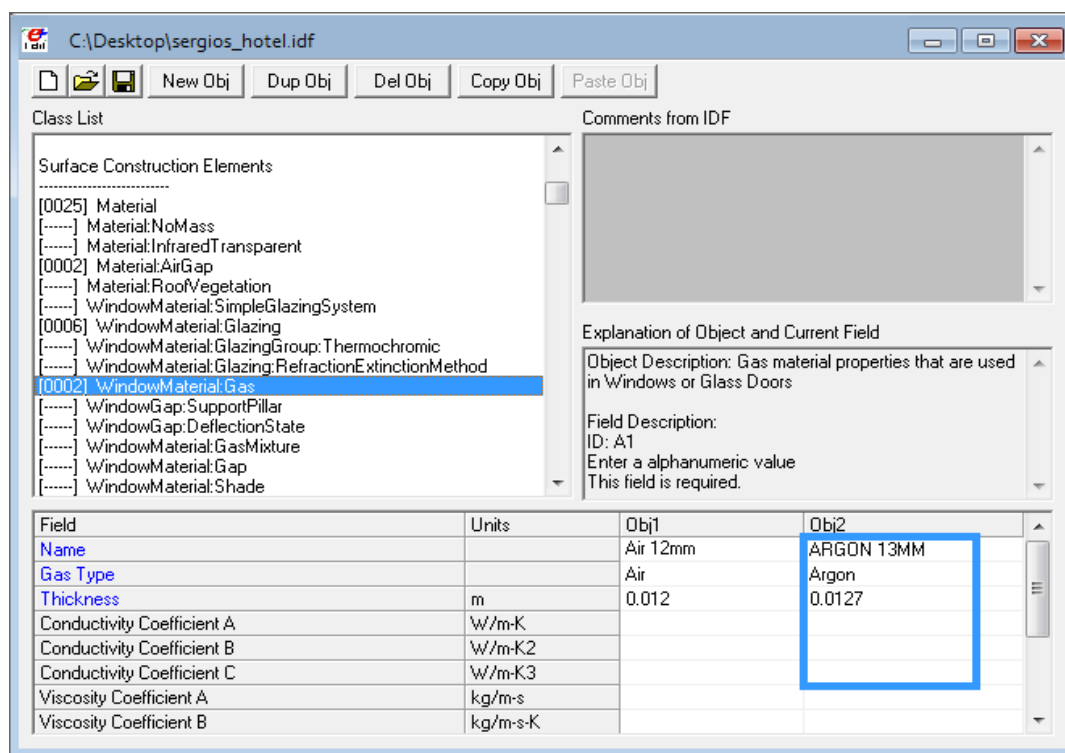
Στο σημείο αυτό προτείνεται η τοποθέτηση υαλοπινάκων Low-emissivity (χαμηλής εκπομπής) που έχουν υποστεί ειδική επεξεργασία και φέρουν πολλές επιστρώσεις οι οποίες δημιουργούν μια επιφάνεια που αντανακλά τη θερμότητα. Κατ' αυτόν τον τρόπο προστατεύεται το κτίριο από την υψηλή αύξησης της θερμοκρασίας στους εσωτερικούς χώρους του.

Για την εισαγωγή των υαλοπινάκων αυτών προστέθηκε στην υποκατηγορία *WindowMaterial:Glazing* ένα νέο αντικείμενο (object 4) με τα χαρακτηριστικά τους, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5.6. Τα χαρακτηριστικά αυτά λήφθηκαν έτοιμα από τη βιβλιοθήκη αρχείων (DataSet) που διαθέτει το Energy Plus, όπου υπάρχει συγκεκριμένο παράδειγμα εισαγωγής υλικών παραθύρου (το *WindowGlassMaterials.idf*) και το οποίο περιέχει τα συγκεκριμένα παράθυρα χαμηλής εκπομπής πάχους 3mm που χρησιμοποιήθηκαν (LoE CLEAR 3MM Rev).

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6
Name		Clear 3mm	LoE SPEC SEL CLE	ECABS-1 BLEACHE	LoE CLEAR 3MM Rev	LoE SPEC SEL CLE	CLEAR 6MM
Optical Data Type		SpectralAverage	SpectralAverage	SpectralAverage	SpectralAverage	SpectralAverage	SpectralAverage
Window Glass Spectral Data Set Name							
Thickness	m	0.003	0.006	0.006	0.003	0.003	0.006
Solar Transmittance at Normal Incidence		0.837	0.43	0.814	0.63	0.45	0.775
Front Side Solar Reflectance at Normal Incidence		0.075	0.42	0.086	0.22	0.34	0.071
Back Side Solar Reflectance at Normal Incidence		0.075	0.3	0.086	0.19	0.37	0.071
Visible Transmittance at Normal Incidence		0.898	0.77	0.847	0.85	0.78	0.881
Front Side Visible Reflectance at Normal Incidence		0.081	0.06	0.089	0.079	0.07	0.08
Back Side Visible Reflectance at Normal Incidence		0.081	0.07	0.099	0.056	0.06	0.08
Infrared Transmittance at Normal Incidence		0	0	0	0	0	0
Front Side Infrared Hemispherical Emissivity		0.84	0.03	0.84	0.1	0.84	0.84
Back Side Infrared Hemispherical Emissivity		0.84	0.84	0.84	0.84	0.03	0.84
Conductivity	W/m-K	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Dirt Correction Factor for Solar and Visible Transmittance							

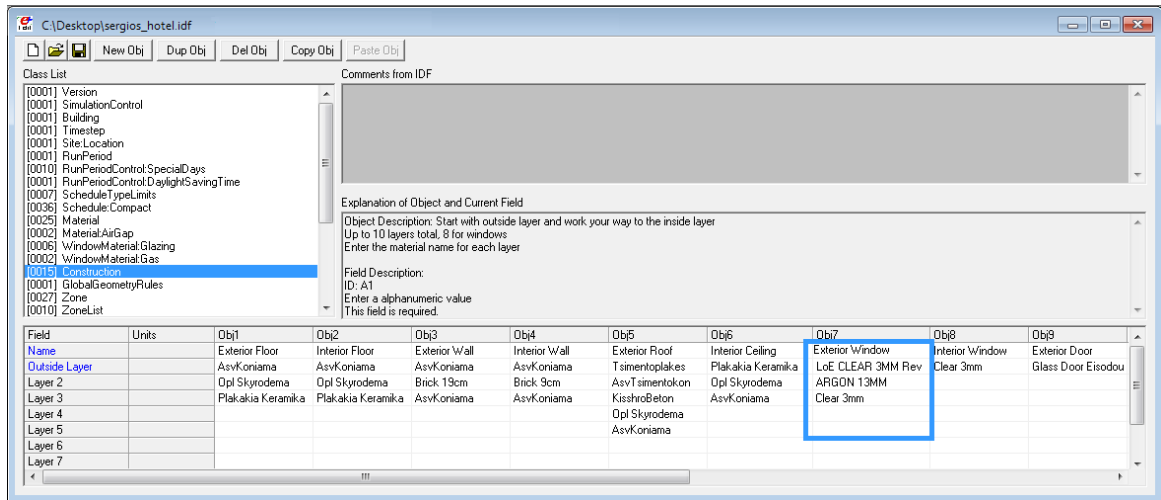
Εικόνα 5.6: Χαρακτηριστικά υαλοπινάκων Low-emissivity (χαμηλής εκπομπής)

Στο επόμενο βήμα καθορίστηκε το φυσικό αέριο που θα παρεμβάλλεται μεταξύ των παραπάνω υαλοπινάκων ούτως ώστε να ενισχυθούν οι μονωτικές ιδιότητες τους. Επιλέχτηκε από τη βιβλιοθήκη (DataSet) του Energy Plus (και συγκεκριμένα απ' το παράδειγμα *WindowGasMaterials.idf*) το ευγενές αέριο, Αργό (ARGON 13MM) μαζί με τα χαρακτηριστικά του, τα οποία προστέθηκαν σε νέο αντικείμενο (object 2), όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5.7.



Εικόνα 5.7: Χαρακτηριστικά υλικού πλήρωσης του χώρου μεταξύ υαλοπινάκων

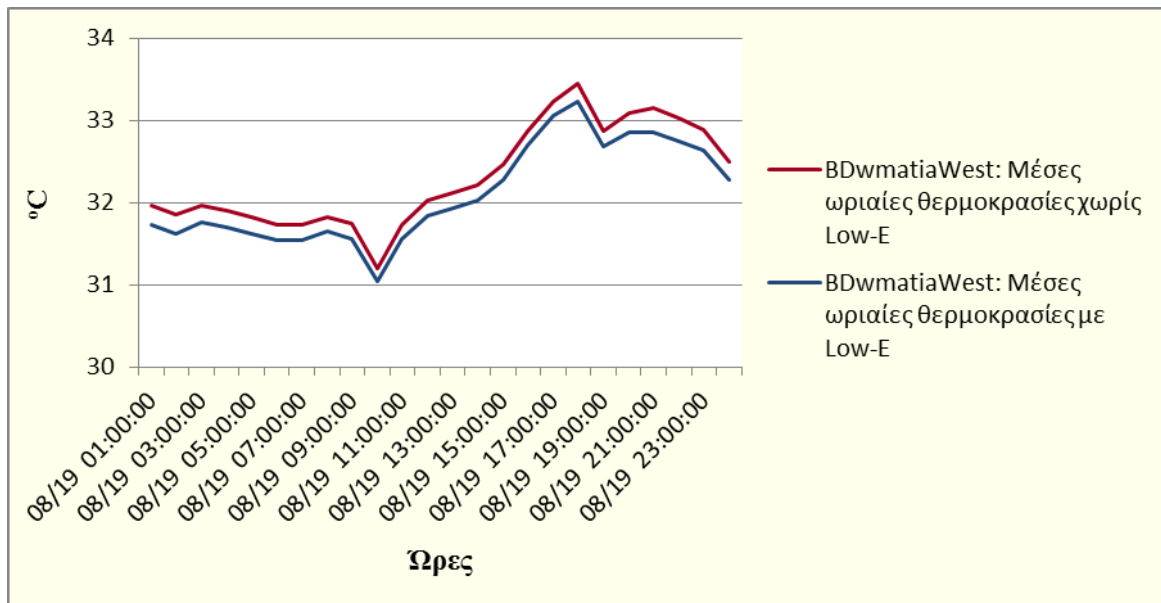
Στην πορεία δηλώθηκε η νέα δομή των εξωτερικών παραθύρων στο ήδη υπάρχον αντικείμενο (object 7) με όνομα *Exterior Window*, της υποκατηγορίας *Construction*. Ο ενεργειακός υαλοπίνακας τοποθετήθηκε μόνο στο εξωτερικό των παραθύρων ώστε να περιορίσει την ποσότητα του υπεριώδους και του υπέρυθρου φωτός που μπορεί να περάσει μέσα από γυαλί ενώ αντιθέτως στο εσωτερικό τοποθετήθηκε απλό τζάμι για να επιτρέπει τη θερμότητα να εξέρχεται από το εσωτερικό προς το εξωτερικό περιβάλλον. Η δομή τους φαίνεται στην Εικόνα 5.8. Απευθείας στην υποκατηγορία *FenestrationSurface:Detailed* οι επιφάνειες που έχουν δηλωθεί ως *Exterior Window* αντλούν πληροφορίες απ' το ανανεωμένο στοιχείο.



Εικόνα 5.8: Δομή εξωτερικών παραθύρων μετά την τοποθέτηση υαλοπινάκων Low-emissivity

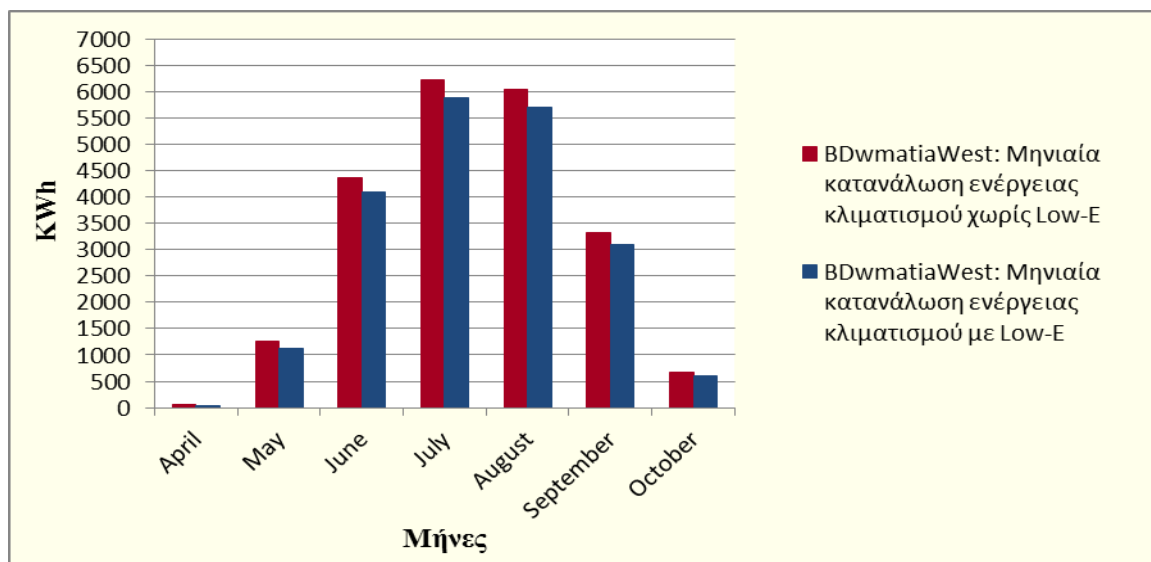
5.3.2 Αποτελέσματα προσθήκης ενεργειακών υαλοπινάκων και υπολογισμός κόστους επένδυσης

Για να αξιολογηθεί η θερμοκρασιακή βελτίωση που επιφέρει αυτή η πρόταση, συγκρίθηκαν, για την ίδια θερμική ζώνη, οι ωριαίες θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στην πιο ζεστή ημέρα πριν και μετά την τοποθέτηση των υαλοπινάκων Low-E χωρίς τη λειτουργία του κλιματισμού. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η ζώνη *BDwmatiaWest*, επειδή διαθέτει πολλά εξωτερικά παράθυρα, για την 19^η ημέρα του Αυγούστου. Η πτώση ωστόσο της θερμοκρασίας είναι ελάχιστη, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5.9. Οι απότομες πτώσεις θερμοκρασίας που αντιστοιχούν στα διαστήματα 10:00 - 11:00 πμ και 7:00 - 8:00 μμ αιτιολογούνται απ' το γεγονός ότι συμβαίνει φυσικός αερισμός της ζώνης γι' αυτές τις ώρες, γεγονός που συνεπάγεται ανανέωση του εσωτερικού αέρα.



Εικόνα 5.9: Μέσες ωριαίες την πιο ζεστή ημέρα στην ζώνη *BDwmatiaWest* πριν και μετά την τοποθέτηση υαλοπινάκων LowE

Επιπλέον, για την ίδια ζώνη, εξετάστηκε η διακύμανση στην κατανάλωση ενέργειας, λόγω ψύξης, πριν και μετά την προσθήκη των υαλοπινάκων. Λαμβάνοντας υπόψη την μικρή μείωση της θερμοκρασίας ήταν αναμενόμενη η επίσης μικρή απόκλιση της κατανάλωσης ενέργειας, η οποία παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.10.



Εικόνα 5.10: Μηνιαίες καταναλώσεις ενέργειας κλιματισμού στη ζώνη *BDwmatiaWest* πριν και μετά την τοποθέτηση υαλοπινάκων Low-E

Συνολικά στον Πίνακα 5.2. παρουσιάζονται οι καταναλώσεις ενέργειας του συστήματος κλιματισμού, για όλες τις ζώνες στις οποίες διατίθεται, και για όλη την διάρκεια λειτουργίας του ξενοδοχείου. Συγκεκριμένα, οι συνολικές καταναλώσεις ενέργειας μετά την αντικατάσταση των υαλοπινάκων μειώθηκαν κατά 4,759.221 KWh, ενώ θέτοντας κόστος 0.08259 €/ KWh για την εν λόγω επιχείρηση προκύπτει ετήσιο όφελος 393.063 €.

Μήνες	Καταναλώσεις Ενέργειας Κλιματισμού (KWh)		Εξοικονόμηση Ενέργειας (KWh)	Όφελος (€)
	Πριν	Μετά		
Απρίλιος	362.543	312.933	49.609	4.0972
Μάιος	6,175.038	5,732.777	442.260	36.526
Ιούνιος	21,166.131	20,339.649	826.481	68.259
Ιούλιος	30,143.901	29,019.632	1,124.270	92.853
Αύγουστος	28,567.760	27,431.600	1,136.160	93.835
Σεπτέμβρης	15,889.175	15,083.979	805.195	66.501
Οκτώβρης	3,812.941	3,437.705	375.235	30.990
Σύνολο:	106,117.500	101,358.279	4,759.221	393.063

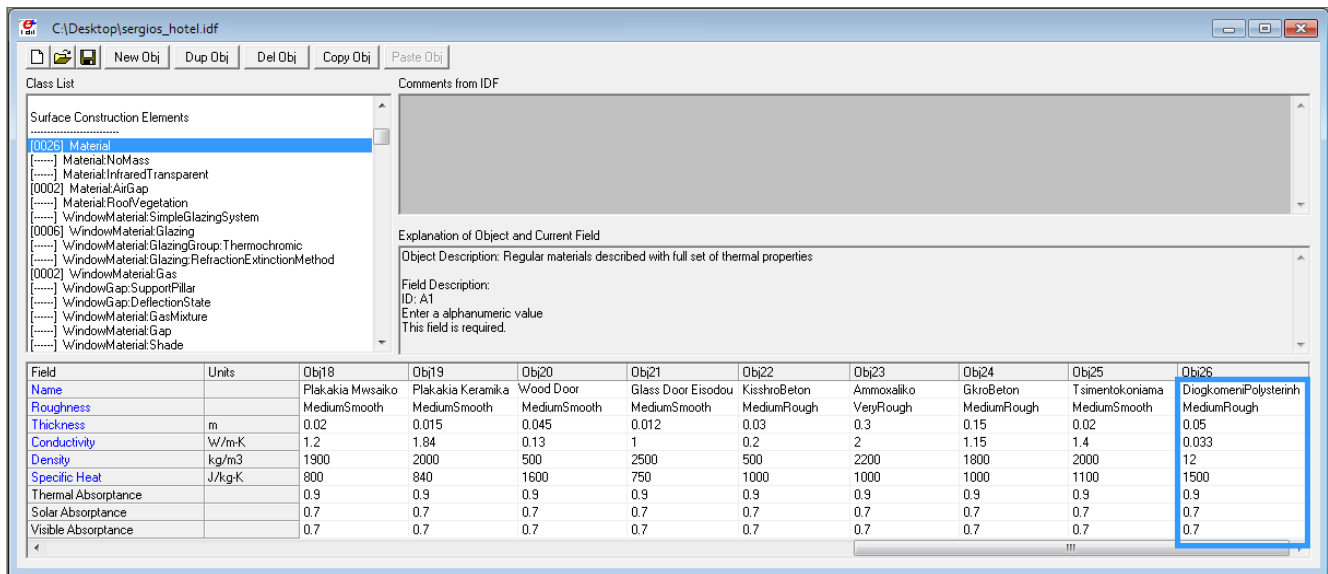
Πίνακας 5.2: Συγκεντρωτικός πίνακας μηνιαίων καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου πριν και μετά την τοποθέτηση υαλοπινάκων Low-E

Τέλος, όσον αφορά στο κόστος αντικατάστασης των υαλοπινάκων, προτείνεται η αντικατάσταση μόνο των 88 υαλοπινάκων των δωματίων, καθώς μόνο στις ζώνες αυτές χρησιμοποιείται σύστημα κλιματισμού. Με την αντικατάσταση των συγκεκριμένων υαλοπινάκων επιτυγχάνονται χαμηλότερες θερμοκρασίες στις εν λόγω ζώνες και ως αποτέλεσμα μείωση των απαιτήσεων για ψύξη. Η προβλεπόμενη τιμή, όπως προέκυψε από έρευνα αγοράς, διαμορφώνεται στα 47 €/ τετρ. μέτρο, συμπεριλαμβανομένου του Φ.Π.Α 23%, (κόστος υλικών και εργασίας). Η συνολική επιφάνεια των 88 υαλοπινάκων είναι 208.12 τετρ. μέτρα, επομένως το συνολικό κόστος εγκατάστασης ανέρχεται στα 9,781.64 € (στο σημείο αυτό τονίζεται ότι δεν απαιτείται η αλλαγή κουφωμάτων, εφόσον το ξενοδοχείο διαθέτει ήδη κουφώματα αλουμινίου στα οποία μπορούν να τοποθετηθούν οι νέοι ενεργειακοί υαλοπίνακες). Ως εκ τούτου, με ετήσιο όφελος 393.063 €/ έτος, εκτιμάται χρόνος απόσβεσης αρχικού κόστους επένδυσης τα 25 έτη.

5.4 Προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης (Insulation)

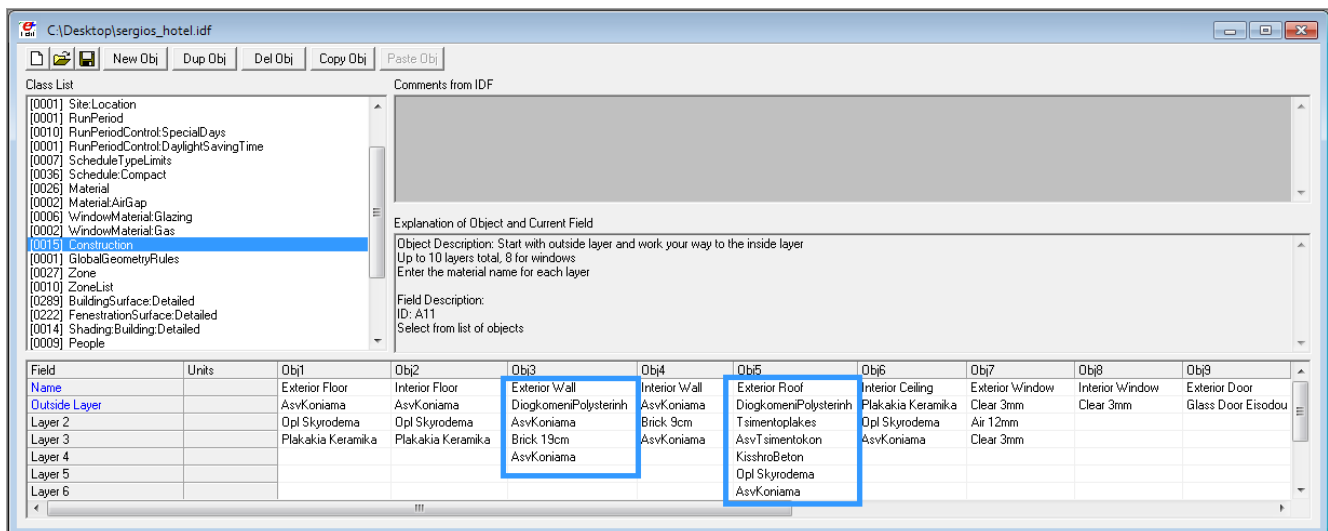
5.4.1 Εισαγωγή παραμέτρων προσομοίωσης

Στο στάδιο αυτό, προτείνεται η προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου. Η πρόταση αυτή θα υλοποιηθεί με την τοποθέτηση θερμομονωτικών πλακών διογκωμένης πολυστερίνης στις εξωτερικές οροφές του τρίτου και τετάρτου ορόφου και στην εξωτερική στρώση των βόρειων, νότιων και δυτικών εξωτερικών τοίχων του ισογείου και των ορόφων οι οποίοι εκτίθενται στον ήλιο και τον άνεμο. Δεν επιλέχτηκε η θερμομόνωση για τους ανατολικούς τοίχους του ξενοδοχείου που εκτίθενται στις εξωτερικές συνθήκες του περιβάλλοντος, εφόσον αυτοί έρχονται σε επαφή μόνο με τους κοινόχρηστους χώρους οι οποίοι αερίζονται φυσικά καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας επειδή δε διαθέτουν σύστημα κλιματισμού. Προστέθηκε λοιπόν στο IDF Editor και συγκεκριμένα στην υποκατηγορία «*Material*» το νέο αυτό υλικό με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά του (όπως αναφέρονται στο Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, βλ. Παράρτημα Α), το οποίο φαίνεται στην Εικόνα 5.11.



Εικόνα 5.11: Χαρακτηριστικά διογκωμένης πολυστερίνης

Στην συνέχεια, δηλώθηκε η νέα δομή της κατασκευής των εξωτερικών τοίχων και οροφών στα ήδη υπάρχοντα αντικείμενα *Exterior Wall* (object 3) και *Exterior Roof* (object 5), στην υποκατηγορία «*Construction*», όπως φαίνεται παρακάτω στην Εικόνα 5.12. Αυτόματα έτσι η υποκατηγορία «*BuildingSurface:Detailed*» αναγνώρισε τα ανανεωμένα στοιχεία της κατασκευής για κάθε επιφάνεια που χαρακτηρίζεται ως *Exterior Wall* και *Exterior Roof*.



Εικόνα 5.12: Δομή εξωτερικών τοίχων και οροφών μετά την τοποθέτηση διογκωμένης πολυστερίνης

5.3.2 Αποτελέσματα προσθήκης εξωτερικής θερμομόνωσης και υπολογισμός κόστους επένδυσης

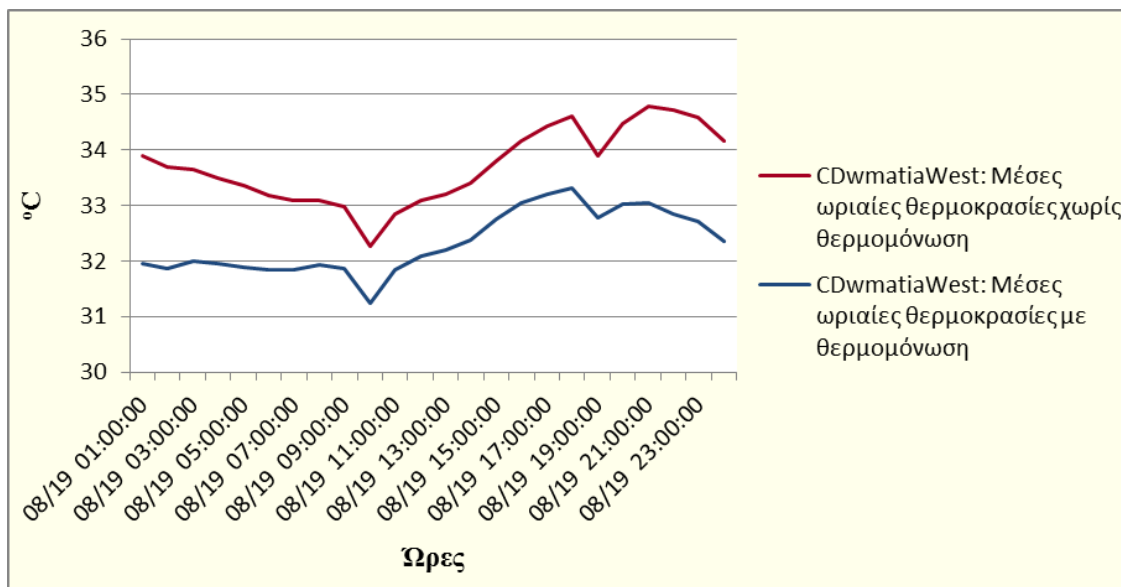
Μετά την προσομοίωση του ξενοδοχείου με τα νέα δεδομένα, έγινε έλεγχος για την

αποτελεσματικότητα της εφαρμογής τους. Παρακάτω, στην Εικόνα 5.13, παρουσιάζονται οι μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες στην θερμική ζώνη *CDwmatiaWest* πριν και μετά την επιβολή εξωτερικής θερμομόνωσης στους τοίχους και την οροφή της. Επιλέχθηκε αυτή η ζώνη διότι δεν διαθέτει υπερκείμενο όροφο και έτσι η θερμομόνωση έγινε στους εξωτερικούς τοίχους και στην οροφή της. Συγκρίνοντας τα δύο διαγράμματα, για τις ζεστές μέρες του καλοκαιρού παρατηρείται μείωση της μέσης θερμοκρασίας στην ζώνη έως και 1.5 °C. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο καθώς με την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης εμποδίζεται μερικώς η απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από το κέλυφος της ζώνης, διατηρώντας έτσι χαμηλότερη εσωτερική θερμοκρασία. Ωστόσο για την περίοδο όπου παρατηρείται πτώση θερμοκρασίας, (τέλος του Σεπτεμβρίου, τον Οκτώβριο και αρχές του Μαΐου) λόγω της θερμομόνωσης εμποδίζεται η ροή θερμότητας από το εσωτερικό της ζώνης (υψηλότερη θερμοκρασία) προς το περιβάλλον (χαμηλότερη θερμοκρασία) με αποτέλεσμα να παρατηρείται ίση ή ακόμα και υψηλότερη εσωτερική θερμοκρασία στη ζώνη σε σχέση με την κατάσταση πριν την τοποθέτηση θερμομόνωσης.



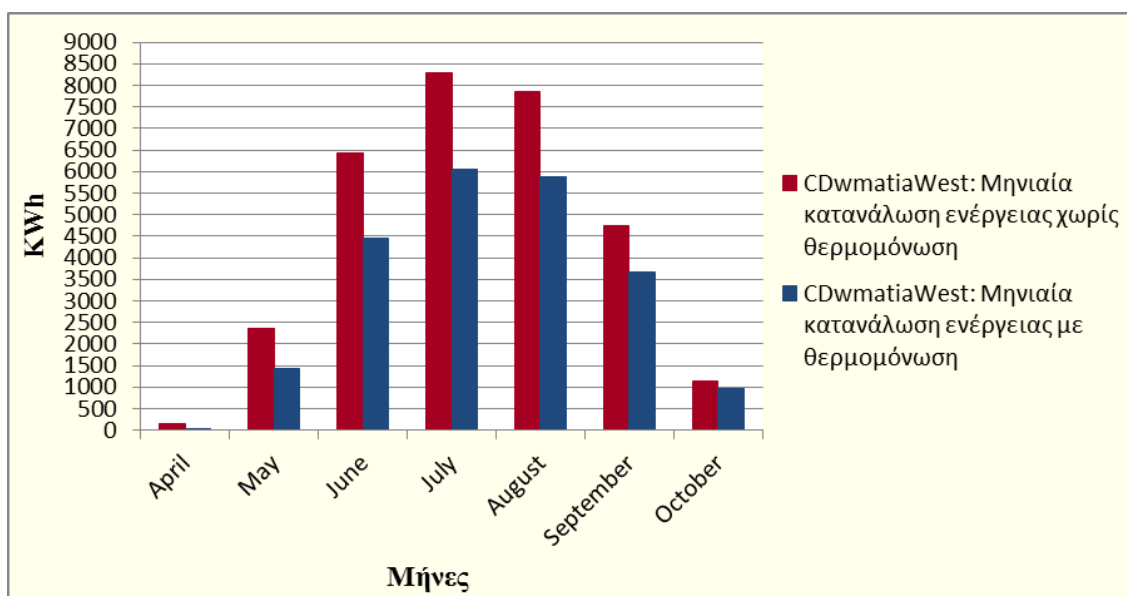
Εικόνα 5.13: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη *CDwmatiaWest* πριν και μετά την εξωτερική θερμομόνωση

Αναλύοντας το προηγούμενο διάγραμμα διαπιστώθηκε ότι η ημέρα που παρατηρούνται οι υψηλότερες θερμοκρασίες για την εν λόγω ζώνη είναι η 19^η Αυγούστου. Για τη συγκεκριμένη ημέρα λοιπόν, τα αποτελέσματα μέσω ωριαίων εσωτερικών θερμοκρασιών πριν και μετά την επιβολή θερμομόνωσης φαίνονται στην Εικόνα 5.14. Γίνεται πλέον ξεκάθαρα αισθητή η μείωση της θερμοκρασίας η οποία φτάνει μέχρι και τους 2 °C.



Εικόνα 5.14: Μέσες ωριαίες θερμοκρασίες την πιο ζεστή ημέρα στη ζώνη *CDwmatiaWest* πριν και μετά την εξωτερική θερμομόνωση

Έπειτα, αναλύθηκε η μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε KWh από το σύστημα κλιματισμού για την ψύξη της ίδιας θερμικής ζώνης μετά την πτώση των εσωτερικών θερμοκρασιών. Τα αποτελέσματα που εμφανίζονται στην Εικόνα 5.15 παρουσιάζουν αισθητή μείωση της ανάγκης για ψύξη στην εν λόγω ζώνη μετά την επιβολή της εξωτερικής θερμομόνωσης.



Εικόνα 5.15: Μηνιαίες καταναλώσεις ενέργειας κλιματισμού στη ζώνη *CDwmatiaWest* πριν και μετά την εξωτερική θερμομόνωση

Οι συνολικές καταναλώσεις ενέργειας για ψύξη μετά την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης συγκριτικά με αυτές πριν την εφαρμογή παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 5.3.

Συγκεκριμένα, η συνολική εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας μετά την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης ισούται με 25,777.933 KWh/ έτος. Η διαφορά αυτή για κέρδος 0.08259 €/ KWh ισούται με 2,128.999 € συνολικό ετήσιο κέρδος για την επιχείρηση.

Μήνες	Καταναλώσεις Ενέργειας Κλιματισμού (KWh)		Εξοικονόμηση Ενέργειας (KWh)	Όφελος (€)
	Πριν	Μετά		
Απρίλιος	362.542	108.591	253.951	20.9738
Μάιος	6,175.038	3,831.014	2,344.024	193.592
Ιούνιος	21,166.130	15,244.851	5,921.280	489.038
Ιούλιος	30,143.901	22,883.844	7,260.057	599.608
Αύγουστος	28,567.760	22,078.483	6,489.276	535.949
Σεπτέμβρης	15,889.170	12,784.806	3,104.369	256.389
Οκτώβρης	3,812.941	3,407.976	404.964	33.446
Σύνολο:	106,117.500	80,339.567	25,777.933	2,128.999

Πίνακας 5.3: Συγκεντρωτικός πίνακας μηνιαίων καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου πριν και μετά την εξωτερική θερμομόνωση

Έπειτα, μελετάται το κόστος εφαρμογής της εξωτερικής θερμομόνωσης. Εκτός από το κύριο υλικό θερμομόνωσης που είναι οι πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης θα χρησιμοποιηθούν και εξωτερικά επιχρίσματα με σκοπό την κάλυψη και προστασία του βασικού θερμομονωτικού υλικού από τις εξωτερικές συνθήκες του περιβάλλοντος (έκθεση σε ήλιο, υγρασία κτλ.). Τα επιχρίσματα αυτά δε δηλώθηκαν στο πρόγραμμα Energy Plus κατά την προσομοίωση καθώς το πάχος τους είναι ελάχιστο και δε προσφέρουν θερμική προστασία στο κτίριο. Σύμφωνα με προσφορά που δόθηκε από συνεργείο, προτείνονται για το υπό μελέτη ξενοδοχείο οι παρακάτω δομές θερμομόνωσης (μία για τοίχους και μία για οροφές) με συγκεκριμένα υλικά η κάθε μία.

