



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΠΜΣ «ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

Ευστράτιου Γ. Κυρίτση

Επιβλέπων : Τζιβανίδης Χρήστος

Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, 2021



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΠΜΣ «ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

Ευστράτιου Γ. Κυρίτση

Επιβλέπων : Τζιβανίδης Χρήστος

Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, 2021



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΠΜΣ «ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

Ευστράτιου Γ. Κυρίτση

Επιβλέπων : Τζιβανίδης Χρήστος

Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις :

Τζιβανίδης Χρήστος , Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Βλυσίδης Απόστολος , Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Βραχόπουλος Μιχαήλ, Καθηγητής Ε.Κ.Π.Α.

ΑΘΗΝΑ, 2021

.....

Ευστράτιος Γ. Κυρίτσης

Διπλωματούχος Μηχανικός Μεταλλείων – Μεταλλουργός Ε.Μ.Π.

Copyright © Ευστράτιος Γ. Κυρίτσης , 2021

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 το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες στον επιβλέποντα της μεταπτυχιακής εργασίας και αναπληρωτή καθηγητή της σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κύριο Τζιβανίδη Χρήστο. Η άμεση ανταπόκρισή του σε κάθε μου απορία καθώς και οι στοχευμένες και εμπειριστατωμένες παρατηρήσεις του βοήθησαν τα μέγιστα στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κύριο Φώτη Σλήμαν, διπλωματούχο Μηχανολόγο Μηχανικό, για της πληροφορίες που μου παρείχε σχετικά με τις μελετώμενες εγκαταστάσεις, και αποτέλεσαν βασικό συστατικό για την πραγμάτωση της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στην οικογένειά μου. Η αμέριστη συμπαράστασή τους και η διαρκής στήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια, αποτέλεσαν το πιο ασφαλές απόγυιο στα χρόνια που διήρκεσε το ταξίδι προς την κατάκτηση των στόχων μου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας» του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Θέμα της αποτελεί η ενεργειακή αναβάθμιση κτιριακών εγκαταστάσεων, τμήματος ξενοδοχειακής μονάδας, με παρεμβάσεις τόσο στα δομικά στοιχεία του κελύφους του κτιρίου όσο και με τη χρήση συστημάτων παραγωγής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές. Για την εκπόνηση της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν σχεδιαστικά προγράμματα όπως το Sketch Up (έκδοση Make 2017) για την γραφική αναπαράσταση των κτιριακών εγκαταστάσεων, Open Studio (έκδοση 2.0.1) για την αναπαράσταση των δομικών στοιχείων και του εξοπλισμού του κτιρίου και τέλος το πρόγραμμα ενεργειακής προσομοίωσης Energy Plus (έκδοση V9-2-0).

Η διάρθρωση της εργασίας είναι ακόλουθη.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται συνοπτική παρουσίαση των παγκόσμιων ενεργειακών καταναλώσεων, στο πέρασμα των ετών από τη Βιομηχανική επανάσταση και έπειτα. Παρουσιάζονται οι πηγές από τις οποίες προέρχεται η καταναλισκόμενη ενέργεια αλλά και οι τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας με το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης. Τέλος, παρουσιάζεται συνοπτικά ο τομέας ηλεκτροπαραγωγής στον ελληνικό χώρο καθώς και η συμμετοχή του κτιριακού τομέα στις συνολικές εγχώριες καταναλώσεις.

Το δεύτερο κεφάλαιο, αποτελεί οδηγό για την πραγμάτωση της εργασίας. Παρουσιάζονται όλα τα χρήσιμα και διαθέσιμα στοιχεία για τις κτιριακές εγκαταστάσεις. Τα δομικά τους στοιχεία περιγράφονται εκτενώς και έρχονται σε άμεση σύγκριση, μέσω του συντελεστή θερμοπερατότητας, με τα οριζόμενα από τις νομοθεσίες πλαίσια. Παρουσιάζονται κύρια τμήματα του εξοπλισμού, όπως οι χρησιμοποιούμενες κλιματιστικές συσκευές, ο εξοπλισμός της κουζίνας καθώς και ο εξοπλισμός παραγωγής ζεστού νερού χρήσης. Τονίζεται, ότι σε σημεία της εργασίας όπου η πληροφόρηση ήταν ελλιπής, έγινε χρήση Τεχνικών Οδηγιών του Τ.Ε.Ε. , ώστε να ξεπεραστούν οι όποιες δυσκολίες.

Σειρά λαμβάνει η σχεδιαστική απεικόνιση του κτιρίου, μέσω του προγράμματος Sketch Up. Τα δύο κτίρια επεξεργάστηκαν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο, λόγω της δυσκολίας της συγκεκριμένης έκδοσης, να είναι ακριβής σε μεγάλο όγκο πληροφοριών. Παρουσιάζεται ο τρόπος σχεδίασης, οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν και γίνεται αναφορά σε συγκεκριμένες εγγενείς δυσκολίες του προγράμματος και στον τρόπο με τον οποίο αυτές αντιμετωπίστηκαν. Τέλος, γίνεται αναφορά στον τρόπο σχεδίασης και εισαγωγής στο πρόγραμμα συστημάτων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (φωτοβολταϊκά και ηλιακούς συλλέκτες παραγωγής ζεστού νερού).

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται χρήση του προγράμματος Open Studio, το οποίο αποτελεί συνδετικό κρίκο μεταξύ του Sketch Up και του Energy Plus. Μέσω της χρήσης του συγκεκριμένου λογισμικού, δίνετε η δυνατότητα στο χρήστη να επεξεργαστεί σειρά στοιχείων, τα οποία θα του επιτρέψουν να εκτελέσει ενεργειακή προσομοίωση η οποία θα αναπαριστά την υπαρκτή κατάσταση όσο το δυνατόν πληρέστερα και ακριβέστερα. Μέσω του συγκεκριμένου προγράμματος, ορίστηκαν τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής, ορίστηκαν τα δομικά στοιχεία και οι χώροι που αποτελούν κάθε κτίριο καθώς και ανατέθηκαν στους χώρους αυτούς τα κατάλληλα συστήματα κλιματισμού και παραγωγής ζεστού νερού. Κάθε ένα από τα παραπάνω βήματα περιγράφεται αναλυτικά με τη μορφή κειμένου και εικόνων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Παρουσιάζονται τα εκτιμώμενα ποσά καταναλισκόμενης ενέργειας και τους κόστους τους και μέσω συνοπτικής παρουσίασης

του ενεργειακού μίγματος του ΑΣΠ Κω, γίνεται εκτίμηση των αναμενόμενων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι προτάσεις που θα συμβάλλουν στην ενεργειακή αναβάθμιση του των κτιρίων. Πέραν των προτεινόμενων στο κέλυφος παρεμβάσεων γίνεται αναλυτική παρουσίαση του τρόπου τοποθέτησης και εγκατάστασης των επιλεγόμενων ηλιοθερμικών εγκαταστάσεων. Τέλος οι ενεργειακές οικονομικές και περιβαλλοντικές μεταβολές που επιφέρουν οι αλλαγές αυτές, σε κάθε κτίριο ξεχωριστά, παρουσιάζονται συνοπτικά.

Το έβδομο κεφάλαιο αποτελεί συνολική και αναλυτική ανασκόπηση των παρεμβάσεων και των αποτελεσμάτων που επιφέρουν οικονομικά, περιβαλλοντικά και ενεργειακά στο σύνολο των μελετώμενων κτιριακών δομών.

Τέλος, στο όγδοο κεφάλαιο πραγματοποιείται οικονομοτεχνική μελέτη των συστημάτων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές με σκοπό την εκτίμηση του χρόνου απόσβεσης των πραγματοποιούμενων επενδύσεων, και κυρίως την εκτίμηση του οικονομικού συμφέροντος πραγματοποίησής τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας» του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Κεντρικός άξονας, γύρω από τον οποίο περιστρέφεται η εργασία, αποτελεί η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιριακών υποδομών. Ο συγκεκριμένος τομέας περιλαμβάνει τόσο τα κτίρια που χρησιμοποιούνται ως οικίες όσο και τα κτίρια τα οποία χρησιμοποιούνται για την παροχή υπηρεσιών. Διαχρονικά ο τομέας αυτός, αποτελεί ένα από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα, αντιπροσωπεύοντας το 1/5 των συνολικών καταναλώσεων. Κύριες πηγές της τελικώς χρησιμοποιούμενης ενέργειας αποτελούν τα ορυκτά καύσιμα. Η χρήση τους γίνεται άμεσα, μέσω καύσης τους για την παροχή θερμότητας, είτε έμμεσα, μέσω της χρήσης ηλεκτρισμού που παρέχεται από το κεντρικό δίκτυο. Με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης, αλλά και των επιπτώσεων που αυτή επιφέρει στο περιβάλλον, πολλές κυβερνήσεις εφάρμοσαν πολιτικές με την παραπάνω στόχευση.

Στη χώρα μας οι πολιτικές αυτές εκφράστηκαν κυρίως μέσω κρατικών επιχορηγήσεων που στόχευαν στην ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων, συνεπικουρούμενες και από τις αντίστοιχες νομοθεσίες. Αρχικά η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, μέσω παρεμβάσεων στο κέλυφος των κτιρίων και μέσω εκσυγχρονισμού του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού, κι εσχάτως η εισαγωγή συστημάτων ΑΠΕ με σκοπό την παραγωγή μέρους ή και του συνόλου της καταναλισκόμενης ενέργειας, αποτέλεσαν αιχμή του δόρατος στο όλο εγχείρημα.

Στην παρούσα εργασία θα εξεταστεί η ενεργειακή αναβάθμιση κτιριακών εγκαταστάσεων που λειτουργούν ως ξενοδοχειακή μονάδα. Ο ελληνικός ξενοδοχειακός κλάδος, αντιπροσωπεύει το 0,3% του συνόλου των κτιριακών υποδομών, ωστόσο καταναλώνει περί το 30% της ενέργειας που αντιστοιχεί σε αυτόν τον τομέα. Θα μελετηθεί το κεντρικό κτίριο, το οποίο περιλαμβάνει διαφορετικής χρήσης χώρους, άλλους με μεγάλη και άλλους με μικρότερη κατανάλωση, και ένα από τα κτίρια δωματίων. Αφού απεικονισθούν γραφικά, τόσο το κέλυφος όσο και ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός, θα υπολογισθούν με τη χρήση κατάλληλων προγραμμάτων οι προβλεπόμενες ενεργειακές καταναλώσεις των κτιρίων. Βάσει αυτών, θα προταθούν συγκεκριμένες και ρεαλιστικές παρεμβάσεις, με απώτερο σκοπό τη βελτίωση τόσο από οικονομικής όσο και από περιβαλλοντικής σκοπιάς, της εικόνας των εγκαταστάσεων. Οι προτάσεις βασίζονται κυρίως στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και πιο συγκεκριμένα από την ηλιακή ενέργεια. Τις κατατιθέμενες προτάσεις, ακολουθεί οικονομοτεχνική ανάλυση.

ABSTRACT

This thesis is a part of MSc program "Energy Production and Management" of National Technical University of Athens. The main subject of this thesis is the investigation of energy consumption in the building sector which consists of residential and commercial buildings. Building sector is responsible for 1/5 of the total energy consumption globally. The building energy demand has to do with heating and cooling, lighting and power of the domestic equipment. The main source of energy used, comes from fossil fuels, either directly to fulfill the needs for heating of a space or indirectly via the consumption of electricity. Over the past decades governments around the world, constructed and signed specific protocols that were implemented in their countries in the form of directives or laws, which had to do with the restriction of energy consumption (in all sectors of the economy) and the reduction of gas emissions that are causing environmental pollution.

In Greece, as it concerns the building sector, governments tried to persuade the users, to act on that direction, through financial support and by implementing specific laws concerning the minimum structural standards that a new building had to comply with. These directives were at first expressed through interference in the building structure components and lately, through the implementation of sustainable energy system production that would generate energy for direct consumption by the buildings.

In this particular thesis a part of a hotel utility would be examined. The Greek hotel sector is responsible for a total of 30% of energy consumed by the building sector. The main building, which consist of different types of spaces and a building which consists of guest rooms will be investigated. The total energy consumption of those buildings is the first thing that will be considered and investigated. For that purpose, graphical and simulation programs are going to be used. Following the consumption calculations, specific proposals that are aiming to the reduction of the total energy consumed and the total gas emissions coming from the utility will be presented. One of the totally three proposals has to do with the buildings structure components improvement, whereas the other two, are based on solar energy exploitation. The proposals will be followed by a techno-economic analysis.