Για την κάλυψη της εξωτερικής οροφής με συνολική επιφάνεια 864.21 τετρ. μέτρων θα χρειαστούν 3675 κιλά κόλλας FGL-Thermo I, 864.21 τετρ. μέτρα πλακών διογκωμένης πολυστερίνης διαστάσεων 100x50x5 εκατοστών, 4,325 κιλά κόλλας FGL-Thermo III, 1,000 τετρ. μέτρα FGL υαλοπλέγματος 5x5 χιλιοστών και 666 λίτρα επαλειπτικού σιλανικών ρητινών, τα οποία και θα τοποθετηθούν με τη σειρά που αναφέρθηκαν από το εσωτερικό προς το εξωτερικό στρώμα. Το κόστος του συνόλου και της ποσότητας αυτών των υλικών σε καθαρή αξία είναι 11,382,11 € και μαζί με το ΦΠΑ ανέρχεται τελικώς στα 14,000€.

Για την θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων επιφάνειας 1,097.725 τετρ. μέτρων θα χρησιμοποιηθούν (ξεκινώντας από το εσωτερικό προς το εξωτερικό στρώμα επένδυσης): 4,550 κιλά κόλλας FGL-Thermo I, 1,097.725 τετρ. μέτρα πλακών διογκωμένης πολυστερίνης διαστάσεων 100x50x5 εκατοστών, 4550 κιλά κόλλας FGL-Thermo III, 1,350 τετρ. μέτρα FGL υαλοπλέγματος 5x5

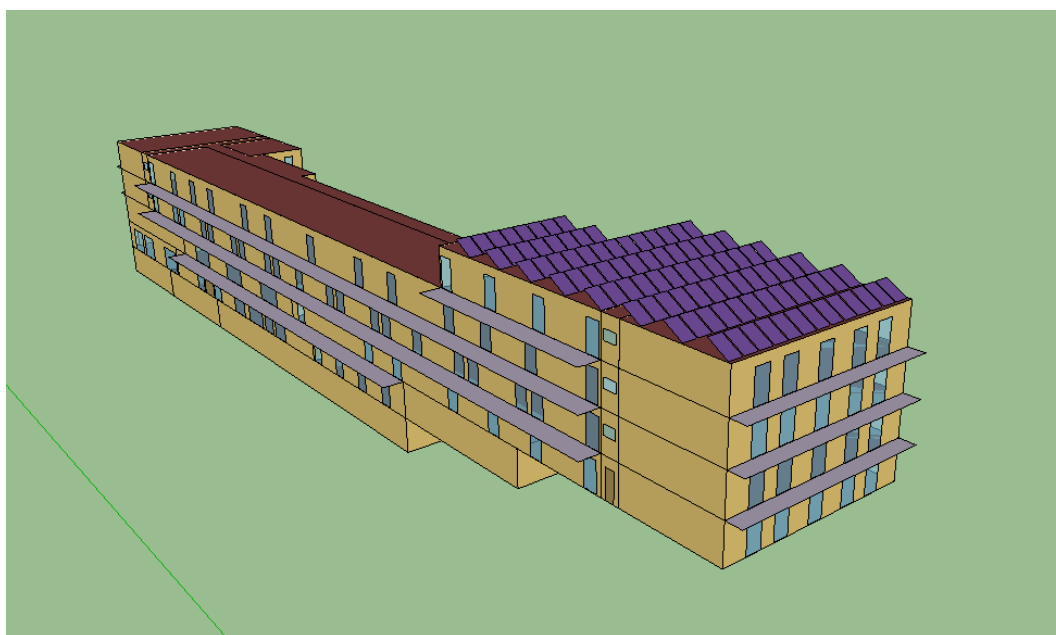
χιλιοστών, 5,500 τεμάχια βυσμάτων, 12 δοχεία των 10 λίτρων primer αστάρι και 2,088 κιλά χρωμοσοβά σιλικονούχου ενός χιλιοστού. Η συνολική καθαρή αξία των παραπάνω υλικών ανέρχεται στα 14,634.15 € που μαζί με το ΦΠΑ φτάνουν τα 18,000 €.

Για τη διαμόρφωση της τελικής αξίας αυτής της πρότασης πρέπει να συμπεριληφθεί στις παραπάνω τιμές και το κόστος εργασίας. Βάσει της ίδιας προσφοράς που δόθηκε από το συνεργείο η εργασία για τη θερμομόνωση της οροφής θα κοστίσει 6,000 €, καθαρή αξία, η οποία συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ ανέρχεται στα 7,380 €. Η εργασία για τη θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων κοστολογείται στα 13,000 €, καθαρή αξία και 15,990 €, τελική αξία. Συνολικά λοιπόν το κόστος εφαρμογής της εν λόγω πρότασης ανέρχεται στα 55,370 € και με ετήσιο κέρδος 2,128.999 €/έτος που προκύπτει λόγω μείωσης καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, ο χρόνος απόσβεσης εκτιμάται στα 26 έτη.

5.5 Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ (photovoltaic)

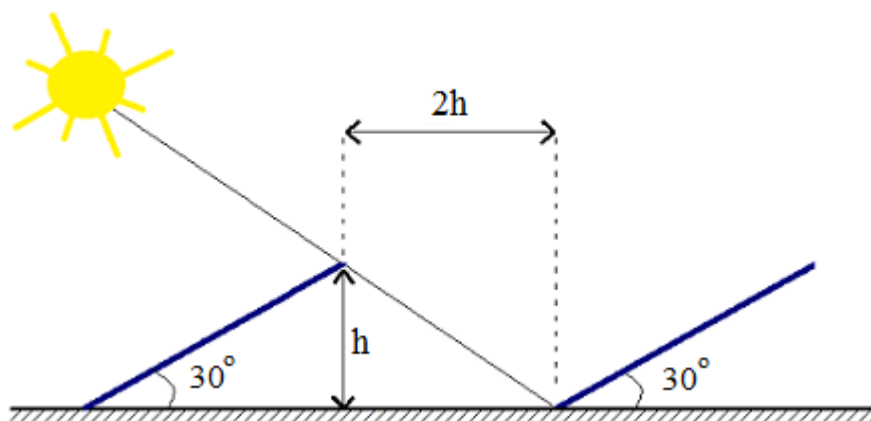
5.5.1 Εισαγωγή παραμέτρων προσομοίωσης

Η τελευταία πρόταση ενεργειακής βελτίωσης της ξενοδοχειακής μονάδας αφορά την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος. Για την προσομοίωση αυτής της πρότασης σχεδιάστηκαν φωτοβολταϊκά πάνελ στην οροφή του τετάρτου ορόφου του ξενοδοχείου, στο πρόγραμμα SketchUp με τη βοήθεια του προγράμματος legacy Open Studio plug-in, όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.16.



Εικόνα 5.16: Σχεδιασμός φωτοβολταϊκών πάνελ στο SketchUp

Επιλέχτηκε να τοποθετηθούν πάνελ διαστάσεων 0.99x1.66 μέτρων, με κλίση 30 μοιρών και προσανατολισμό προς το νότο, κατασκευασμένα από μονοκρυσταλλικά ηλιακά κύτταρα πυριτίου με ονομαστική απόδοση 245Wp (Watt-peak) το καθένα. Η διάταξη δύο διαδοχικών σειρών από φωτοβολταϊκά πάνελ έγινε βάσει της εικόνας 5.17, ούτως ώστε να μη σκιάζονται. Σύμφωνα με τα ανωτέρω στην επιφάνεια του τετάρτου ορόφου εμβαδού 316.36 τετραγ. μέτρων τοποθετήθηκαν 94 πάνελ.

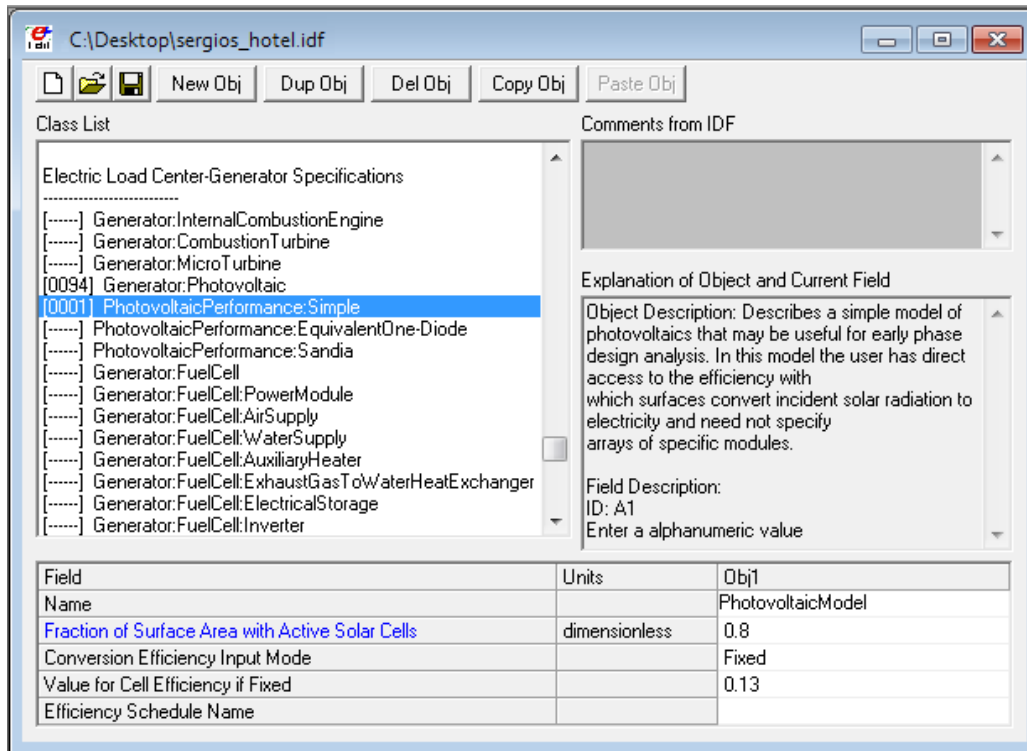


Εικόνα 5.17: Διάταξη φωτοβολταϊκών με κλίση

Στη συνέχεια εισήχθη το αρχείο idf στο Energy Plus. Το Energy Plus προσφέρει στο χρήστη τρεις διαφορετικές επιλογές για την πρόβλεψη της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά πάνελ, κάθε μία απ' τις οποίες καθορίζει ξεχωριστά μαθηματικά μοντέλα τα οποία χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό παραγωγής ενέργειας. Από τις τρεις αυτές επιλογές επιλέχτηκε η πιο απλή (Simple) η οποία επιτρέπει στο χρήστη να εισάγει μια αυθαίρετη απόδοση. Οι άλλοι δύο τύποι χρησιμοποιούν εμπειρικές σχέσεις για την πρόβλεψη της απόδοσης λειτουργίας των φωτοβολταϊκών βασιζόμενα σε πολλές περιβαλλοντικές μεταβλητές, (όπως η θερμοκρασία των κυττάρων). Έτσι λοιπόν στην κατηγορία *Electric Load Center-Generator Specifications* εισήχθησαν δεδομένα για τις παρακάτω υποκατηγορίες.

- **PhotovoltaicPerformance:Simple**

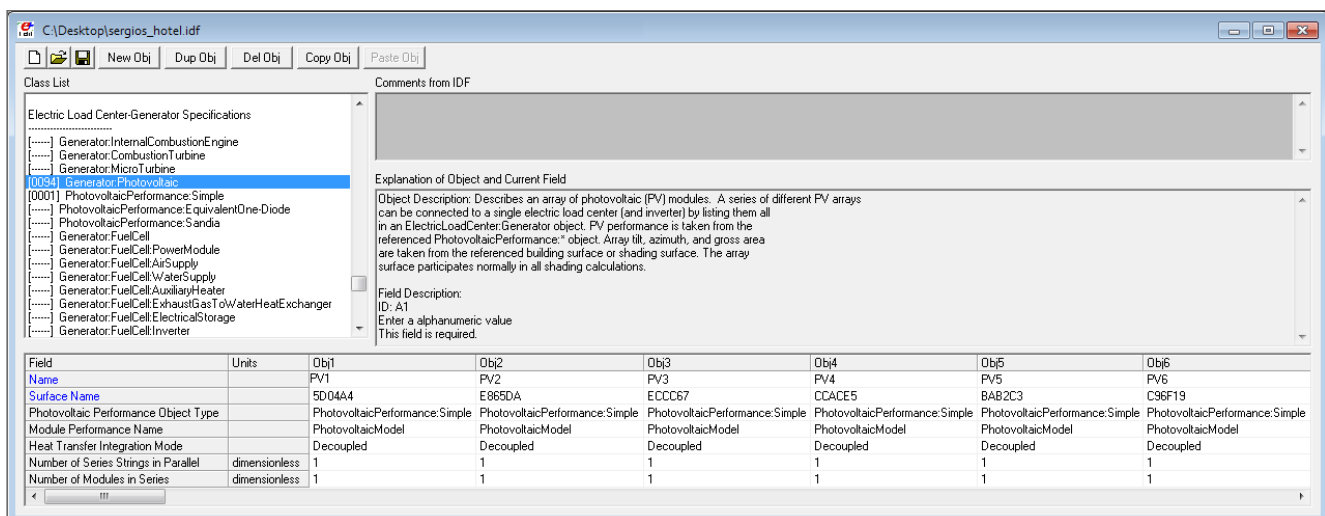
Στην υποκατηγορία αυτή δηλώθηκε το όνομα του μοντέλου του φ/β συστήματος (PhotovoltaicModel), το κλάσμα της επιφάνειας του πάνελ που έχει ενεργά ηλιακά κύτταρα (0.8), καθώς και η απόδοση του φ/β (0.13) εφόσον τα συγκεκριμένα πάνελ που χρησιμοποιήθηκαν (μονοκρυσταλλικά ηλιακά κύτταρα πυριτίου) έχουν εύρος απόδοσης 11% -19%. Τα στοιχεία αυτά φαίνονται στην Εικόνα 5.18.



Εικόνα 5.18: Παράμετροι υποκατηγορίας *PhotovoltaicPerformance:Simple*

- **Generator:Photovoltaic**

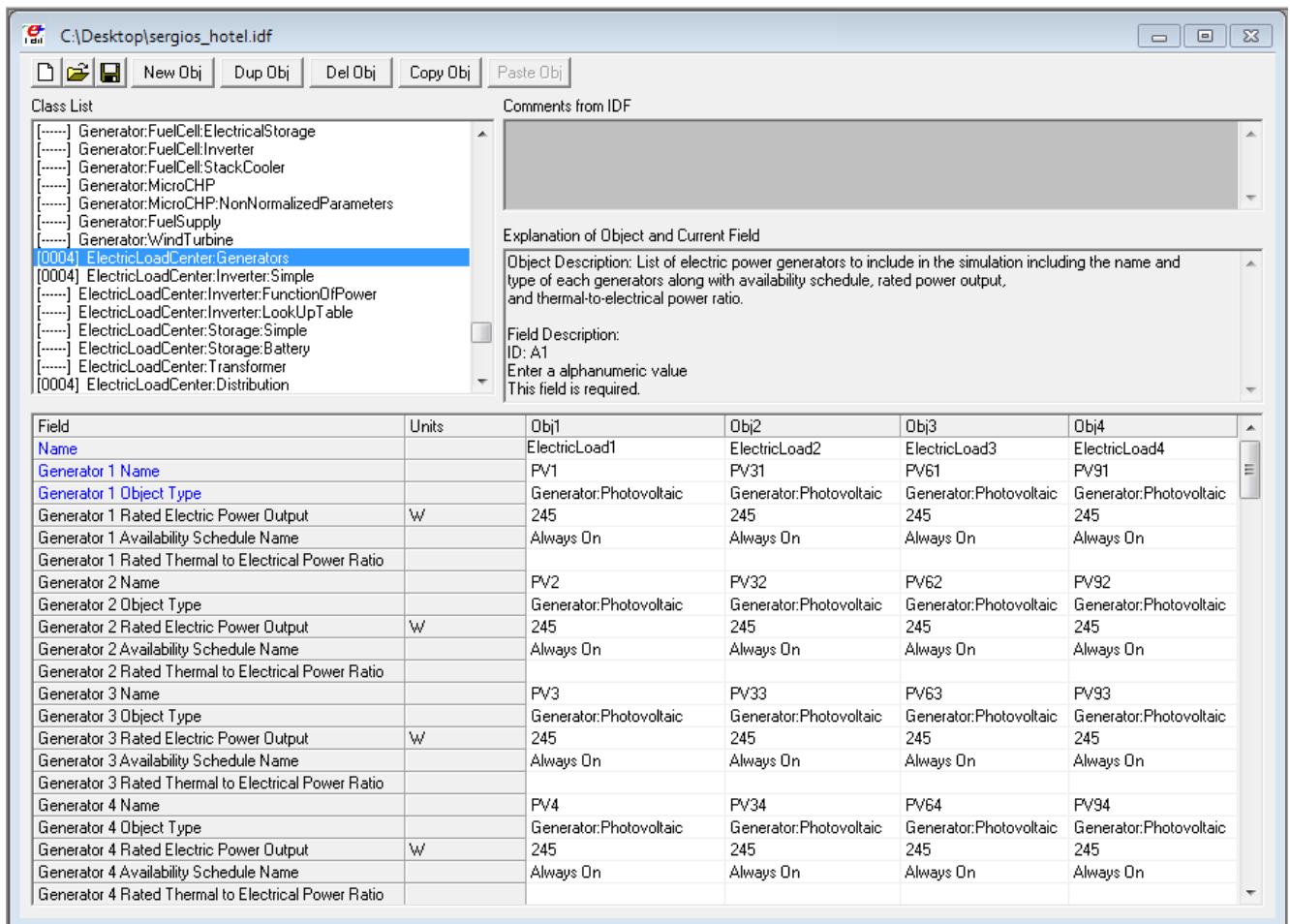
Στην υποκατηγορία αυτή εισήχθησαν οι 94 επιφάνειες των Φ/Β πάνελ (όχι αυτόματα από το αρχείο που προέκυψε από τα προγράμματα σχεδίασης - αλλά χειροκίνητα) και για κάθε ένα προσδιορίστηκε ο τύπος (*PhotovoltaicPerformance:Simple*) και το μοντέλο (*PhotovoltaicModel*) λειτουργίας του, όλα αυτά φαίνονται στην Εικόνα 5.19.



Εικόνα 5.19: Παράμετροι υποκατηγορίας *Generator:Photovoltaic*

- **ElectricLoadCenter:Generators**

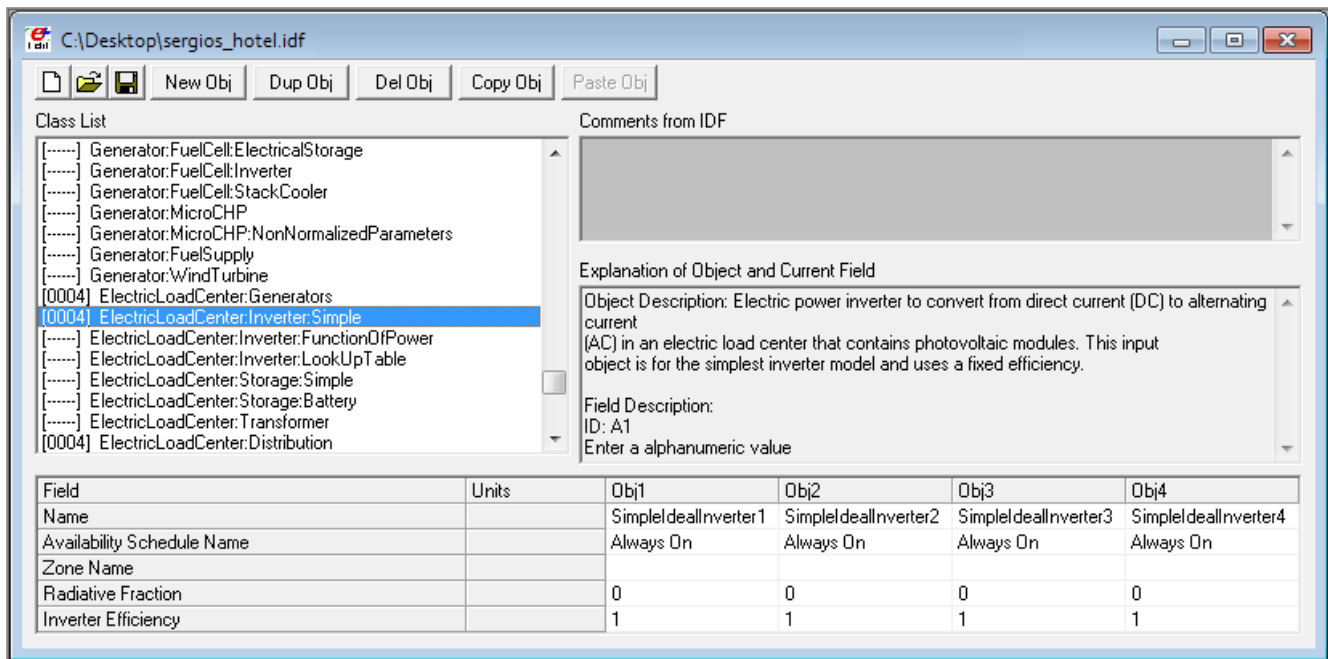
Σε αυτό το σημείο εισάχθηκε για κάθε Φ/Β γεννήτρια η ονομαστική της ισχύς, 245 W και το χρονοδιάγραμμα βάσει το οποίο λειτουργεί, Always On (εφόσον όλο το χρόνο τα πάνελ συλλέγουν ηλιακή ενέργεια ανεξάρτητα με το αν λειτουργεί το ξενοδοχείο ή όχι). Επειδή κάθε αντικείμενο στην υποκατηγορία αυτή δίνει τη δυνατότητα εισαγωγής 30 φ/β στοιχείων εισήχθησαν 4 αντικείμενα/λίστες για τα 94 πάνελ του ξενοδοχείου· όλα αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.20.



Εικόνα 5.20: Παράμετροι υποκατηγορίας *ElectricLoadCenter:Generators*

- **ElectricLoadCenter:Inverter:Simple**

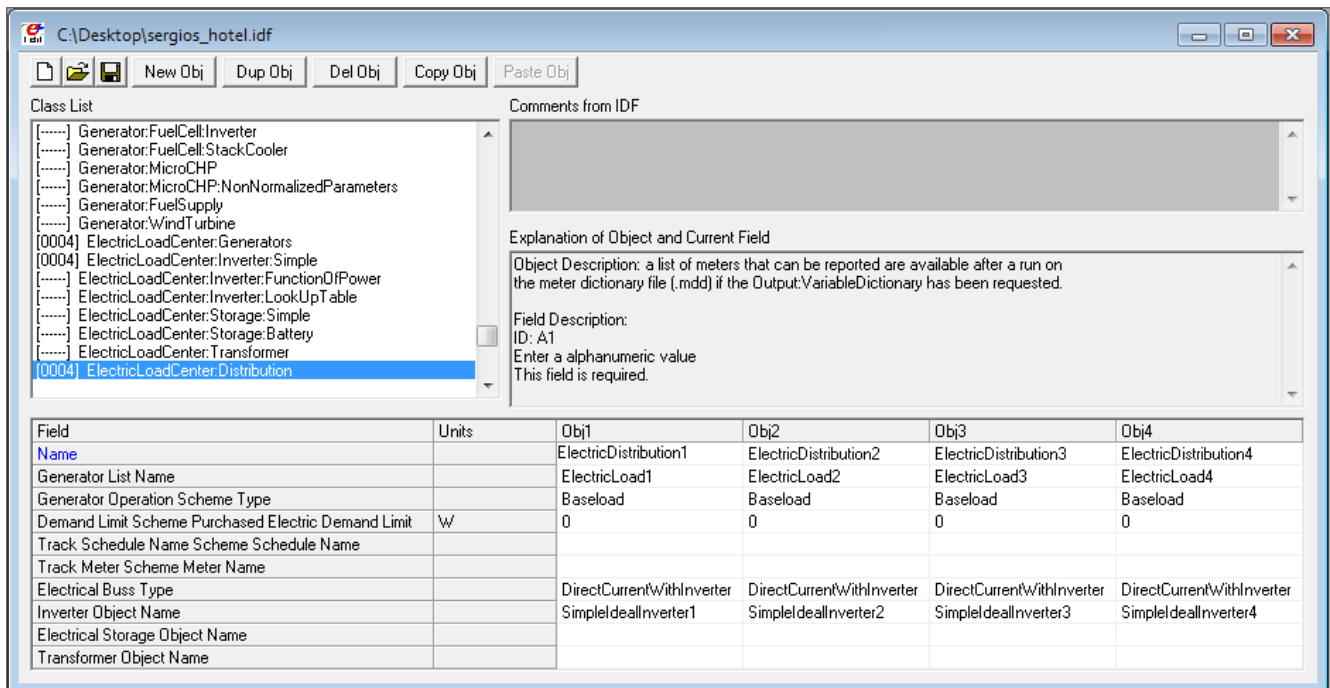
Αυτή η υποκατηγορία χρησιμοποιήθηκε για να μοντελοποιήσει τον μετατροπέα συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο σε έναν ηλεκτρολογικό πίνακα Φ/Β συστημάτων. Με την προσθήκη αυτής της υποκατηγορίας ορίζεται απευθείας το πιο απλό μοντέλο μετατροπέα με σταθερή απόδοση, 1 και συνεπώς μηδενικό συντελεστή θερμικών απωλειών (Εικόνα 5.21).



Εικόνα 5.21: Παράμετροι υποκατηγορίας *ElectricLoadCenter:Inverter:Simple*

- ***ElectricLoadCenter:Distribution***

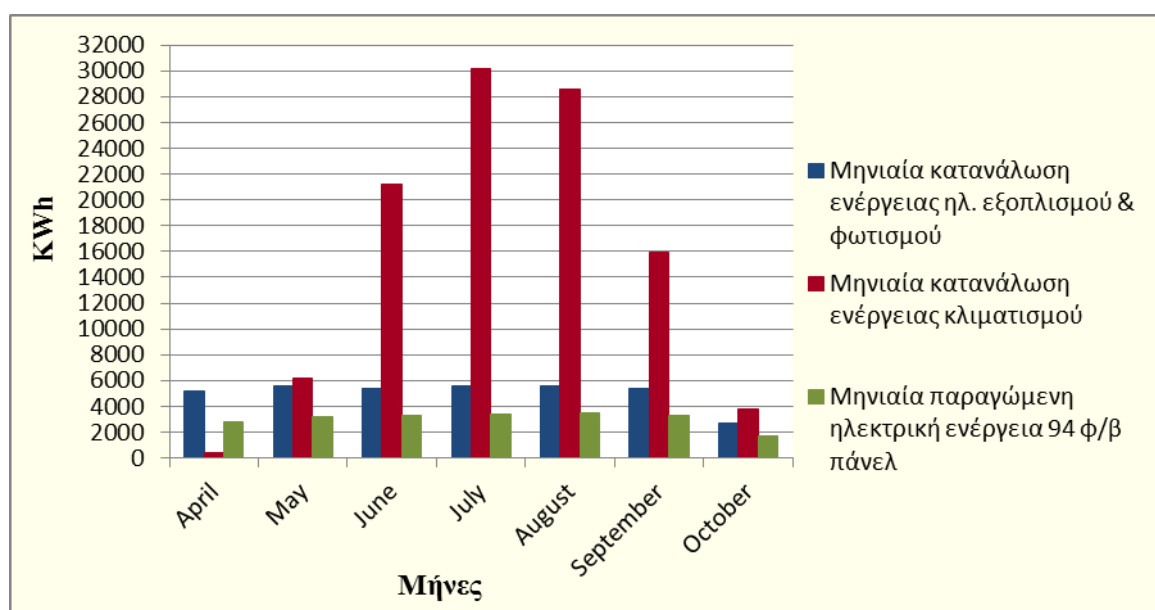
Μέσω αυτής της υποκατηγορίας ρυθμίζεται το σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ηλεκτρολογικός πίνακας αποτελεί το σύνδεσμο μεταξύ της παραγωγής και τη μετάδοσης, ο οποίος συντονίζει τις ενεργειακές απαιτήσεις των καταναλωτών. Ως σχεδιάγραμμα λειτουργίας των γεννητριών ορίστηκε ο τύπος Baseload (ένας εκ των επτά τύπων που δίνονται ως επιλογές από το πρόγραμμα) ο οποίος υποδηλώνει ότι λειτουργούν συνεχώς και ταυτόχρονα όλες οι γεννήτριες που είναι προγραμματισμένες να δουλεύουν (*Availability Schedule Name:Always On*) ακόμη κι όταν η ηλεκτρική ενέργεια που παράγουν υπερβαίνει την ηλεκτρική ενέργεια που έχει ανάγκη το κτίριο. Όλες οι γεννήτριες που συνδέονται με τον ηλεκτρολογικό πίνακα πρέπει να είναι του ίδιου τύπου (είτε συνεχούς είτε εναλλασσόμενου ρεύματος), εφόσον ο πίνακας θεωρήθηκε συνεχούς ρεύματος, όλες οι γεννήτριες δηλώνονται κι αυτές συνεχούς (έτσι στο πεδίο *Field: Electrical Buss Type* συμπληρώθηκε με *DirectCurrentWithInverter*). Όλα τα παραπάνω στοιχεία αφορούν τη λειτουργία και των 94 γεννητριών· γι' αυτό αντί να εισαχθούν 94 αντικείμενα, εισήχθησαν τέσσερα, όσες και οι ομαδοποιήσεις των γεννητριών που έγιναν στην υποκατηγορία *ElectricLoadCenter:Generators* (με ονόματα *ElectricLoad1*, *ElectricLoad2*, *ElectricLoad3*, *ElectricLoad4*). Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.22.



Εικόνα 5.22: Παράμετροι υποκατηγορίας *ElectricLoadCenter:Distribution*

5.5.2 Αποτελέσματα εγκατάστασης Φ/Β συστήματος και υπολογισμός κόστους επένδυσης

Έχοντας συμπληρώσει όλα τα απαραίτητα στοιχεία για τα Φ/Β συστήματα γίνεται η προσομοίωση για τη σύγκριση της παραγόμενης ενέργειας με τις ενεργειακές απαιτήσεις του ξενοδοχείου· τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.23.



Εικόνα 5.23: Μηνιαίες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας ηλεκτρικού εξοπλισμού, φωτισμού και κλιματισμού και μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β

Οι ακριβείς καταναλώσεις μηνιαίες καταναλώσεις κλιματισμού και οι αντίστοιχες παραγόμενες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας λόγω των φ/β παρουσιάζονται στον Πίνακα 5, σύμφωνα με τον οποίο προκύπτει ότι η ηλεκτρική ενέργεια που παράγουν τα Φ/Β καλύπτει το 31.64 % των αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία του κλιματισμού.