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	3
1.1 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας παγκοσμίως	3
1.2 Ενεργειακό μίγμα ανά καύσιμο και τομέα	4
1.3 Εκπεμπόμενοι ρύποι	6
1.4 Αντιμετώπιση κλιματικής αλλαγής και διεθνής περιβαλλοντική πολιτική	7
1.5 Ελληνικό ενεργειακό τοπίο	8
1.6 Χαρακτηριστικά καταναλώσεων τριτογενούς τομέα – Ελλάδα	11
2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΔΟΜΩΝ	14
2.1 Περιγραφή χώρων κτιρίων	14
2.2 Δομικά στοιχεία κτιριακού κελύφους	17
2.2.1 Εξωτερική τοιχοποιία	17
2.2.2 Οροφές – Πυλωτές	18
2.2.3 Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος:	19
2.2.4 Δάπεδα σε επαφή με μη κλιματιζόμενο χώρο (Ισογείου)	20
2.2.5 Πλάκα ορόφου (οροφή κείμενου – δάπεδο υπερκείμενου ορόφου)	20
2.2.6 Εσωτερική τοιχοποιία	21
2.2.7 Σύγκριση ορίων συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων	21
2.3 Συστήματα κλιματισμού Κτιριακών μονάδων	22
2.3.1 Κεντρικό κτίριο	22
2.3.2 Κτίριο δωματίων	22
2.4 Εξοπλισμός επαγγελματικής κουζίνας του ξενοδοχείου	22
2.4.1 Συσκευές με πηγή ενέργειας το υγραέριο	23
2.4.2 Συσκευές με πηγή ενέργειας των ηλεκτρισμό	23
2.5 Παροχή ΖΝΧ	24
2.6 Παραδοχές βασισμένες στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017	24
2.6.1 Αριθμός ατόμων ανά τετραγωνική επιφάνεια	24
2.6.2 Επίπεδο στάθμης φωτισμού	24
2.6.3 Παραγωγή και Καταναλώσεις ΖΝΧ	25
3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SKETCH UP.. 28	
3.1 Διαμόρφωση ψηφιακού περιβάλλοντος εργασίας	28
3.2 Σχεδιασμός Κεντρικού κτιρίου	30
3.2.1 Ημιυπόγειος όροφος	30
3.2.2 Ισόγειος όροφος	39
3.2.2.1 Ορισμός θερμικών ζωνών	40
3.2.3 Τελική όψη κτιρίου	44
3.3 Σχεδιασμός κτιρίου δωματίων	45

3.4	Σχεδιασμός ηλιακών συλλεκτών	47
3.4.1	Shading Surfaces.....	48
3.5	Αποθήκευση προόδου και εκκίνηση επεξεργασίας στο Open Studio	50
4	ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ OPEN STUDIO.....	52
4.1	Γενικές πληροφορίες για το πρόγραμμα	52
4.2	Εισαγωγή δεδομένων – Κεντρικό Κτίριο	52
4.2.1	Καιρικά δεδομένα και ημέρες σχεδίασης συστημάτων Θέρμανσης - Ψύξης.....	52
4.2.2	Επεξεργασία χρονοδιαγραμμάτων.....	53
4.2.2.1	Ζεστό νερό χρήσης	54
4.2.2.2	Θερμοστάτες θέρμανσης – ψύξης.....	56
4.2.2.3	Χρονοδιαγράμματα δραστηριότητας χώρων	59
4.2.3	Επεξεργασία δομικών στοιχείων κτιρίου	64
4.2.3.1	Επεξεργασία καρτέλας Materials	66
4.2.3.2	Επεξεργασία καρτέλας Constructions	69
4.2.3.3	Επεξεργασία καρτέλας Construction Set.....	72
4.2.4	Επεξεργασία φορτίων.....	73
4.2.4.1	Ορισμός ατόμων ανά τετραγωνική επιφάνεια χώρου	74
4.2.4.2	Ορισμός επιπέδου φωτισμού ανά χρήση χώρου	74
4.2.4.3	Ορισμός ισχύος συσκευών κουζίνας	75
4.2.5	Επεξεργασία καρτέλας “Space types”	76
4.2.6	Επεξεργασία καρτέλας HVAC	78
4.2.6.1	Απεικόνιση συστήματος ZNX.....	79
4.2.6.2	Απεικόνιση συστημάτων κλιματισμού	90
4.3	Εξαγωγή αρχείου σε μορφή idf	93
5	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	96
5.1	Κόστος καταναλισκόμενης ενέργειας ανά kWh	96
5.2	Ενεργειακό μίγμα Ηλεκτρικού Συστήματος Kw	97
5.3	Παραγωγή CO ₂ ανά kWh κατανάλωσης	98
5.4	Παρουσίαση ενεργειακών καταναλώσεων κεντρικού κτιρίου	98
5.4.1	Κόστος και περιβαλλοντικό αποτύπωμα	102
5.5	Παρουσίαση ενεργειακών καταναλώσεων κτιρίου δωματίων	102
5.5.1	Κόστος και περιβαλλοντικό αποτύπωμα	103
5.6	Συνολική εικόνα και συμπεράσματα.....	104
6	Προτεινόμενες παρεμβάσεις	106
6.1	Παρεμβάσεις στα δομικά στοιχεία του κτιρίου.....	106
6.1.1	Ενεργειακές, οικονομικές και περιβαλλοντικές μεταβολές	107
6.2	Προσθήκη ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ZNX	108
6.2.1	Προσανατολισμός και τύπος ηλιακού συλλέκτη.....	108
6.2.2	Ορισμός επιφάνειας συλλεκτών και οφέλη	109
6.3	Προσθήκη φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	110
6.3.1	Αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό	111
6.4	Εισαγωγή φωτοβολταϊκών συστοιχιών στα προγράμματα προσομοίωσης.....	113
6.4.1	Προσδιορισμός επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών	113

6.4.2	Σχεδιασμός και προσανατολισμός ηλιακών συλλεκτών	114
6.4.3	Προσθήκη Φ/Β και αποτελέσματα προσομοίωσης	114
7	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	118
7.1	Παραγωγή και ποσοστό συμμετοχής ενέργειας από φωτοβολταϊκές συστοιχίες	118
7.2	Αποτελέσματα εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών προς παραγωγή ΖΝΧ	120
7.3	Αποτελέσματα παρεμβάσεων στα δομικά στοιχεία.....	120
7.4	Συνολική βελτίωση ενεργειακής εικόνας κτιρίων	121
8	ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	124
8.1	Οικονομικοί δείκτες επενδυτικής αξιολόγησης.....	124
8.1.1	Ορισμός δεικτών μελετώμενης επένδυσης.....	125
8.2	Σενάρια Οικονομοτεχνικής μελέτη εγκατάστασης Φ/Β	127
8.2.1	Χρηματοδότηση από ίδιους πόρους	127
8.2.2	Χρηματοδότηση με τη συμμετοχή ίδιων και δανειακών κεφαλαίων	128
8.2.2.1	Αξιολόγηση ως προς τα ίδια κεφάλαια	129
8.2.2.2	Αξιολόγηση προς το σύνολο της επένδυσης	132
8.3	Αξιολόγηση επένδυσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ΖΝΧ	135
8.4	Συμπεράσματα τεχνοοικονομικής ανάλυσης επενδύσεων	135
9	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	138

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1.1 Καταναλισκόμενη ενέργεια ανά τομέα δραστηριότητας παγκοσμίως [3]	4
Εικόνα 1.2 Πηγές καταναλισκόμενης ενέργειας [5]	5
Εικόνα 1.3 Επιμερισμός καταναλισκόμενης ενέργειας ανά καύσιμο και ανά τομέα δραστηριότητας για τις χώρες του ΟΟΣΑ [2]	6
Εικόνα 1.4 Διαχρονικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα [7].....	7
Εικόνα 1.5 Θερμοκρασιακές μεταβολές ανά χρόνο [8]	7
Εικόνα 1.6 Καταναλώσεις ενέργειας ανά τομέα δραστηριότητας – Ελλάδα [16]	9
Εικόνα 1.7 Πηγές παραγωγής ενέργειας - Ελλάδα (<i>Greece - Countries & Regions - IEA, 2021</i>)	9
Εικόνα 1.8 Πηγές καυσίμων παραγωγής ηλεκτρισμού – Ελλάδα [16].....	10
Εικόνα 1.9 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά τομέα δραστηριότητας – Ελλάδα [16]	11
Εικόνα 1.10 Πηγές καταναλισκόμενης ενέργειας τριτογενούς τομέα – Ελλάδα [17].....	12
Εικόνα 3.1 Γραφικό περιβάλλον Sketch Up.....	28
Εικόνα 3.2 Παράθυρο επιλογής κατάλληλων toolbars	29
Εικόνα 3.3 Επιλογή κατάλληλο μετρητικού συστήματος.....	29
Εικόνα 3.4 Παράθυρο επιλογής χαρακτηριστικών κτιρίου	30
Εικόνα 3.5 Κάτοψη ημιυπόγειου χώρου Κεντρικού κτιρίου	31
Εικόνα 3.6 Σχεδιασμός τοξοειδών τμημάτων	31
Εικόνα 3.7 Ολοκληρωμένη κάτοψη ημιυπόγειου ορόφου Κεντρικού κτιρίου	32
Εικόνα 3.8 Παράθυρο απόδοσης ύψους ορόφου.....	32
Εικόνα 3.9 Τελική μορφή ημιυπόγειου χώρου	33
Εικόνα 3.10 Επιφάνειες ημιυπόγειου σε επαφή με αέρα	33
Εικόνα 3.11 Πάτωμα ημιυπόγειου σε επαφή με το έδαφος	33
Εικόνα 3.12 Εσωτερική διαμόρφωση ημιυπόγειου ορόφου	34
Εικόνα 3.13 Επιλογή χώρου με τη χρήση της εντολής “Show Hidden Geometry”	34
Εικόνα 3.14 Επιλογή χώρου με τη χρήση της εντολής “Hide Rest of Model”	35
Εικόνα 3.15 Σχεδιασμός υαλοπινάκων (1) Εικόνα 3.16 Σχεδιασμός υαλοπινάκων (2)	35
Εικόνα 3.17 Τελική εικόνα διαμόρφωσης υαλοπίνακα	35
Εικόνα 3.18 Σχεδιασμός εσωτερική πόρτας.....	36
Εικόνα 3.19 Λανθασμένος σχεδιασμός υαλοπίνακα	36
Εικόνα 3.20 Σχεδιασμός επιφάνειας σε επαφή με το έδαφος	37
Εικόνα 3.21 Ορισμός επαφής με έδαφος.....	37

Εικόνα 3.22 Οπτική επαλήθευση δημιουργίας τοιχοποιίας σε επαφή με το έδαφος.....	38
Εικόνα 3.23 Ολοκληρωμένος σχεδιασμός ημιυπόγειου ορόφου	38
Εικόνα 3.24 Ορισμός χρήσης χώρων.....	38
Εικόνα 3.25 Κάτοψη ισόγειο ορόφου	39
Εικόνα 3.26 Κάτοψη ισόγειου ορόφου με διαμορφωμένους χώρους	39
Εικόνα 3.27 Βορειοανατολική όψη ισόγειου ορόφου	40
Εικόνα 3.28 Νοτιοανατολική όψη ισόγειου ορόφου	40
Εικόνα 3.29 Παράθυρο επιλογών εντολής “Surface Matching”	40
Εικόνα 3.30 Απεικόνιση θερμικών ζωνών ισόγειου ορόφου	41
Εικόνα 3.31 Αντιστοίχιση θερμικής ζώνης και θερμοστάτη χώρου	41
Εικόνα 3.32 Ενοποίηση ορόφων	42
Εικόνα 3.33 Προβλήματα και σφάλματα (Δημιουργία νέων επιφανειών).....	42
Εικόνα 3.34 Προβλήματα και σφάλματα (αδυναμία ορθής αντιστοίχισης επιφανειών).....	43
Εικόνα 3.35 Επίλυση προβλημάτων (1)	43
Εικόνα 3.36 Επίλυση προβλημάτων (2)	44
Εικόνα 3.37 Επίλυση προβλημάτων (3)	44
Εικόνα 3.38 Απεικόνιση θερμικών ζωνών κτιρίου	44
Εικόνα 3.39 Βορειοανατολική όψη κτιρίου	45
Εικόνα 3.40 Νοτιοανατολική όψη κτιρίου	45
Εικόνα 3.41 Βορειοανατολική όψη κτιρίου (θερμικές ζώνες)	45
Εικόνα 3.42 Κάτοψη Κτιρίου δωματίων.....	46
Εικόνα 3.43 Βορειοανατολική όψη Κτιρίου δωματίων.....	46
Εικόνα 3.44 Βορειοανατολική όψη Κτιρίου δωματίων (Θερμικές ζώνες)	47
Εικόνα 3.45 Νοτιοανατολική όψη Κτιρίου δωματίων.....	47
Εικόνα 3.46 Νοτιοανατολική όψη Κτιρίου δωματίων (Θερμικές ζώνες)	47
Εικόνα 3.47 New shading surface group	48
Εικόνα 3.48 Δημιουργία βάσης ηλιακών συλλεκτών.....	49
Εικόνα 3.49 Τελικός σχεδιασμός συνολικής επιφάνειας ηλιακού συλλέκτη.....	49
Εικόνα 3.50 Ορισμός χαρακτηριστικών επιφάνειας ηλιακού συλλέκτη.....	50
Εικόνα 3.51 Δημιουργία φωτοβολταϊκού πάνελ	50
Εικόνα 4.1 Εισαγωγή κλιματικών συνθηκών.....	52
Εικόνα 4.2 Εισαγωγή ημερών σχεδίασης συστημάτων Θέρμανσης - Ψύξης.....	53
Εικόνα 4.3 Προκαθορισμένα διαγράμματα χώρων μεγάλης ξενοδοχειακής μονάδας.....	54

Εικόνα 4.4 Καρτέλα ZNX – SHW_Temperature_140F	55
Εικόνα 4.5 Νέα καρτέλα θερμοκρασίας ZNX – SHW_Temperature_45 C.....	55
Εικόνα 4.6 Επεξεργασία καρτέλας Large Hotel Cooling Setup.....	56
Εικόνα 4.7 Επεξεργασία καρτέλας Large Hotel Heating Setup	57
Εικόνα 4.8 Επεξεργασία καρτέλας Large Hotel Guestroom Cooling Setup.....	57
Εικόνα 4.9 Επεξεργασία καρτέλας Large Hotel Guestroom Heating Setup	58
Εικόνα 4.10 Επεξεργασία καρτέλας Large Hotel Kitchen Cooling Setup.....	58
Εικόνα 4.11 Επεξεργασία καρτέλας Large Hotel Kitchen Heating Setup	59
Εικόνα 4.12 Προκαθορισμένο Σετ χρονοδιαγράμματος Εστιατορίου	59
Εικόνα 4.13 Προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα ανθρώπινης συγκέντρωσης σε χώρους του ξενοδοχείου.....	60
Εικόνα 4.14 Νέο χρονοδιάγραμμα ανθρώπινης συγκέντρωσης στο χώρο του εστιατορίου	60
Εικόνα 4.15 Ορισμός διαφορετικού χρονοδιαγράμματος βάσει περιόδου λειτουργίας	61
Εικόνα 4.16 Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας Large Hotel Building Equipment	62
Εικόνα 4.17 Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας συσκευών Εστιατορίου	62
Εικόνα 4.18 Νέο χρονοδιάγραμμα ανθρώπινης συγκέντρωσης στο χώρο του καφέ - μπαρ.....	63
Εικόνα 4.19 Ορισμός διαφορετικού χρονοδιαγράμματος ανθρώπινης συγκέντρωσης για το χώρο του καφέ – μπαρ βάσει περιόδου λειτουργίας	63
Εικόνα 4.20 Ποσοστό πληρότητας κουζίνας κατά τις ώρες λειτουργίας της.....	64
Εικόνα 4.21 Δημιουργηθέν Σετ Χρονοδιαγραμμάτων εστιατορίου	64
Εικόνα 4.22 Παράθυρο επεξεργασίας Construction Set.....	65
Εικόνα 4.23 Αριστερό μέρος υποκαρτέλας επεξεργασίας Materials.....	66
Εικόνα 4.24 Δεξιό μέρος υποκαρτέλας επεξεργασίας Materials.....	67
Εικόνα 4.25 Δημιουργία νέου δομικού υλικού	68
Εικόνα 4.26 Δημιουργία Απλού τούβλου	69
Εικόνα 4.27 Παράθυρο επεξεργασίας καρτέλας Construction	70
Εικόνα 4.28 Παράθυρο δημιουργίας νέου πολυστρωματικού δομικού στοιχείου (Construction).....	70
Εικόνα 4.29 Δημιουργηθέντα πολυστρωματικά δομικά στοιχεία	71
Εικόνα 4.30 Δημιουργία Δαπέδων σε επαφή με το έδαφος.....	72
Εικόνα 4.31 Παράθυρο επεξεργασίας καρτέλας Construction Set.....	72
Εικόνα 4.32 Δημιουργηθέν ΣΕΤ κατασκευής μελετώμενου κτιρίου	73
Εικόνα 4.33 Παράθυρο επεξεργασίας φορτίων χώρων.....	73
Εικόνα 4.34 Ορισμός συγκέντρωση ατόμων ανά m ² σε κοινόχρηστους χώρους	74

Εικόνα 4.35 Ορισμός αριθμού διαμενόντων στα δωμάτια του κτιρίου	74
Εικόνα 4.36 Ορισμός στάθμης φωτισμού εστιατορίου	75
Εικόνα 4.37 Ορισμός ισχύος συσκευών φυσικού αερίου κουζίνας.....	75
Εικόνα 4.38 Ορισμό ισχύος ηλεκτρικών συσκευών κουζίνας	76
Εικόνα 4.39 Παράθυρο επεξεργασίας καρτέλας Space Types	76
Εικόνα 4.40 Παράθυρο εισαγωγής δεδομένων	77
Εικόνα 4.41 Τελική διαμόρφωση παραθύρου Space Types.....	78
Εικόνα 4.42 Αντιστοίχιση φορτίων και χώρων.....	78
Εικόνα 4.43 Καρτέλα HVAC “Service Hot Water”	79
Εικόνα 4.44 Εισαγωγή υδραυλικών διασυνδέσεων “Water Use Connection”	79
Εικόνα 4.45 Παράθυρο εργασίας εντός της επιλογής “Water Use Connection”	80
Εικόνα 4.46 Εισαγωγή υδραυλικών εγκαταστάσεων “Water Use equipment” στο χώρο του Δωματίου 1.....	80
Εικόνα 4.47 Καρτέλα “Water Fixture Definition”	81
Εικόνα 4.48 Επεξεργασία τιμής παροχής νερού στα κτίρια δωματίων	82
Εικόνα 4.49 Εισαγωγή “Empty Plant Loop”.....	83
Εικόνα 4.50 Επεξεργασία “Empty Plant Loop”.....	83
Εικόνα 4.51 Επιλογή κατάλληλου boiler-tank.....	84
Εικόνα 4.52 Εισαγωγή στην πλευρά εξοπλισμού παροχής του επιλεγθέντος Boiler-Tank.....	84
Εικόνα 4.53 Επεξεργασία τεχνικών χαρακτηριστικών του Boiler - Tank.....	85
Εικόνα 4.54 Εισαγωγή θερμοστάτη ZNX	86
Εικόνα 4.55 Επιλογή κατάλληλου χρονοδιαγράμματος θερμοστάτη	86
Εικόνα 4.56 Δημιουργηθέντα “Water Use Connections”	87
Εικόνα 4.57 Τελική απεικόνιση συστήματος παραγωγής, αποθήκευσης και διανομής ZNX	87
Εικόνα 4.58 Επιβεβαίωση ορθού σχηματισμού εγκατάστασης παροχής ZNX	88
Εικόνα 4.59 Εισαγωγή ηλιακών συλλεκτών στο σύστημα παραγωγής ZNX	89
Εικόνα 4.60 Εισαγωγή δεδομένων συλλέκτη	89
Εικόνα 4.61 Επιλογή “Empty Air Loop”	90
Εικόνα 4.62 Παράθυρο επεξεργασίας “Empty Air Loop”	91
Εικόνα 4.63 Απεικόνιση μονάδας Split – Unit, που εξυπηρετεί τη θερμική ζώνη του δωματίου 1	92
Εικόνα 4.64 Επεξεργασία ισχύος εξωτερικής μονάδας του συστήματος κλιματισμού (1).....	92
Εικόνα 4.65 Επεξεργασία ισχύος εξωτερικής μονάδας του συστήματος κλιματισμού (2).....	93
Εικόνα 4.66 Απεικόνιση συστήματος κλιματισμού με τη χρήση αντλίας θερμότητας.....	93

Εικόνα 6.1 Φ/Β Σύστημα στη στέγη του κεντρικού κτιρίου	115
Εικόνα 6.2 Φ/Β Σύστημα στη στέγη του κτιρίου δωματίων.....	116

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 2-1 Απογραφή χώρων κεντρικού κτιρίου.....	15
Πίνακας 2-2 Απογραφή χώρων κτιρίου δωματίων	15
Πίνακας 2-3 Δομικά υλικά εξωτερικής τοιχοποιίας	18
Πίνακας 2-4 Δομικά υλικά οροφών – πυλωτών.....	19
Πίνακας 2-5 Δομικά υλικά δαπέδων σε επαφή με έδαφος	19
Πίνακας 2-6 Δομικά υλικά δαπέδων σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.....	20
Πίνακας 2-7 Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων κτιρίων [19].....	21
Πίνακας 2-8 Συστήματα κλιματισμού κεντρικού κτιρίου.....	22
Πίνακας 2-9 Συσκευές κουζίνας που χρησιμοποιούν υγραέριο	23
Πίνακας 2-10 Ηλεκτρικές συσκευές κουζίνας	23
Πίνακας 5-1 Θερμοφυσικά χαρακτηριστικά υγραερίου [24].....	96
Πίνακας 5-2 Μηνιαίως καταναλισκόμενη ενέργεια, ανά καύσιμο.....	99
Πίνακας 5-3 Ηλεκτρικές καταναλώσεις ανά χώρο – Κεντρικό Κτίριο	100
Πίνακας 5-4 Κατανομή, ανά καύσιμο καταναλισκόμενης ενέργειας	102
Πίνακας 5-5 Καταναλισκόμενη Η.Ε. ανά χρήση	103
Πίνακας 5-6 Μηνιαίως καταναλισκόμενη ενέργεια, ανά καύσιμο.....	103
Πίνακας 6-1 Ανώτατα όρια ισχύος (ΜΔΝ) ανά αυτόνομο νησιωτικό σύστημα [30]	111
Πίνακας 6-2 Πίνακας περιθωρίων ισχύος ανά ηλεκτρικό σύστημα [26]	113
Πίνακας 8-1 Τεχνοοικονομική ανάλυση επένδυσης σε συστήματα Φ/Β με χρηματοδότηση από ίδιους πόρους.....	127
Πίνακας 8-2 Τεχνοοικονομική ανάλυση επένδυσης σε συστήματα Φ/Β με χρηματοδότηση από ίδιους και δανειζόμενους πόρους (αξιολόγηση ως προς τα ίδια κεφάλαια)	130
Πίνακας 8-3 Τεχνοοικονομική ανάλυση επένδυσης σε συστήματα Φ/Β με χρηματοδότηση από ίδιους και δανειζόμενους πόρους (αξιολόγηση ως προς το σύνολο της επένδυσης).....	133
Πίνακας 8-4 Τεχνοοικονομική ανάλυση επένδυσης σε συστήματα παραγωγής ΖΝΧ με χρηματοδότηση από ίδιους πόρους	135
Πίνακας Παραρτήματος-1 Κατανάλωση ΖΝΧ[20]	b
Πίνακας Παραρτήματος -2 Στάθμη φωτισμού [20]	d
Πίνακας Παραρτήματος -3 Αντιστοιχία lux σε W/m ² [20]	e
Πίνακας Παραρτήματος -4 Ισχύς εξοπλισμού [20]	f

Πίνακας Παραρτήματος -5 Ορισμός ατόμων/100 m ² επιφάνειας δαπέδου και παροχή νωπού αέρα [20]	8
---	---

ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

Γράφημα 1-1 Συνολικά καταναλισκόμενη ενέργεια παγκοσμίως [2]	3
Γράφημα 5-1 Κατανομή καταναλισκόμενης ενέργειας ανά καύσιμο	99
Γράφημα 5-2 Κατανομή καταναλισκόμενης Ηλεκτρική Ενέργειας ανά χρήση	100
Γράφημα 5-3 Χωροταξική κατανομή Ηλεκτρικών καταναλώσεων	101
Γράφημα 5-4 Κατανομή καταναλισκόμενης ενέργειας Υγραερίου. ανά χρήση	101
Γράφημα 6-1 Αποτίμηση παρεμβάσεων στο κέλυφος του κεντρικού κτιρίου	107
Γράφημα 6-2 Αποτίμηση παρεμβάσεων στο κτίριο δωματίων	108
Γράφημα 6-3 Αποτελέσματα προσθήκης ηλιακών συλλεκτών προς παραγωγή ZNX – κεντρικό κτίριο	109
Γράφημα 6-4 Αποτελέσματα προσθήκης ηλιακών συλλεκτών προς παραγωγή ZNX - κτίριο δωματίων	110
Γράφημα 6-5 Αποτελέσματα και μεταβολές έπειτα από την παρέμβαση με προσθήκη φ/β στο κεντρικό κτίριο	115
Γράφημα 6-6 Αποτελέσματα και μεταβολές έπειτα από την παρέμβαση με προσθήκη φ/β στο κτίριο δωματίων	116
Γράφημα 7-1 Αναμενόμενη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β εγκαταστάσεις	119
Γράφημα 7-2 Αποτίμηση προσθήκης Φωτοβολταϊκών	119
Γράφημα 7-3 Αποτίμηση προσθήκης ηλιοθερμικών συστημάτων για παραγωγή ZNX	120
Γράφημα 7-4 Αποτίμηση παρεμβάσεων στο κέλυφος του κτιρίου	121
Γράφημα 7-5 Συνολική αποτίμηση προτεινόμενων παρεμβάσεων	122
Γράφημα 7-6 Μείωση καταναλισκόμενης ενέργειας ανά πηγή	122

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εν αρχή ην η ενέργεια. Η εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού, υπό όρους επιβίωσης αλλά και βελτίωσης του τρόπου που διαβιεί, είναι μία δυναμική και διαρκώς μεταβαλλόμενη διαδικασία στον πυρήνα της οποίας βρίσκεται η ενεργειακή εκμετάλλευση των φυσικών πόρων του πλανήτη. Καθημερινές και βασικές μας ανάγκες, απαιτούν για την πραγμάτωσή τους, την «in situ» κατανάλωση ενέργειας είτε με τη μορφή ηλεκτρισμού είτε με τη μορφή παροχής θερμότητας και άλλων μορφών ενέργειας.