Μήνες	Καταναλώσεις Ενέργειας Ηλεκτρικού Εξοπλισμού και Φωτισμού (KWh)	Καταναλώσεις Ενέργειας Κλιματισμού (KWh)	Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια από φ/β (KWh)
Ιανουάριος	0.000	0.000	1,995.400
Φεβρουάριος	0.000	0.000	1,757.045
Μάρτιος	0.000	0.000	2,609.956
Απρίλιος	5,210.810	362.543	2,812.971
Μάιος	5,570.1762	6,175.038	3,155.617
Ιούνιος	5,390.493	21,166.131	3,443.668
Ιούλιος	5,570.176	30,143.901	3,614.162
Αύγουστος	5,570.176	28,567.759	3,715.752
Σεπτέμβριος	5,390.493	15,889.175	3,476.590
Οκτώβριος	2,695.246	3,812.941	3,503.275
Νοέμβριος	0.000	0.000	1,895.470
Δεκέμβριος	0.000	0.000	1,596.367
Σύνολο:	35,397.570	106.117.500	33,576.272

Πίνακας 5.4: Συγκεντρωτικός πίνακας μηνιαίων καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας λόγω φωτισμού, ηλεκτρικού εξοπλισμού, κλιματισμού και μηνιαίας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β

Στο σημείο αυτό εξετάζεται η επιλογή του κατάλληλου τύπου Φ/Β συστήματος για το ξενοδοχείο. Τα Φ/Β συστήματα διακρίνονται σε διασυνδεδεμένα (on-grid) και μη διασυνδεδεμένα (off-grid), τα οποία και αναλύθηκαν ενδελεχώς στην παράγραφο 2.4.1. Στην περίπτωση που ήταν επιθυμητή η αυτονομία του ξενοδοχείου, δηλαδή η εγκατάσταση αυτόνομου Φ/Β συστήματος, το μέγεθος της εγκατάστασης θα έπρεπε να είναι τουλάχιστον το τριπλάσιο της προτεινόμενης ώστε να επιτευχθεί εξ ολοκλήρου κάλυψη των ετήσιων αναγκών του σε ηλεκτρική ενέργεια (141,515.060 KWh/έτος). Ακόμη, όμως και αν υπήρχε διαθέσιμος χώρος στην οροφή του ξενοδοχείου για την εγκατάσταση ενός τόσο μεγάλου αυτόνομου Φ/Β συστήματος, αυτό θα ήταν οικονομικά εφικτό μόνο εάν ο ιδιοκτήτης κατάφερνε να αποσπάσει έγκριση επιδότησης από το Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς (ΕΣΠΑ)· κι αυτό γιατί

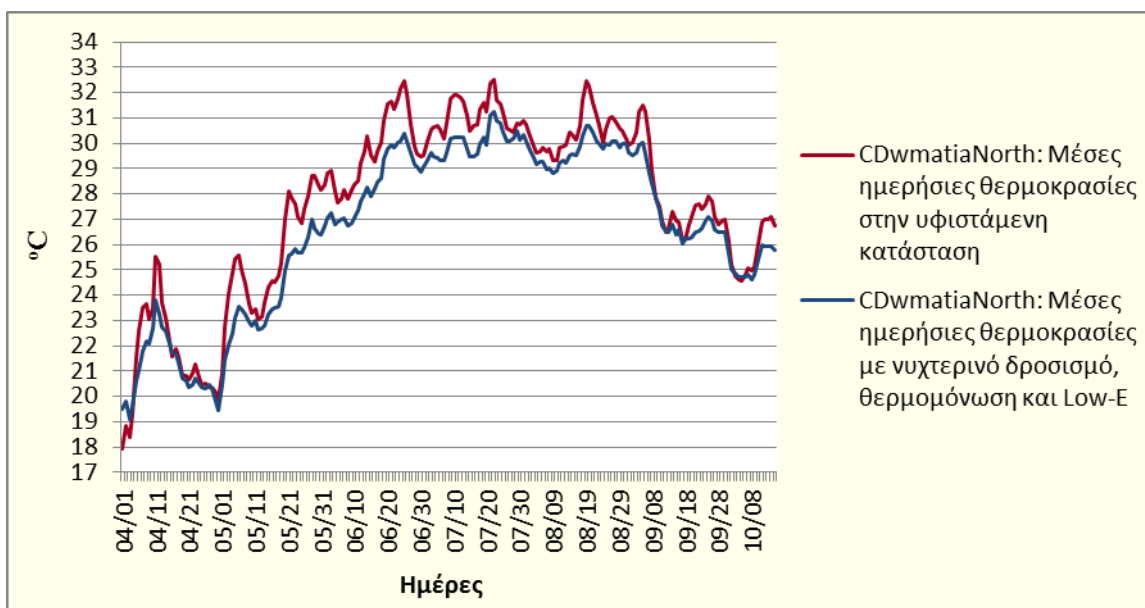
το κόστος είναι ασύμφορο καθώς ένα αυτόνομο Φ/Β συστήματα είναι κατά πολύ πιο ακριβό από ένα διασυνδεδεμένο. Στην Ελλάδα, όμως αυτή τη στιγμή (Οκτώβριος 2014) δεν αδειοδοτείται πλέον η εγκατάσταση διασυνδεδεμένων λογιστικού συμψηφισμού (feed-in tariff) Φ/Β συστημάτων. Ωστόσο, αναμένεται να εγκριθεί από την Αρμόδια Υπουργό του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ), με σχετική απόφαση, η άδεια εγκατάστασης διασυνδεδεμένων ενεργειακού συμψηφισμού - αυτοπαραγωγής (net metering) Φ/Β συστημάτων, στα οποία εγκατεστημένη ισχύς ανά Φ/Β σύστημα, αναμένεται να είναι τουλάχιστον 20 KWp, ενώ δεν αποκλείεται να φτάσει και τα 50 KWp.

Στην παρούσα περίπτωση, για το υπό μελέτη Φ/Β σύστημα ισχύος 23.03 KWp, που προτάθηκε να εγκατασταθεί στην οροφή του ξενοδοχείου, αναλύεται η πιθανή περίπτωση να αποτελεί Φ/Β σύστημα διασυνδεδεμένου ενεργειακού συμψηφισμού - αυτοπαραγωγής (net metering). Με τον τρόπο αυτό, θα γίνεται συμψηφισμός της παραγόμενης με την καταναλισκόμενη ενέργεια, η παραγόμενη ενέργεια θα καταναλώνεται απευθείας από το ξενοδοχείο ενώ το κτίριο θα παρέμεινε διασυνδεδεμένο με το δίκτυο δημόσιου ηλεκτρισμού και όταν δεν θα αρκεί η ενέργεια θα προμηθεύεται από το ίδιο το δίκτυο. Για την περίπτωση αυτή, γνωρίζοντας ότι η προκύπτουσα εξοικονόμηση ενέργειας για κάθε έτος λειτουργίας του ξενοδοχείου από το Φ/Β σύστημα είναι 33,576.272 KWh/έτος, οι συνολικές ετήσιες ανάγκες για ηλεκτρισμό μειώνονται από 141,515.06 KWh/έτος σε 107,938.788 KWh/έτος. Ως εκ τούτου, με δεδομένο κόστος καταναλισκόμενης ενέργειας 0.08259 €/ KWh η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων προκύπτει ίση με 2,773.06 €. Τέλος, σύμφωνα με έρευνα αγοράς εκτιμώμενη συνολική τιμή εγκατάστασης Φ/Β συστήματος 10 KWp είναι τα 19,000 €, πράγμα που σημαίνει ότι η υπό μελέτη εγκατάσταση θα κοστίσει συνολικά 43,757 €. Επομένως η απόσβεση του κόστους αυτού εκτιμάται ότι θα προκύψει στα 16 χρόνια.

5.6 Παρουσίαση αποτελεσμάτων μετά την εφαρμογή όλων των προτεινόμενων επεμβάσεων

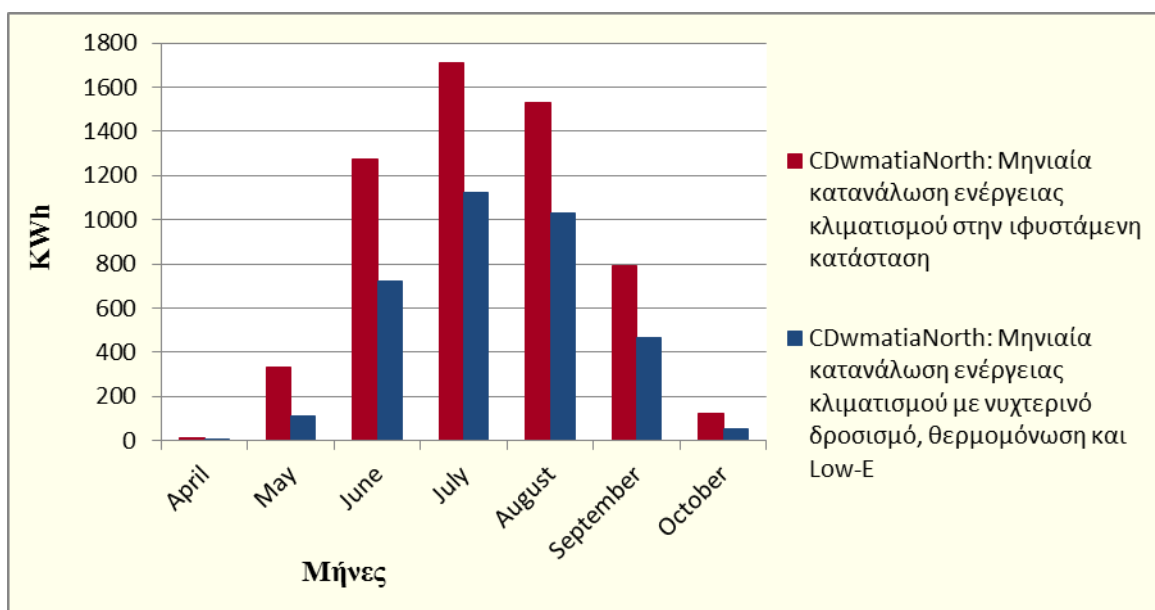
Σαν τελευταία ενέργεια κρίθηκε εύλογη η παρουσίαση των συνολικών αποτελεσμάτων που προέκυψαν μετά την εφαρμογή όλων των παραπάνω προτάσεων στο ξενοδοχείο. Αρχικά, στην Εικόνα 5.24, φαίνεται η συμβολή του συνδυασμού των προτεινόμενων ενεργειών νυχτερινού δροσισμού, αντικατάστασης υαλοπινάκων και εξωτερικής θερμομόνωσης στην πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας της ζώνης CDwmatiaNorth. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες λοιπόν, όπου εμφανίζονται οι υψηλότερες θερμοκρασίες, σημειώνεται πτώση θερμοκρασιών η οποία φτάνει έως και

τους 2°C. Η πτώση αυτή εμφανίζεται και κατά τη δυσμενέστερη από άποψη θερμοκρασίας ημέρα, τη 19^η Αυγούστου.



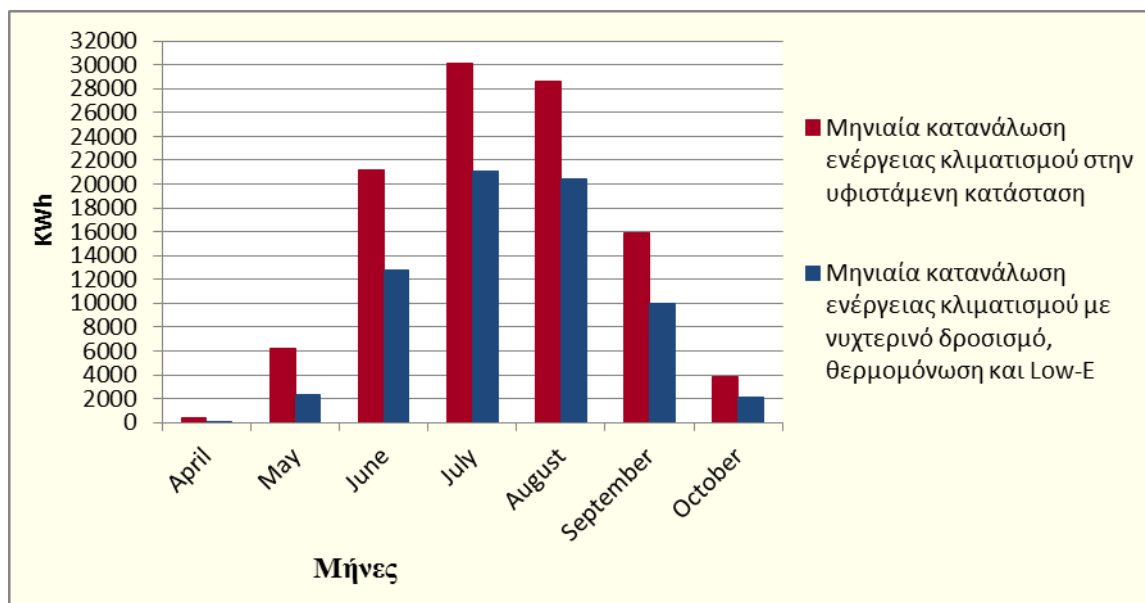
Εικόνα 5.25: Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες στη ζώνη CDwmatiaNorth πριν και μετά την εφαρμογή νυκτερινού δροσισμού, εξωτερικής θερμομόνωσης και υαλοπινάκων Low-E

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η αντίστοιχη μείωση της μηνιαίας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε KWh από το σύστημα κλιματισμού για ψύξη της εν λόγω ζώνης, μετά την πτώση της θερμοκρασίας, σε σχέση με την αρχική. Στην Εικόνα 5.26 φαίνεται ότι το σύστημα κλιματισμού, για ψύξη της ζώνης τους πιο ζεστούς μήνες, καταναλώνει έως και 600 KWh λιγότερες σε σχέση με πριν.



Εικόνα 5.26: Μηνιαίες καταναλώσεις ενέργειας κλιματισμού στη ζώνη CDwmatiaNorth πριν και μετά την εφαρμογή της εφαρμογή νυκτερινού δροσισμού, εξωτερικής θερμομόνωσης και υαλοπινάκων Low-E

Συνολικά, για καλύτερη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, στην Εικόνα 5.27, φαίνεται η συνολική μείωση ενεργειακών καταναλώσεων που προκύπτει για κάθε μήνα λειτουργίας του ξενοδοχείου μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού, την αντικατάσταση υαλοπινάκων και την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης. Με την πτώση θερμοκρασιών που επιτεύχθηκε παρατηρείται ότι για τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο οι ανάγκες για ψύξη μειώθηκαν έως και κατά 9000 KWh και 8000 KWh αντίστοιχα.



Εικόνα 5.27: Μηνιαίες καταναλώσεις ενέργειας κλιματισμού σε όλες τις θερμικές ζώνες πριν και μετά την εφαρμογή της εφαρμογή νυχτερινού δροσισμού, εξωτερικής θερμομόνωσης και υαλοπινάκων Low-E

Συγκεντρωτικά, παρατίθενται στον παρακάτω Πίνακα 5.5 οι ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια σε KWh (συμπεριλαμβάνονται τα συστήματα φωτισμού, κλιματισμού και οι ηλεκτρικές συσκευές) πριν και μετά την εφαρμογή των τριών αυτών προτάσεων ενεργειακής βελτίωσης που προκαλούν μείωση θερμοκρασίας.

Μήνες	Καταναλώσεις Ηλεκτρικής Ενέργειας (KWh)		Εξοικονόμηση Ενέργειας (KWh)
	Πριν	Μετά	
Ιανουάριος	0.000	0.000	0.000
Φεβρουάριος	0.000	0.000	0.000
Μάρτιος	0.000	0.000	0.000
Απρίλιος	5,573.353	5,152.087	421.266
Μάιος	11,745.214	7,578.040	4,167.174
Ιούνιος	26,556.624	18,517.968	8,038.656

Ιούλιος	35,714.077	26,697.426	9,016.651
Αύγουστος	34,137.936	26,036.591	8,101.345
Σεπτέμβριος	21,279.668	15,585.666	5,694.002
Οκτώβριος	6,508.187	4,888.288	1,619.899
Νοέμβριος	0.000	0.000	0.000
Δεκέμβριος	0.000	0.000	0.000
Σύνολο:	141,515.060	104,456.066	37,303.864

Πίνακας 5.5: Συγκεντρωτικός πίνακας μηνιαίων καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας μετά την εφαρμογή νυχτερινού δροσισμού, εξωτερικής θερμομόνωσης και υαλοπινάκων Low-E

Παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας, εάν εφαρμοστούν οι πρώτες τρεις προτεινόμενες ενεργειακές βελτιώσεις, ισούται με 37,303.864 KWh, δηλαδή προκύπτει μείωση κατά 26.36 % των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια.

Επιπρόσθετα όμως, η συνολική ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα 94 εγκατεστημένα φ/β πάνελ ισούται με 33,576.272 KWh/έτος. Με την εφαρμογή του διασυνδεδεμένου ενεργειακού συμψηφισμού - αυτοπαραγωγής (net metering) Φ/Β συστήματος, το οποίο αναλύθηκε παραπάνω, γίνεται συμψηφισμός καταναλισκόμενης και παραγόμενης ενέργειας. Συνεπώς η ηλεκτρική ενέργεια που καλείται το ξενοδοχείο να εξοφλήσει μειώνεται ετησίως στις 70,879.794 KWh/έτος δηλαδή προκύπτει συνολική μείωση κατά 50.09 %. Τα παραπάνω παρουσιάζονται αναλυτικά στον συγκεντρωτικό Πίνακα 5.6.

Μήνες	Τελική Κατανάλωση Ενέργειας (KWh)	Παραγόμενη Ενέργεια από Φ/Β (KWh)
Ιανουάριος	0.000	1,995.400
Φεβρουάριος	0.000	1,757.045
Μάρτιος	0.000	2,609.956
Απρίλιος	5,152.087	2,812.971
Μάιος	7,578.040	3,155.617
Ιούνιος	18,517.968	3,243.668
Ιούλιος	26,697.426	3,414.162
Αύγουστος	26,036.591	3,515.752
Σεπτέμβριος	15,585.666	3,276.590
Οκτώβριος	4,888.288	3,303.275

Νοέμβριος	0.000	1,895.470
Δεκέμβριος	0.000	1,596.367
Σύνολο:	104,456.066	33,576.272

Πίνακας 5.6: Συγκεντρωτικός πίνακας τελικών μηνιαίων καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας μετά την εφαρμογή νυχτερινού δροσισμού, εξωτερικής θερμομόνωσης και υαλοπινάκων Low-E και μηνιαίας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τα Φ/Β

Έπειτα, υπολογίσθηκε ότι για την εφαρμογή όλων των παραπάνω επεμβάσεων, το κόστος επένδυσης κυμαίνεται στα 129,799.840 €, ενώ παράλληλα το χρηματικό όφελος από η συνολική μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτει περίπου 5,833.77 €. Ως εκ τούτου εκτιμάται απόσβεση του αρχικού κόστους επένδυσης στα 23 χρόνια.

6. Εύρεση ανθρακικού αποτυπώματος της ξενοδοχειακής μονάδας

6.1 Εισαγωγή

Κατά την κατασκευή μιας ξενοδοχειακής μονάδας επιβαρύνεται το περιβάλλον σε δύο φάσεις: αρχικά κατά τη φάση της κατασκευής και έπειτα κατά τη φάση της λειτουργίας του. Στη φάση κατασκευής περιβαλλοντικές επιπτώσεις προκαλούνται από τα επεξεργασμένα δομικά υλικά που εισάγονται στο περιβάλλον του κτιρίου και από τη χρήση ενέργειας για την διεκπεραίωση του κύκλου εργασιών που απαιτούνται κατά την κατασκευαστική δραστηριότητα· ενώ στη φάση λειτουργίας το περιβάλλον επιβαρύνεται κατά κύριο λόγο από την κατανάλωση ενέργειας από τους χρήστες του εντός του κτιρίου και κατά δεύτερο λόγο από τις μεταφορές τους από και προς αυτό. Όλες αυτές οι ενέργειες συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα αποτελέσματά τους στο περιβάλλον για να γίνουν ευκόλως αντιληπτά μετρώνται με διάφορους δείκτες, όπως με την ενσωματωμένη ή εμπεριεχόμενη ενέργεια των υλικών και το ανθρακικό αποτύπωμα.

Η ενσωματωμένη ενέργεια είναι η ενέργεια που καταναλώνεται κατά τον κύκλο ζωής ενός υλικού. Δηλαδή η ενέργεια που απαιτείται από το στάδιο της εξόρυξης των πρώτων υλών από τη φύση, της μεταφοράς τους στο εργοστάσιο, της βιομηχανικής κατεργασίας τους, το στάδιο της μεταφοράς και τοποθέτησής τους στην κατασκευή και τελικώς την κατεδάφιση του κτιρίου και απομάκρυνση των υλικών έως και την τελική απόρριψη τους. Επειδή, ακριβώς, η ενσωματωμένη ενέργεια περιέχει την παραγωγική διαδικασία που πραγματοποιείται σε κάθε τόπο παραγωγής, είναι πιθανόν η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού από χώρα σε χώρα να διαφέρει σημαντικά. Αυτό συμβαίνει, εξαιτίας των διαφορών που υπάρχουν στις τεχνολογίες παραγωγής των υλικών και της κατασκευής του ίδιου του κτιρίου, στις μετακινήσεις από το εργοστάσιο έως και τον τόπο κατασκευής αλλά και στις διαφορές στον τρόπο παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Το ανθρακικό αποτύπωμα (CO₂ Footprint) είναι το σύνολο των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που δημιουργούνται άμεσα και έμμεσα από τις δραστηριότητες ενός ατόμου, μίας δράσης, μίας επιχείρησης ή ενός οργανισμού ή από τη διαδικασία παραγωγής, χρήσης & 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 (CO₂), Μεθάνιο (CH₄), Μονοξείδιο του Αζώτου (N₂O), Υδροφθοράνθρακες

(HFCs), Υπερφθοράνθρακες (PFCs) και Εξαφθοριούχο θείο (SF₆). Τα αποτελέσματα ενός τέτοιου υπολογισμού εκφράζονται σε ισοδύναμα γραμμάρια, κιλά ή τόνους διοξειδίου του άνθρακα [CO₂e]. Για παράδειγμα, συγκεκριμένα, στη φάση της κατασκευής ενός κτιρίου οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα προέρχονται από την ενέργεια που έχει χρησιμοποιηθεί για να παραχθούν τα δομικά υλικά (ή ενσωματωμένη ενέργεια) και από την ενέργεια που καταναλώνεται για την τοποθέτηση των υλικών αυτών στο κτίριο. Είναι λοιπόν εύκολα αντιληπτό ότι οι δύο σημαντικότερες συνιστώσες ανθρακικού αποτυπώματος ενός ξενοδοχείου είναι αυτές της κατασκευής και λειτουργίας/κατανάλωσης ενέργειας του.

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια γενική προσέγγιση του συνολικού ανθρακικού αποτυπώματος του υπό μελέτη ξενοδοχείου, Sergios Hotel, ως το άθροισμα των επιμέρους ανθρακικών αποτυπωμάτων των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένα για την κάλυψη των δαπέδων και των καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας σε ψύξη, φωτισμό και λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών (εφόσον αυτές είναι μόνον οι πηγές κατανάλωσης ηλ. ενέργειας του συγκεκριμένου ξενοδοχείου). Έχοντας γνωστό το συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα της ξενοδοχειακής μονάδας μπορεί να γίνει καταγραφή της ενεργειακής της απόδοσης και εν συνεχεία προσπάθεια για την αντιστάθμιση του αποτυπώματος.

Για την εύρεση του ανθρακικού αποτυπώματος της λειτουργίας του ξενοδοχείου, δηλαδή την αναγωγή της καταναλισκόμενης ενέργειας του ξενοδοχείου σε πρωτογενή (kg CO₂/KWh) χρησιμοποιείται ο αντίστοιχος συντελεστής του Πίνακα 6.1. Οι συντελεστές αυτοί ορίζονται στη ΦΕΚ 407/Β/9-4-2010. Συνεπώς ο συντελεστής 0.989 πολλαπλασιαζόμενος με τις ετήσιες καταναλώσεις ενέργειας του ξενοδοχείου σε KWh (όπως προέκυψαν στον κεφάλαιο 4 για την υφιστάμενη κατάσταση αλλά και στο κεφάλαιο 5 μετά τις βελτιώσεις που προτάθηκαν) δίνει το ζητούμενο ανθρακικό αποτύπωμα (αναλυτικά τα παραπάνω παρουσιάζονται στην παράγραφο 6.2).

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Βιομάζα	1,00	---

Πίνακας 6.10: Συντελεστές μετατροπής της τελικής κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια

Για την εύρεση του ανθρακικού αποτυπώματος της κατασκευής του κτιρίου χρησιμοποιείται το λογισμικό, CO₂ Footprint Calculator, που δημιούργησε η υποψήφια διδάκτωρ Στέλλα Πιερή, σε συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, στο πλαίσιο της διδακτορικής της διατριβής. Στο λογισμικό αυτό επιλέχτηκε να εισαχθούν αναλυτικά τα εμβαδά όλων των εσωτερικών δαπέδων με τα αντίστοιχα υλικά τους για να μεταφραστούν σε κιλά CO₂, αναλόγως την κλίμακα και τον τύπο του ξενοδοχείου (η διαδικασία περιγράφεται στην παράγραφο 6.3).

Στην πορεία ζητήθηκε στα πλαίσια έρευνας του Ε.Μ.Π. να εισαχθούν τα ίδια στοιχεία του ξενοδοχείου και στο λογισμικό CO₂ Footprint Estimator for Hotel Floors, το οποίο δημιουργήθηκε επίσης από την υποψήφια διδάκτορα Στέλλα Πιερή σε συνεργασία με ομάδα φοιτητών, αφενός για περαιτέρω έρευνα και διεύρυνση των αποτελεσμάτων του ξενοδοχείου και αφετέρου για την αξιολόγηση του ίδιου του λογισμικού. Για τον τελευταίο σκοπό, δηλαδή την καλύτερη αξιολόγηση του λογισμικού, θα διεγυρυνθεί το δείγμα με επιπλέον στοιχεία για άλλες τρεις ξενοδοχειακές μονάδες (η διαδικασία περιγράφεται παρακάτω στην παράγραφο 6.4). Προκειμένου να συγκεντρωθούν όλα τα στοιχεία που ήταν απαραίτητα για την εισαγωγή δεδομένων στο πρόγραμμα, δόθηκαν ερωτηματολόγια στη διεύθυνση του κάθε ξενοδοχείου, τα οποία συμπληρώθηκαν και στη συνέχεια μελετήθηκαν αναλυτικά. Το πρόγραμμα αυτό αποτελεί εργαλείο για την εκτίμηση του συνολικού ανθρακικού αποτυπώματος ξενοδοχείων σε τρία βήματα. Αρχικά εισάγονται από το χρήστη ορισμένα γενικά στοιχεία που αφορούν τη ξενοδοχειακή μονάδα όπως η κατηγορία του, ο τύπος του, η δυναμικότητα του και η περιοχή στην οποία ανήκει (εντός και εκτός σχεδίου πόλεως). Έπειτα το λογισμικό εκτιμάει το εμβαδόν κάθε χώρου βασιζόμενο στις προδιαγραφές που καθορίζονται από το Προεδρικό διάταγμα υπ' αριθμόν 43, ΦΕΚ 43/7-3-2002 μετά από τις τροποποιήσεις που έγιναν σύμφωνα με την Υπουργική απόφαση 12403-2007, ΦΕΚ-1441/Β/9-8-2007. Τέλος υπολογίζει το ανθρακικό αποτύπωμα που προκύπτει από την εκτιμώμενη επιφάνεια δαπέδου κάθε χώρου, με τον ίδιο τρόπο που το υπολογίζει και το πρόγραμμα CO₂ Footprint Calculator, με βάση το υλικό που αποτελείται και την τιμή ισοδύναμων εκπομπών CO₂e ανά κιλό υλικού που λήφθηκαν από τη βάση δεδομένων Inventory of Carbon & Energy (ICE v2.0).

Hotel CO₂ Footprint Estimator



Εικόνα 6.1: Λογότυπο CO₂ Footprint Estimator for Hotel Floors

Το λογισμικό CO₂ Footprint Estimator for Hotel Floors δημιουργήθηκε για την εκτίμηση ανθρακικού αποτυπώματος σχεδιαζόμενων ξενοδοχείων κατά βάση. Στην παρούσα διπλωματική με την εισαγωγή σε αυτό το λογισμικό αλλά και στο CO₂ Footprint Calculator, στοιχεία τεσσάρων υφιστάμενων ξενοδοχείων προκύπτει η απόκλιση μεταξύ των ανθρακικών αποτυπωμάτων που εξάγει το καθένα βάσει αυτής της απόκλισης γίνεται τελικώς η αξιολόγηση του πρώτου λογισμικού.

6.2 Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος λειτουργίας του ξενοδοχείου λόγω καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας

Στο σημείο αυτό έγινε αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε πρωτογενή (ανθρακικό αποτύπωμα). Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των 141,515.06 KWh/έτος, όπως αυτή υπολογίστηκε από την προσομοίωση του ξενοδοχείου μέσω του προγράμματος Energy plus στην παράγραφο 4.4 και αντιστοιχεί σε 139,958.39 kg CO₂/έτος.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα ανθρακικά αποτυπώματα των καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας του ξενοδοχείου μετά την εφαρμογή της κάθε βελτίωσης ξεχωριστά αλλά και στο σύνολο τους. Αναλυτικότερα, μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού η συνολική κατανάλωση ηλ. ενέργειας είναι (λόγω φωτισμού & λειτουργίας ηλεκτρικού εξοπλισμού και λόγω κλιματισμού αντίστοιχα: $35,397.57+99.350.790=$) 134,748.36 KWh/έτος, που μεταφράζεται σε 133,266.128 kg CO₂/έτος. Δηλαδή προκύπτει μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος λειτουργίας κατά 4.8 %.

Για την περίπτωση της προσθήκης ενεργειακών υαλοπινάκων, η συνολική κατανάλωση ηλ. ενέργειας μειώνεται στις (λόγω φωτισμού & λειτουργίας ηλεκτρικού εξοπλισμού και λόγω κλιματισμού αντίστοιχα: $35,397.57+101,358.279=$) 136,755.85 KWh/έτος, δηλαδή σε 135,251.5 kg CO₂/έτος. Η μείωση αυτή αντιστοιχεί σε ποσοστό 3.4% του αρχικού ανθρακικού αποτυπώματος λειτουργίας.

Επίσης, μετά την εφαρμογή της εξωτερικής θερμομόνωσης, η συνολική κατανάλωση ηλ. ενέργειας προκύπτει (λόγω φωτισμού & λειτουργίας ηλεκτρικού εξοπλισμού και λόγω κλιματισμού αντίστοιχα: $35,397.57+80339.57=$) 115,737.14 KWh/έτος, που ισοδυναμεί με 114,464.0 kg CO₂/έτος, δηλαδή σε μείωση ανθρακικού αποτυπώματος κατά 18.2 %.

Επιπρόσθετα, μετά την εγκατάσταση διασυνδεδεμένου ενεργειακού συμψηφισμού - αυτοπαραγωγής (net metering) Φ/Β συστήματος συμψηφίζεται η καταναλισκόμενη με την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, με αποτέλεσμα οι καταγραφόμενες καταναλισκόμενες κιλοβατώρες ετησίως να μειώνονται

κατά 33,576.272 KWh/έτος, όσες δηλαδή οι παραγόμενες κιλοβατώρες. Ως εκ τούτου προκύπτει μείωση ανθρακικού αποτυπώματος κατά 33,206.933 kg CO₂/έτος, δηλαδή κατά 23.7 %.

Τέλος, εάν εφαρμοσθούν όλες οι προτεινόμενες επεμβάσεις η συνολική κατανάλωση ηλ. ενέργειας μειώνεται στις 70,879.794 KWh/έτος. Η κατανάλωση αυτή αντιστοιχεί σε 70,100.116 kg CO₂/έτος, τιμή που αντιστοιχεί σε μείωση του αρχικού κατά 50.09 %.

6.3 Υπολογισμος ανθρακικού αποτυπώματος κατασκευής του ξενοδοχείου μέσω του προγράμματος CO₂ Footprint Calculator

Στο στάδιο αυτό παρουσιάζεται ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος των επιδαπέδιων υλικών της υπο μελέτη ξενοδοχειακής μονάδας. Υπολογίσθηκε αρχικά το εμβαδόν κάθε χώρου από τις κατόψεις του κτιρίου και στη συνέχεια προσδιορίσθηκε το υλικό επίστρωσης του. Αναλυτικά στην Εικόνα 6.1 παρουσιάζονται τα δεδομένα που εισήχθησαν (τετραγώνικά μέτρα χώρων και υλικά) και τα αποτελέσματα (κιλά CO₂) που προέκυψαν μέσω του εργαλείου CO₂ Footprint Calculator. Παράλληλα παρουσιάζεται και η απόκλιση του πραγματικού ανθρακικού αποτυπώματος από το ανθρακικό αποτύπωμα που εκτιμάει το εργαλείο CO₂ Footprint Estimator for Hotel Floors.