Η πρώτη βιομηχανική επανάσταση, η οποία συντελέστηκε στα μέσα του 18^{ου} αιώνα, αποτέλεσε θεμέλιο λίθο της τεχνολογικής και οικονομικής άνθησης που ακολούθησε. Η αυτοματοποίηση και η επιτάχυνση της παραγωγικής διαδικασίας, μέσω της χρήσης μηχανών συντέλεσε στη ραγδαία ανάπτυξη και τελικώς διαμόρφωσε σε σημαντικό βαθμό, την κοινωνία όπως τη γνωρίζουμε σήμερα.

Είναι καθολικώς αποδεκτή η παραδοχή, ότι η εξέλιξη του πολιτισμού μας βασίστηκε στην εκμετάλλευση και στην παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια αυτή προέρχεται (στο σύνολο των ετών που ακολούθησαν τη βιομηχανική επανάσταση) σχεδόν εξ' ολοκλήρου, από την εκμετάλλευση των φυσικών, ορυκτών πόρων του πλανήτη. Από την πρώτη ατμομηχανή, ως τον ηλεκτρισμό στις οικίες μας και τις πρώτες αποστολές στο διάστημα, οι φυσικοί πόροι ήταν η κινητήριος δύναμη που επέτρεψε την αλματώδη εξέλιξη του πολιτισμού μας. Ο άνθρακας, το πετρέλαιο και τα παράγωγά του, έπαιξαν και συνεχίζουν μέχρι σήμερα να διαδραματίζουν τον πιο σημαντικό ρόλο στον κλάδο της παραγωγής ενέργειας. Οι φυσικοί πόροι καθίστανται στρατηγικής σημασίας και η πρόσβαση σε αυτούς, αποτελεί πεδίο διακρατικών συναλλαγών, τόσο οικονομικών όσο και πολιτικών, με ό,τι αυτό συνεπάγεται.

Κάθε εξελικτική διαδικασία (ιδωμένη ως κομιστής θετικών μεταβολών στο κοινωνικό σύνολο), πέραν της αποδόμησης της πρότερης καθεστηκυίας τάξης των πραγμάτων, συνοδεύεται και από μεταβολές λιγότερο επωφελείς προς το κοινωνικό σύνολο. Απότοκο των τεχνολογικών καινοτομιών, που βρήκαν εφαρμογή πέραν της βιομηχανίας και στην καθημερινή ζωή, και της οικονομικής ευρωστίας που παρατηρήθηκε, είναι η βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης του συνόλου του πληθυσμού, ή τουλάχιστον του πληθυσμού του «Δυτικού κόσμου». Ο δρόμος προς αυτή τη βελτίωση συνοδεύεται και από το αντίστοιχο τίμημα. Οι άμεσες αρνητικές επιπτώσεις που προκλήθηκαν από την τεχνολογική επανάσταση αφορούν τη μόλυνση του περιβάλλοντος (υδροφόρων οριζόντων, καταστροφή «πνευμόνων» πρασίνου, μόλυνση της ατμόσφαιρας κ.α.) και κατ' επέκταση την έμμεση υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των έμβιων όντων του πλανήτη μας. Στο βωμό της ανθρώπινης εξέλιξης, το περιβάλλον λεηλατήθηκε και «κακοποιήθηκε» σε βαθμό τέτοιο, όπου η πλήρης αποκατάστασή του και η επαναφορά του στο status quo που επικρατούσε προ της βιομηχανικής επανάστασης, είναι αδύνατη. Η παγκόσμια κοινότητα ευρισκόμενη αντιμέτωπη με τις ολέθριες συνέπειες των πράξεών της, κλήθηκε να λάβει μέτρα αντιμετώπισης της διαρκώς επιδεινούμενης περιβαλλοντικά διαμορφωθείσας κατάστασης. Τα μέτρα αυτά υπό τη μορφή συνθηκών και αυστηρών οδηγιών, στοχεύουν κυρίως στη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων και στη λελογισμένη εκμετάλλευση των ενεργειακών κοιτασμάτων.

Στις παραγράφους που αποτελούν το πρώτο κεφάλαιο, θα επιχειρηθεί η συνοπτική παρουσίαση των χαρακτηριστικών που διέπουν τον ενεργειακό κλάδο παγκοσμίως. Θα παρουσιαστούν κατά σειρά οι καταναλώσεις ενέργειας, σε παγκόσμια κλίμακα, οι πηγές από τις οποίες αυτή προέρχεται και οι τομείς στους οποίους καταναλώνεται. Ιδιαίτερη αναφορά θα γίνει στον ηλεκτρισμό, ως μορφή ενέργειας και στον κτιριακό τομέα ως καταναλωτή ενέργειας.

Τέλος, θα παρουσιαστεί και το ενεργειακό τοπίο το οποίο επικρατεί στη χώρα μας, κυρίως σε ό,τι έχει να κάνει με την παραγωγή ηλεκτρισμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

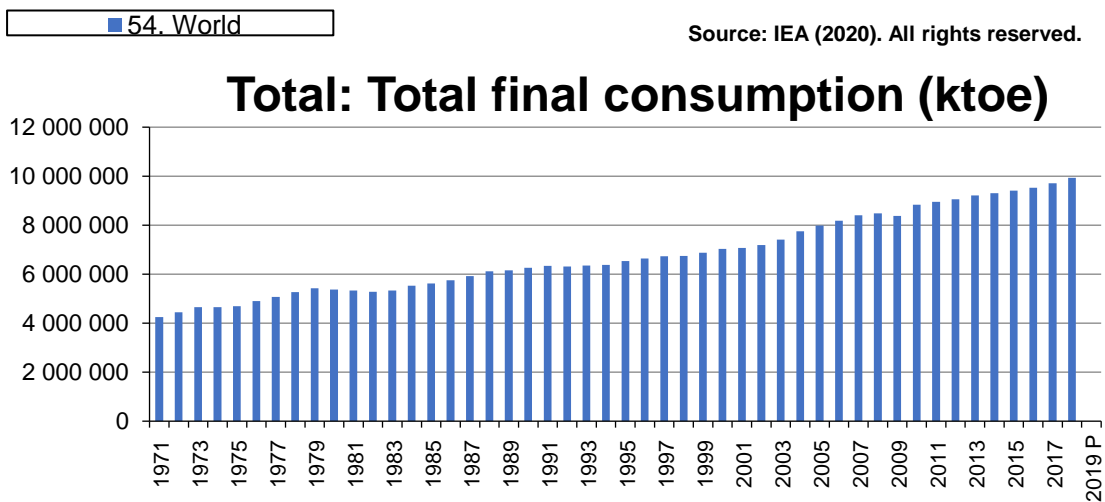
ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ

1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ

1.1 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας παγκοσμίως

Η χρήση του όρου «πρωτογενής ενέργεια» γίνεται για να περιγραφεί η ενέργεια η οποία εντοπίζεται σε φυσικές πηγές (ορυκτοί πόροι, ηλιακή ενέργεια κ.α.) και δεν έχει υποστεί οποιαδήποτε διεργασία μετατροπής σε άλλες μορφές ενέργειας (μηχανική, κινητική κ.α.) Συνήθως, η μετατροπή πρωτογενούς ενέργειας από ορυκτούς γίνεται με τη μορφή θερμότητας και συνοδεύεται από απώλειες της τάξης του 70% [1]. Αντίστοιχο ποσοστό παρατηρείται και κατά τη μετατροπή των ΑΠΕ σε ηλεκτρισμό. Επομένως, η τελικώς καταναλισκόμενη ενέργεια, όποιας μορφής, είναι αρκετά μικρότερη από την πρωτογενή, από την οποία και προέρχεται.

Παρατηρείται διαρκής και ραγδαία αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας παγκοσμίως, γεγονός το οποίο οφείλεται στην άρρηκτη σύνδεσή της με την εξέλιξη του πολιτισμού μας. Στο ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζονται οι συνολικές καταναλώσεις κάθε μορφής ενέργειας, από το 1971 έως το 2019, εκπεφρασμένες σε ισοδύναμους τόνους πετρελαίου.



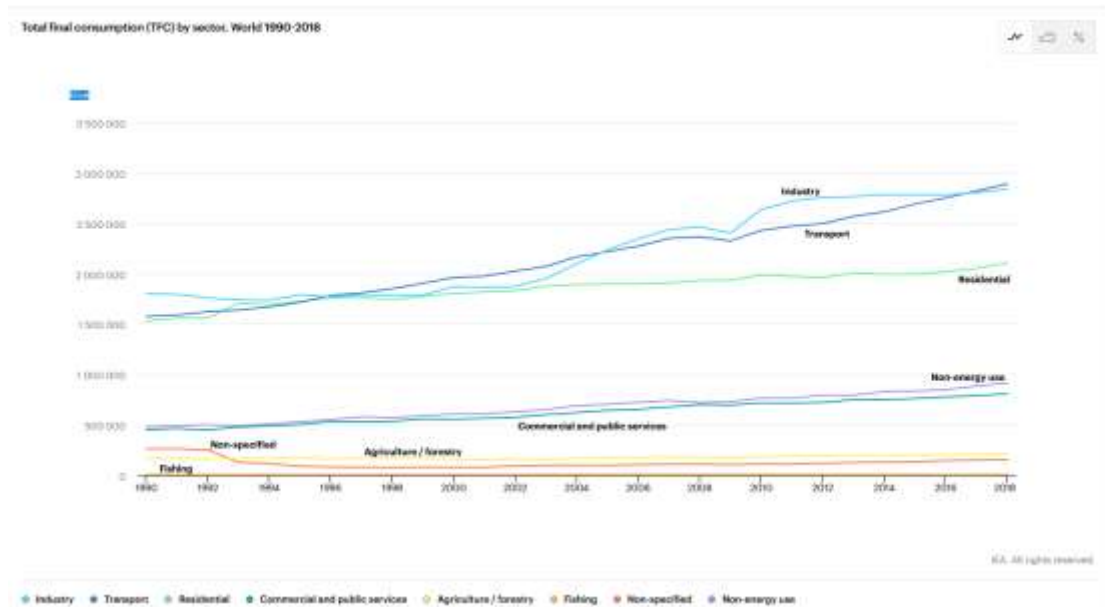
Γράφημα 1-1 Συνολικά καταναλισκόμενη ενέργεια παγκοσμίως [2]

Παρατηρείται διαρκώς αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας, με μόνη εξαίρεση το 2009, έτος παγκόσμιας χρηματοπιστωτικής κρίσης. Αντίστοιχες προβλέψεις μείωσης, έχουν πραγματοποιηθεί και για το περασμένο έτος, 2020 λόγω της υγειονομικής κρίσης η οποία έπληξε την παγκόσμια κοινότητα.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η ανάλυση των τομέων δραστηριότητας στους οποίους παρατηρείται η μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση. Οι κύριοι τομείς στους οποίους εντοπίζονται τα μεγαλύτερα ποσά καταναλισκόμενης ενέργειας είναι :

1. Κτιριακός τομέας (οικίες, δημόσια και ιδιωτικά κτίρια παροχής υπηρεσιών). Αφορά την κάλυψη αναγκών, όπως θέρμανση, φωτισμός, εξοπλισμός κ.α
2. Βιομηχανικός τομέας. Αφορά όλους του τομείς της βιομηχανικής δραστηριότητας
3. Μεταφορικός τομέας. Αφορά στην τροφοδοσία των μέσων μεταφοράς και τη μετατροπή της χημικής σε μηχανική ενέργεια κίνησης των οχημάτων.

Η κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα δραστηριότητας, παγκοσμίως, παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα.



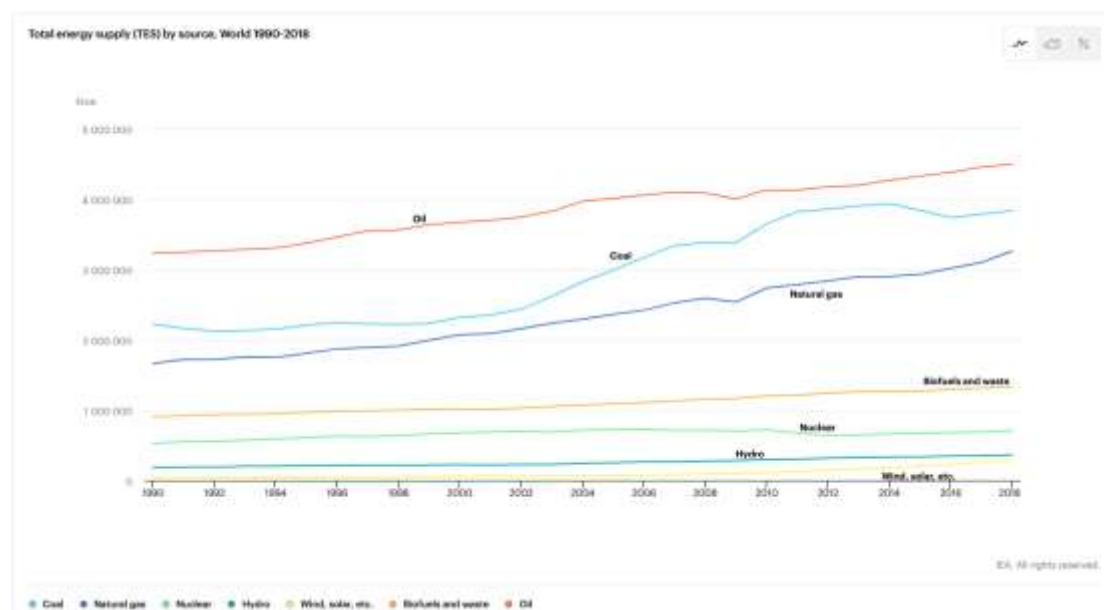
Εικόνα 1.1 Καταναλισκόμενη ενέργεια ανά τομέα δραστηριότητας παγκοσμίως [3]

Οι παρεχόμενες από την IEA (International Energy Agency) συγκεντρωτικές πληροφορίες για την κατανομή της καταναλισκόμενης, ανά τομέα, ενέργειας, αφορούν τα έτη 1990-2018. Παρατηρείται ότι διαχρονικά οι τομείς με τις περισσότερες καταναλώσεις ενέργειας είναι αυτοί της Βιομηχανίας, των Μεταφορών και του Οικιακού τομέα. Μία σύντομη παρατήρηση επί του διαγράμματος, είναι ότι και οι 3 αυτοί τομείς είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι με την οικονομική δραστηριότητα και κατ' επέκταση με την ποιότητα ζωής του πληθυσμού παγκοσμίως. Παρατηρείται ραγδαία αύξηση της βιομηχανικής δραστηριότητας από το 2003 κι έπειτα, που ακολουθείται από αντίστοιχη αύξηση στις μεταφορές. Σχεδόν σταθερή αλλά με αυξητικές τάσεις παραμένει η κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα. Η μικρή πτώση στους προαναφερθείς τομείς που παρατηρείται κατά το έτος 2009, έχει να κάνει με την επικρατούσα, εκείνη την εποχή χρηματοπιστωτική κρίση.

1.2 Ενεργειακό μίγμα ανά καύσιμο και τομέα

Πέραν της ποσοτικής απεικόνισης των καταναλώσεων ενέργειας, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η ποιοτική ανάλυση των δεδομένων. Το είδος των καυσίμων που χρησιμοποιείται για την παραγωγή αλλά και η μορφή της τελικής καταναλισκόμενης ενέργειας είναι σημαντικά στοιχεία τα οποία θα μας απασχολήσουν στη συγκεκριμένη παράγραφο.

Διαχρονικά για την παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιούνταν και εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται, ως επί το πλείστον, ορυκτά καύσιμα (άνθρακας, προϊόντα του πετρελαίου κ.α.). Τα τελευταία χρόνια, διακρατικές συμφωνίες που στοχεύουν στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συντελούνται λόγω της ανεξέλεγκτης καύσης τέτοιου είδους πηγών ενέργειας, αλλά και λόγω της επικείμενης εξάντλησης των αποθεμάτων των πόρων αυτών, παρατηρείται μία εμπροσθοβαρής προσπάθεια παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Προς το παρόν η διείσδυση των ΑΠΕ στο συνολικό ενεργειακό μίγμα γίνεται με βραδείς ρυθμούς, γεγονός που κυρίως οφείλεται στη στοχαστικότητα που διακρίνει την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, καθώς και στην αδυναμία οικονομικής αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας [4]. Η επί μέρους παραγωγή ενέργειας, από τις διάφορες πηγές παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα

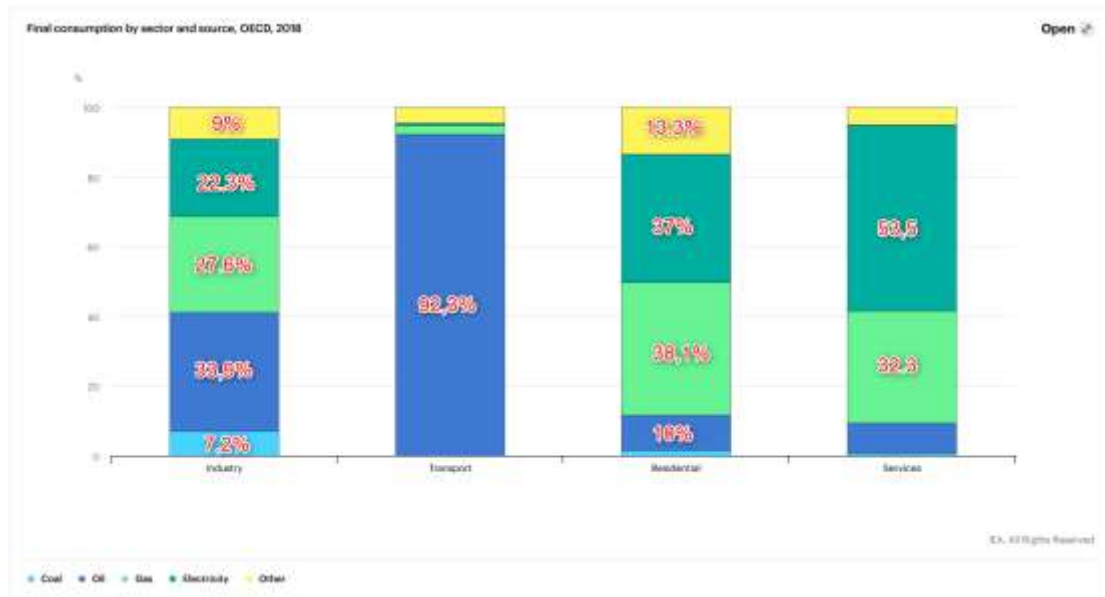


Εικόνα 1.2 Πηγές καταναλισκόμενης ενέργειας [5]

Παρατηρείται διαρκής αύξηση της χρήσης στερεών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας, παρότι εφαρμόζονται πλέον πολλοί και αυστηροί περιορισμοί σχετικά με τις εκπομπές ρύπων σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Οι περιορισμοί αυτοί οδήγησαν σε βελτίωση των τεχνολογιών παγίδευσης των εκπεμπόμενων ρύπων, μειώνοντας το ποσό εκπομπής ανά παραγόμενη μονάδα ενέργειας, και όχι στη μείωση της κατανάλωσης των στερεών καυσίμων. Οι ανανεώσιμες πηγές κατέχουν συγκριτικά μικρό ποσοστό στην συνολικά παραγόμενη ενέργεια. Σε ό,τι αφορά την ηλιακή και αιολική ενέργεια, η συμμετοχή τους είναι μικρή, αλλά βαίνει αυξανόμενη κυρίως λόγω των νέων τεχνολογιών που επιτρέπουν καλύτερες αποδόσεις με αποτέλεσμα εκμετάλλευση μεγαλύτερου ποσοστού απολαμβανόμενης ενέργειας. Παρατηρείται αυξητική τάση στην παραγωγή ενέργειας από βιομάζα και από την καύση σκουπιδιών. Η τάση αυτή βασίζεται στο ότι η καύση προϊόντων βιομάζας, οδηγεί σε μειωμένες εκπομπές αέριων ρύπων, ενώ η καύση των σκουπιδιών αποτελεί και μορφή διαχείρισης του προβλήματος υπερσυγκεντρώσεώς τους, κυρίως στα αστικά κέντρα. Πέραν των θετικών χαρακτηριστικών των 2 αυτών πηγών παραγωγής ενέργειας εγείρονται ερωτηματικά που αφορούν τη χρήση τους. Για τη μεν πρώτη, διατυπώνονται επιφυλάξεις λόγω της φύσης των πόρων που χρησιμοποιεί (βρώσιμη ύλη, ειδικές για αυτό το σκοπό φυτείες οι οποίες όμως καταλαμβάνουν καλλιεργήσιμες εκτάσεις), η δε δεύτερη αντιμετωπίζεται σκεπτικά κυρίως λόγω του φόβου εκπεμπόμενων διοξινών κατά την παραγωγική διαδικασία. Από την άλλη, η πυρηνική ενέργεια ήταν και παραμένει ίσως η πιο αξιόπιστη πηγή ενέργειας, αλλά λόγω της «κακής της φήμης» δεν έχει καταφέρει να ενταχθεί σε ποσοστό ικανοποιητικό στο ενεργειακό μίγμα. Η σταθερή και συγκρατημένη αύξηση στο ποσοστό συμμετοχής της στο ενεργειακό μίγμα αναχαιτίσθηκε το 2011, κυρίως λόγω του ατυχήματος στον πυρηνικό αντιδραστήρα της Φουκοσίμα.

Ο επιμερισμός της καταναλισκόμενης, ανά καύσιμο και ανά τομέα, ενέργειας διατίθεται μόνο για τα κράτη-μέλη του ΟΟΣΑ¹. Η ανάλυση τους μπορεί να χαρακτηριστεί ως συμβαδίζουσα με την παγκόσμια τάση, καθώς στο συγκεκριμένο οργανισμό συμμετέχουν κυρίως αναπτυγμένα κράτη, με ό,τι αυτό συνεπάγεται για τη συμμετοχή τους στο σύνολο των καταναλώσεων.

¹ ΟΟΣΑ: Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης. Διεθνής οργανισμός (37 κράτη-μέλη) με κύρια στόχευση την επίλυση κοινών από τα κράτη προβλημάτων. Συμμετέχουν κυρίως αναπτυγμένα κράτη, μεταξύ αυτών και η Ελλάδα ως μέλος της Ε.Ε.