Σύγκριση Υπολογισμών Ανθρακικού Αποτυπώματος με βάση το ΦΕΚ και την πραγματική κατάσταση.												
Τύπου: <u>Κλασικό</u>												
Κατηγορία: <u>3</u>												
Περιοχή: <u>1</u>												
Αριθμός συνολικών κτιρίων: <u>198</u>												
Χαρακτηρισμός Χώρου	Πλήθος	Εμβαδόν Χώρου ΕΣΤ	Κύριο υλικό δαπέδου	%	2ο υλικό δαπέδου	%	Συνολικό εκτιμώμενο εμβαδό ΕΣΤ	Ανθρακικό αποτύπωμα ΕΣΤ	Συνολικό Πραγματικό εμβαδόν	Πραγματικό Ανθρακικό Αποτύπωμα	Απόλυτη Διαφορά σε Kg CO ₂	Απόκλιση Εκτίμησης Προγράμματος
A. Χώροι Προσέλευσης												
Χώρος προσέλευσης:	1	79	Μάρμαρο	100%	0	0%	79.00 τ.μ	829.50 Kg CO ₂	108.4500 τ.μ	1138.73 kg CO ₂	309.23 kg CO ₂	27%
Γραφεία:	3	20	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	60.00 τ.μ	936.00 Kg CO ₂	31.0960 τ.μ	485.10 kg CO ₂	450.90 kg CO ₂	-93%
WC Πελατών (χώρων προσέλευσης):	1	8.58	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	8.58 τ.μ	133.85 Kg CO ₂	11.9300 τ.μ	186.11 kg CO ₂	52.26 kg CO ₂	28%
Συνολικά:							147.58 τ.μ	1899.35 Kg CO ₂	151.4760 τ.μ	1809.93 kg CO ₂	89.42 kg CO ₂	-5%
Γ. Χώροι υποδοχής												
Χώροι υποδοχής:	1	178.4	Μοκέτα	100%	0	0%	178.40 τ.μ	1748.32 Kg CO ₂	147.2000 τ.μ	1442.56 kg CO ₂	305.76 kg CO ₂	-21%
Δ. Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων (Γυμνασίων-Εκδηλώσεων-Αρσεναιοτήτων)												
Συνολικά:							0.00 τ.μ	0.00 Kg CO ₂	0.0000 τ.μ	0.00 kg CO ₂		-
Ε. Χώροι εστίασης												
Κεντρικό κλειστό Εστιατόριο:	1	109.4	Κεραμικά Πλακίδια	77.43%	Ξύλο	22.57%	109.40 τ.μ	1570.34 Kg CO ₂	247.2400 τ.μ	3548.92 kg CO ₂	1978.57 kg CO ₂	56%
Μαγειρεία:	2	54.7	Μάρμαρο	100%	0	0%	109.40 τ.μ	1148.70 Kg CO ₂	121.9100 τ.μ	1280.06 kg CO ₂	131.36 kg CO ₂	10%
Αποθήκες Μαγειρείων:	6	27.35	Μάρμαρο	100%	0	0%	164.10 τ.μ	1723.05 Kg CO ₂	72.7010 τ.μ	763.36 kg CO ₂	959.69 kg CO ₂	-126%
Αίθουσα Πρωινού:	1	79.2	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	79.20 τ.μ	1235.52 Kg CO ₂	119.6000 τ.μ	1865.76 kg CO ₂	630.24 kg CO ₂	34%
Συνολικά:							462.10 τ.μ	5677.61 Kg CO ₂	561.4510 τ.μ	7458.09 kg CO ₂	1780.48 kg CO ₂	24%
Ετ. Διαμερίσματα (μόνο στα μικτά τύπου ξενοδοχεία)												
Συνολικά:							0.00 τ.μ	0.00 Kg CO ₂	0.0000 τ.μ	0.00 kg CO ₂		-
Ζ. Υπνοδωμάτια												
Τρίγωνα:	14	16.9	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	236.60 τ.μ	3690.96 Kg CO ₂	280.7480 τ.μ	4379.67 kg CO ₂	688.71 kg CO ₂	16%
Διάισια:	77	13.6	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	1047.20 τ.μ	16336.32 Kg CO ₂	1291.5675 τ.μ	20148.45 kg CO ₂	3812.13 kg CO ₂	19%
Μονόισια:	2	9.6	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	19.20 τ.μ	299.52 Kg CO ₂	22.0000 τ.μ	343.20 kg CO ₂	43.68 kg CO ₂	13%
Χώροι Υγιεινών Υπνοδωματίων:	93	3.00	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	279.00 τ.μ	4352.40 Kg CO ₂	289.9425 τ.μ	4523.10 kg CO ₂	170.70 kg CO ₂	4%
Συνολικά:							1582.00 τ.μ	24679.20 Kg CO ₂	1884.2580 τ.μ	29394.42 kg CO ₂	4715.22 kg CO ₂	16%
Ι. Βοηθητικοί Χώροι Ορόφου (office)												
Χώρος Καθαρισμού:	1	13.95	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	13.95 τ.μ	217.62 Kg CO ₂	25.1680 τ.μ	392.62 kg CO ₂	175.00 kg CO ₂	45%
Λυοθήκη:	1	5.58	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	5.58 τ.μ	87.05 Kg CO ₂	20.0000 τ.μ	312.00 kg CO ₂	224.95 kg CO ₂	72%
Συνολικά:							19.53 τ.μ	304.67 Kg CO ₂	45.1680 τ.μ	704.62 kg CO ₂	399.95 kg CO ₂	57%
Κ. Συγκρότημα Βοηθητικών χώρων												
Συγκρότημα Βοηθητικών χώρων:	1	170.28	χωρίς επίστρωση	76.89%	Μάρμαρο	23.11%	170.28 τ.μ	413.19 Kg CO ₂	258.8656 τ.μ	628.15 kg CO ₂	214.96 kg CO ₂	34%
Πλυτήριο:	1	43.56	Μάρμαρο	100%	0	0%	43.56 τ.μ	457.38 Kg CO ₂	40.3000 τ.μ	423.15 kg CO ₂	34.23 kg CO ₂	-8%
Κεντρική Θέρμανση:	1	39.6	χωρίς επίστρωση	100%	0	0%	39.60 τ.μ	0.00 Kg CO ₂	44.3950 τ.μ	0.00 kg CO ₂		-
Συνολικά:							253.44 τ.μ	870.57 Kg CO ₂	343.5606 τ.μ	1051.30 kg CO ₂	180.73 kg CO ₂	17%
Λ. Χώροι προσιπιακού												
Χώροι υγιεινής προσιπιακού:	1	12	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	12.00 τ.μ	187.20 Kg CO ₂	29.2550 τ.μ	456.38 kg CO ₂	269.18 kg CO ₂	59%
Συνολικά:							12.00 τ.μ	187.20 Kg CO ₂	29.2550 τ.μ	456.38 kg CO ₂	269.18 kg CO ₂	59%
Μ. Άλλες λειτουργίες												
Καταστήματα:	1	45.75	Μάρμαρο	100%	0	0%	45.75 τ.μ	480.38 Kg CO ₂	45.7500 τ.μ	480.38 kg CO ₂	0.00 kg CO ₂	0%
Συνολικά:							45.75 τ.μ	480.38 Kg CO ₂	45.7500 τ.μ	480.38 kg CO ₂	0.00 kg CO ₂	0%
Συνολικά Λοιποί Χώροι ξενοδοχείου:												
Διάδρομοι ισογείου/εσοφών:	1	521.58	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	521.58 τ.μ	8136.65 Kg CO ₂				
WC εστιατορίου απλών γευμάτων:	1	8.085	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	8.09 τ.μ	126.13 Kg CO ₂				
Διάδρομοι υπογείου:	1	152.965	Μάρμαρο	100%	0	0%	152.97 τ.μ	1606.13 Kg CO ₂				
Συνολικά:							682.63 τ.μ	9868.91 Kg CO ₂	682.6300 τ.μ	9868.91 kg CO ₂	0.00 kg CO ₂	0%
Συνολικά για το ξενοδοχείο:							3383.43 τ.μ	45716.20 kg CO₂	3890.75 τ.μ	52666.59 kg CO₂	6950.39 kg CO₂	13.20%

Εικόνα 6.8: Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος υλικών δαπέδων του ξενοδοχείου Sergios Hotel

Όπως φαίνεται λοιπόν παραπάνω, έχει γίνει κατηγοριοποίηση των διάφορων χώρων του ξενοδοχείου ανάλογα με τη χρήση τους. Εισάγοντας το συνολικό εμβαδό για κάθε χώρο και τα υλικά από τα οποία απαρτίζεται προκύπτει για τον καθένα το πραγματικό ανθρακικό αποτύπωμα που τον χαρακτηρίζει. Παράλληλα στην τελευταία γραμμή συνοψίζονται οι τιμές για όλο το κτίριο και προκύπτει η συνολική τιμή ανθρακικού αποτυπώματος (Α.Α), η απόλυτη διαφορά του απ' αυτό που εκτιμάει το λογισμικό CO₂ Footprint Estimator for Hotel Floors και τέλος η απόκλιση τους σε ποσοστό. Στην περίπτωση του εν λόγω ξενοδοχείου η τιμή του συνολικού πραγματικού Α.Α. ισούται με 52,666.59 kg CO₂ για συνολικό εμβαδό δαπέδων με επιφάνεια 3,890.75 τετρ. μέτρα και η απόκλιση των δύο προγραμμάτων ισούται με 13.20 %. Είναι σημαντικό να τονιστεί σε αυτό το σημείο πως οι αρνητικές αποκλίσεις που ενδέχεται να παρουσιάζονται, όπως στους χώρους προσέλευσης (οι οποίοι περιλαμβάνουν χώρους αναμονής, σαλόνι και bar, χώρο τηλεόρασης, χώρο παιχνιδιού κ.α.), δε δηλώνουν ότι το ξενοδοχείο δεν τήρησε για το σχεδιασμό τους τις διατάξεις της σχετικής ΦΕΚ (στις οποίες υπενθυμίζεται ότι βασίστηκε ο προγραμματισμός του λογισμικού CO₂ Footprint Estimator for Hotel Floors). Κάτι τέτοιο

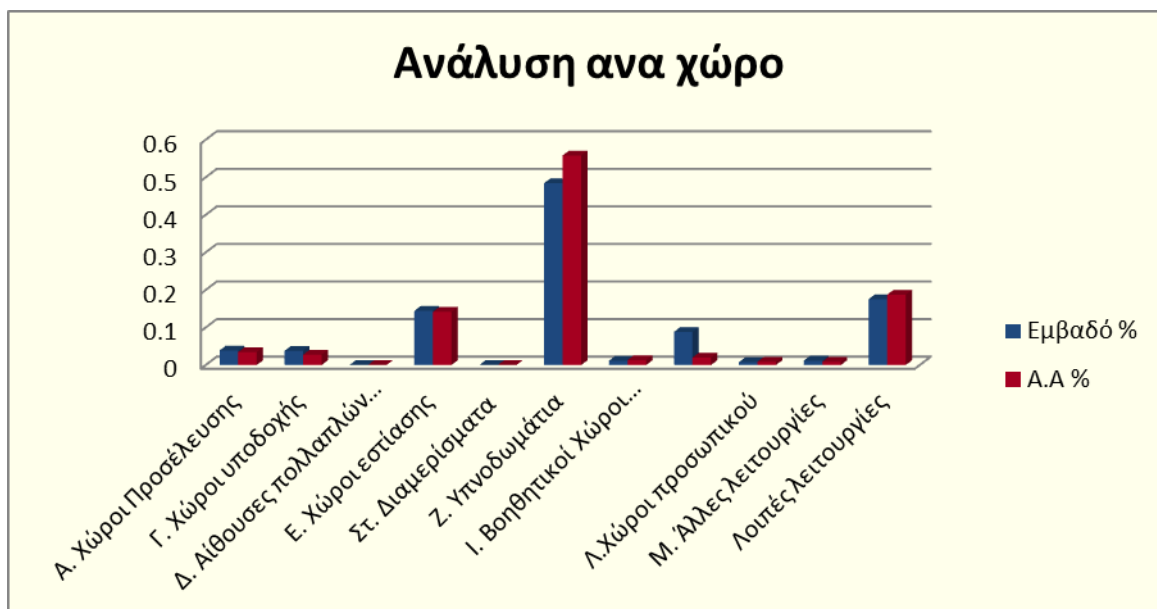
συμβαίνει επειδή το ξενοδοχείο κατασκευάστηκε το έτος 1980, πριν δηλαδή θεσμοθετηθούν οι προδιαγραφές και τα κριτήρια κατάξης ενός ξενοδοχείου και συνεπώς δεν υπήρχαν κανονισμοί που να ορίζουν τα ελάχιστα εμβαδά χώρων. Οι χώροι των υπνοδωματίων, απ' την άλλη πλευρά, όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα είναι αυτοί που αυξάνουν την απόλυτη διαφορά πραγματικού και εκτιμώμενου Α.Α. και συνεπώς την απόκλιση. Κάτι τέτοιο συμβαίνει αφενός επειδή το εκτιμώμενο εμβαδόν που ορίζει η ΦΕΚ π.χ. του δίκλινου (χωρίς να περιλαμβάνεται χώρος υγιεινής) είναι 13.6 τετρ. μέτρα για ξενοδοχείο τριών αστέρων και κλασικού τύπου, ενώ το εν λόγω ξενοδοχείο περιλαμβάνει 77 δίκλινα με αντίστοιχο εμβαδόν 16.77 τετρ. μέτρα το καθένα και αφετέρου επειδή το υλικό κάλυψης των δαπέδων είναι τα κεραμικά πλακίδια, τα οποία έχουν το υψηλότερο Α.Α. από τα υπόλοιπα υλικά. Τέλος οι μεγαλύτερες αποκλίσεις αντιστοιχούν στους βοηθητικούς χώρους ορόφου με τιμή 57% και στους χώρους προσωπικού με απόκλιση 59% που όμως δεν προσθέτουν σημαντικό Α.Α. στη συνολική απόλυτη διαφορά πραγματικού με εκτιμώμενο Α.Α.. Ακόμη παρατηρούνται μηδενικές αποκλίσεις του Α.Α., μεταξύ των δύο προγραμμάτων, για το κατάστημα και τους λοιπούς χώρους (διάδρομοι, κοινόχρηστοι χώροι υγιεινής) εφόσον δεν υπάρχει καμιά συγκεκριμένη διάταξη της ΦΕΚ γι' αυτούς τους χώρους· παρ' όλα αυτά το πραγματικό τους Α.Α. είναι αρκετά μεγάλο καθώς καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση στο ξενοδοχείο.

Παρακάτω στην Εικόνα 6.2, δηλώνεται το ποσοστό επί του συνολικού εμβαδού που καταλαμβάνει κάθε κατηγορία χώρου, το ποσοστό εμφάνισης κάθε επιδαπέδιου υλικού στους χώρους αυτούς και το αντίστοιχο ποσοστό ανθρακικού αποτυπώματος τους.

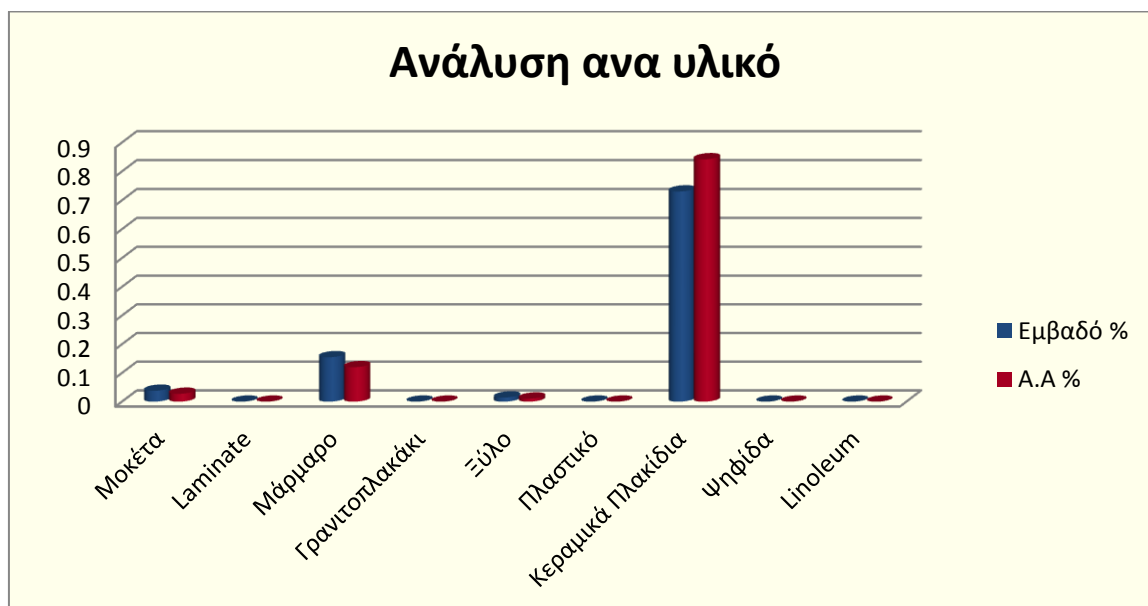
Κατηγοριοποίηση Χώρων	Συν. Εμβαδόν	Εμβαδό %	Ανθρακικό Αποτύπωμα	Α.Α %
Α. Χώροι Προσέλευσης	151.476	0.038932354	1809.9306	0.034366
Γ. Χώροι υποδοχής	147.2	0.037833336	1442.56	0.02739
Ε. Χώροι εστίασης	561.451	0.144304106	7458.092085	0.14161
Ζ. Υπνοδωμάτια	1884.258	0.484291892	29394.4248	0.558123
Ι. Βοηθητικοί Χώροι Ορόφου (office)	45.168	0.011609077	704.6208	0.013379
Κ. Συγκρότημα Βοηθ. χώρων	343.5606	0.088301927	1051.300322	0.019961
Λ. Χώροι προσωπικού	29.255	0.007519119	456.378	0.008665
Μ. Άλλες λειτουργίες	45.75	0.011758663	480.375	0.009121
Λοιπές λειτουργίες	682.63	0.175449527	9868.9065	0.187385
Υλικά	Συν. Εμβαδόν	Εμβαδό %	Ανθρακικό Αποτύπωμα	Α.Α %
Μοκέτα	147.2	0.037833336	1442.56	0.02739
Μάρμαρο	601.8998402	0.154700265	6319.948322	0.119999
Ξύλο	55.802068	0.014342245	562.4848454	0.01068
Κεραμικά Πλακίδια	2842.409932	0.730556051	44341.59494	0.84193
χωρίς επίστρωση	243.4367598	0.062568103	0	0
Σύνοψη Ξενοδοχειακής Μονάδας				
Συνολικό εμβαδόν:	3890.7486			
Συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα:	52666.58811			
Ανθρακικό αποτύπωμα ανά κλίνη	265.9928692			
Ανθρακικό αποτύπωμα ανά τ.μ	13.5363637			

Εικόνα 6.9: Συγκεντρωτικός πίνακας εμβαδών και αντίστοιχου ανθρακικού αποτυπώματος ξενοδοχείου Sergios Hotel

Τέλος, στα διαγράμματα των Εικόνων 6.3 και 6.4 παρουσιάζονται γραφικά και ποσοστιαία οι συγκεντρωτικές πληροφορίες που εμφανίζονται παραπάνω. Μέσω αυτών γίνεται αντιληπτό ποια κατηγορία χώρων και ποια κατηγορία υλικών είναι αυτή που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό ανθρακικού αποτυπώματος στην υπό μελέτη ξενοδοχειακή μονάδα.



Εικόνα 6.3: Ποσοστιαία ανάλυση συνολικού εμβαδού κατηγοριών χώρων και αντίστοιχου ανθρακικού αποτυπώματος ξενοδοχείου Sergios Hotel



Εικόνα 6.4: Ποσοστιαία ανάλυση συνολικού εμβαδού υλικών χώρων και αντίστοιχου ανθρακικού αποτυπώματος ξενοδοχείου Sergios Hotel

Όπως φαίνεται λοιπόν, η κατηγορία των υποδοματίων, στην οποία συμπεριλαμβάνονται τα υποδομάτια και οι χώροι υγιεινής τους, καταλαμβάνουν όπως είναι λογικό το μεγαλύτερο εμβαδό του κτιρίου, ως αποτέλεσμα το ανθρακικό αποτύπωμα της κατηγορίας αυτής είναι και το μεγαλύτερο των υπολοίπων. Ομοίως προκύπτει ότι το υλικό που καλύπτει την κατηγορία των υποδοματίων, δηλαδή τα κεραμικά πλακίδια, έχουν τη μεγαλύτερη έκταση του κτιρίου και το σημαντικότερο ποσοστό ανθρακικού αποτυπώματος αυτού.

6.4 Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος κατασκευής λοιπών ξενοδοχειακών μονάδων

Σε αυτό το στάδιο επιλέχτηκε να εισαχθούν τα εμβαδά των εσωτερικών χώρων τριών ακόμη ξενοδοχείων διαφορετικής κλίμακας και τύπου καθώς και τα αντίστοιχα υλικά τους και στα δύο προγράμματα υπολογισμού A.A., με σκοπό τη μελέτη και αξιολόγηση της λειτουργίας του CO₂ Footprint Estimator for Hotel Floors.

Η πρώτη ξενοδοχειακή μονάδα που εισήχθη στην έρευνα είναι κλασικού τύπου και τεσσάρων Αστέρων (4*) με την ονομασία «Thalassa Beach Resort» και δυναμικότητας 157 κλινών. Βρίσκεται εντός του οικισμού Αγίας Μαρίνας στην περιοχή «Αμμούτσες», του δημοτικού διαμερίσματος Αγίας Μαρίνας, επί της οδού Αγίας Μαρίνας στον αριθμό 249 και διοικητικά υπάγεται στο Δήμο Χανίων του Νομού Χανίων ενώ είναι σχεδιασμένη εκτός σχεδίου πόλεως. Η πρόσοψη του ξενοδοχείου φαίνεται στην Εικόνα 6.5. (βλ. Παράρτημα Γ)



Εικόνα 6.5: Πρόσοψη Ξενοδοχειακής Μονάδας Thalassa Beach Resort [24]

Για την ξενοδοχειακή μονάδα Thalassa Beach Resort τα δεδομένα (εμβαδά δαπέδων και επιδαπέδια υλικά) που εισήχθησαν και τα αποτελέσματα που προέκυψαν εμφανίζονται στην Εικόνα 6.6, όπως παρουσιάζονται από το πρόγραμμα.

Σύγκριση Υπολογισμών Ανθρακικού Αποτυπώματος με βάση το ΦΕΚ και την πραγματική κατάσταση.												
Τύπος: Κλασικού		Κατηγορία: 4		Περιοχή: 2		Αριθμός συνολικών κλινών: 157						
Χαρακτηρισμός Χώρου	Πλήθος	Εμβαδόν Χώρου EST	Κύριο υλικό δαπέδου	%	2ο υλικό δαπέδου	%	Συνολικό εκτιμώμενο εμβαδό EST	Ανθρακικό αποτύπωμα EST	Συνολικό Πραγματικό εμβαδόν	Πραγματικό Ανθρακικό Αποτύπωμα	Απόλυτη Διαφορά σε Kg CO2	Απόκλιση Εκτίμησης Προγράμματος
Α. Χώροι Προσέλευσης												
Χώρος προσέλευσης:	1	0	Μάρμαρο	100%	0	0%	0.00 τ.μ	1281.00 Kg CO2	249.37 τ.μ	2618.39 kg CO2	1337.39 kg CO2	51%
Γραφεία:	3	30	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	90.00 τ.μ	1404.00 Kg CO2	31.68 τ.μ	494.21 kg CO2	909.79 kg CO2	-184%
WC Παλατών (γύρων προσέλευσης):	1	3.9	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	3.90 τ.μ	133.85 Kg CO2	28.20 τ.μ	439.84 kg CO2	305.99 kg CO2	70%
Συνολικά:							93.90 τ.μ	2818.85 Kg CO2	309.25 τ.μ	3552.44 kg CO2	733.59 kg CO2	21%
Γ. Χώροι υποδοχής												
Χώροι υποδοχής:	1	198.4	Ξύλο	58%	Μάρμαρο	42%	198.40 τ.μ	2035.16 Kg CO2	183.71 τ.μ	1884.47 kg CO2	150.69 kg CO2	-8%
Β. Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων (Συνεδριακών- Εκδηλώσεων- Δραστηριοτήτων)												
Αίθουσα συνεδριακών 1:	1	100.548	Μοκέτα	100%	0	0%	100.55 τ.μ	985.37 Kg CO2	100.55 τ.μ	985.37 kg CO2	0.00 kg CO2	0%
Αίθουσα 2:	1	77.787	Μοκέτα	100%	0	0%	77.79 τ.μ	762.31 Kg CO2	77.79 τ.μ	762.31 kg CO2	0.00 kg CO2	0%
Αίθουσες δραστηριοτήτων:	1	38.85	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	38.85 τ.μ	606.06 Kg CO2	38.85 τ.μ	606.06 kg CO2	0.00 kg CO2	0%
Συνολικά:							217.19 τ.μ	2353.74 Kg CO2	217.19 τ.μ	2353.74 kg CO2	0.00 kg CO2	0%
Ε. Χώροι εστίασης												
Κεντρικό κλειστό Εστιατόριο:	1	122.8	Μάρμαρο	100%	0	0%	122.80 τ.μ	1289.40 Kg CO2	184.87 τ.μ	1941.14 kg CO2	651.74 kg CO2	34%
Μαγειρεία:	1	61.4	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	61.40 τ.μ	957.84 Kg CO2	81.00 τ.μ	1263.60 kg CO2	305.76 kg CO2	24%
Αποθήκες Μαγειρείων:	1	30.7	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	30.70 τ.μ	478.92 Kg CO2	82.82 τ.μ	1291.99 kg CO2	813.07 kg CO2	63%
Εστιατόριο Απλών Γευμάτων:	1	58.26	Μάρμαρο	100%	0	0%	58.26 τ.μ	1019.55 Kg CO2	84.37 τ.μ	885.89 kg CO2	133.67 kg CO2	-15%
Συνολικά:							273.16 τ.μ	3745.71 Kg CO2	433.06 τ.μ	5382.61 kg CO2	1636.90 kg CO2	30%
Δ. Διαμερίσματα (μόνο στα μικρού τύπου ξενοδοχεία)												
Συνολικά:							0.00 τ.μ	0.00 Kg CO2	0.00 τ.μ	0.00 kg CO2		-
Ζ. Υποδομιάτσια												
Δίκλινα:	73	16.72	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	1220.56 τ.μ	19040.74 Kg CO2	1349.22 τ.μ	21047.83 kg CO2	2007.10 kg CO2	10%
Σουίτες:	4	33.44	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	133.76 τ.μ	2086.66 Kg CO2	95.16 τ.μ	1484.50 kg CO2	602.16 kg CO2	-41%
Χώροι Υγιεινής Υπνοδυσμιάτσια:	77	4.49	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	346.00 τ.μ	5397.60 Kg CO2	393.39 τ.μ	6136.88 kg CO2	739.28 kg CO2	12%
Συνολικά:							1700.32 τ.μ	26524.99 Kg CO2	1837.77 τ.μ	28669.21 kg CO2	2144.22 kg CO2	7%
Β. Βοηθητικοί Χώροι Ορόφου (office)												
Χώρος Καθαρισμού:	1	14.12	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	14.12 τ.μ	220.22 Kg CO2	9.68 τ.μ	151.01 kg CO2	69.21 kg CO2	-46%
Λινοθήκη:	1	6.16	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	6.16 τ.μ	96.10 Kg CO2	25.36 τ.μ	395.62 kg CO2	299.52 kg CO2	76%
Συνολικά:							34.39 τ.μ	536.54 Kg CO2	35.04 τ.μ	546.62 kg CO2	10.09 kg CO2	2%
Κ. Συγκρότημα Βοηθητικών χώρων												
Συγκρότημα Βοηθητικών χώρων:	1	135.02	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	135.02 τ.μ	2106.31 Kg CO2	75.96 τ.μ	1184.98 kg CO2	921.34 kg CO2	-78%
Κεντρική θέρμανση:	1	31.4	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	31.40 τ.μ	489.84 Kg CO2	157.66 τ.μ	2459.50 kg CO2	1969.66 kg CO2	80%
Συνολικά:							166.42 τ.μ	2596.15 Kg CO2	233.62 τ.μ	3644.47 kg CO2	1048.32 kg CO2	29%
Λ. Χώροι προσωπικού												
Χώροι υγιεινής προσωπικού:	1	12	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	12.00 τ.μ	187.20 Kg CO2	57.18 τ.μ	892.01 kg CO2	704.81 kg CO2	79%
Εστιατόριο:	1	20	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	20.00 τ.μ	312.00 Kg CO2	21.00 τ.μ	327.60 kg CO2	15.60 kg CO2	5%
Συνολικά:							32.00 τ.μ	499.20 Kg CO2	78.18 τ.μ	1219.61 kg CO2	720.41 kg CO2	59%
Μ. Άλλες Διευρηγίες												
Γυμναστήριο:	1	43.05	Μάρμαρο	100%	0	0%	43.05 τ.μ	452.03 Kg CO2	43.05 τ.μ	452.03 kg CO2	0.00 kg CO2	0%
Spa:	1	36	Μάρμαρο	100%	0	0%	36.00 τ.μ	378.00 Kg CO2	36.00 τ.μ	378.00 kg CO2	0.00 kg CO2	0%
Κλειστή πισίνα:	1	105.2	Ξύλο	57%	Κεραμικά Πλακίδια	43%	105.20 τ.μ	1310.12 Kg CO2	105.20 τ.μ	1310.12 kg CO2	0.00 kg CO2	0%
Συνολικά:							184.25 τ.μ	2140.14 Kg CO2	184.25 τ.μ	2140.14 kg CO2	0.00 kg CO2	0%
Συνολικά Όσοι Χώροι Ξενοδοχείου												
Αποδυτήρια πισίνας-γυμναστηρίου:	1	25.61	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	25.61 τ.μ	399.52 Kg CO2				
Διάδρομοι:	1	589.34	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	589.34 τ.μ	9193.70 Kg CO2				
Συνολικά:							614.95 τ.μ	9593.22 Kg CO2	614.95 τ.μ	9593.22 kg CO2	0.00 kg CO2	0%
Συνολικά για το ξενοδοχείο:							3514.98 τ.μ	52843.71 Kg CO2	4127.01 τ.μ	58986.54 kg CO2	6142.84 kg CO2	10.41%

Εικόνα 6.6: Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος υλικών δαπέδων του ξενοδοχείου Thalassa Beach Resort Hotel

Αναλυτικά, η συνολική τιμή ανθρακικού αποτυπώματος ανέρχεται στα 58,986.54 kg CO₂ ενώ η απόκλιση των δύο λογισμικών που έχουν αναφερθεί και προηγουμένως προκύπτει 10.41%. Παρατηρείται αρχικά ότι οι χώροι υποδοχής έχουν αρνητική απόκλιση Α.Α. όπως συνέβη και στο Sergios Hotel, γεγονός που σημαίνει ότι το λογισμικό CO₂ Footprint Estimator for Hotel Floors για κλασικού τύπου και τεσσάρων αστέρων ξενοδοχεία εκτιμάει μεγαλύτερο εμβαδόν για τους χώρους απ' αυτό που εισήχθη. Το ξενοδοχείο περιλαμβάνει χώρους όπως γυμναστήριο, spa και κλειστή πισίνα που όμως η ΦΕΚ δεν τους καθιστά υποχρεωτικούς γι' αυτό και ενώ δίνουν μεγάλο Α.Α. δεν προσθέτουν απόκλιση στην τιμή της συνολικής.

Συγκεντρωτικά τα παραπάνω στοιχεία παρουσιάζονται στον πίνακα της Εικόνας 6.7 και συγκεκριμένα παρουσιάζονται τα εμβαδά των βασικών κατηγοριών των επιμέρους χώρων, τα συνολικά εμβαδά των δομικών υλικών που αντιστοιχούν σε αυτές και τα αντίστοιχα Α.Α., για την καθεμία ξεχωριστά αλλά και για το σύνολό τους.

Κατηγοριοποίηση Χώρων	Συν. Εμβαδόν	Εμβαδό %	Ανθρακικό Αποτύπωμα	Α.Α %
Α. Χώροι Προσέλευσης	309.245	0.074931973	3552.435	0.060224499
Γ. Χώροι υποδοχής	183.71	0.044514067	1884.473298	0.031947512
Δ. Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων.	217.185	0.052625266	2353.743	0.03990305
Ε. Χώροι εστίασης	433.06	0.104933111	5382.612	0.091251525
Ζ. Υπνοδωμάτια	1837.77	0.445303016	28669.212	0.486029703
Ι. Βοηθητικοί Χώροι Ορόφου (office)	35.04	0.008490408	546.624	0.009266927
Κ. Συγκρότημα Βοηθ. χώρων	233.62	0.056607568	3644.472	0.061784804
Λ.Χώροι προσωπικού	78.18	0.018943497	1219.608	0.020676038
Μ. Άλλες λειτουργίες	184.25	0.044644912	2140.14372	0.036281898
Λοιπές λειτουργίες	614.95	0.149006181	9593.22	0.162634043
Υλικά	Συν. Εμβαδόν	Εμβαδό %	Ανθρακικό Αποτύπωμα	Α.Α %
Μοκέτα	178.335	0.043211671	1747.683	0.029628504
Μάρμαρο	675.461185	0.163668415	7092.342443	0.120236618
Ξύλο	165.872815	0.040192007	1671.997975	0.028345414
Κεραμικά Πλακίδια	3107.341	0.752927907	48474.5196	0.821789465
Σύνοψη Ξενοδοχειακής Μονάδας				
Συνολικό εμβαδόν:	4127.01			
Συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα:	58986.54302			
Ανθρακικό αποτύπωμα ανά κλίνη	375.7104651			
Ανθρακικό αποτύπωμα ανά τ.μ	14.29280351			

Εικόνα 6.7: Συγκεντρωτικός πίνακας εμβαδών και αντίστοιχου ανθρακικού αποτυπώματος ξενοδοχείου Thalassa Beach Resort Hotel

Το δεύτερο ξενοδοχείο του δείγματος, με όνομα Apollonia Beach Resort & Spa, είναι κλασικού τύπου, πέντε Αστέρων (5*) και περιλαμβάνει 621 κλίνες. Βρίσκεται στην περιοχή Αμμουδάρα του δήμου Γαζίου, στα δυτικά προάστια του νομού Ηρακλείου, επί της οδού Παπανδρέου στον αριθμό 1. Η ξενοδοχειακή μονάδα απέχει μόλις 9 χλμ από το κέντρο του Ηρακλείου και παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.8 (βλ. Παράρτημα Γ)



Εικόνα 6.8: Ξενοδοχειακή μονάδα ονομασία Apollonia Beach Resort & Spa [25]

Οι υπολογισμοί για το συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα μέσω του προγράμματος και η αντίστοιχη απόκλιση του από το δεύτερο λογισμικό πρόγραμμα παρουσιάζονται στην Εικόνα 6.9.