Εικόνα 1.3 Επιμερισμός καταναλισκόμενης ενέργειας ανά καύσιμο και ανά τομέα δραστηριότητας για τις χώρες του ΟΟΣΑ [2]

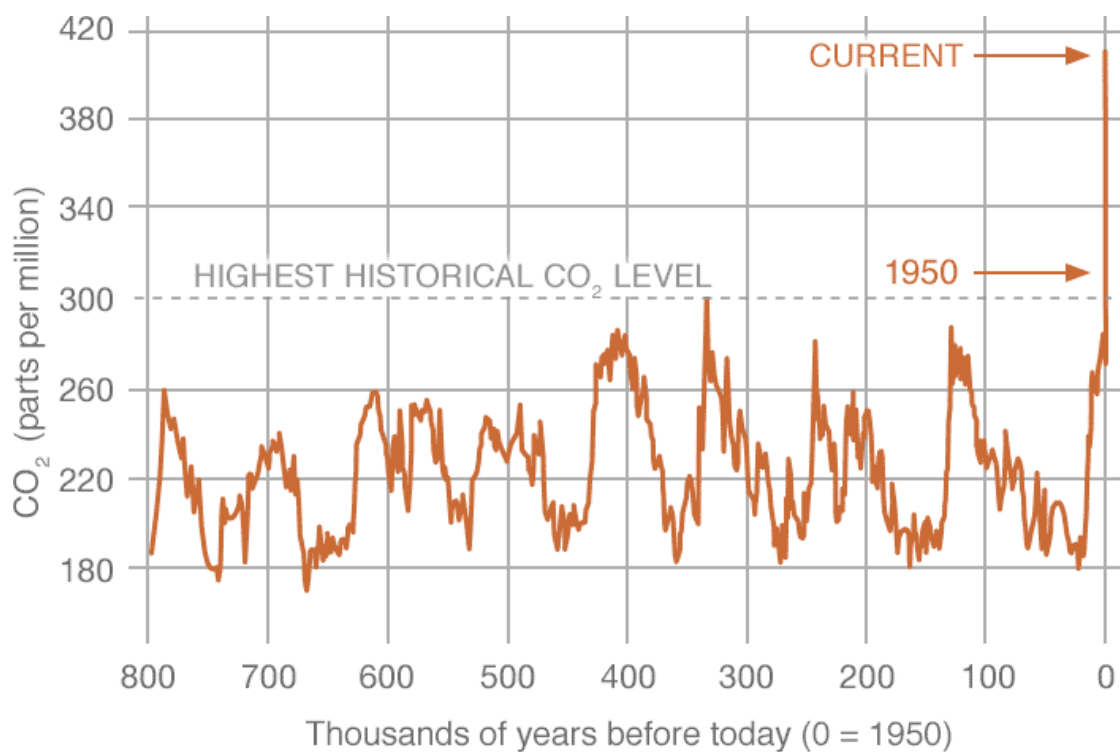
Στο βιομηχανικό τομέα, ο οποίος διαχρονικά αποτελεί τον τομέα ο οποίος παρουσιάζει τις μεγαλύτερες καταναλώσεις σε ενέργεια, η κατανάλωση πραγματοποιείται για διάφορους σκοπούς, ανάλογα με το είδος της βιομηχανίας [6]. Ενδεικτικά, τα ορυκτά καύσιμα μπορούν να χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θερμότητας, χρήση της οποίας γίνεται για βιομηχανικούς σκοπούς ή για θέρμανση των χώρων της εγκατάστασης. Παρατηρούμε ότι γίνεται κυρίως χρήση πετρελαίου, φυσικού αερίου και ηλεκτρισμού. Στις μεταφορές σχεδόν εξ ολοκλήρου γίνεται χρήση πετρελαίου και των παραγώγων του ενώ στον κτιριακό τομέα, γίνεται κυρίως χρήση του ηλεκτρισμού, ο οποίος αφορά την λειτουργία των συσκευών εξοπλισμού και σε αρκετές περιπτώσεις τη θέρμανση και ψύξη των χώρων τους αλλά και του νερού χρήσης. Το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο χρησιμοποιούνται κυρίως για την κάλυψη αναγκών σε θέρμανση χώρων και ζεστού νερού.

1.3 Εκπεμπόμενοι ρύποι

Ως απότοκο της καύσης ορυκτών πόρων για την παραγωγή ενέργειας, προκύπτουν οι αυξημένες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και διοξειδίου του άνθρακα στο περιβάλλον. Οι διεργασίες αυτές έχουν συμβάλλει σημαντικά στην επιτελούμενη κλιματική αλλαγή ενδείξεις της οποίας είναι οι ακόλουθες :

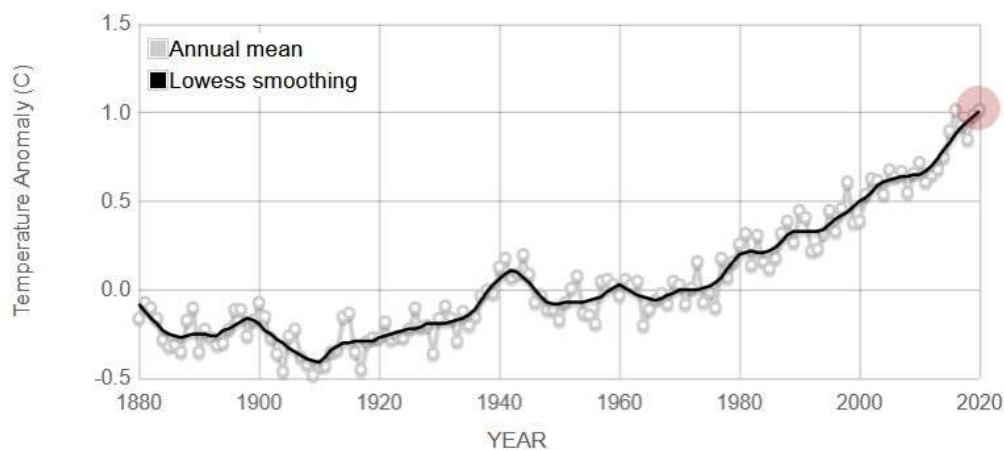
1. Υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα (φωτοχημικό νέφος, καπνομίχλη κ.α.) του νερού και του εδάφους
2. Ερημοποίηση και μείωση της βιοποικιλότητας που συντελείται λόγω της υπερεκμετάλλευσης των εδαφών
3. Εξασθένιση της στοιβάδας του όζοντος (λόγω αυξημένης εκπομπής χλωροφθορανθράκων)
4. Αύξηση όξινων ουσιών στο περιβάλλον (SO_x, NO_x NH₃)
5. Επιτάχυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου λόγω αύξησης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [1]

Την βιομηχανική επανάσταση ακολούθησε η εκτόξευση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται η συγκέντρωση διοξειδίου στην τροπόσφαιρα σε ppm. Είναι εντυπωσιακό το γεγονός ότι η συγκέντρωση των ρύπων αυξήθηκε κατά 48% συγκριτικά με την προ βιομηχανικής επανάστασης κατάσταση [7].



Εικόνα 1.4 Διαχρονικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα [7]

Είναι χαρακτηριστικό ότι από το 2000 μέχρι το 2020, παρατηρήθηκαν 19 από τις υψηλότερες θερμοκρασίες που έχουν καταγραφεί στην ανθρώπινη ιστορία [8]



Εικόνα 1.5 Θερμοκρασιακές μεταβολές ανά χρόνο [8]

Η επιτελούμενη και επιταχυνόμενη κλιματική αλλαγή οδήγησε στη σύναψη διακρατικών συμφωνιών που σκοπό έχουν τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, και τη μετάβαση σε ένα μέλλον που θα χαρακτηρίζεται από αειφορία.

1.4 Αντιμετώπιση κλιματικής αλλαγής και διεθνής περιβαλλοντική πολιτική

Είναι προφανές ότι η συνέχιση και η διαιώνιση της υπάρχουσας κατάστασης θα οδηγούσε σε ένα μέλλον δυστοπικό τόσο ενεργειακά λόγω της εξάντλησης των φυσικών πόρων του πλανήτη, όσο και σε επίπεδο διαβίωσης, λόγω των έντονων επιπτώσεων της συγκεκριμένης δραστηριότητας στη ζωή και

στην υγεία των ανθρώπων. Προκειμένου να αποφευχθεί το χειρότερο σενάριο για το μέλλον του πλανήτη μας, ελήφθησαν σημαντικές πρωτοβουλίες για τη μετάβαση σε ένα μέλλον βιώσιμο και ενεργειακά πιο «πράσινο».

Πληθώρα συμφωνιών συνήφθησαν μεταξύ των κρατών υπό τη μορφή συνθήκης, με απώτερο σκοπό τη μείωση του αντικτύπου της ανθρώπινης δραστηριότητας και της προστασίας του περιβάλλοντος. Λόγω του ευρέος φάσματος που περιλαμβάνει ο όρος περιβάλλον οι συμφωνίες χωρίζονται, αναλόγως των στοχεύσεών τους στις εξής κατηγορίες:

1. Ρύπανση και κλιματική αλλαγή. Στις συνθήκες αυτές κύρια στόχευση αποτελεί η μείωση της μόλυνσης του οικοσυστήματος (του αέρα, των χέρσων εκτάσεων, των ωκεανών και των αποθεμάτων πόσιμου νερού) και των συνεπειών τους στο κλίμα.
2. Προστασία φυσικών πόρων. Αποτελούν συμφωνίες οι οποίες προσανατολίζονται στη διατήρηση των αποθεμάτων φυσικών πόρων του πλανήτη και στη μείωση του ρυθμού εξάντλησής των
3. Πυρηνική ενέργεια. Πέραν της προκαλούμενης ρύπανσης από τη λειτουργία πυρηνικών εργοστασίων, ρυθμίζονται με αυτές τις συμφωνίες και κανονισμοί σχετικά με τη χρήση πυρηνικών όπλων, όπως οι περιοχές δοκιμών κ.α [9]

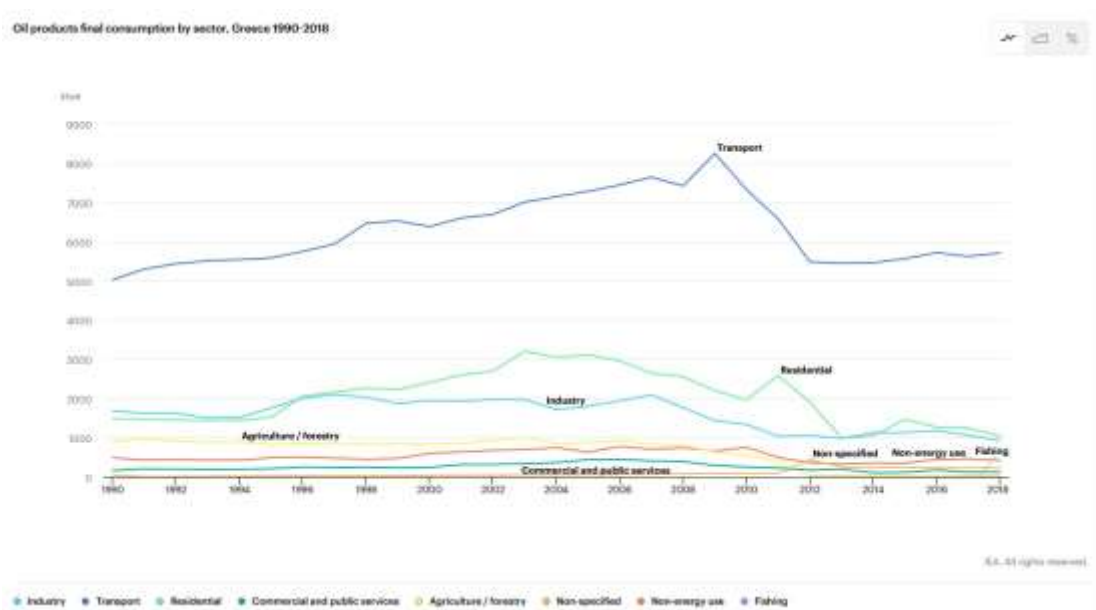
Οι σημαντικότερες από τις συμφωνίες που συνήφθησαν αναφέρονται επιγραμματικά :

1. Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ – 1987 [10]. Αφορά τη μείωση εκπομπών χλωροφθορανθράκων (CFCs), οι οποίοι συμβάλλουν στην καταστροφή της στρώσης του όζοντος. Επικυρώθηκε από 197 χώρες και πέτυχε σχεδόν το μηδενισμό των εκπομπών CFCs (μείωση 99%). [11]
2. Πρωτόκολλο του Κυότο -1997 [12]. Τέθηκε σε εφαρμογή το 2005. Σκοπός της συμφωνίας είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου τα οποία συμβάλλουν στην επιτελούμενη κλιματική αλλαγή. 192 χώρες-μέλη του πρωτοκόλλου, έχουν δεσμευθεί να συνδράμουν με τις πολιτικές τους επιλογές στην επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου [13].
3. Συμφωνία των Παρισίων - 2015 [14]. Στόχευση της συγκεκριμένης συμφωνίας αποτελεί η σταθεροποίηση της ανόδου της θερμοκρασίας σε επίπεδα κάτω των 2 βαθμών κελσίου συγκριτικά με τα προβιομηχανικά επίπεδα, μέσω της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, από τις χώρες- μέλη της συμφωνίας.