Σύγκριση Υπολογισμών Ανθρακικού Αποτυπώματος με βάση το ΦΕΚ και την πραγματική κατάσταση.												
Τύπου Κλιμακού		Κατηγορία: 5		Περιοχή: 2		Αριθμός συνολικών κτιρίων: 621						
Χαρακτηρισμός Χώρου	Πλήθος	Εμβαδόν Χώρου EST	Κύριο υλικό δαπέδου	%	2ο υλικό δαπέδου	%	Συνολικό εκτιμώμενο εμβαδό EST	Ανθρακικό αποτύπωμα EST	Συνολικό Πραγματικό εμβαδόν	Πραγματικό Ανθρακικό Αποτύπωμα	Απόλυτη Διαφορά σε Kg CO ₂	Απόκλιση Εκτίμησης Προγράμματος
Α. Χώροι Προσέλευσης												
Χώρος προσέλευσης:	1	257	Μάρμαρο	100%	0	0%	257,00 τ.μ	2698,50 Kg CO ₂	338,8600 τ.μ	3516,03 Kg CO ₂	817,53 Kg CO ₂	23%
WC Πυλών (χώρων προσέλευσης):	6	30	Μάρμαρο	100%	0	0%	180,00 τ.μ	1890,00 Kg CO ₂	127,5500 τ.μ	1329,38 Kg CO ₂	-550,62 Kg CO ₂	-41%
Συνολικά:	1	10,92	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	10,92 τ.μ	170,35 Kg CO ₂	49,7800 τ.μ	776,57 Kg CO ₂	606,22 Kg CO ₂	78%
Συνολικά:	1	454,2	Μάρμαρο	100%	0	0%	454,20 τ.μ	4758,85 Kg CO ₂	512,2000 τ.μ	5631,98 Kg CO ₂	873,13 Kg CO ₂	16%
Β. Χώροι υποδοχής												
Χώροι υποδοχής:	1	454,2	Μάρμαρο	100%	0	0%	454,20 τ.μ	4769,10 Kg CO ₂	463,7400 τ.μ	4869,27 Kg CO ₂	100,17 Kg CO ₂	2%
Γ. Αίθουσες εκδηλώσεων γαρίτσων (Γενεθράσιων-Ευαγγελιστών-Διασημοποίηση)												
Αίθουσα συνεδριάσεων 1:	1	379,2	Μάρμαρο	100%	0	0%	379,20 τ.μ	3981,60 Kg CO ₂	379,2000 τ.μ	3981,60 Kg CO ₂	0,00 Kg CO ₂	0%
Αίθουσα 2:	1	245,65	Μάρμαρο	100%	0	0%	245,65 τ.μ	2579,33 Kg CO ₂	245,6500 τ.μ	2579,33 Kg CO ₂	0,00 Kg CO ₂	0%
Αίθουσα 3:	1	112,57	Μοκέτα	100%	0	0%	112,57 τ.μ	1103,19 Kg CO ₂	112,5700 τ.μ	1103,19 Kg CO ₂	0,00 Kg CO ₂	0%
Συνολικά:							737,42 τ.μ	7664,11 Kg CO ₂	737,4200 τ.μ	7664,11 Kg CO ₂	0,00 Kg CO ₂	0%
Δ. Χώροι εστίασης												
Κεντρικό κλειστό Εστιατόριο:	1	336,3	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	336,30 τ.μ	5246,28 Kg CO ₂	553,6200 τ.μ	8636,47 Kg CO ₂	3390,19 Kg CO ₂	39%
Μαγειρεία:	1	168,15	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	168,15 τ.μ	2623,14 Kg CO ₂	332,2000 τ.μ	5182,32 Kg CO ₂	2559,18 Kg CO ₂	49%
Αποθήκες Μαγειρείων:	4	84,075	Μάρμαρο	100%	0	0%	336,30 τ.μ	3531,15 Kg CO ₂	148,5300 τ.μ	1559,57 Kg CO ₂	-1971,59 Kg CO ₂	-126%
Θεματικό εστιατόριο:	2	171,405	Μάρμαρο	68%	32%	32%	342,81 τ.μ	3553,42 Kg CO ₂	342,8100 τ.μ	3553,42 Kg CO ₂	0,00 Kg CO ₂	0%
Ταβέρνα:	1	544,66	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	544,66 τ.μ	8496,70 Kg CO ₂	544,6600 τ.μ	8496,70 Kg CO ₂	0,00 Kg CO ₂	0%
Συνολικά:							1728,22 τ.μ	23450,68 Kg CO ₂	1921,8200 τ.μ	27428,47 Kg CO ₂	3977,79 Kg CO ₂	15%
Ε. Διαμερίσματα (μόνο στα μικρά τύπου ξενοδοχεία)												
Συνολικά:							0,00 τ.μ	0,00 Kg CO ₂	0,0000 τ.μ	0,00 Kg CO ₂		-
Ζ. Υποδοματία												
Διάκονοι:	274	19,53	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	5351,22 τ.μ	83479,03 Kg CO ₂	5687,9760 τ.μ	88732,43 Kg CO ₂	5253,39 Kg CO ₂	6%
Μονάδες:	22	19,53	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	429,66 τ.μ	6702,70 Kg CO ₂	451,8200 τ.μ	7048,39 Kg CO ₂	345,70 Kg CO ₂	5%
Σούτες:	17	38,25	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	650,25 τ.μ	10143,90 Kg CO ₂	655,0450 τ.μ	10218,70 Kg CO ₂	74,80 Kg CO ₂	1%
Χώροι Υγιεινής Υποδοματίων:	313	4,90	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	1533,50 τ.μ	23922,60 Kg CO ₂	1584,9000 τ.μ	24724,44 Kg CO ₂	801,84 Kg CO ₂	3%
Συνολικά:							7963,63 τ.μ	124248,23 Kg CO ₂	8379,7410 τ.μ	130723,96 Kg CO ₂	6475,73 Kg CO ₂	5%
Βοηθητικοί Χώροι (offices)												
Χώρος Υαλομασάζ:	1	57,38	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	57,38 τ.μ	895,18 Kg CO ₂	65,1000 τ.μ	1015,56 Kg CO ₂	120,38 Kg CO ₂	12%
Χώρος για σερβιρίσματα προσηύχων:	1	57,38	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	57,38 τ.μ	895,18 Kg CO ₂	60,0900 τ.μ	937,40 Kg CO ₂	42,22 Kg CO ₂	5%
Λυοθήκη:	1	25,04	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	25,04 τ.μ	390,62 Kg CO ₂	31,0095 τ.μ	483,75 Kg CO ₂	93,12 Kg CO ₂	19%
Συνολικά:							139,81 τ.μ	2180,98 Kg CO ₂	156,1995 τ.μ	2436,71 Kg CO ₂	255,73 Kg CO ₂	10%
Κ. Συγκράτημα Βοηθητικών Χώρων												
Συγκράτημα Βοηθητικών Χώρων:	1	606,16	Μάρμαρο	69,87%	χωρίς επίτρωση	30,13%	606,16 τ.μ	4447,00 Kg CO ₂	687,9880 τ.μ	5047,32 Kg CO ₂	600,32 Kg CO ₂	12%
Πυλινθία:	1	136,62	Μάρμαρο	100%	0	0%	136,62 τ.μ	1434,51 Kg CO ₂	93,3000 τ.μ	979,65 Kg CO ₂	454,86 Kg CO ₂	-46%
Κεντρική Θέρμανση:	3	124,2	χωρίς επίτρωση	100%	0	0%	372,60 τ.μ	0,00 Kg CO ₂	470,4980 τ.μ	0,00 Kg CO ₂	-	-
Συνολικά:							1113,38 τ.μ	5881,51 Kg CO ₂	1251,7860 τ.μ	6026,97 Kg CO ₂	145,46 Kg CO ₂	2%
Λ. Χώροι προσωπικού												
Χώροι υγιεινής προσωπικού:	1	19,4	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	19,40 τ.μ	287,04 Kg CO ₂	98,4100 τ.μ	1535,20 Kg CO ₂	1248,16 Kg CO ₂	81%
Κουπίνες προσωπικού:	1	139,5	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	139,50 τ.μ	2176,20 Kg CO ₂	508,6865 τ.μ	7935,51 Kg CO ₂	5759,31 Kg CO ₂	73%
Εστιατόριο:	1	20,00	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	20,00 τ.μ	312,00 Kg CO ₂	34,7400 τ.μ	541,94 Kg CO ₂	229,94 Kg CO ₂	42%
Συνολικά:							179,90 τ.μ	2775,24 Kg CO ₂	641,8365 τ.μ	10012,65 Kg CO ₂	7237,41 Kg CO ₂	72%
Μ. Άλλες Δεξαμενές												
Παιδικός σταθμός:	1	20	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	20,00 τ.μ	312,00 Kg CO ₂	87,3500 τ.μ	1362,66 Kg CO ₂	1050,66 Kg CO ₂	77%
Γυμναστήριο:	1	30,68	Ξύλο	100%	0	0%	30,68 τ.μ	309,25 Kg CO ₂	309,2500 τ.μ	309,25 Kg CO ₂	0,00 Kg CO ₂	0%
Spa:	1	80,639	Ψηφίδα	61%	Μάρμαρο	39%	80,64 τ.μ	362,43 Kg CO ₂	80,6390 τ.μ	362,43 Kg CO ₂	0,00 Kg CO ₂	0%
Κλεψήφια πισίνα:	1	194,75	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	194,75 τ.μ	3038,10 Kg CO ₂	194,7500 τ.μ	3038,10 Kg CO ₂	0,00 Kg CO ₂	0%
Κουμπήτριο:	1	12,6	Μάρμαρο	100%	0	0%	12,60 τ.μ	132,30 Kg CO ₂	12,6000 τ.μ	132,30 Kg CO ₂	0,00 Kg CO ₂	0%
Καταστήματα:	3	108,427	Μάρμαρο	100%	0	0%	325,281 τ.μ	3415,45 Kg CO ₂	325,2810 τ.μ	3415,45 Kg CO ₂	0,00 Kg CO ₂	0%
Συνολικά:							663,95 τ.μ	7569,53 Kg CO ₂	731,3000 τ.μ	8620,19 Kg CO ₂	1050,66 Kg CO ₂	12%
Συνολικά Άσπυρα Χώροι ξενοδοχείου:									4503,8498 τ.μ	62659,31 Kg CO ₂	0,00 Kg CO ₂	0%
Διαδρομοί:	1	3013,5068	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	3013,51 τ.μ	47010,71 Kg CO ₂				
Αποθήκες:	1	1490,343	Μάρμαρο	100%	0	0%	1490,34 τ.μ	15648,60 Kg CO ₂				
Συνολικά:	0	0	Μοκέτα	100%	0	0%	0,00 τ.μ	0,00 Kg CO ₂				
Συνολικά για το ξενοδοχείο:							17993,28 τ.μ	245957,55 Kg CO₂	19299,8928 τ.μ	266073,62 Kg CO₂	20116,07 Kg CO₂	7,56%

Εικόνα 6.9: Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος υλικών δαπέδων του ξενοδοχείου Apollonia Beach Resort & Spa

Αναλυτικότερα, το συνολικό A.A. του ξενοδοχείου είναι 266073.62 kg CO₂ με απόκλιση 7.56% από το εκτιμώμενο. Οι χώροι που όπως φαίνεται συμβάλλουν περισσότερο στην αύξηση του ποσοστού της απόκλισης είναι οι χώροι των υποδοματίων, οι χώροι των εστιατορίων και τα αντίστοιχα μαγειρεία τους καθώς και οι χώροι προσωπικού (κοιτώνες και χώροι υγιεινής).

Επιπρόσθετα παρατίθενται οι συγκεντρωτικές τιμές και τα ποσοστά εμβαδών και ανθρακικού αποτυπώματος για το συνολικό χώρο του ξενοδοχείου στην Εικόνα 6.10.

Κατηγοριοποίηση Χώρων	Συν. Εμβαδόν	Εμβαδό %	Ανθρακικό Αποτύπωμα	A.A %
A. Χώροι Προσέλευσης	512.2	0.026539008	5631.978	0.021166991
Γ. Χώροι υποδοχής	463.74	0.024028113	4869.27	0.018300461
Δ. Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων.	737.42	0.038208502	7664.111	3%
Ε. Χώροι εστίασης	1921.82	0.099576719	27428.46994	0.103086018
Ζ. Υπνοδωμάτια	8379.741	0.434185883	130723.9596	0.491307482
Ι. Βοηθητικοί Χώροι Ορόφου (office)	156.1995	0.008093283	2436.7122	0.009158038
Κ. Συγκρότημα Βοηθ. χώρων	1251.786	0.064859738	6026.970764	0.022651516
Λ. Χώροι προσωπικού	641.8365	0.033255962	10012.6494	0.037631124
Μ. Άλλες λειτουργίες	731.3	0.037891402	8620.190378	0.032397764
Λοιπές λειτουργίες	4503.8498	0.233361389	62659.30758	0.23549613
Υλικά	Συν. Εμβαδόν	Εμβαδό %	Ανθρακικό Αποτύπωμα	A.A %
Μοκέτα	112.57	0.005832675	1103.186	0.004146168
Μάρμαρο	4366.375648	0.226238337	45846.9443	0.172309245
Ξύλο	140.413481	0.00727535	1415.367888	1%
Κεραμικά Πλακίδια	13953.6438	0.722990741	217676.8433	82%
Ψηφίδα	49.1010871	0.002544112	31.27739248	0.000117552
χωρίς επιστροφή	677.7887844	0.035118785	0	0
Σύνοψη Ξενοδοχειακής Μονάδας				
Συνολικό εμβαδόν:	19299.8928			
Συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα:	266073.6189			
Ανθρακικό αποτύπωμα ανά κλίνη	428.4599338			
Ανθρακικό αποτύπωμα ανά τ.μ	13.78627444			

Εικόνα 6.10: Συγκεντρωτικός πίνακας εμβαδών και αντίστοιχου ανθρακικού αποτύπουματος ξενοδοχείου Apollonia Beach Resort & Spa

Τελευταίο ξενοδοχείο για το οποίο συγκεντρώθηκαν στοιχεία μέσω ερωτηματολογίων, είναι το μικτού τύπου ξενοδοχείο Creta Palm Resort Hotel and Apartments (Εικόνα 6.11), τεσσάρων Αστέρων (4*) και δυναμικότητας 410 κλινών. Βρίσκεται στην περιοχή Κάτω Σταλός, του νομού Χανίων και απέχει 7 χλμ από την πόλη των Χανίων. Πρόκειται για ξενοδοχείο επιπλωμένων διαμερισμάτων και συγκεκριμένα Studio και διαμερισμάτων δύο κυρίων χώρων, δυναμικότητας από 2 έως 4 ατόμων έκαστο που πληροί όμως τις προϋποθέσεις για να εντάσσεται στα ξενοδοχεία μικτού τύπου. Στις εγκαταστάσεις του συμπεριλαμβάνεται ένα κεντρικό κτίριο υποδοχής, στο οποίο στεγάζονται και τα εστιατόρια τα οποία διαθέτει, ενώ οι υπόλοιπες εγκαταστάσεις αποτελούν αυτόνομα συγκροτήματα επιπλωμένων διαμερισμάτων. (βλ. Παράρτημα Γ)



Εικόνα 6.11: Ξενοδοχείο Creta Palm Resort Hotel and Apartments [26]

Για το συγκεκριμένου τύπου ξενοδοχείο, υπολογίσθηκε το ανθρακικό αποτύπωμα των δομικών υλικών του δαπέδου του, δεδομένων των πραγματικών στοιχείων (σχέδια, κατηγορίες και υλικών ανά δάπεδο) καθώς επίσης και η αντίστοιχη απόκλισή του από το δεύτερο λογισμικό πρόγραμμα. Τα παραπάνω φαίνονται στην Εικόνα 6.11.

Σύγκριση Υπολογισμών Ανθρακικού Αποτυπώματος με βάση το ΦΕΚ και την πραγματική κατάσταση.												
Τύπου: <u>Μικτού</u>												
Κατηγορία: <u>4</u>												
Περιοχή: <u>2</u>												
Αριθμός συνολικών κλινών: <u>410</u>												
Χαρακτηρισμός Χώρου	Πλήθος	Εμβαδόν Χώρου EST	Κύριο υλικό δαπέδου	%	2ο υλικό δαπέδου	%	Συνολικό εκτιμώμενο εμβαδό EST	Ανθρακικό αποτύπωμα EST	Συνολικό Πραγματικό εμβαδόν	Πραγματικό Ανθρακικό Αποτύπωμα	Απόλυτη Διαφορά σε Kg CO2	Απόκλιση Εκτίμησης Προγράμματος
Α. Χώροι Προέλευσης												
Χώρος προσέλευσης:	1	256	Μάρμαρο	100%	0	0%	256.00 τ.μ	2688.00 Kg CO2	146.41 τ.μ	1537.25 kg CO2	1150.75 kg CO2	-75%
Γραφεία:	5	30	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	150.00 τ.μ	2340.00 Kg CO2	60.52 τ.μ	944.11 kg CO2	1395.89 kg CO2	-148%
WC Πελατών (χώρων προσέλευσης):	1	10.92	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	10.92 τ.μ	170.35 Kg CO2	72.39 τ.μ	1129.24 kg CO2	958.89 kg CO2	85%
Συνολικά:							416.92 τ.μ	5198.35 Kg CO2	279.31 τ.μ	3610.60 kg CO2	1587.75 kg CO2	-44%
Γ. Χώροι υποδοχής												
Χώροι υποδοχής:	1	392	Μάρμαρο	100%	0	0%	392.00 τ.μ	4116.00 Kg CO2	256.12 τ.μ	2689.26 kg CO2	1426.74 kg CO2	-53%
Α. Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων, (Γυμναστίου-Εκδηλώσεων-Δραστηριότητα)												
Συνολικά:							0.00 τ.μ	0.00 Kg CO2	0.00 τ.μ	0.00 kg CO2		-
Ε. Χώροι εστίασης												
Κεντρικό κλειστό Εστιατόριο:	1	213	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	213.00 τ.μ	3322.80 Kg CO2	192.34 τ.μ	3000.50 kg CO2	322.30 kg CO2	-11%
Μαγειρεία:	1	106.5	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	106.50 τ.μ	1661.40 Kg CO2	60.00 τ.μ	936.00 kg CO2	725.40 kg CO2	-78%
Αποθήκες Μαγειρείων:	2	53.25	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	106.50 τ.μ	1661.40 Kg CO2	122.75 τ.μ	1914.90 kg CO2	253.50 kg CO2	13%
Εστιατόριο Απλών Γευμάτων:	2	97.2	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	194.40 τ.μ	3032.64 Kg CO2	156.35 τ.μ	2439.06 kg CO2	593.58 kg CO2	-24%
Συνολικά:							620.40 τ.μ	9678.24 Kg CO2	531.44 τ.μ	8290.46 kg CO2	1387.78 kg CO2	-17%
Στ. Διαμερίσματα (μόνο στα μικτού τύπου ξενοδοχεία)												
Στιούδιο (μόνο κυρίου χώρου):	77	29.72	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	2288.44 τ.μ	35699.66 Kg CO2	2041.53 τ.μ	31847.87 kg CO2	3851.80 kg CO2	-12%
Διαμέρισμα 2 κυρίων χώρων:	30	41.72	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	1251.60 τ.μ	19524.96 Kg CO2	1027.57 τ.μ	16030.09 kg CO2	3494.87 kg CO2	-22%
Χώροι Υγιεινή διαμερισμάτων:	107	2.25	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	240.75 τ.μ	3755.70 Kg CO2	419.04 τ.μ	6537.02 kg CO2	2781.32 kg CO2	43%
Συνολικά:							3540.04 τ.μ	55224.62 Kg CO2	3488.14 τ.μ	54414.98 kg CO2	809.64 kg CO2	-1%
Ζ. Υπνοδωμάτια												
Συνολικά:							0.00 τ.μ	0.00 Kg CO2	0.00 τ.μ	0.00 kg CO2		-
Ι. Βοηθητικοί Χώροι Ορόφου (office)												
Χώρος Καθαρισμού:	1	0.00	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	0.00 τ.μ	0.00 Kg CO2	19.49 τ.μ	304.04 kg CO2	304.04 kg CO2	100%
Χώρος για σερβίρισμα πρινού:	1	0.00	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	0.00 τ.μ	0.00 Kg CO2		0.00 kg CO2		-
Λινοθήκη:	1	0	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	0.00 τ.μ	0.00 Kg CO2	54.28 τ.μ	846.74 kg CO2	846.74 kg CO2	100%
Συνολικά:							0.00 τ.μ	0.00 Kg CO2	73.77 τ.μ	1150.78 kg CO2	1150.78 kg CO2	100%
Κ. Συγκρότημα Βοηθητικών χώρων												
Συγκρότημα Βοηθητικών χώρων Κεντρική Θέρμανση:	1	239.6	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	239.60 τ.μ	3737.76 Kg CO2	534.73 τ.μ	8341.79 kg CO2	4604.03 kg CO2	55%
χωρίς επιστροφή:	1	82	χωρίς επιστροφή	100%	0	0%	82.00 τ.μ	0.00 Kg CO2	90.05 τ.μ	0.00 kg CO2		-
Συνολικά:							321.60 τ.μ	3737.76 Kg CO2	624.78 τ.μ	8341.79 kg CO2	4604.03 kg CO2	55%
Λ. Χώροι προσωπικού												
Χώροι υγιεινής προσωπικού:	1	18.4	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	18.40 τ.μ	287.04 Kg CO2	36.92 τ.μ	575.95 kg CO2	288.91 kg CO2	50%
Συνολικά:							18.40 τ.μ	287.04 Kg CO2	36.92 τ.μ	575.95 kg CO2	288.91 kg CO2	50%
Μ. Άλλες λειτουργίες												
Παιδικός σταθμός:	1	20	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	20.00 τ.μ	312.00 Kg CO2	39.00 τ.μ	608.40 kg CO2	296.40 kg CO2	49%
Γυμναστήριο:	1	30	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	30.00 τ.μ	468.00 Kg CO2	51.02 τ.μ	795.91 kg CO2	327.91 kg CO2	41%
Καταστήματα:	1	10.83	Μάρμαρο	100%	0	0%	10.83 τ.μ	113.72 Kg CO2	10.83 τ.μ	113.72 kg CO2	0.00 kg CO2	0%
Συνολικά:							60.83 τ.μ	893.72 Kg CO2	100.85 τ.μ	1518.03 kg CO2	624.31 kg CO2	41%
Συνολικά λοιποί Χώροι ξενοδοχείου:												
Διαδρομή:	1	656.328	Κεραμικά Πλακίδια	100%	0	0%	656.328 τ.μ	10238.72 Kg CO2	656.328 τ.μ	10238.72 Kg CO2	0.00 kg CO2	0%
Συνολικά:							656.328 τ.μ	10238.72 Kg CO2	656.328 τ.μ	10238.72 Kg CO2	0.00 kg CO2	0%
Συνολικά για το ξενοδοχείο:							6026.52 τ.μ	89374.45 kg CO2	6047.66 τ.μ	90830.57 kg CO2	1456.13 kg CO2	1.60%

Εικόνα 6.12: Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος υλικών δαπέδων του ξενοδοχείου Creta Palm Resort Hotel and Apartments

Παρατηρείται ότι οι αποκλίσεις του Α.Α. πολλών χώρων προκύπτουν αρνητικές, αυτό συμβαίνει αφενός επειδή το έτος που κτίστηκε το κτίριο δεν υπήρχε ακόμη το θεσμικό πλαίσιο για τις προδιαγραφές ξενοδοχείων και αφετέρου επειδή αρχικά προοριζόταν για να είναι τύπου ενοικιαζόμενων δωματίων. Επίσης παρατηρείται 100% απόκλιση του Α.Α. των βοηθητικών χώρων κι αυτό επειδή το λογισμικό είναι προγραμματισμένο να προβλέπει βοηθητικούς χώρους μόνο εάν το ξενοδοχείο διαθέτει δωμάτια κλασικού τύπου, στην περίπτωση του οποίου δεν διατίθενται.

Αναλυτικότερα, στην Εικόνα 6.13 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα συνολικά εμβαδά χώρων, υλικών κάλυψης και τα αντίστοιχα Α.Α.

Κατηγοριοποίηση Χώρων	Συν. Εμβαδόν	Εμβαδό %	Ανθρακικό Αποτύπωμα	A.A %
A. Χώροι Προσέλευσης	279.312	0.051807624	3610.6017	0.044801073
Γ. Χώροι υποδοχής	256.12	0.047505903	2689.26	0.03336888
Ε. Χώροι εστίασης	531.44	0.098573079	8290.464	0.102869747
Στ. Διαμερίσματα	3488.14	0.646990631	54414.984	0.675192081
Ι. Βοηθητικοί Χώροι Ορόφου (office)	73.768	0.013682709	1150.7808	0.01427912
Κ. Συγκρότημα Βοηθ. χώρων	624.78	0.115886062	8341.788	0.103506586
Λ.Χώροι προσωπικού	36.92	0.006848032	575.952	0.007146528
Μ. Άλλες λειτουργίες	100.85	0.018705959	1518.027	0.018835985
Λοιποί Χώροι ξενοδοχείου:	656.328	0.108906669	10238.7168	0.114559777
Υλικά	Συν. Εμβαδόν	Εμβαδό %	Ανθρακικό Αποτύπωμα	A.A %
Μάρμαρο	413.355	0.076670321	4340.2275	0.053854417
Κεραμικά Πλακίδια	4887.925	0.906626936	76251.63	0.946145583
χωρίς επίστρωση	90.05	0.016702743	0	0
Σύνοψη Ξενοδοχειακής Μονάδας				
Συνολικό εμβαδόν:	5391.33			
Συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα:	80591.8575			
Ανθρακικό αποτύπωμα ανά κλίνη	196.5655061			
Ανθρακικό αποτύπωμα ανά τ.μ	14.94841857			

Εικόνα 6.12: Συγκεντρωτικός πίνακας εμβαδών και αντίστοιχου ανθρακικού αποτυπώματος του ξενοδοχείου Creta Palm Resort Hotel and Apartments

Συμπεράσματα και σχολιασμός αποτελεσμάτων

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη, κρίθηκε εύλογη η αξιολόγηση τόσο των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της όσο και των αποτελεσμάτων που προέκυψαν.

Σε πρώτη φάση, αξιολογείται η χρησιμότητα του λογισμικού Energy Plus, το οποίο επιλέχθηκε για την ενεργειακή μελέτη του ξενοδοχείου. Με την εισαγωγή των κατάλληλων παραμέτρων και την πλήρη κατανόηση του τρόπου όπου το πρόγραμμα επεξεργάζεται τα δεδομένα που εισάγονται, προσομοιώθηκε η υφιστάμενη κατάσταση λειτουργίας του ξενοδοχείου. Ως αποτελέσματα ζητήθηκαν οι συνολικές ετήσιες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας του ξενοδοχείου, και έπειτα συγκρίθηκαν με τις πραγματικές καταναλώσεις που συμπληρώθηκαν από τη διεύθυνση του ξενοδοχείου στο ερωτηματολόγιο που δόθηκε. Η απόκλιση μεταξύ των δύο ήταν ελάχιστη, γεγονός που δίνει την δυνατότητα να αναγνωρισθεί η αποτελεσματικότητα του εν λόγω προγράμματος και η καταλληλότητά του σε περιπτώσεις ενεργειακής μελέτης εγκαταστάσεων.

Έπειτα με σκοπό την ενεργειακή βελτίωση του ξενοδοχείου, εξετάζεται η αποτελεσματικότητά των προτάσεων που έγιναν και αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 5 και η δυνατότητα εφαρμογής τους από οικονομικής πλευράς, με σκοπό τη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας. Αρχικά, για την εφαρμογή νυχτερινού δροσισμού στους χώρους των 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 τον με φυσικό τρόπο. Η συνολική ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας κλιματισμού έπειτα από την προσομοίωση της μεθόδου στο Energy Plus, υπολογίσθηκε ως το 4.6% της αρχικής, η οποία ισοδυναμεί με όφελος 538.641 €/έτος. Το κόστος της επένδυσης υπολογίσθηκε συνολικά 20,891.2 €, με εκτιμώμενο χρόνο απόσβεσης στα 39 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 και 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 A.A. λειτουργίας του.

Με την αντικατάσταση των υφιστάμενων υαλοπινάκων στους χώρους των υπνοδωματίων από υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής, προκαλείται μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στους χώρους και αυξάνει την εσωτερική θερμοκρασία. Η πρόταση αυτή, μειώνοντας την ετήσια

καταναλισκόμενη ενέργεια κατά 3.36%, αποφέρει ετήσιο κέρδος 393.063 €/έτος στο ξενοδοχείο, ενώ η επένδυση για την εφαρμογή της ανέρχεται στα 9,781.64 €, με εκτιμώμενη απόσβεση κόστους στα 25 έτη. Παρόλο το μικρό ποσοστό μείωσης, η εφαρμογή της μεθόδου αυτής θεωρείται σημαντική ως προς τη μείωση του Α.Α. λειτουργίας της ξενοδοχειακής μονάδας καθώς επίσης και οικονομικά συμφέρουσα λόγω του μικρού χρόνου απόσβεσης.

Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση της προσθήκης εξωτερικής θερμομόνωσης. Με την πρόταση αυτή επιτυγχάνεται προστασία του κελύφους του κτιρίου από την ηλιακή ακτινοβολία και διατήρηση μιας χαμηλότερης θερμοκρασίας στο εσωτερικό του κτιρίου. Από την μελέτη της εν λόγω πρότασης, προέκυψε ετήσια μείωση καταναλισκόμενης ενέργειας και αυτομάτως αντίστοιχου Α.Α. λειτουργίας κατά 18.2% που παραπέμπει σε ετήσιο όφελος 2,128.999 €. Το κόστος εφαρμογής ανέρχεται στα 55,370 €, με αναμενόμενη απόσβεση σε διάρκεια 26 ετών. Έτσι, αναβαθμίζεται σημαντικά η ενεργειακή συμπεριφορά του ξενοδοχείου, μειώνοντας παράλληλα το παραγόμενο Α.Α. του.

Τέλος, για την εγκατάσταση του διασυνδεδεμένου ενεργειακού συμψηφισμού - αυτοπαραγωγής (net metering) Φ/Β συστήματος το κόστος ανέρχεται στα 43,757 €. Μέσω αυτού του Φ/Β συστήματος το 23.7% της καταναλισκόμενης ενέργειας, που εκφράζει την ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, αφαιρείται από την τελική καταμέτρηση, με αποτελέσματα να προκύπτει ετήσιο κέρδος 2,773.060€, και η απόσβεση του κόστους επένδυσης να εκτιμάται στα 16 χρόνια. Η συγκεκριμένη πρόταση αδιαμφισβήτητα αποτελεί την πιο αποτελεσματική μεμονωμένη λύση για ενεργειακή αναβάθμιση και μείωση του Α.Α του ξενοδοχείου, ενώ παράλληλα συγκριτικά με τις προηγούμενες αποτελεί και την πιο συμφέρουσα επένδυση λόγω του μικρού χρόνου απόσβεσης που παρουσιάζει. Σε αυτό το σημείο να αναφερθεί η ύπαρξη του ενδεχομένου χρηματοδότησης της εγκατάστασης από το Ε.Σ.Π.Α., γεγονός που θα μειώσει το αρχικό κόστος επένδυσης και θα κάνει τη λύση ακόμα πιο συμφέρουσα. Κάτι τέτοιο δεν ελήφθη υπόψη στην κοστολόγηση της πρότασης καθ' ότι αποτελεί υποθετικό σενάριο.

Εξετάζοντας λοιπόν μεμονωμένα τις παραπάνω προτάσεις, προκύπτει αξιόλογη προσπάθεια βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του ξενοδοχείου και περιορισμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία του, γεγονός που επιτρέπει στην επιχείρηση να διεκδικήσει πιθανή πράσινη πιστοποίηση που θα καθορίσει την αντιμετώπιση που θα έχει το κοινό προς αυτό. Ωστόσο, μπορεί να μην αποτελούν όλες οικονομικά βιώσιμες επενδύσεις μιας και αυτό που ενδιαφέρει επίσης τους επενδυτές είναι ο όσο το δυνατό μικρότερος χρόνος απόσβεσης. Εάν όμως εξεταστούν στο σύνολό τους, δηλαδή η παράλληλη εφαρμογή και των τεσσάρων, το αποτέλεσμα ίσως δικαιώσει τον επενδυτή. Συγκεκριμένα, για την εφαρμογή όλων των παραπάνω επεμβάσεων, το αρχικό κόστος επένδυσης κυμαίνεται στα 130,000 €, ενώ παράλληλα το ετήσιο χρηματικό όφελος από τη συνολική

μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία αντιστοιχεί σε ποσοστό 50.09%, προκύπτει περίπου 5,853.985 €/έτος. Ως εκ τούτου εκτιμήθηκε απόσβεση του αρχικού κόστους επένδυσης στα 23 χρόνια. Με τον τρόπο αυτό, η επιχείρηση επιτυγχάνει να μειώσει κατά το ήμισυ την κατανάλωση ενέργειας που επιβαρύνει το περιβάλλον, ενώ το αντικειμενικά μεγάλο αρχικά κόστος επένδυσης αναμένεται να αντισταθμιστεί σε σύντομο χρονικό διάστημα. Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον παρακάτω Πίνακα.

Προτεινόμενη Επέμβαση	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)	Όφελος (€/ έτος)	Απόσβεση
Νυχτερινός δροσισμός	20,891.200	558.863	38 έτη
Υαλοπίνακες Low-E	9,781.640	393.063	25 έτη
Εξωτερική θερμομόνωση	55,370	2,128.999	26 έτη
Φ/Β σύστημα	43,757	2,773.060	16 έτη
Σύνολο (Όλες μαζί) :	129,799.840	5,853.985	23 έτη

Πίνακας : Συγκεντρωτικός πίνακας κόστους και εκτιμώμενης απόσβεσης των προτεινόμενων επεμβάσεων

Βέβαια ένα τόσο μεγάλο κόστος επένδυσης ενδέχεται 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 η οποία εξαρτάται από πλήθος παραμέτρων.

Ενδεχόμενες επιπλέον επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης, όπως η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας, η προσθήκη φυτεμένου δώματος, η τοποθέτηση συστημάτων εξοικονόμησης νερού ή με ελεγχόμενη ροή σε καζανάκια και βρύσες ή με τοποθέτηση φωτοκύτταρων σε βρύσες, είναι πιθανό να αποφέρουν ακόμα μεγαλύτερη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας και ταυτόχρονα του Α.Α. λειτουργίας του ξενοδοχείου. Ωστόσο, είναι προφανές ότι ακόμη και αν υιοθετηθούν οι κατάλληλες πρακτικές από μέρους μιας επιχείρησης, οι εκπομπές CO₂ δε μπορούν να μηδενιστούν· όπως επίσης δε μπορεί να μηδενιστεί και το παραγόμενο ποσό CO₂ που προέκυψε κατά την κατασκευή του (μη αναστρέψιμο γεγονός). Για το λόγο αυτό σε επόμενο στάδιο, προτείνεται η αντιστάθμιση του Α.Α. του ξενοδοχείου.

Μέσω της προσομοίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του ξενοδοχείου στο πρόγραμμα Energy Plus και μέσω του εργαλείου CO₂ Footprint Calculator, υπήρξε μία πρώτη εικόνα του συνολικού Α.Α. που παράγει η συγκεκριμένη επιχείρηση. Για να γίνει όμως το εν λόγω ξενοδοχείο "κλιματικά ουδέτερο", μετά την μείωση του Α.Α. λειτουργίας του, το εναπομείναν (λειτουργίας και κατασκευής) πρέπει να αντισταθμιστεί. Η αντιστάθμιση ανθρακικού αποτυπώματος γίνεται μέσω χρηματοδότησης έργων προστασίας του κλίματος με ένα χρηματικό ποσό το οποίο αντιστοιχεί στην ποσότητα των

εκπομπών που παράγονται από μία επιχείρηση. Τα έργα αυτά είναι συνήθως έργα ΑΠΕ ή/και έργα εφαρμογής ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών τα οποία αντικαθιστούν ή μειώνουν τη ρυπογόνο ενέργεια που παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Σε αυτό το σημείο προτείνεται το ξενοδοχείο, ως επιχείρηση, να συνεισφέρει οικονομικά σε επενδύσεις αναπτυσσόμενων χωρών του τρίτου κόσμου, όπου δεν έχουν υπογράψει το πρωτόκολλο του Κιότο, για έργα όπως τα αιολικά πάρκα, φωτοβολταϊκά συστήματα, έργα αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας ή βιομάζας κ.ά. Έτσι, η εκπομπή του CO₂ και συνεπώς το Α.Α. μετά τις βελτιώσεις αντισταθμίζονται με τη μείωση των εκπομπών σε άλλη χώρα και κατά αυτό τον τρόπο το ξενοδοχείο γίνεται κλιματικά ουδέτερο.

Τέλος μέσω αυτής της εργασίας διαπιστώθηκε η αξιοπιστία του λογισμικού Carbon Footprint Estimator for Hotels Floors. Οι αποκλίσεις που προέκυψαν κινήθηκαν σε λογικά πλαίσια δεδομένου ότι το πρόγραμμα αυτό αποτελεί εργαλείο εκτίμησης Α.Α. και όχι ακριβή υπολογισμού. Συνεπώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί με αποτελεσματικότητα από μελλοντικούς ιδιοκτήτες ξενοδοχειακής μονάδας για την εκτίμηση του Α.Α. κατασκευής της.