1.5 Ελληνικό ενεργειακό τοπίο

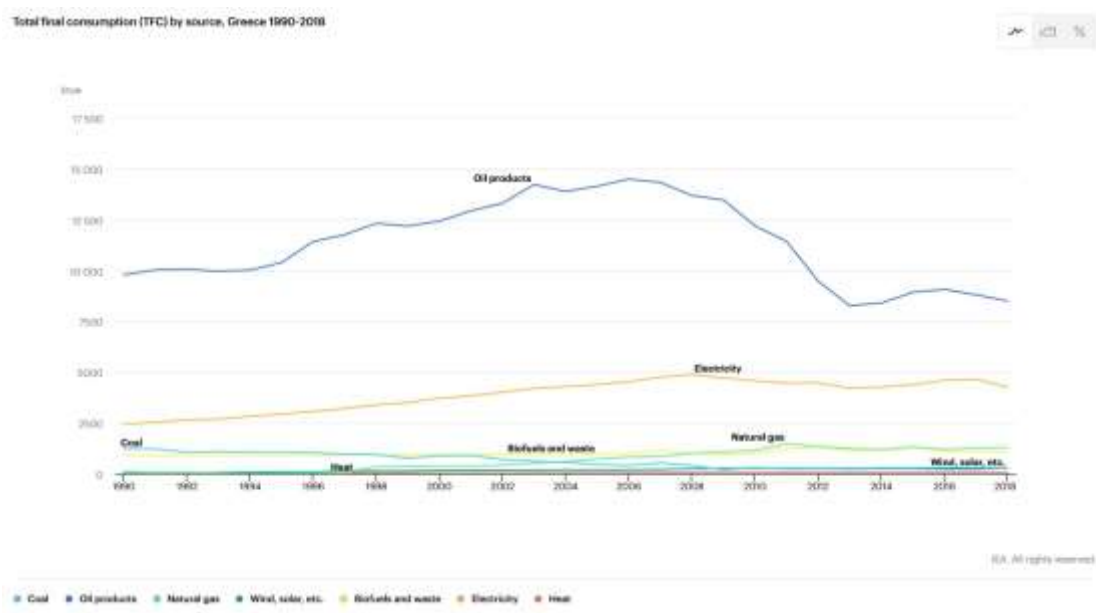
Η Ελλάδα εξακολουθεί να στηρίζεται, σε σημαντικό βαθμό, για την κατανάλωση ενέργειας, στα συμβατικά καύσιμα. Το πετρέλαιο καθώς και τα παράγωγά του, κατέχουν τα πρωτεία των καταναλώσεων, ενώ το ποσοστό διείσδυσης των ΑΠΕ και του φυσικού αερίου στη σχετική κατηγορία δεν είναι αρκετά ικανοποιητικό [15]. Εξέχουσα θέση αναφορικά με τις τελικές καταναλώσεις ενέργειας, κατέχει ο ηλεκτρισμός, τα χαρακτηριστικά του οποίου θα εξεταστούν περεταίρω. Οι τομείς στους οποίους κυρίως καταναλώνεται η ενέργεια, είναι αυτοί της μεταφοράς των κτιριακών υποδομών και της βιομηχανίας, γεγονός που αποτυπώνεται στην εικόνα 1.6.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ



Εικόνα 1.6 Καταναλώσεις ενέργειας ανά τομέα δραστηριότητας – Ελλάδα [16]

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη των καταναλώσεων ενέργειας ανά καύσιμο, έως το έτος 2018.



Εικόνα 1.7 Πηγές παραγωγής ενέργειας - Ελλάδα (Greece - Countries & Regions - IEA, 2021)

Παρατηρείται μεγάλο ποσοστό εξάρτησης κυρίως από το πετρέλαιο. Η κατανάλωση του πετρελαίου αφορά κυρίως τον μεταφορικό τομέα (50% της συνολικής κατανάλωσης). Στον οικιακό τομέα καταναλώνεται σημαντική ποσότητα πετρελαίου (για την κάλυψη αναγκών σε θέρμανση). Μάλιστα, το 1/3 της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας στον οικιακό τομέα αντιστοιχεί στο πετρέλαιο ποσοστό αρκετά μεγαλύτερο από τον αντίστοιχο ευρωπαϊκό μέσο όρο. Η μείωση που παρατηρείται στην κατανάλωση, από το 2012 κι έπειτα, είναι συνέπεια κυρίως της οικονομικής κρίσης που πλήττει τη χώρα [15].

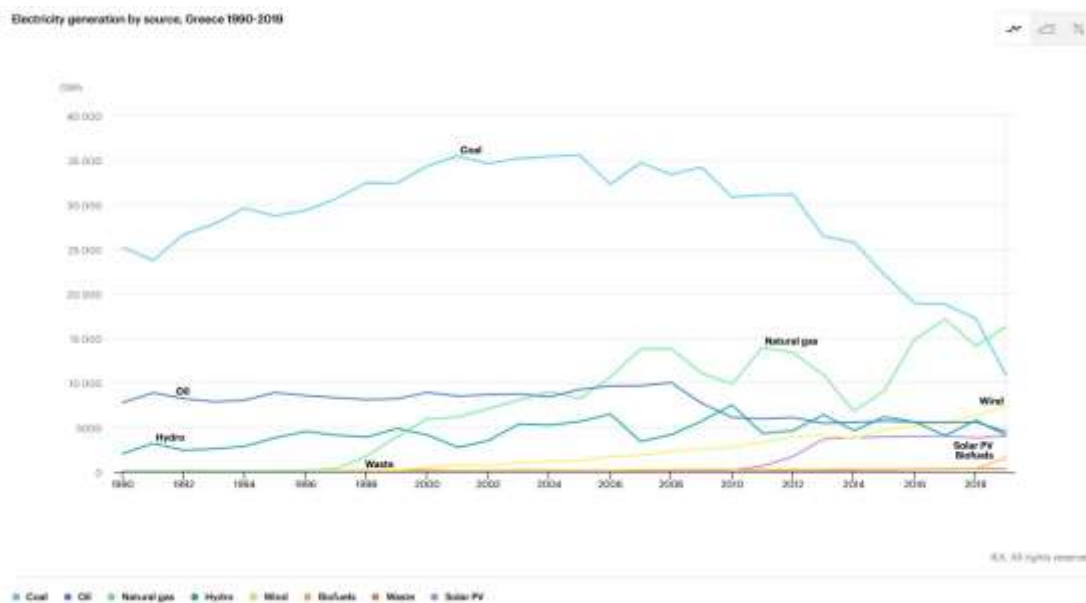
Πέραν του πετρελαίου, σε αρκετά μικρότερο ποσοστό αλλά με σημαντική συμμετοχή στις τελικές ενεργειακές καταναλώσεις συναντάμε το φυσικό αέριο. Η χρήση του αφορά κυρίως την κάλυψη αναγκών θέρμανσης των κτιρίων. Το δίκτυο διανομής είναι περιορισμένο γεγονός που εξηγεί εν μέρει το μικρό ποσοστό κατανάλωσης.

Τα δύο παραπάνω καύσιμα παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά. Οι καταναλισκόμενες ποσότητες, προέρχονται κυρίως, αν όχι αποκλειστικά από εισαγωγές, γεγονός που οδηγεί στο εγκλωβισμό της χώρας υπό τη μορφή ενεργειακής εξάρτησης, από τις χώρες-προμηθευτές. Συν τοις άλλοις, οι τιμές αγοράς τους παρουσιάζουν διαρκείς και απρόβλεπτες διακυμάνσεις γεγονός, που δεν επιτρέπει στην Ελλάδα να εφαρμόσει ή ακόμα ακόμα και να σχεδιάσει, ένα πλάνο σοβαρής και υπεύθυνης ενεργειακής πολιτικής.

Λογιζόμενο ως καύσιμο, ο ηλεκτρισμός κατέχει τη δεύτερη θέση αναφορικά με τις καταναλώσεις στον ελλαδικό χώρο. Το σύστημα ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα παρουσιάζει σημαντικές ιδιομορφίες.

Το ελληνικό σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας αποτελείται από το διασυνδεδεμένο σύστημα της ηπειρωτικής χώρας και των διασυνδεδεμένων με αυτό νησιών στα επίπεδα υψηλής (150 kV και 66 kV) και υπερυψηλής τάσης (400 kV)²². Το συνολικό μήκος του δικτύου μεταφοράς ανέρχεται σε 11.500 χλμ., με 63 υποσταθμούς συνολικής ισχύος περί τα 16.800 MVA. Το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδας αποτελείται από γραμμές μέσης τάσης 111.560 χλμ. και χαμηλής τάσης 125.800 χλμ., 163.000 υποσταθμούς και γραμμές υψηλής τάσης Αθηνών και Θεσσαλονίκης 950 χλμ. [15]

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για τη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην ελληνική επικράτεια, αλλά και το ποσοστό συμμετοχής τους, παρουσιάζονται στο επόμενο γράφημα.



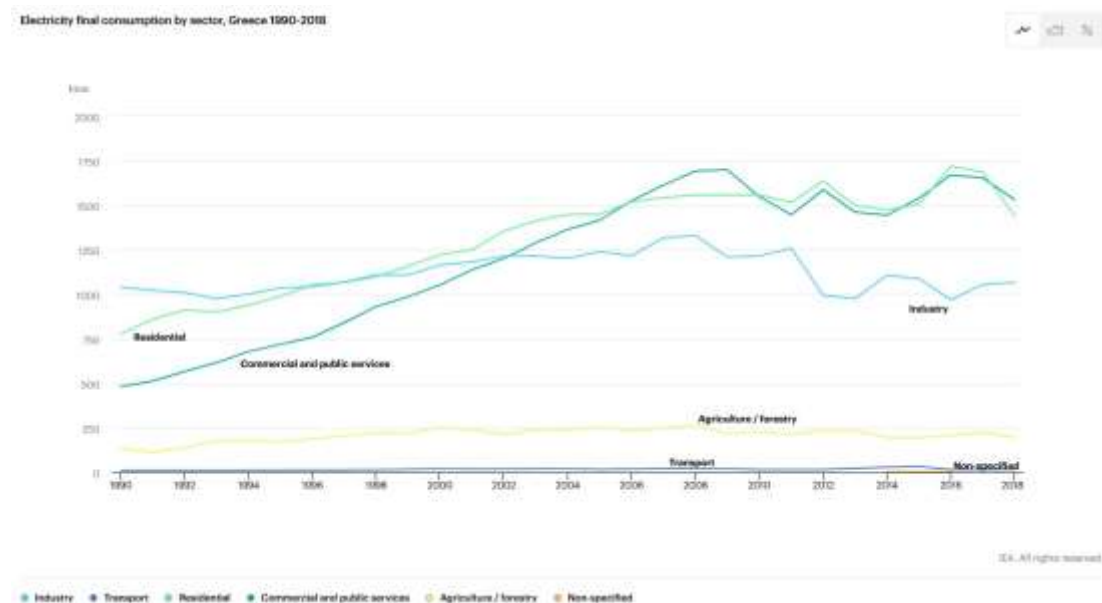
Εικόνα 1.8 Πηγές καυσίμων παραγωγής ηλεκτρισμού – Ελλάδα [16]

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, βασιζόταν για πολλά χρόνια κυρίως στην εκμετάλλευση των λιγνιτικών κοιτασμάτων τα οποία εντοπίζονται στη Βόρεια Ελλάδα, και στη χρήση πετρελαϊκών προϊόντων. Η χρήση πετρελαίου γίνεται κυρίως από Αυτόνομους Σταθμούς Παραγωγής, οι οποίοι ανήκουν στο Μη Διασυνδεδεμένο Δίκτυο. Τα κοιτάσματα λιγνίτη είναι χαμηλής ποιότητας, ωστόσο ποσοτικά είναι αρκετά μεγάλα, γεγονός που καθιστούσε επί χρόνια την Ελλάδα, ως μία ενεργειακά αυτόνομη χώρα.

Η υιοθέτηση κοινών ευρωπαϊκών πολιτικών στον ενεργειακό τομέα και κυρίως σε σχέση με τις απαιτήσεις για περιορισμό των εκπομπών αέριων ρύπων του θερμοκηπίου μετά την Συμφωνία των

Παρισίων έχει ήδη επηρεάσει τις αποφάσεις που αφορούν το σχεδιασμό και τη διαμόρφωση του εθνικού ενεργειακού συστήματος. Ειδικότερα, τα τελευταία χρόνια η χρήση του λιγνίτη υποκαταστάθηκε κυρίως από τη χρήση εισαγόμενου φυσικού αερίου, ενώ επιτυγχάνεται μια ολοένα αυξανόμενη διείσδυση των ΑΠΕ τόσο στην ηλεκτροπαραγωγή, όσο και στην τελική χρήση ενέργειας, ενώ ήδη έχουν εφαρμοστεί μέτρα και πολιτικές για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια, αλλά και την ενίσχυση της συμπαραγωγής. Η συνολικά εγκατεστημένη ισχύς για ηλεκτροπαραγωγή, έχει αυξηθεί σημαντικά την τελευταία δεκαετία λόγω των προαναφερθέντων μεταβολών [15].