Μελλοντικές Προοπτικές

Για μελλοντική έρευνα προτείνονται η μελέτη και η προσομοίωση κι άλλων βιοκλιματικών μεθόδων σε κτίρια στο Energy Plus, όπως η εγκατάσταση συστήματος γεωθερμίας, τοίχου Trombe και άλλες που διατίθενται στο λογισμικό.

Προτείνεται επίσης η προσθήκη κατάλληλων κατηγοριών στο Energy Plus που σε συνδυασμό με τις ήδη υπάρχουσες, θα δίνουν στο χρήστη τη δυνατότητα εξαγωγής αποτελεσμάτων για το A.A. κατασκευής και λειτουργίας κτιρίων.

Τέλος δεδομένου ότι οι κανονισμοί της ΦΕΚ ανανεώνονται ανά χρονικά διαστήματα προτείνεται για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων που εξάγει το λογισμικό CO₂ Footprint Estimator for Hotel Floors να λαμβάνεται ως παράμετρος ο χρονικός παράγοντας.

Βιβλιογραφία

1. Svetoslav Danchev - Νίκος Παρατσιώκας «*Η Επίδραση του Τουρισμού στην Ελληνική Οικονομία*», ΙΔΡΥΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (IOBE), Σεπτέμβριος 2012
INT. – 1 http://www.iobe.gr/docs/research/RES_05_E_01092012REP_GR.pdf (7/8/2014)
2. Νίκος Ρουσάνογλου «*Μεγάλης σημασίας για την ελληνική οικονομία ο κλάδος των ξενοδοχείων*», ηλεκτρονική εφημερίδα Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, 04/04/2014
INT. – 2 <http://www.kathimerini.gr/761240/article/oikonomia/epixeirhseis/megalhs-shmasias-gia-thn-ellhnikh-oikonomia-o-klados-twn-zenodoxeiwn> (7/8/2014)
3. Πουτέτση Χριστίνα, «*Αύξηση 3% της συμβολής του ελληνικού τουρισμού στο ΑΕΠ το 2014*», ηλεκτρονική εφημερίδα ΤΟ ΒΗΜΑ, 19/03/2014
INT. – 3 <http://www.tovima.gr/finance/article/?aid=578336> (7/8/2014)
4. «*Βασικές αρχές πράσινης επιχειρηματικότητας*», Νέες Τεχνολογίες και Βιωσιμότητα
INT. – 4
<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> (9/8/2014)
5. «*ΠΡΑΣΙΝΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ*», ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ
INT. – 5 <http://www.ypeka.gr/?tabid=223> (9/8/2014)
6. «*ΟΔΗΓΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ*», ΤΕΙ ΣΕΡΡΩΝ ΜΟΝΑΔΑ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ & ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (Μο.Κ.Ε.)
INT. – 6 http://moke.teicm.gr/docs/odhgos_prasinhs.pdf (9/8/2014)
7. «*ΠΡΑΣΙΝΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ*», ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΕΡΕΥΝΑ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, 07/08/2008
INT. – 7 http://www.ekt.gr/content/img/product/75031/22_28.pdf (9/8/2014)
8. «*Μελέτη – Σχεδιασμός – Υλοποίηση Πράσινου Ξενοδοχείου*»
INT. – 8 <http://www.buildings.gr/greek/aiforos/indexprasinaxenodoxeia.htm> (9/8/2014)
9. «*Το "πράσινο κλειδί" για οικολογικά ξενοδοχεία στην Ελλάδα*», KefaloniaPRESS, 29.07.09

http://kefaloniapress.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=7288&Itemid=105

(9/8/2014)

10. «Green Key» ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ

INT. – 10 http://eepf.gr/en/Green_Key (9/8/2014)

«ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΣΗΜΑ (ECOLABEL)», ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

INT. – 11 <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=521> (9/8/2014)

11. Διπλωματική Εργασία «ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ», ΠΕΡΥΣΙΝΑΚΗ Δ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ, Αθήνα 2012

INT.

–

11

[http://147.102.210.12/bitstream/handle/123456789/7508/perysinakip_concrete.pdf;jsessionid=3496
AC9CFA7DBABB1D47A405F67E2D5D?sequence=3](http://147.102.210.12/bitstream/handle/123456789/7508/perysinakip_concrete.pdf;jsessionid=3496AC9CFA7DBABB1D47A405F67E2D5D?sequence=3) (Τελευταία Πρόσβαση 23/10/2014)

12. «Φυσικός Αερισμός»

INT. – 12 http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1_41/df-b-aerismos.pdf

13. «Εξοικονόμηση Ενέργειας στα κτίρια»

INT. – 13 http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ktiria_intro.htm (Τελευταία Πρόσβαση
23/10/2014)

14. «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ», ΑΝΕΛΙΞΗ

INT. – 14 <http://www.anelixi.org/oikologiki-arxitektoniki/bioklimatikos-sxediasmos-ktirion/>
(Τελευταία Πρόσβαση 23/10/2014)

15. «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ», WILDWATERWALL

INT. – 15 <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia> (Τελευταία Πρόσβαση
23/10/2014)

16. «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε οικιστικά σύνολα», Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών &
Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

INT. – 16 <http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/Apeoikistika.pdf> (Τελευταία Πρόσβαση
23/10/2014)

17. «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», Ενέργεια & Πολίτης, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών &
Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

INT. – 17 http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm (Τελευταία Πρόσβαση
23/10/2014)

18. «Φωτοβολταϊκό σύστημα»

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%B%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CF%8C%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1> (Τελευταία Πρόσβαση 23/10/2014)

19. «*EnergyPlus Energy Simulation Software*», Energy Efficiency and Renewable Energy, U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

INT. – 19 <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/> (Τελευταία Πρόσβαση 23/10/2014)

20. Πουλάκος, Γ.Ι. - Κορωναίος, Αιμ. Γ., "Τεχνικά Υλικά Τόμος 1", Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 2005
21. Πουλάκος, Γ.Ι. - Κορωναίος, Αιμ. Γ., "Τεχνικά Υλικά Τόμος 2", Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 2005
22. «*Window Technologies: Low-E Coatings*», EFFICIENT WINDOWS Colaboratives

INT. – 20 <http://www.efficientwindows.org/lowe.php> (Τελευταία Πρόσβαση 23/10/2014)

23. «*ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗ - ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ*», ARC Μελετητική - Λενακάκης Κ. & Λ. ΟΕ Μελετητική Εταιρεία Μηχανολογικών Περιβαλλοντικών Έργων - Σχεδιασμού έργων Α.Π.Ε.

INT.

-

21

<http://www.arcmeletitiki.gr/images/uploads/pdf/H%CE%9B%CE%91%CE%A3%CE%9C%CE%95%CE%9D%CE%97-%CE%94%CE%99%CE%9F%CE%93%CE%A9%CE%9C%CE%95%CE%9D%CE%97%CE%A0%CE%9F%CE%9B%CE%A5%CE%A3%CE%A4%CE%95%CE%A1%CE%99%CE%9D%CE%97.pdf> (Τελευταία Πρόσβαση 23/10/2014)

24. «*Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας – Θερμομόνωση*», ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ Τμήμα Ενέργειας και Φυσικών Πόρων

INT. – 22 http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_thermomonomosi.htm (Τελευταία Πρόσβαση 23/10/2014)

25. «*Οικονομική αξιολόγηση ενεργειακών συστημάτων και επιχειρηματική δραστηριότητα*»,

INT. – 23 <http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/IAxBE4.pdf> (Τελευταία Πρόσβαση 23/10/2014)

26. «*Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων*»

INT. – 24 https://www.buildingcert.gr/nomiko_plaisio/kenak.pdf

Πηγές Εικόνων

- [1]. Σύνδεσμος Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων (ΣΕΤΕ)
INT. – 1 <http://sete.gr/GR/Archiki/> (7/8/2014)
- [2]. Svetoslav Danchev - Νίκος Παρατσιώκας «*Η Επίδραση του Τουρισμού στην Ελληνική Οικονομία*», ΙΔΡΥΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΙΟΒΕ), Σεπτέμβριος 2012
INT. – 2 http://www.iobe.gr/docs/research/RES_05_E_01092012REP_GR.pdf (7/8/2014)
- [3]. INT. – 3 <http://www.startupgreece.gov.gr/el/content/wwwgreenhotelsgr-%CF%84%CE%BF-%CF%80%CF%81%CF%8E%CF%84%CE%BF-%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF-%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD-%CE%BE%CE%B5%CE%BD%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%89%CE%BD-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1> (9/8/2014)
- [4]. «*Green Key*» ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ
INT. – 4 http://eepf.gr/en/Green_Key (9/8/2014)
- [5]. «*ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΣΗΜΑ (ECOLABEL)*», ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ
INT. – 5 <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=521> (9/8/2014)
- [6]. Thalassa Beach Resort
INT. – 6 <http://www.thalassaresort.gr/> (9/8/2014)
- [7]. Aldemar Hotels & Spa
INT. – 7 <http://www.aldemar-resorts.gr/EN/Home/> (9/8/2014)
- [8]. IOS Palace Hotel & Spa
INT. – 8 <http://www.iospalacehotel.com/> (9/8/2014)
- [9]. Γιώργος Λαδόπουλος, Μηχανολόγος – Ηλεκτρολόγος Ε.Μ.Π., «*ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ*»
INT. – 9 http://library.tee.gr/digital/m2362/m2362_ladopoulos.pdf (23/8/2014)
- [10]. Λεωνίδας Μπέης, Αρχιτέκτων Μηχανικός «*Σκέψεις για την βιοκλιματική αρχιτεκτονική*»
INT. – <http://www.leonidasbeis.gr/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%B>

- [C%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B7-%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B9%CF%84%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%B7/](#) (25/8/2014)
- [11]. INT. – 11 http://metatherm.blogspot.gr/2013/02/blog-post_2049.html (25/8/2014)
- [12]. INT. – 12 <http://www.building.co.uk/cpd-module-18-fabric-energy-storage-for-low-energy-cooling-of-buildings/3090033.article> (25/8/2014)
- [13]. «ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ», ANELIΞΗ
INT. – 13 <http://www.anelixi.org/oikologiki-arxitektoniki/bioklimatikos-sxediasmos-ktirion/fisikos-drosismos/> (25/8/2014)
- [14]. «Φυσικός αερισμός», Εξοικονόμηση Ενέργειας στα κτίρια
INT. – 14 http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_fysikos_aerismos.htm (26/8/2014)
- [15]. «ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ», ANELIΞΗ
INT. – 15 <http://www.anelixi.org/oikologiki-arxitektoniki/bioklimatikos-sxediasmos-ktirion/ilioprostasia/> (26/8/2014)
- [16]. «Ηλιακή Θέρμανση», ΤΕΧΝΙΚΑ ΑΡΘΡΑ
INT. – 16 http://thermansis.blogspot.gr/p/blog-page_27.html (26/8/2014)
- [17]. INT. – 17 http://citytra.blogspot.gr/2010_12_01_archive.html (26/8/2014)
- [18]. «Αντλία θερμότητας», Wikipedia
INT. – 18 http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%BB%CE%AF%CE%B1_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82
- [19]. «*Closed Loop Geothermal Heat Pumps*»
- [20]. INT. – 19 <http://www.intelligentheatandpower.com/closedloop.php> (29/8/2014)
- [21]. INT. – 20 <http://www.enerview.ca/windows/packages/low-e-coatings/> (29/8/2014)
- [22]. Google maps
- [23]. Sergios Hotel

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

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 °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 κάλυψης 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 γειπνιάζουν 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 εφάπτομενα 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.	Εδική θερμο- χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδατμών	
				μ	
	ρ kg/m ³	λ W/(m·K)	c _p J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1. Ανόργανα δομικά υλικά					
1.1. Φυσικοί λίθοι και γαίες					
1.1.1. Συμπαγείς λίθοι					
1.1.1.1	Κρηματογενή 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 π.ολύ 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
	π.ολύ μαλακός	1600	0,850	1 000	30 20
1.1.2.2	Ψαμίτης	2600	2,300	1 000	40 30
1.1.2.3	Κρηματογενή 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.	Πυλώδης 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 μπαγαδάι		0,470		
1.3.3.	Πηλός, λάσπη	1200 - 1800	1,500	1670 - 2500	50 50
1.3.4.	Ωρόπλινθοι συμπαγείς	1990	0,800	1 000	10
1.3.5.	Ωρόπλινθοι με πρόσμιξη άχρου	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.	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	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 επιχρίσμα (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	
				μ	
				ξηρό	υγρό
ρ	λ	c _p			
kg/m ³	W/(m·K)	J/(kg·K)			
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 ελαφρότητα)	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, ανεπίχρυστη, 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. Παρώδεις αργιλικές οπτοπλίνθοι (παρώδη τούβλα)	940	0,260	1 000	10	
1.7.2.4. Οξύμαχες οπτοπλίνθοι (κλίνκερ)	1800	1,800	900	100	
1.8. Γαλότουβλα	2500	1,400	840	∞	
1.9. Κεραμίδια					
1.9.1. Κεραμίδια		0,400			
1.9.2. Αργιλικά πλακίδια επίστασης	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. Μορισσανίδες	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 πώδους ξύλου, μορισσανίδες (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 (ασάλι)	7 800	50,00	450	∞	∞
3.2.3. Ανοξείδωτος 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/m ² (ως φράγμα υδρατμών)	2 500	54,00		∞	∞
3.2.11. Φύλλο λαμαρίνας		58,00		∞	∞

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
				μ	
				ξηρό	υγρό
ρ	λ	c _p			
kg/m ³	W/(m·K)	J/(kg·K)			
4. Υλικά υποστρώματων και επιστρώσεων					
4.1. Λινέλαιο	1 200	0,170	1 400	1 000	800
4.2. Υποστρώματα					
4.2.1. Υπόστρωμα από τσόχα, πηλημα	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. Γαλούφασμα, 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 ψαθωτή 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, σπ αγγώδες, 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-προπιυλένιο-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. Πολυσιουλφίδια	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 ασφάλτος, μασίχη ασφάλτου, τίσισα	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. Επιστρωση 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 (ασφαλτόπινα)	1 100	0,230	1 000	50 000	50 000
4.7. Κεραμικά υλικά και υλικά με βάση το τσιμέντο					
4.7.1. Πλακίδια επιστρώσεως τοίχων	2 000	1,050		250	
4.7.2. Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2 000	1,840	840	250	
4.7.3. Κεραμικά πλακίδια με εφύαλωση / 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 πολυαιθυλένιο (υψηλής πυκνότητας)	980	0,500	1 800	100 000	100 000
	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. Πολυπροπιλένιο (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. Πολυτετραφθορααιθυλένιο (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. Πολιουρεθάνη	1 200	0,250	1 800	6 000	6 000
5.1.11. Αφρός πολιουρεθάνης (ως σφραγιστικό υλικό)	70	0,050	1 500	60	60
5.2. Ρητίνες					
5.2.1. Εποξειδική (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, πηκτική πυριτίου (silica gel)	720	0,130	1 000	∞	∞

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
				μ	μ
	ρ kg/m ³	λ W/(m·K)	c_p J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
6. Θερμομονωτικά υλικά					
6.1. Ινώδη ανόργανα υλικά					
6.1.1. Υαλοβάμβακας					
6.1.1.1 Υαλοβάμβακας σε μορφή πταπλώματος	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 πταπλώματος	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 πταπλώματος		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. Τρίματα 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	
$d \geq 25$ 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					
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					
6.3.4.1 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες	30-40	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 ⁽¹⁾	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 τυπποιημένου 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	—	—
ΣΗΜΒΩΣΕΙΣ					
(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/m ³ . 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

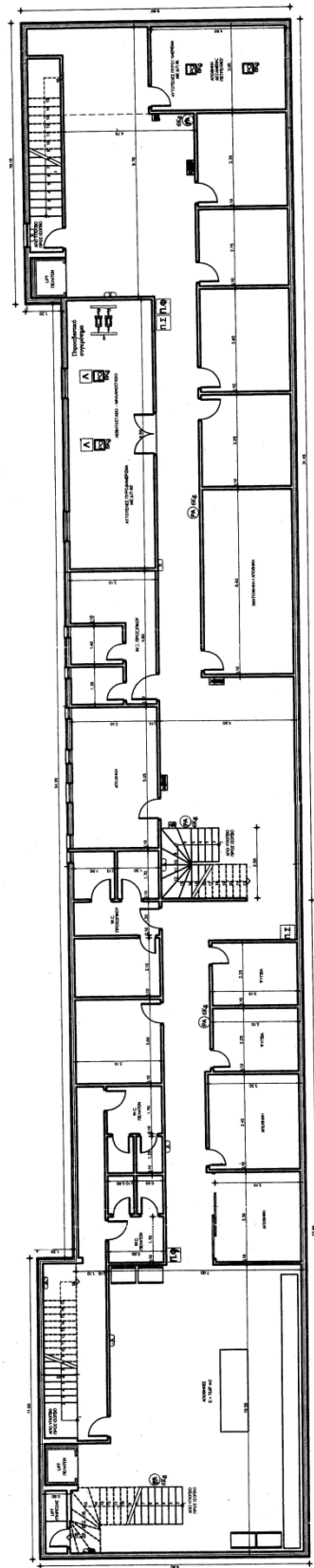
Activity	Activity Level W/Person EnergyPlus Schedule Value	Activity Level W/m²	met*
<i>Resting</i>			
Sleeping	72	40	0.7
Reclining	81	45	0.8
Seated, quiet	108	60	1
Standing, relaxed	126	70	1.2
<i>Walking (on level surface)</i>			
3.2 km/h (0.9 m/s)	207	115	2
4.3 km/h (1.2 m/s)	270	150	2.6
6.4 km/h (1.8 m/s)	396	220	3.8
<i>Office Activities</i>			
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
<i>Miscellaneous Occupational Activities</i>			
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
<i>Miscellaneous Leisure Activities</i>			
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

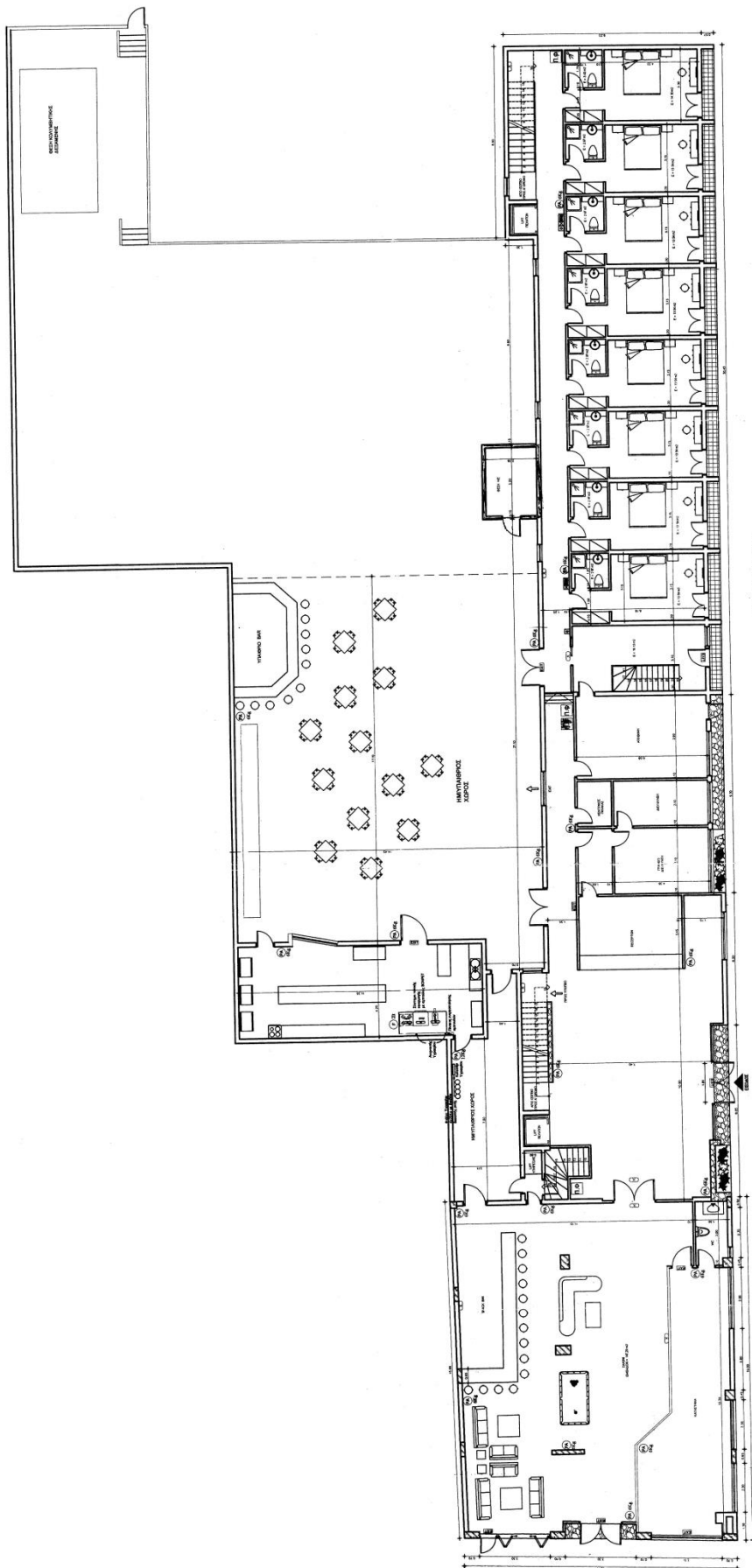
Field Name	Luminaire Configuration, Fluorescent Lighting				
	Suspended	Surface mount	Recessed	Luminous and louvered ceiling	Return-air ducted
Return Air Fraction	0.0	0.0	0.0	0.0	0.54
Fraction Radiant	0.42	0.72	0.37	0.37	0.18
Fraction Visible	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
$f_{convected}$	0.40	0.10	0.45	0.45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

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

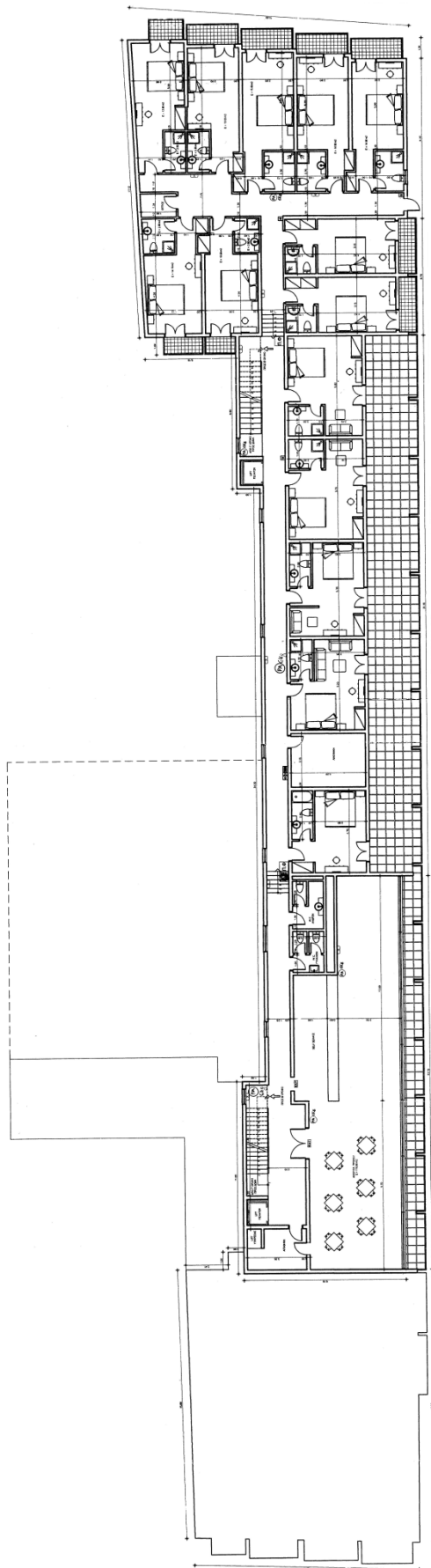
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β



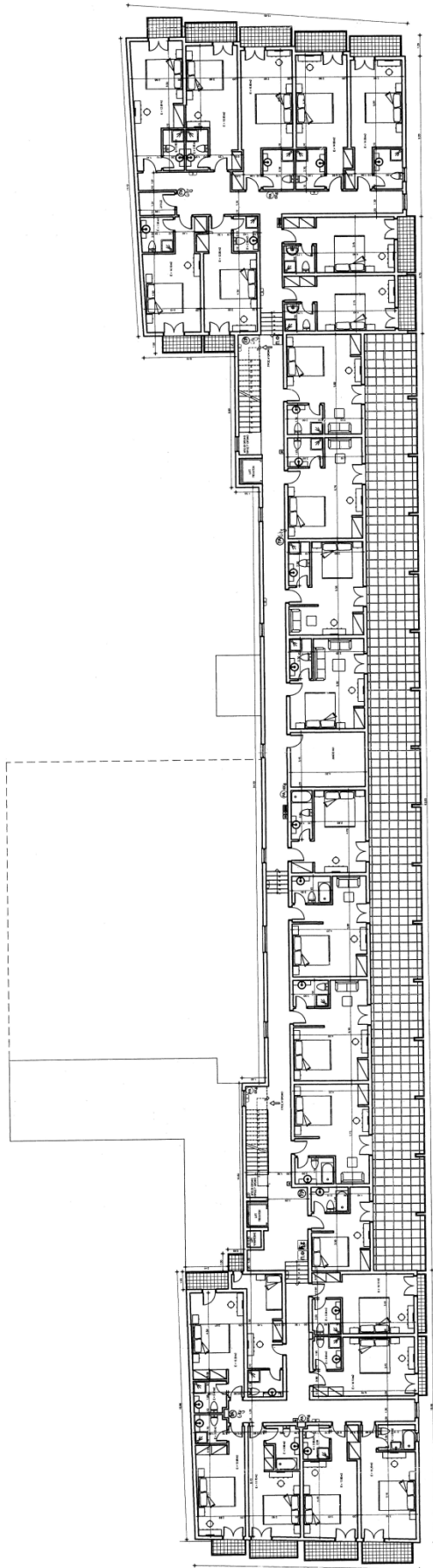
Εικόνα 10: Κάτοψη Υπογείου του Sergios Hotel



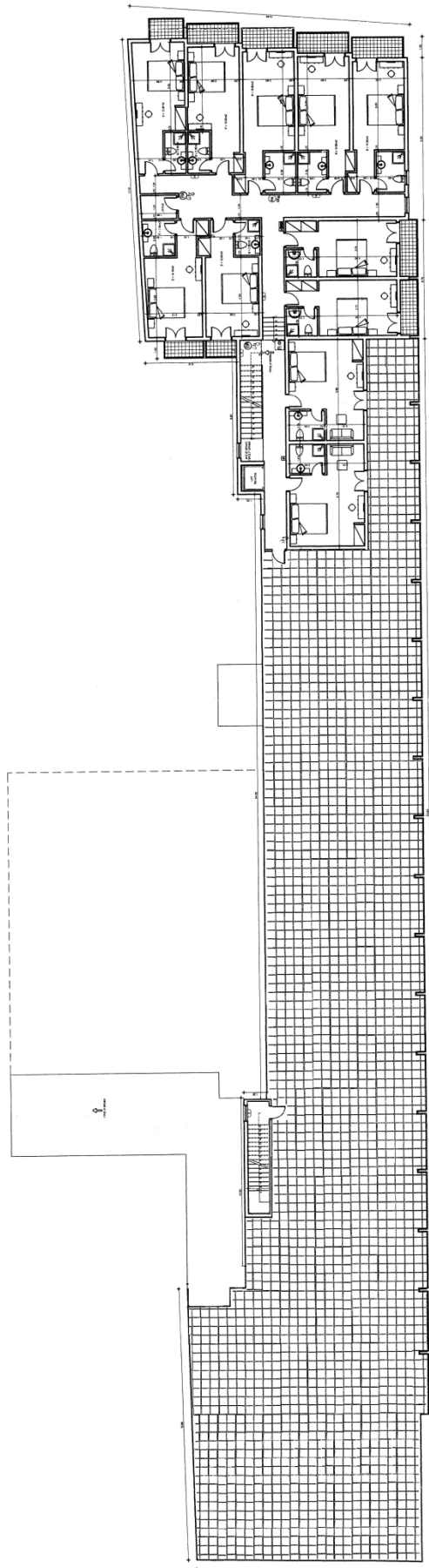
Εικόνα11: Κάτοψη Ισογείου του Sergios Hotel



Εικόνα 12: Α' Ορόφου Υπογείου του Sergios Hotel



Εικόνα 4: Κάτοψη Γ' Ορόφου του Sergios Hotel



Εικόνα 5: Κάτοψη Δ' Ορόφου του Sergios Hotel

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Thalassa Beach Resort Hotel

Η ξενοδοχειακή μονάδα κλασικού τύπου και τεσσάρων Αστέρων (4*) και 157 κλινών με την ονομασία «Thalassa Beach Resort» βρίσκεται εντός οικισμού Αγίας Μαρίνας στην περιοχή «Αμμούτσες» του δημοτικού διαμερίσματος Αγίας Μαρίνας, επί της οδού Αγίας Μαρίνας στον αριθμό 249 και διοικητικά υπάγεται στο Δήμο Χανίων του Νομού Χανίων.

Το γήπεδο στο οποίο στεγάζεται η επιχείρηση είναι παραθαλάσσιο με τα βόρεια όριά του να είναι παρακείμενα της γραμμής παραλίας. Τα νότια όρια του γηπέδου είναι παρακείμενα της οδού Αγίας Μαρίνας (παλαιά Εθνική Οδός Χανίων-Καστελίου), ενώ από δυτικά και ανατολικά συνορεύει με γήπεδα άλλων ιδιοκτητών. Οδός πρόσβασης είναι η ασφαλτοστρωμένη οδός Αγίας Μαρίνας (παλαιά εθνική οδός Χανίων-Καστελίου). Κατά την εποχική περίοδο λειτουργίας του ξενοδοχείου, από Απρίλιο έως Νοέμβριο, παραχωρείται στην επιχείρηση από τον Δήμο Χανίων και κατόπιν ετήσιου συμφωνητικού μισθώσεως η απλή χρήση τμήματος του αιγιαλού στην περιοχή Κάτω Αγία Μαρίνα, προκειμένου η πρώτη να το χρησιμοποιήσει για να τοποθετήσει ομπρέλες και καθίσματα. Οι πλησιέστεροι αρχαιολογικοί χώροι και μνημεία είναι συγκεντρωμένα στην πόλη των Χανίων σε απόσταση 8 χιλιομέτρα ανατολικά του γηπέδου και φαίνονται παρακάτω στον Πίνακα 1. Οι σημαντικότερες πλησιέστερες υποδομές μεταφορών από την ξενοδοχειακή μονάδα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Ενδεικτικά οι αποστάσεις παρουσιάζονται και στην Εικόνα 2.

Χαρακτηρισμός	Όνομα	Απόσταση
Αρχαιολογικός χώρος	Παλαιά Πόλη Χανίων	8 χλμ
Αρχαιολογικός χώρος	Κυδωνία	8 χλμ
Μνημείο	Ρολόι Κήπου	8 χλμ
Μνημείο	Δημοτική Αγορά Χανίων	8 χλμ
Μνημείο	Βίλα Κούνδουρου	8 χλμ

Πίνακας 1: Αποστάσεις αρχαιολογικών χώρων και μνημείων από την ξενοδοχειακή μονάδα

Υποδομή	Όνομα	Απόσταση
Αεροδρόμιο	Ι. Δασκαλογιάννης	19 χλμ

Λιμάνι (εμπορικό)	Σούδας	14 χλμ
-------------------	--------	--------

Πίνακας 2: Αποστάσεις υποδομών μεταφορών από την ξενοδοχειακή μονάδα

Η μονάδα αποτελείται από ένα κεντρικό κτηριακό συγκρότημα τεσσάρων επιπέδων και η παρούσα συνολική της δυναμικότητα ανέρχεται σε εβδομήντα επτά (77) δωμάτια και εκατόν πενήντα επτά (157) κλίνες. Αναλυτικά :

Στο Β' υπόγειο (Εικόνα 6) περιλαμβάνονται :

- αποθήκες τροφίμων, ψυκτικοί θάλαμοι, βοηθητικοί χώροι κουζίνας
- τραπεζαρία, αποδυτήρια, και WC προσωπικού
- μηχανοστάσια
- ηλεκτροστάσιο
- διάφορους βοηθητικούς χώρους, αποθήκες, λινόθηκη
- χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων 25 θέσεων
- WC πελατών που εξυπηρετούν την πισίνα και το Snack Bar

Στο Α' υπόγειο (Εικόνα 7) με εμβαδό περιλαμβάνονται :

- αίθουσα συνεδρίων 180 θέσεων
- γυμναστήριο – spa - hammam
- δωμάτια (22)

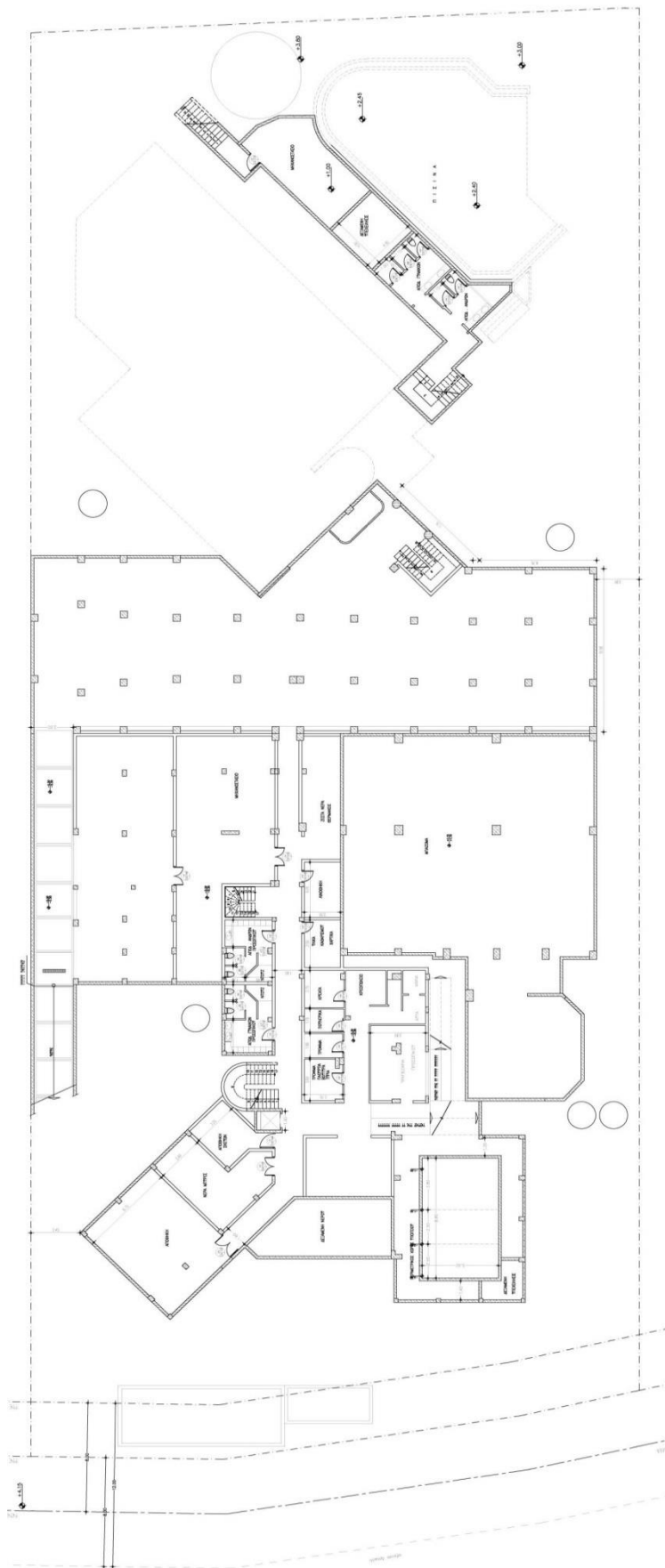
Στο ισόγειο (Εικόνα 8) περιλαμβάνονται :

- χώρος υποδοχής
- σαλόνι
- κουζίνα
- εστιατόριο (με βεράντα)
- Bar (εσωτερικό και εξωτερικό)
- χώροι φύλαξης αποσκευών και τιμαλφών
- TV Room
- γραφεία διεύθυνσης και λογιστήριο
- δωμάτια (22)

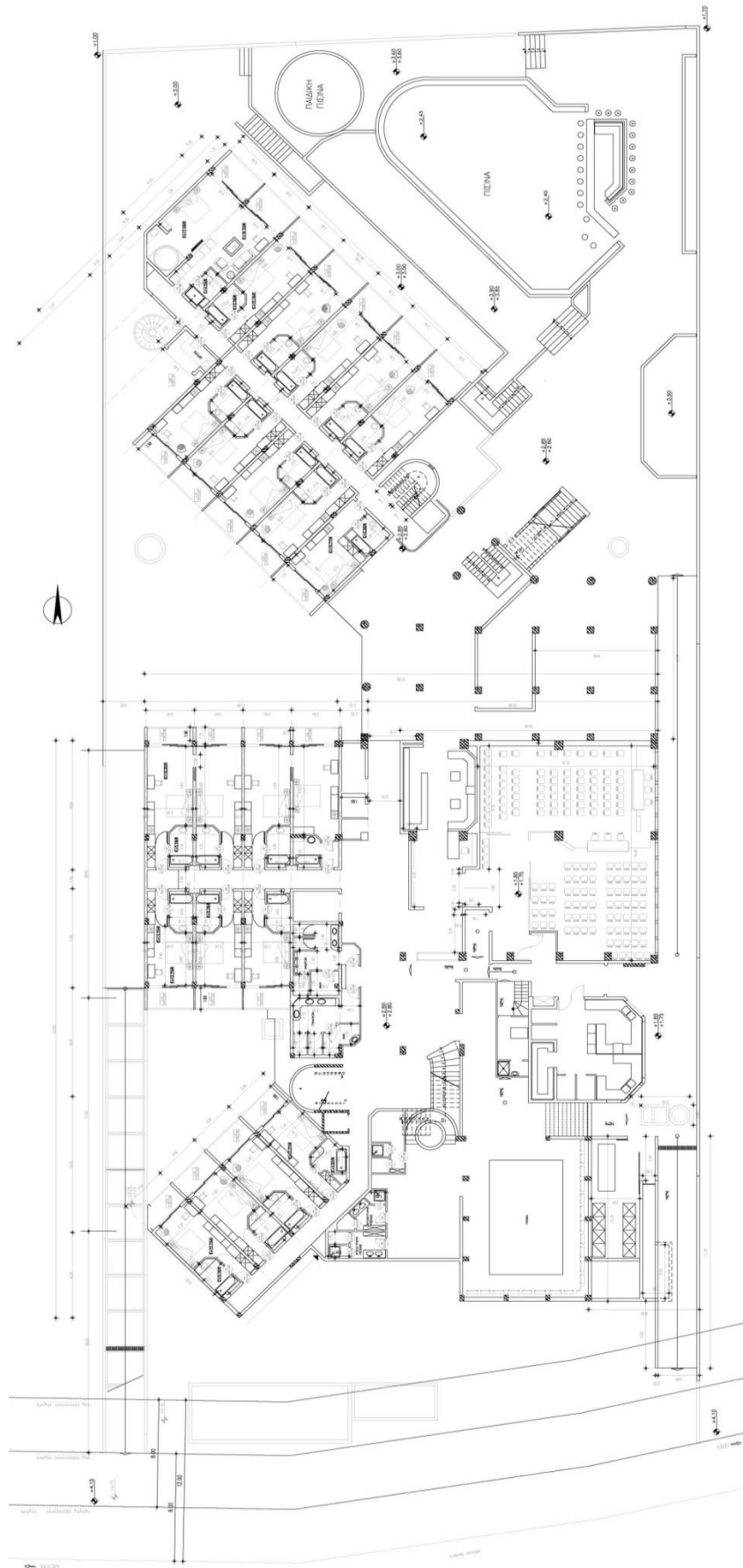
Ο Α' όροφος (Εικόνα 9) περιλαμβάνει τα υπόλοιπα δωμάτια του ξενοδοχείου (33).

Στον περιβάλλοντα χώρο της επιχείρησης υπάρχουν τα εξής :

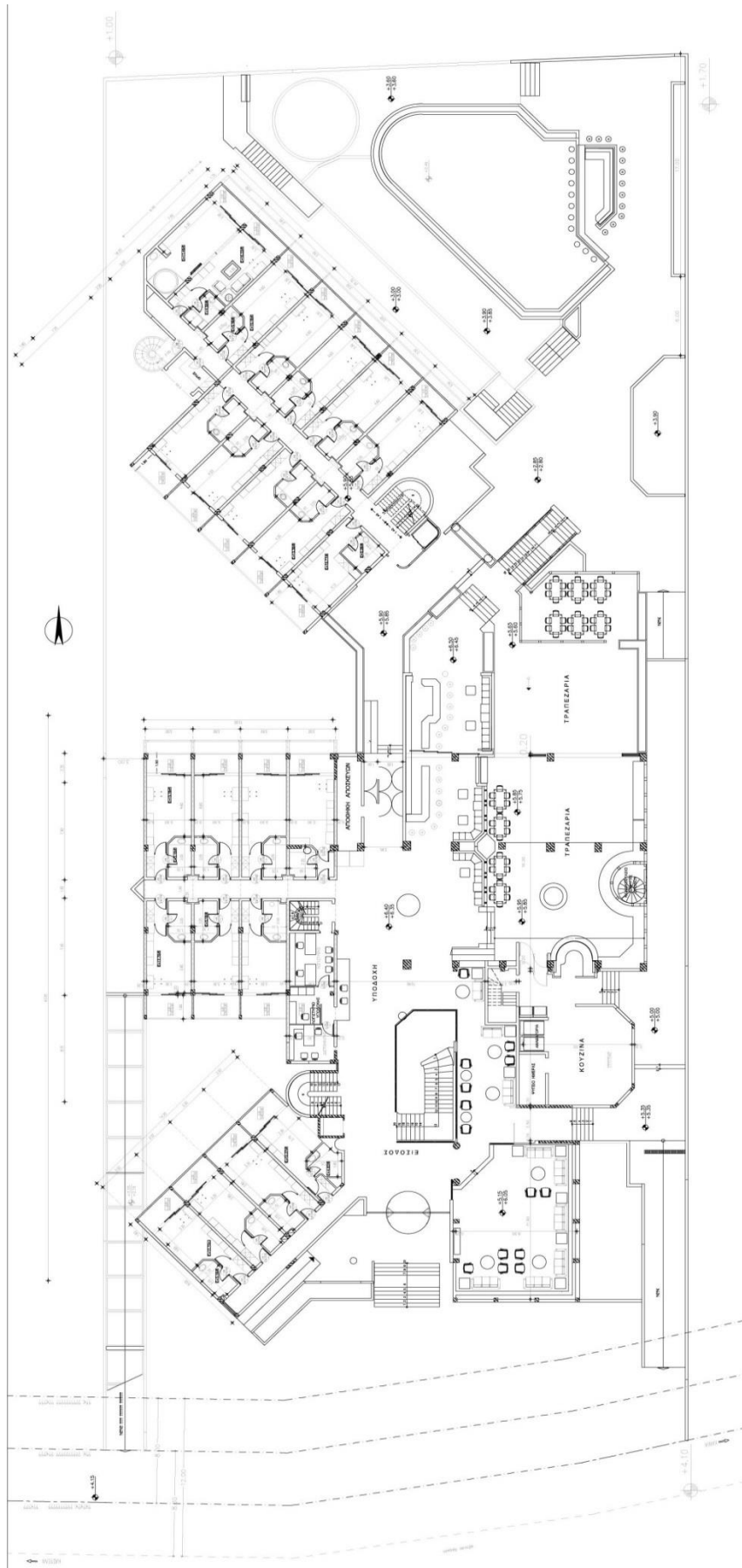
- δύο κολυμβητικές δεξαμενές
- Pool Bar
- ξαπλώστρες και ομπρέλες δίπλα στην πισίνα και την παραλία
- χώρος στάθμευσης τεσσάρων (4) θέσεων αυτοκινήτων ή δύο (2) λεωφορείων



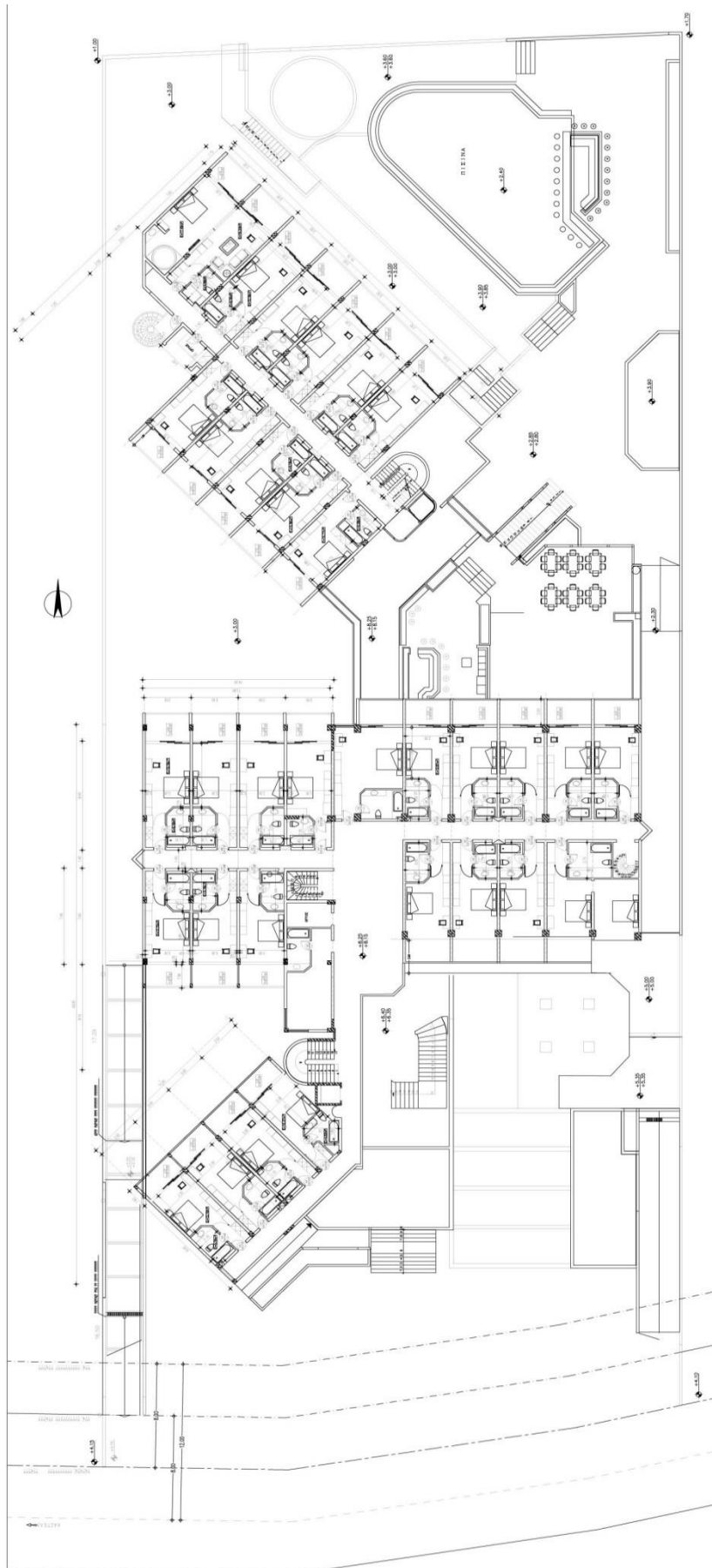
Εικόνα 6: Κάτοψη υπογείου Β' εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Thalassa Beach Resort



Εικόνα 7: Κάτοψη υλογείου Α' εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Thalassa Beach Resort



Εικόνα 8: Κάτοψη ισόγειου Α' εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Thalassa Beach Resort



Εικόνα 9: Κάτοψη ορόφου εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Thalassa Beach Resort

Apollonia Beach Resort & Spa

Η ξενοδοχειακή μονάδα κλασικού τύπου και πέντε Αστέρων (5*) με την ονομασία Apollonia Beach Resort & Spa βρίσκεται στην περιοχή Αμμουδάρα του δήμου Γαζίου, στα δυτικά προάστια του νομού Ηρακλείου, επί της οδού Παπανδρέου στον αριθμό 1. Η ξενοδοχειακή μονάδα απέχει μόλις 9 χιλιόμετρα από το κέντρο του Ηρακλείου ενώ οι αποστάσεις των βασικότερων σημείων ενδιαφέροντος από το ξενοδοχείο φαίνονται παρακάτω στον Πίνακα 1.

Η ξενοδοχειακή μονάδα αναπτύσσεται σε παραλιακό οικόπεδο. Κατά την εποχική περίοδο λειτουργίας του ξενοδοχείου, από Απρίλιο έως Νοέμβριο, ενοικιάζεται στην επιχείρηση από τον Δήμο Γαζίου και κατόπιν ετήσιου συμφωνητικού μισθώσεως η απλή χρήση τμήματος του αιγιαλού στην περιοχή Αμμουδάρα, προκειμένου να το χρησιμοποιήσει για να τοποθετήσει ομπρέλες και καθίσματα. Οι σημαντικότερες πλησιέστερες υποδομές μεταφορών από την ξενοδοχειακή μονάδα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Χαρακτηρισμός	Όνομα	Απόσταση
Αρχαιολογικός χώρος	Κνωσός	7 χλμ
Αρχαιολογικός χώρος	Φαιστός	30 χλμ
Μουσείο	El Greco	15 χλμ

Πίνακας 3: Αποστάσεις αρχαιολογικών χώρων και μνημείων από την ξενοδοχειακή μονάδα

Υποδομή	Όνομα	Απόσταση
Αεροδρόμιο	Νίκος Καζαντζάκης	10 χλμ
Λιμάνι	Ηρακλείου	7.5 χλμ

Πίνακας 4: Αποστάσεις υποδομών μεταφορών από την ξενοδοχειακή μονάδα

Διαθέτει 187 δωμάτια (369 κλίνες), που συνθέτουν το κεντρικό κτίριο, και 2 συγκροτήματα bungalow (232 κλίνες)

Όσον αφορά στο κεντρικό κτίριο:

Στο υπόγειο (Εικόνα 10) περιλαμβάνονται:

- αίθουσα συνεδρίων και αίθουσες πολλαπλών χρήσεων
- WC πελατών συμπεριλαμβανομένων και WC AMK που εξυπηρετούν και τους χώρους υποδοχής

- γραφείο συντηρητή
- 4 ηλεκτροστάσια
- μηχανοστάσιο – λεβητοστάσιο
- γενικές αποθήκες – λινόθηκη – πλυντήρια
- εστιατόριο, WC και αποδυτήρια προσωπικού

Στο ισόγειο (Εικόνα 11) περιλαμβάνονται:

- χώρος υποδοχής
- σαλόνια
- TV room
- Bar (εσωτερικό και εξωτερικό)
- χώρος φύλαξης τιμαλφών και αποσκευών, τηλεφωνικοί θάλαμοι, βεστιάριο
- 6 γραφεία διεύθυνσης και λογιστηρίου
- εστιατόριο με μπουφέ (με βεράντα)
- Ασιατικό εστιατόριο (με βεράντα)
- Ιταλικό εστιατόριο (με βεράντα)
- ζαχαροπλαστείο
- καταστήματα
- κουζίνα
- βοηθητικοί χώροι κουζίνας, αποθήκες, ψυγεία
- WC προσωπικού

Στο πατάρι (Εικόνα 12) περιλαμβάνονται :

- 35 δωμάτια συνολικά (28 δίκλινα, 2 σουίτες, 5 μονόκλινα)
- βοηθητικοί χώροι, λινόθηκες κάθε ορόφου

Στους τυπικούς ορόφους (Εικόνα 13) Α, Β, Γ και Δ περιλαμβάνονται:

- 187 δωμάτια συνολικά (174 δίκλινα, 8 σουίτες, 5 μονόκλινα)
- βοηθητικοί χώροι, λινόθηκες κάθε ορόφου

Όσον αφορά στο πρώτο συγκρότημα bungalow (700) :

Στο υπόγειο (Εικόνα 14) περιλαμβάνονται:

- γυμναστήριο

- κομμωτήριο
- 4 χώροι massage, χώροι όπου προσφέρονται για sauna, jacuzzi, ice igloo, laconium, hammam
- κατάσταση κοσμημάτων
- εσωτερική πισίνα
- TV room
- WC πελατών συμπεριλαμβανομένων και WC AMK
- βοηθητικοί χώροι, αποθήκες
- μηχανοστάσιο, λεβητοστάσιο

Στο ισόγειο (Εικόνα 15) και στον όροφο (Εικόνα 16) περιλαμβάνονται:

- 41 δωμάτια συνολικά (41 δίκλινα, 5 σουίτες, 17 μονόκλινα)
- βοηθητικοί χώροι, λινόθήκες κάθε ορόφου

Όσον αφορά στο δεύτερο συγκρότημα bungalow (600) (Εικόνα 17):

Στο υπόγειο περιλαμβάνονται:

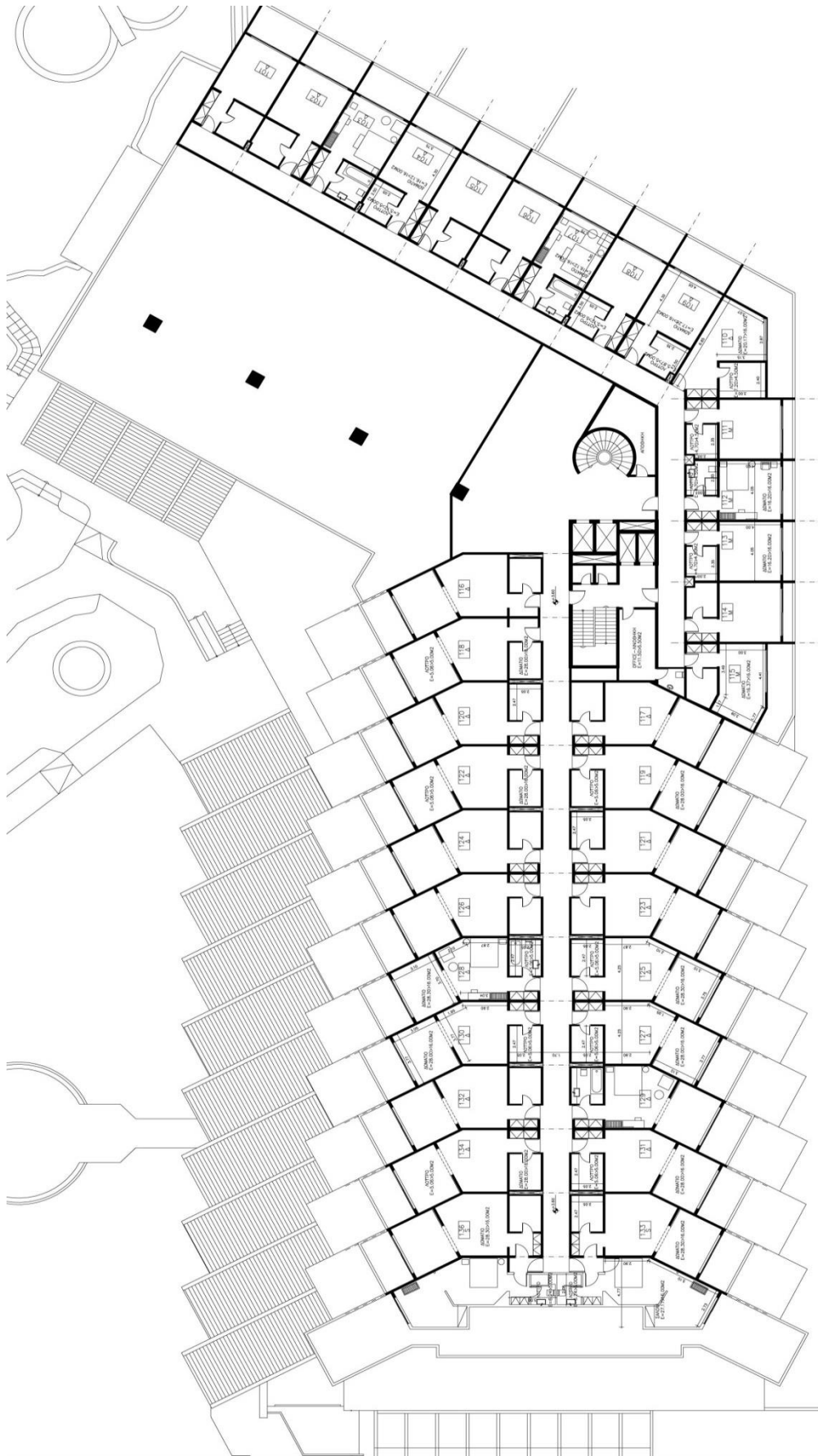
- 15 δωμάτια προσωπικού
- βοηθητικοί χώροι, αποθήκες, ψυγεία
- μηχανοστάσιο, λεβητοστάσιο

Στο ισόγειο και στους ορόφους Α και Β περιλαμβάνονται:

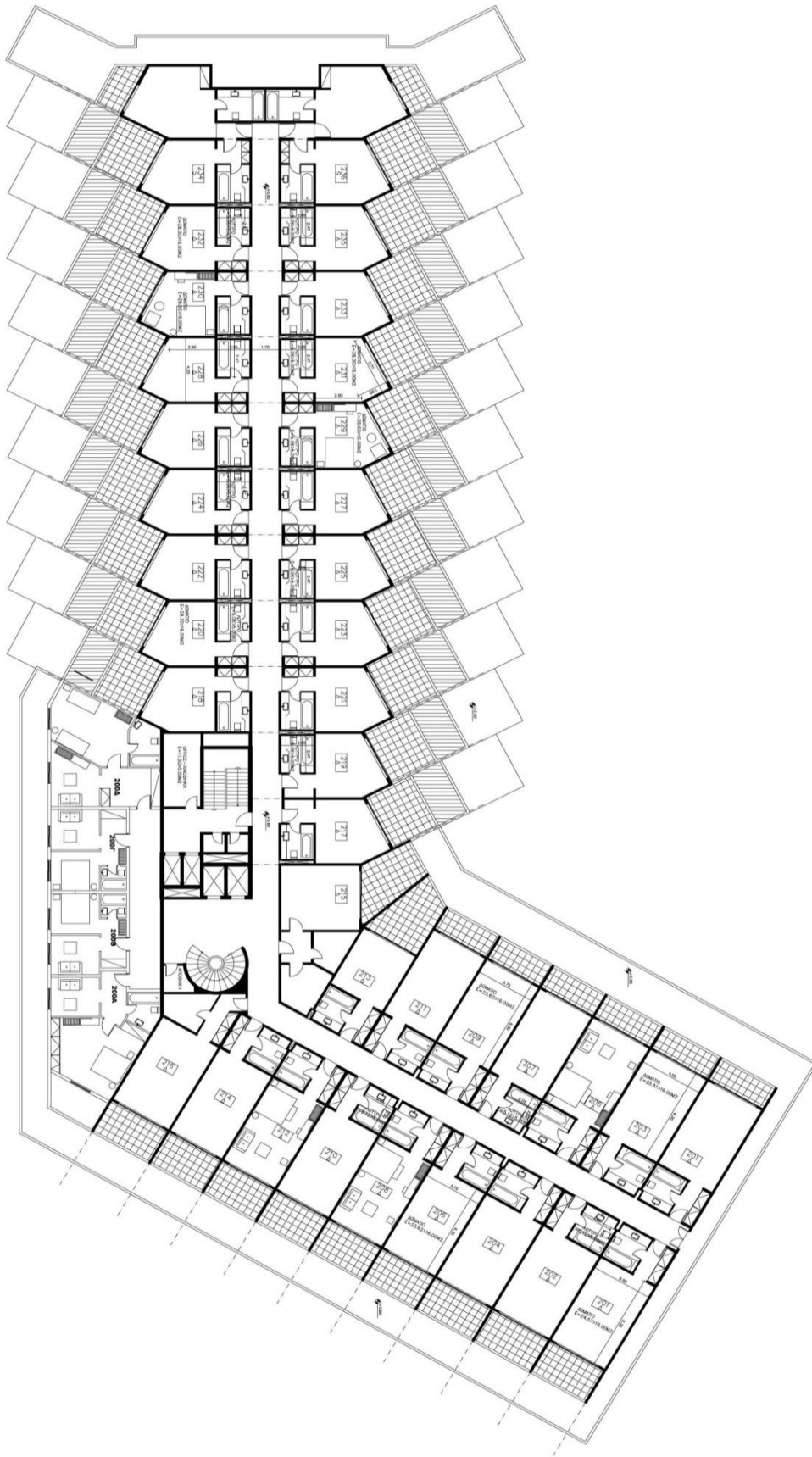
- 79 δωμάτια συνολικά (75 δίκλινα, 4 σουίτες)
- δωμάτια προσωπικού, βοηθητικοί χώροι, λινόθήκες κάθε ορόφου

Επίσης στον περιβάλλοντα χώρο περιλαμβάνονται:

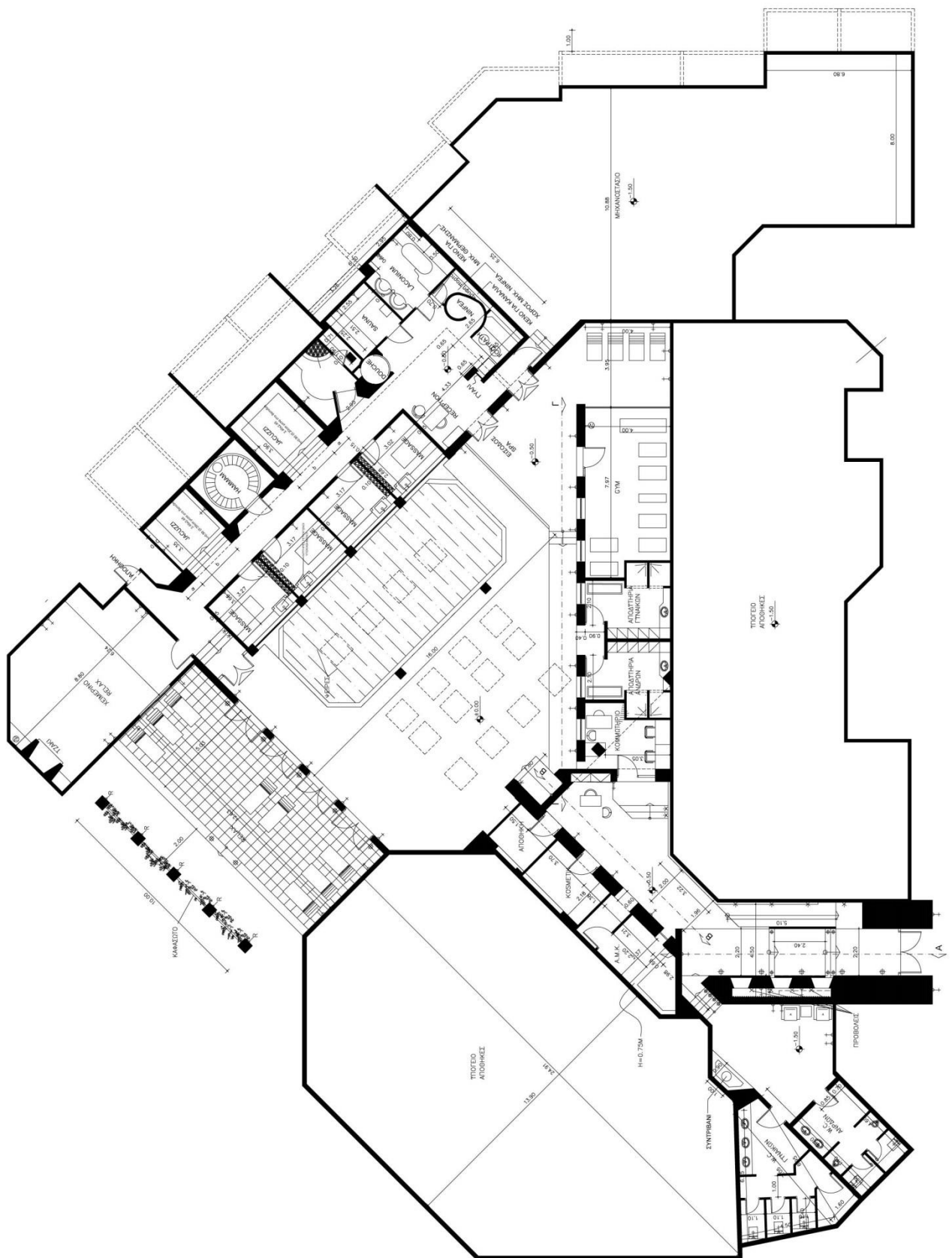
- μια ελληνική ταβέρνα, , σνακ μπαρ πισίνας, beach bar, καφετέρια, κοκτέιλ μπαρ
- 2 εξωτερικές πισίνες, 1 παιδική πισίνα
- γήπεδα για τένις, ποδόσφαιρο παραλίας, beach volley
- παιδική χαρά
- Super market
- κτίριο και εξωτερικός χώρος ταβέρνας
- κτίριο παιδικού σταθμού



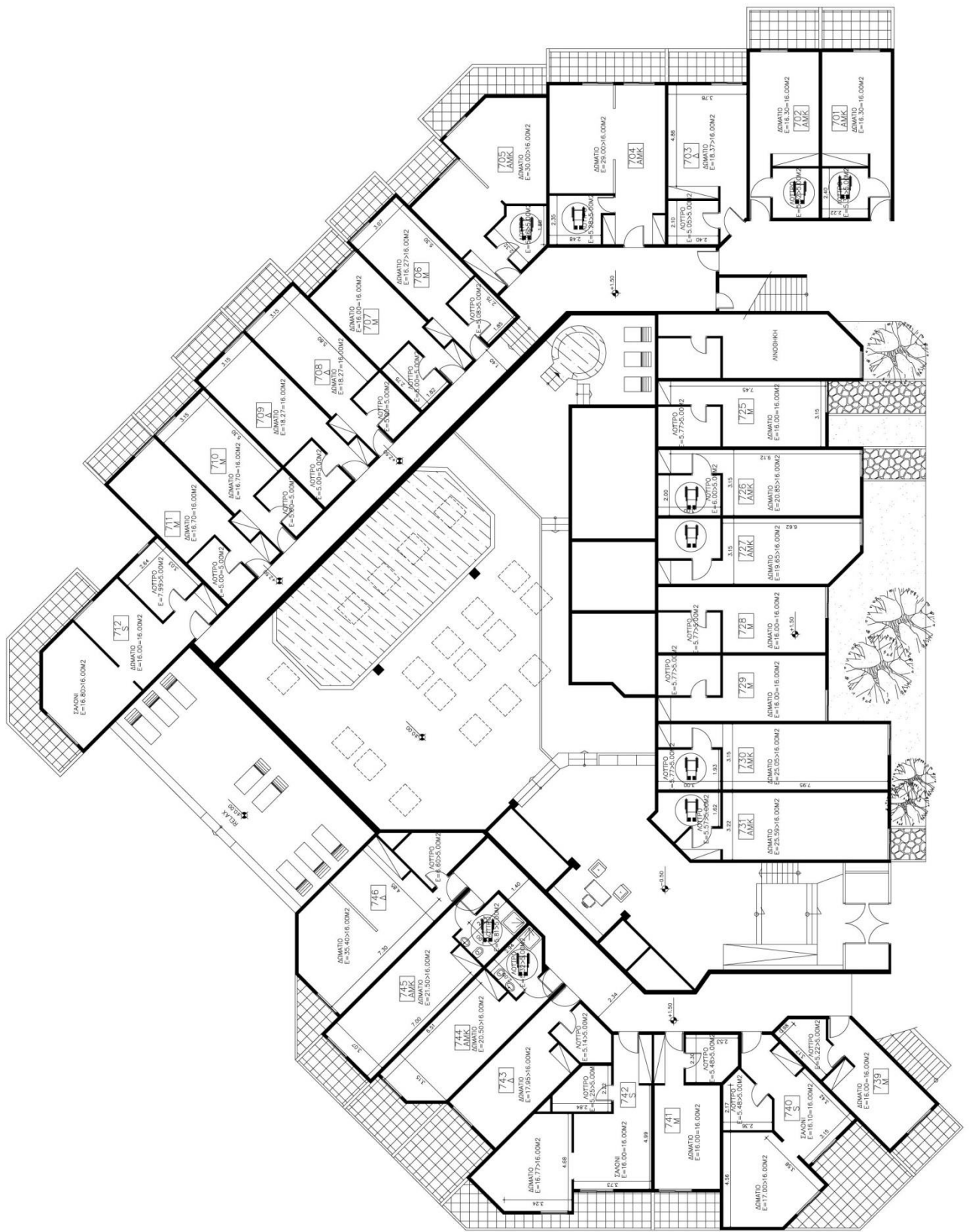
Εικόνα 12: Κάτοψη παταριού κεντρικού κτιρίου εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Apollonia Beach Resort & Spa