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά τομέα δραστηριότητας παρουσιάζεται ακολούθως

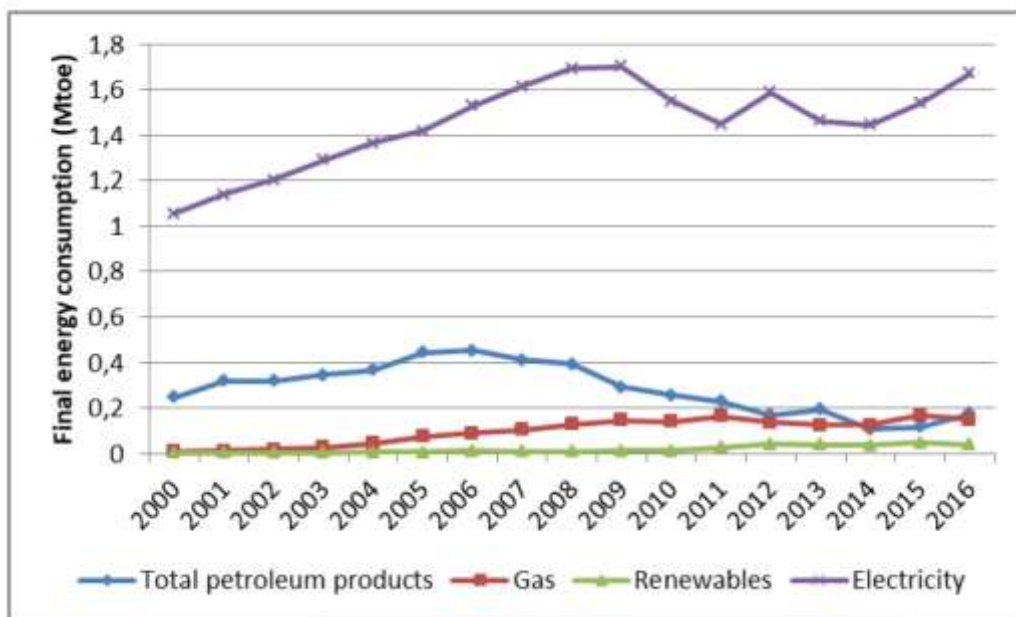


Εικόνα 1.9 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά τομέα δραστηριότητας – Ελλάδα [16]

Παρατηρούμε ότι ο τομέας των κτιριακών υποδομών είναι αυτός που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

1.6 Χαρακτηριστικά καταναλώσεων τριτογενούς τομέα – Ελλάδα

Στην παρούσα εργασία θα μελετήσουμε τις ενεργειακές καταναλώσεις που παρουσιάζονται, σε τμήμα κτιρίων ξενοδοχειακής μονάδας. Η συγκεκριμένη κατηγορία κτιρίων, εντάσσεται στα κτίρια παροχής υπηρεσιών και υπάγονται στον τριτογενή τομέα ανάπτυξης. Η κατανάλωση καυσίμων στον τομέα αυτόν παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 1.10 Πηγές καταναλισκόμενης ενέργειας τριτογενούς τομέα – Ελλάδα [17]

Παρατηρούμε ότι η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων. Η χρήση πετρελαίου και φυσικού αερίου γίνεται κυρίως για τη θέρμανση των χώρων αλλά και του νερού χρήσης. Παρατηρείται επίσης πολύ μικρή συμμετοχή των ΑΠΕ.

Παρά το ότι τα κτίρια ξενοδοχείων αποτελούν μόλις το 0,26% των συνολικών κτιριακών εγκαταστάσεων της χώρας, εντούτοις, η συμμετοχή τους ανέρχεται στο 29% επί της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας που παρατηρείται στον ιδιωτικό τομέα [18].

Οι κύριες καταναλώσεις τους αφορούν την κάλυψη θερμικών και ψυκτικών φορτίων, την ανάγκη για ζεστό νερό, φωτισμό και άλλες λειτουργίες. Τα καύσιμα που κυρίως χρησιμοποιούνται είναι ο ηλεκτρισμός και σε μικρότερο ποσοστό το πετρέλαιο και ενδεχομένως το φυσικό αέριο. Η διείσδυση των ΑΠΕ, είναι και σε αυτόν τον τομέα αρκετά μικρή [18].

Λόγω της περιόδου λειτουργίας του (θερινούς μήνες) οι καταναλώσεις ενέργειας που παρουσιάζουν τα εξεταζόμενα κτίρια, εξυπηρετούν την ψύξη των χώρων, τη λειτουργία των εγκατεστημένων συσκευών, ανελκυστήρων καθώς και το φωτισμό των χώρων. Η πλειονότητα των αναγκών αυτών καλύπτεται με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΔΟΜΩΝ

2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΔΟΜΩΝ

Η μελέτη που θα πραγματοποιηθεί αφορά τμήμα ξενοδοχειακής μονάδας, εδραζόμενης στην περιοχή Μαρμάρι της νήσου Κω. Η περίοδος λειτουργίας της μονάδας είναι θερινή. Η έναρξη και το τέλος των εργασιών της, μεταβάλλονται ανά έτος, με διαφορά λίγων ημερών. Τυπικά, και ουσιαστικά ως προς τη χρονική διάρκεια της πραγματοποιούμενης μελέτης, ορίζεται η έναρξη περιόδου λειτουργίας την 1^η Μαΐου και η λήξη την 31^η Οκτωβρίου.

Σκοπός της μελέτης είναι σε πρώτο στάδιο ο υπολογισμός ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας, ο οποίος θα βασιστεί στα στοιχεία των κτιρίων που παραχωρήθηκαν για την πραγματοποίηση της εργασίας. Τα στοιχεία αυτά αφορούν τα κατασκευαστικά και σχεδιαστικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, καθώς και τις συσκευές κλιματισμού που χρησιμοποιούνται στα μελετώμενα κτίρια.

Σε δεύτερο επίπεδο, θα γίνουν προτάσεις βελτίωσης της ενεργειακής εικόνας του κτιρίου. Οι προτάσεις θα κινηθούν στο πλαίσιο εξοικονόμησης πρωτογενούς καταναλισκόμενης ενέργειας, αλλά και χρηματικών πόρων.

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, θα εκτεθούν τα στοιχεία και χαρακτηριστικά των κτιρίων, τα οποία συμβάλλουν στη διαμόρφωση της εικόνας τους, από πλευράς ενεργειακών καταναλώσεων.

Θα παρουσιαστούν και θα σχολιαστούν τα επί μέρους δομικά στοιχεία των κατασκευών τα οποία συνθέτουν το κέλυφος και το «σκελετό» του κτιρίου. Εν συνεχεία, βασιζόμενοι στα στοιχεία που παραχωρήθηκαν, θα πραγματοποιηθεί έκθεση των συσκευών κλιματισμού των επί μέρους χώρων κάθε κτιριακής μονάδας.

Ιδιαίτερη αναφορά θα γίνει σε χώρους σημαντικών ενεργειακών καταναλώσεων. Εν προκειμένω, θα γίνει εκτενής ανάλυση του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται στο χώρο παρασκευής γευμάτων του κεντρικού κτιρίου.

Πρέπει να γίνει κατανοητό, και τονίζεται, το γεγονός αδυναμίας κτήσης αναλυτικότερων στοιχείων αναφορικά με τα χαρακτηριστικά και κυρίως τον εξοπλισμό του κτιρίου. Σε τέτοιου είδους υποδομές, η ακριβής και ολοκληρωμένη συλλογή πληροφοριών, αποτελεί θεμέλιο λίθο της πραγματοποιούμενης μελέτης και ανάλυσης. Η έλλειψη αυτή αντιμετωπίστηκε με τη βοήθεια της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1_2017. Σε σημεία της μελέτης, όπου αυτό χρειάστηκε, έγιναν παραδοχές βασιζόμενες στην προαναφερθείσα τεχνική οδηγία. Τα σημεία αυτά τονίζονται στο κείμενο και η επιλογή τιμών και δεδομένων εξηγείται.

Η παρουσίαση αφορά δύο κτίρια. Προς αποφυγή συγχύσεων, η εργασία θα ακολουθήσει σε όλη της την έκταση ένα συγκεκριμένο μοτίβο. Το κεντρικό κτίριο, αποτελούμενο από χώρους ποικίλης λειτουργίας, προσφέρεται για την αναλυτικότερη περιγραφή και κατανόηση της πραγματοποιούμενης μελέτης. Επομένως, θα είναι το πρώτο κτίριο το οποίο θα παρουσιάζεται σε κάθε κεφάλαιο και θα ακολουθεί, σε δεύτερο στάδιο, η συνοπτικότερη παρουσίαση του κτιρίου δωματίων

2.1 Περιγραφή χώρων κτιρίων

Η πραγματοποιούμενη μελέτη αφορά μέρος κτιρίων μεγάλης ξενοδοχειακής μονάδας, θερινής περιόδου λειτουργίας, η οποία εδράζεται στην τοποθεσία Μαρμάρι της νήσου Κω. Μελετώνται το κεντρικό κτίριο και ένα από τα 3 κτίρια δωματίων της ξενοδοχειακής μονάδας. Τυπικό ύψος ορόφου είναι τα 3,5 μέτρα, με εξαίρεση την απόληξη του κλιμακοστασίου του κεντρικού κτιρίου, όπου το ύψος ισούται με 2,8 μέτρα. Οι χώροι που περιλαμβάνει κάθε κτίριο καθώς και η επιφάνεια που αυτοί καταλαμβάνουν παρουσιάζεται στους ακόλουθους πίνακες.

Πίνακας 2-1 Απογραφή χώρων κεντρικού κτιρίου

<u>ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ</u>				
<u>Όροφος</u>	<u>Χρήση χώρου</u>	<u>Επιφάνεια (m²)</u>	<u>Όγκος (m³)</u>	<u>Κλιματιζόμενος</u>
Ημιυπόγειο	Αποθήκες	1109,04	3881,64	Όχι
Ισόγειο	Χώρος Υποδοχής	84,230	294,805	Ναι
	Reception	21,000	73,5	Ναι
	Γραφείο Προσωπικού	10,050	35,175	Ναι
	Λόμπι	295,300	1033,55	Ναι
	Χώρος καφέ - μπαρ	305,500	1069,25	Ναι
	Μπαρ - παρασκευαστήριο	46,910	164,185	Ναι
	Κουζίνα	346,050	1211,175	Ναι
Πρώτος	Δωμάτιο 1	36,280	126,98	Ναι
	Δωμάτιο 2	30,400	106,4	Ναι
	Δωμάτιο 3	30,400	106,4	Ναι
	Δωμάτιο 4	30,400	106,4	Ναι
	Δωμάτιο 5	30,400	106,4	Ναι
	Δωμάτιο 6	38,080	133,28	Ναι
	Διάδρομος - Κοινόχρηστος χώρος	28,62	100,17	Ναι
	Κατάστημα Πώλησης Αναμνηστικών	10,700	37,45	Ναι
	Εστιατόριο	514,330	1800,155	Ναι
	Διάδρομος - Κοινόχρηστος χώρος 2	98,69	345,415	Ναι
Ημιυπόγειο/Ισόγειο/Πρώτος/Δεύτερος	Κλιμακοστάσιο	20,14/όροφο	70,49/56,4* ²	Όχι

Πίνακας 2-2 Απογραφή χώρων κτιρίου δωματίων

<u>ΚΤΙΡΙΟ ΔΩΜΑΤΙΩΝ</u>				
<u>Όροφος</u>	<u>Χρήση χώρου</u>	<u>Επιφάνεια</u>	<u>Όγκος</u>	<u>Κλιματιζόμενος</u>
	Δ. 0.1	22,880	80,080	Ναι
	Δ. 0.2	22,880	80,080	Ναι
	Δ. 0.3	22,880	80,080	Ναι
	Δ. 0.4	22,880	80,080	Ναι
	Δ. 0.5	22,880	80,080	Ναι
	Δ. 0.6	26,950	94,325	Ναι
	Δ. 0.7	26,240	91,840	Ναι
	Δ. 0.8	43,000	150,500	Ναι

² Αφορά τον όγκο της απόληξης του κλιμακοστασίου στην οροφή του εξεταζόμενου κτιρίου.

ΚΤΙΡΙΟ ΔΩΜΑΤΙΩΝ				
Όροφος	Χρήση χώρου	Επιφάνεια	Όγκος	Κλιματιζόμενος
	Δ. 0.9	28,120	98,420	Ναι
	