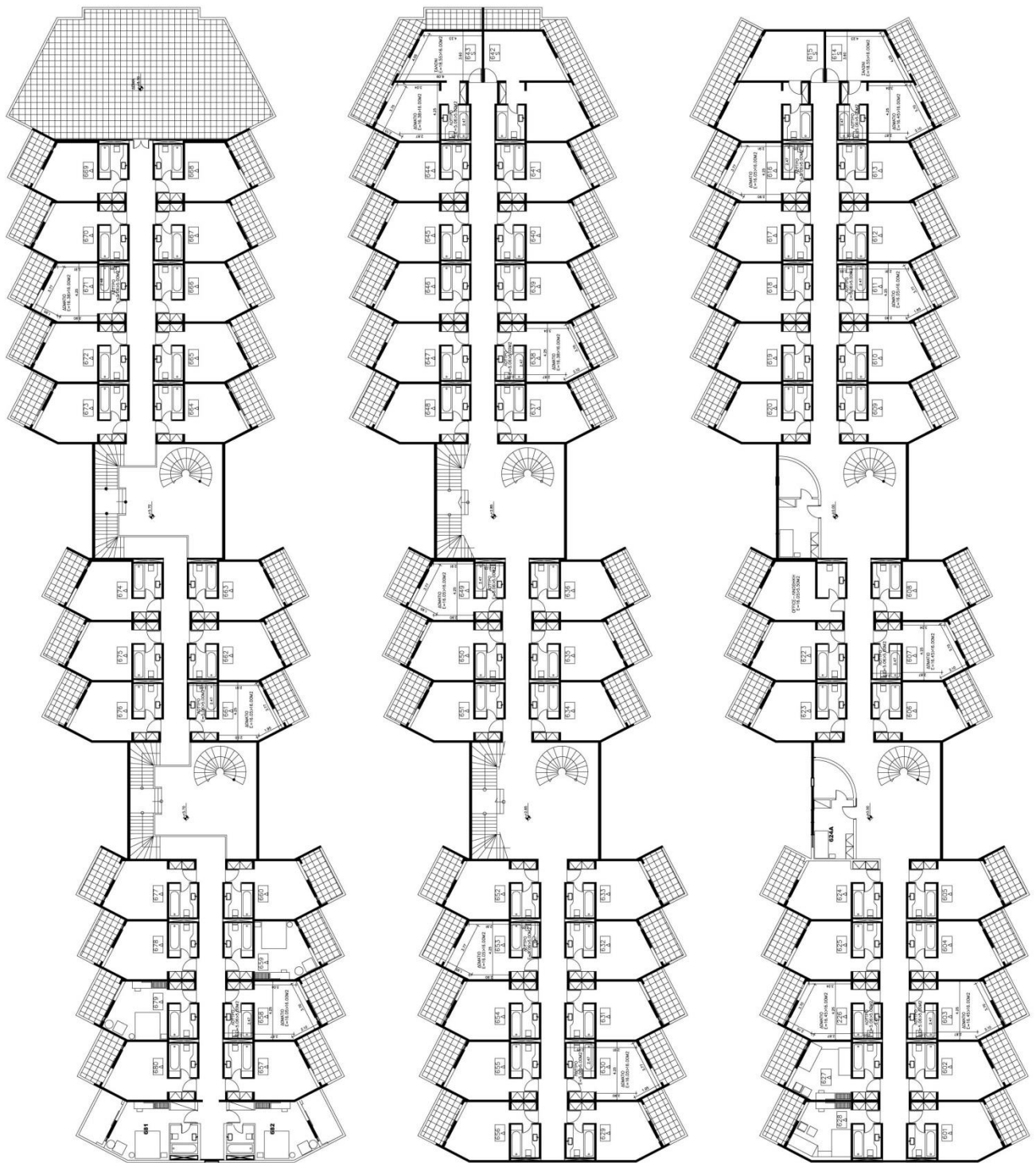
Εικόνα 13: Κάτοψη τυπικών ορόφων Α', Β', Γ', Δ' κεντρικού κτιρίου εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Apollonia Beach Resort&Spa



Εικόνα 14: Κάτοψη υπογείου Spa συγκροτήματος bungalow (700) εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Apollo Beach Resort & Spa



Εικόνα 15: Κάτοψη ισόγειο συγκροτήματος bungalow (700) εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Apollonia Beach Resort & Spa



Εικόνα 17: Κάτοψη Β' ορόφου (αριστερά), Α' ορόφου (μέση), ισόγειου (δεξιά) συγκροτήματος bungalow (600) εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Apollonia Beach Resort & Spa

Creta Palm Resort Hotel and Apartments

Το ξενοδοχείο μικτού τύπου Creta Palm Resort Hotel and Apartments, τεσσάρων Αστέρων (4*) και δυναμικότητας 410 κλινών, βρίσκεται στην περιοχή Κάτω Σταλός, του Δήμου Χανίων, στο Νομό Χανίων, και απέχει μόλις 7 χλμ. από την πόλη των Χανίων. Πρόκειται για ξενοδοχείο επιπλωμένων διαμερισμάτων και συγκεκριμένα Studio και διαμερισμάτων 2 κυρίων χώρων, δυναμικότητας από 2 έως 4 ατόμων έκαστο.

Το ξενοδοχείο λειτουργεί τη θερινή περίοδο, από Απρίλιο μέχρι Οκτώβριο, και στεγάζεται σε οικόπεδο παρακείμενο της οδού Αγίας Μαρίας (παλαιά Εθνική Οδός Χανίων-Καστελίου) και απέχει μόλις 30 μέτρα από την ακτογραμμή. Οι πλησιέστεροι αρχαιολογικοί χώροι και μνημεία είναι συγκεντρωμένα στην πόλη των Χανίων σε απόσταση 7 χλμ ανατολικά του γηπέδου και φαίνονται παρακάτω στον Πίνακα 1. Οι σημαντικότερες πλησιέστερες υποδομές μεταφορών από την ξενοδοχειακή μονάδα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Χαρακτηρισμός	Όνομα	Απόσταση
Αρχαιολογικός χώρος	Παλαιά Πόλη Χανίων	7 χλμ
Αρχαιολογικός χώρος	Κυδωνία	7 χλμ
Μνημείο	Ρολόι Κήπου	7 χλμ
Μνημείο	Δημοτική Αγορά Χανίων	7 χλμ
Μνημείο	Βίλα Κούνδουρου	7 χλμ

Πίνακας 5: Αποστάσεις αρχαιολογικών χώρων και μνημείων από την ξενοδοχειακή μονάδα

Υποδομή	Όνομα	Απόσταση
Αεροδρόμιο	Ι. Δασκαλογιάννης	17χλμ
Λιμάνι	Σούδας	12 χλμ

Πίνακας 6: Αποστάσεις υποδομών μεταφορών από την ξενοδοχειακή μονάδα

Η μονάδα αποτελείται από ένα κεντρικό κτίριο (Α') τριών επιπέδων όπου στεγάζονται οι κεντρικοί χώροι υποδοχής και τα εστιατόρια και 8 επιπλέον κτίρια (Β', Β₁', Γ', Δ', Ε', ΣΤ', Ζ', Η') όπου στεγάζονται εκατον επτά (107) επιπλωμένα διαμερίσματα ενός (Studios) και δύο κυρίων χώρων, δυναμικότητας 2, 4 ή και 6 ατόμων. Αναλυτικά :

Όσον αφορά στο κεντρικό κτίριο Α :

Στο υπόγειο (Εικόνα 18) περιλαμβάνονται :

- Παιδότοπος
- Γυμναστήριο
- Κουζίνα κεντρικού εστιατορίου
- βοηθητικοί χώροι, αποθήκες
- WC και αποδυτήρια προσωπικού
- μηχανοστάσιο – λεβητοστάσιο – ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις

Στο ισόγειο (Εικόνα 19) περιλαμβάνονται :

- χώρος υποδοχής
- Bar
- τηλεφωνικοί θάλαμοι, χώροι αμαξιδίων Α.Μ.Κ.
- mini market
- 2 γραφεία
- εστιατόριο απλών γευμάτων – παρασκευαστήριο
- WC πελατών συμπεριλαμβανομένων και WC ΑΜΚ που εξυπηρετούν και τους χώρους υποδοχής

Στον όροφο στεγάζεται το κεντρικό εστιατόριο με μπουφέ

Όσον αφορά στα κτίρια Β', Β₁', Γ', Δ', Ε' :

Το κάθε κτίριο αποτελείται από τρία επίπεδα (Εικόνες 20, 21, 22 για το υπόγειο, το ισόγειο και τον όροφο του Γ κτιρίου αντίστοιχα) και συνολικά περιλαμβάνουν :

- 17 διαμερίσματα δύο κυρίων χώρων
- 41 Studios (+ 4 Studios για Α.Μ.Κ.)
- βοηθητικοί χώροι, λινοθήκες κάθε ορόφου

Όσον αφορά στο κτίριο ΣΤ' :

Στο ισόγειο (Εικόνα 23) περιλαμβάνονται :

- χώρος υποδοχής
- σαλόνι και Bar
- 1 γραφείο

- βοηθητικοί χώροι, αποθήκες
- WC πελατών συμπεριλαμβανομένων και WC AMK που εξυπηρετούν και τους χώρους υποδοχής
- χώρος στάθμευσης

Στον Α' όροφο περιλαμβάνονται :

- 3 Studios (+ 1 Studio για Α.Μ.Κ.)
- βοηθητικοί χώροι, λινόθήκη ορόφου

Στον Β' όροφο περιλαμβάνονται :

- 2 διαμερίσματα δύο κυρίων χώρων
- 7 Studios
- βοηθητικοί χώροι, λινόθήκη ορόφου

Όσον αφορά στο συγκρότημα Ζ' :

Στο Βόρειο κτίριο:

Στο ισόγειο περιλαμβάνονται :

- χώρος υποδοχής
- σαλόνι και Bar
- 1 γραφείο
- βοηθητικοί χώροι, αποθήκες

Στους Α', Β' ορο\όφους περιλαμβάνονται συνολικά :

- 2 διαμέρισμα δύο κυρίων χώρων
- 8 Studios
- βοηθητικοί χώροι, λινόθήκη ορόφου

Στο Νότιο κτίριο περιλαμβάνονται :

- εστιατόριο απλών γευμάτων, σνακ μπαρ
- WC πελατών συμπεριλαμβανομένων και WC AMK

Όσον αφορά στο κτίριο Η' :

Στο υπόγειο περιλαμβάνονται :

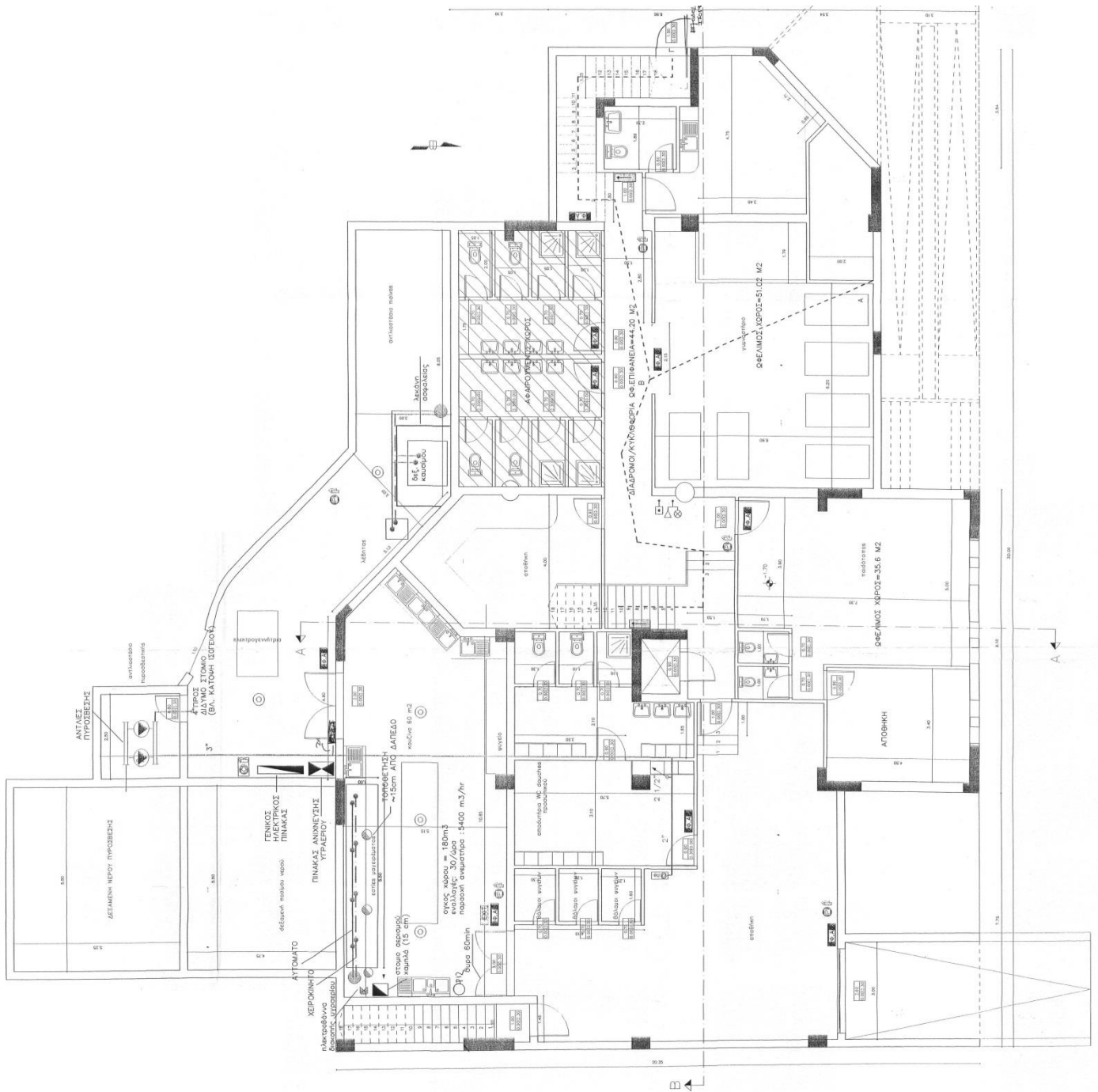
- 2 διαμερίσματα δύο κυρίων χώρων
- 2 Studios για Α.Μ.Κ.
- βοηθητικοί χώροι, αποθήκες

Στο ισόγειο περιλαμβάνονται :

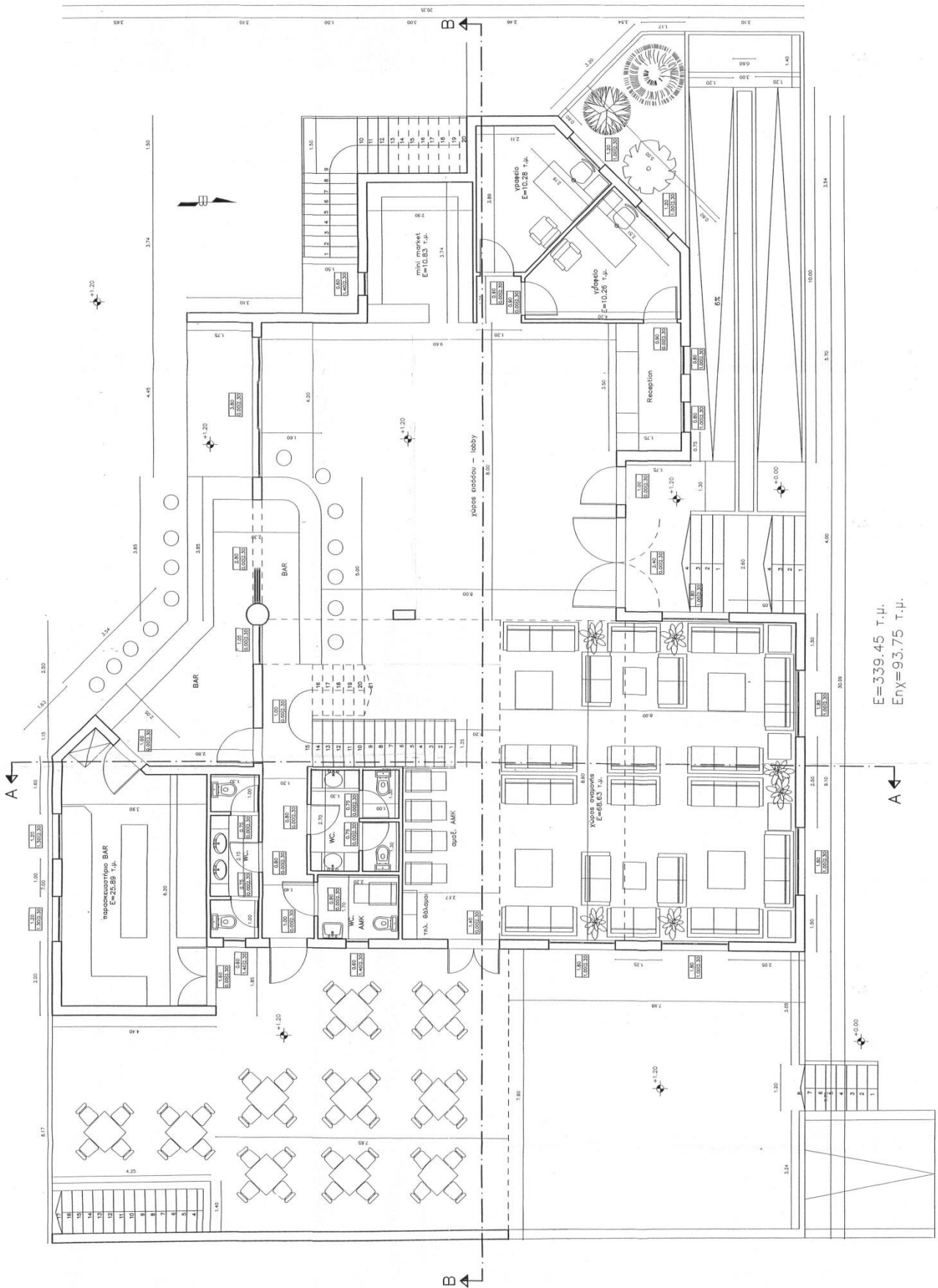
- χώρος υποδοχής
- σαλόνι και Bar
- 1 γραφείο
- WC πελατών συμπεριλαμβανομένων και WC ΑΜΚ που εξυπηρετούν και τους χώρους υποδοχής
- WC και αποδυτήρια προσωπικού
- 3 διαμέρισμα δύο κυρίων χώρων
- 6 Studios
- βοηθητικοί χώροι, αποθήκες

Στον όροφο περιλαμβάνονται :

- 4 διαμερίσματα δύο κυρίων χώρων
- 7 Studios
- βοηθητικοί χώροι, λινόθηκη ορόφου

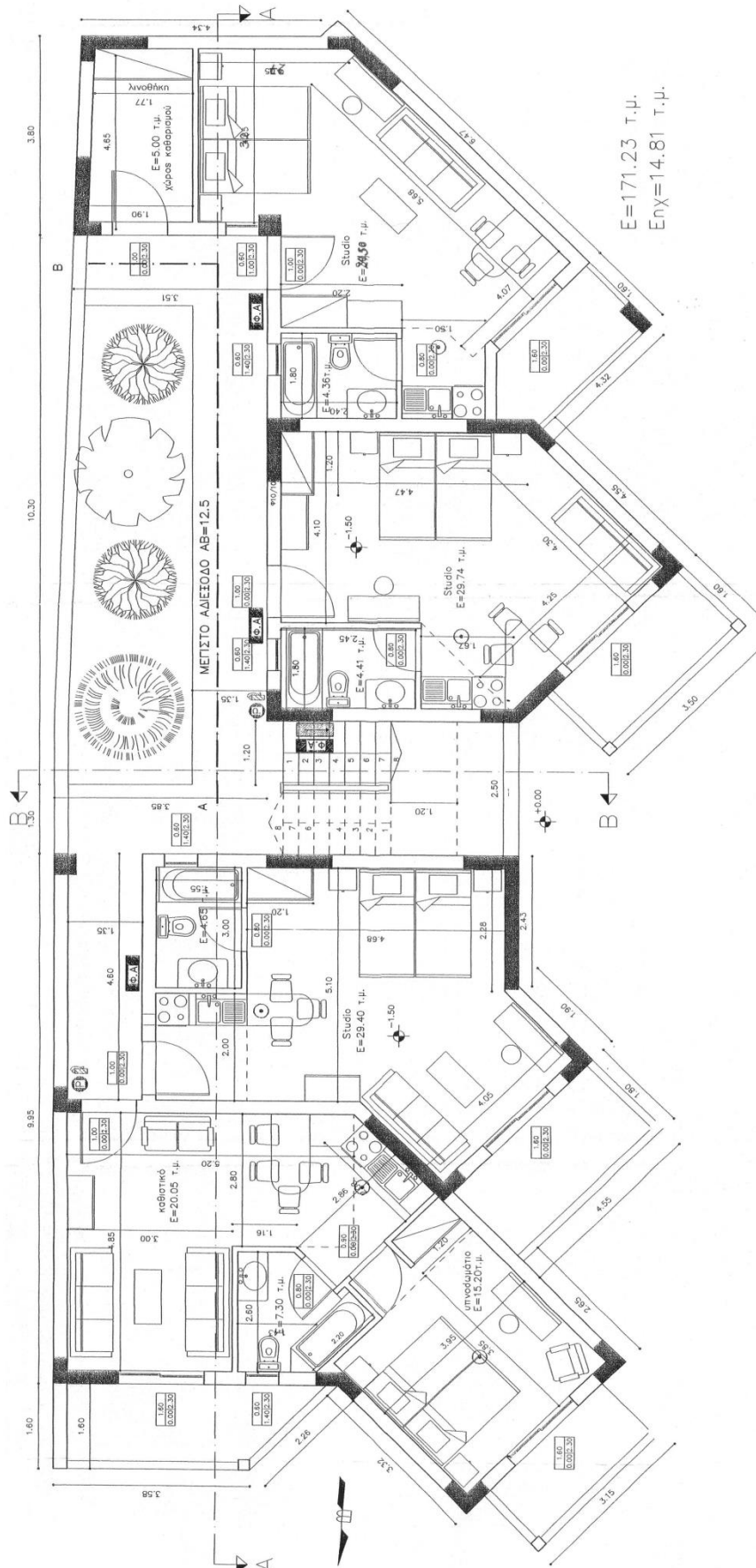


Εικόνα 18: Κάτοψη υλογείου Α' Κτιρίου εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Crete Palm Hotel & Apartments



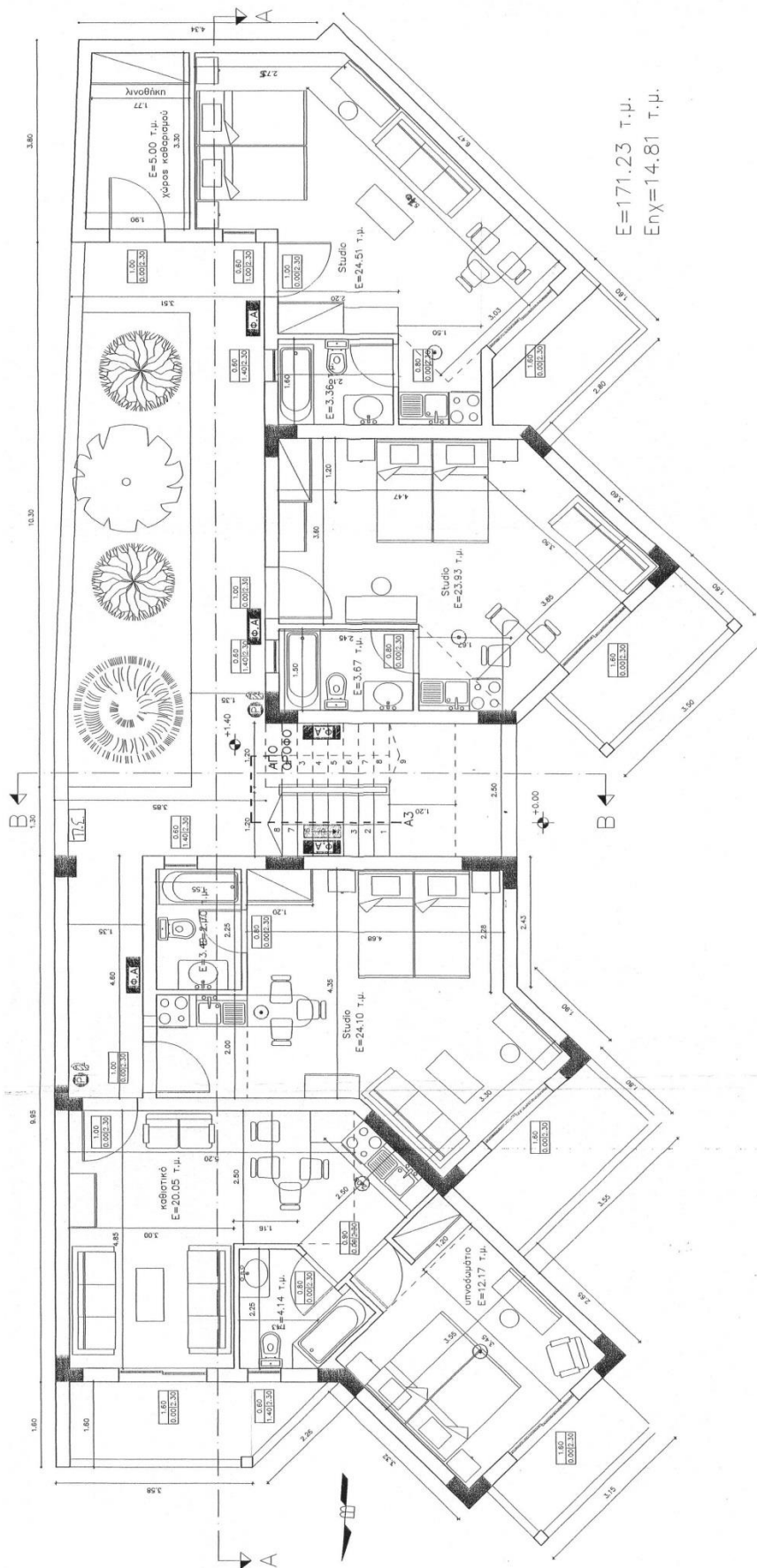
E=339.45 Τ.μ.
Εγχ=93.75 Τ.μ.

Εικόνα 19: Κάτοψη ισογείου Α' Κτιρίου εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Crete Palm Hotel & Apartments

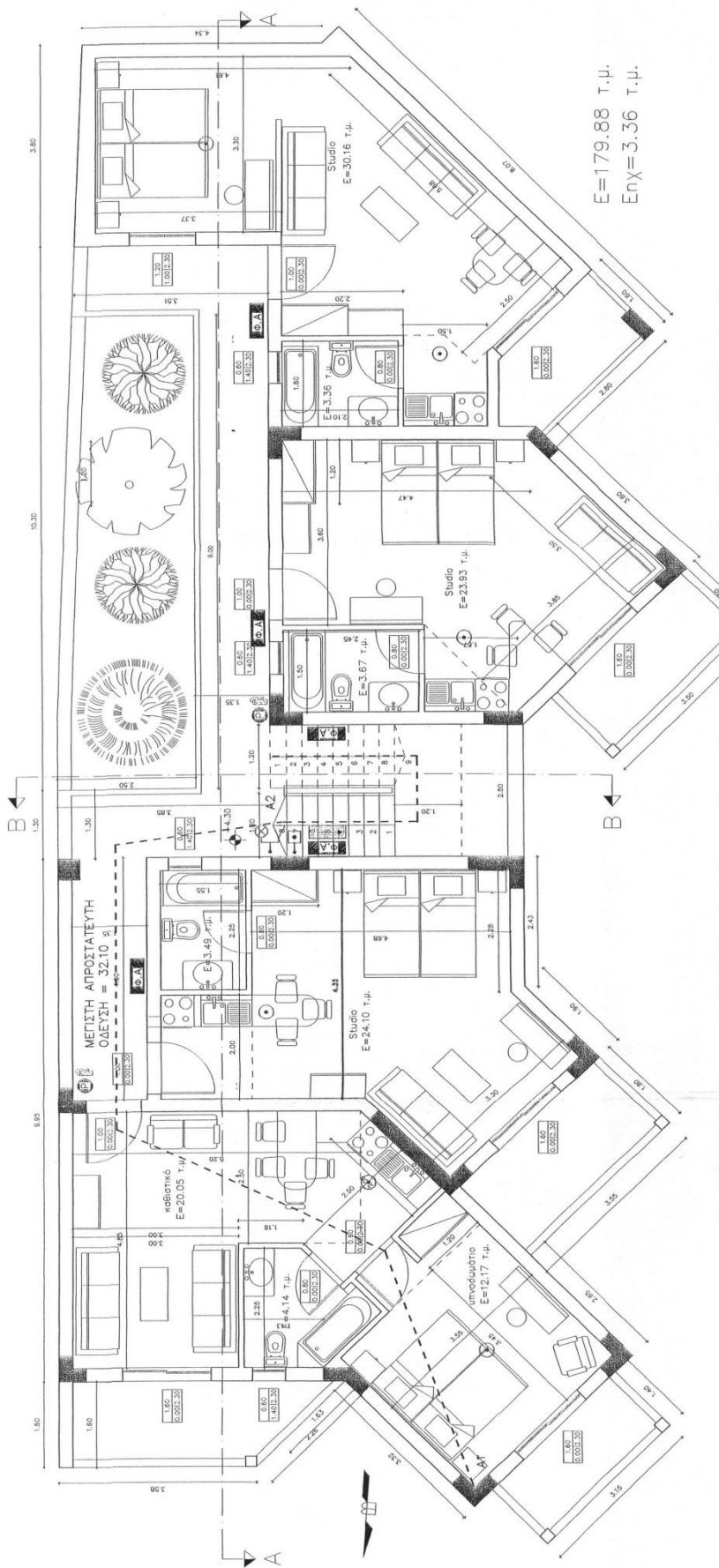


E=171.23 Τ.μ.
ΕΠΧ=14.81 Τ.μ.

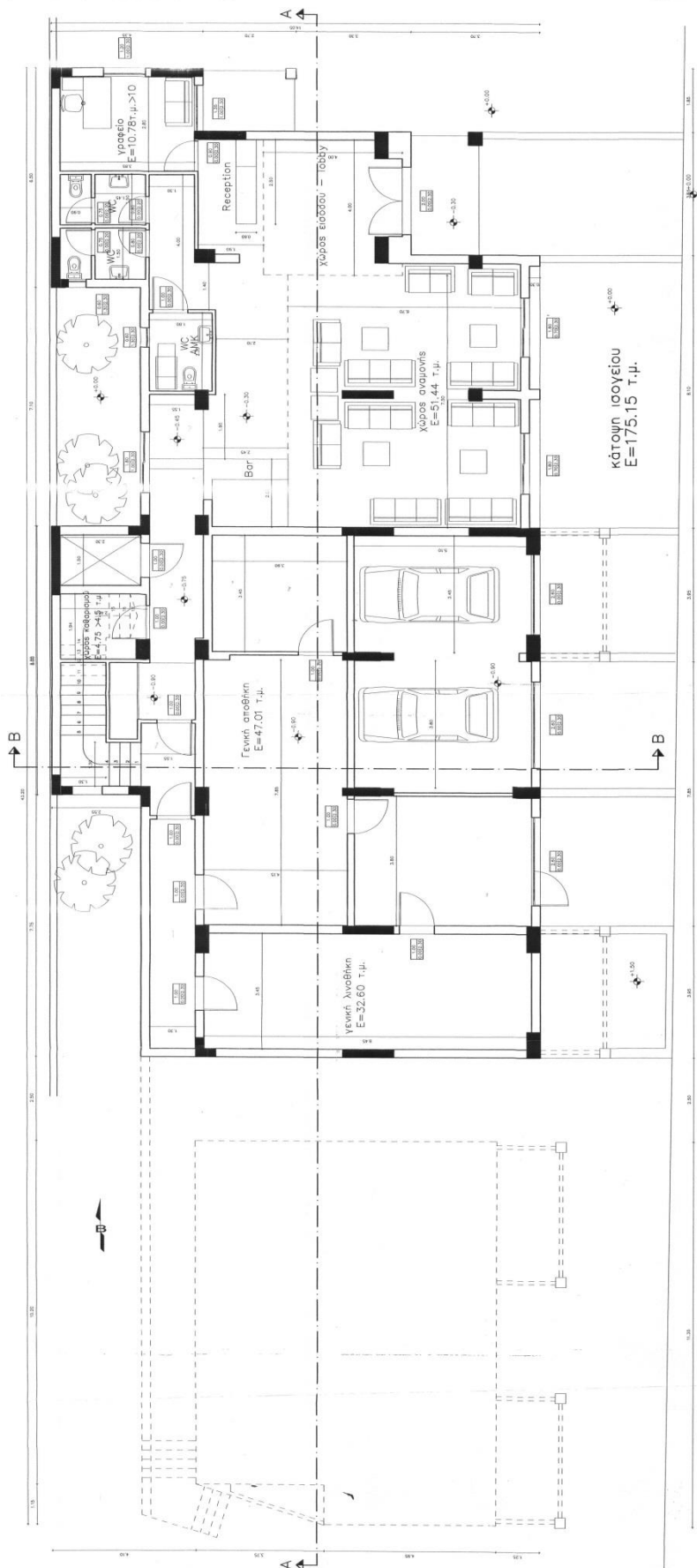
Εικόνα 20: Κάτοψη υπογείου Γ' Κτιρίου εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Crete Palm Hotel & Apartments



Εικόνα 21: Κάτοψη ισόγειο Γ' Κτιρίου εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Crete Palm Hotel & Apartments



Εικόνα 22: Κάτοψη ορόφου Γ' Κτιρίου εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Crete Palm Hotel & Apartments



Εικόνα 13: Κάτοψη υλογείου Στ' Κτιρίου εγκαταστάσεων ξενοδοχείου Crete Palm Hotel & Apartments

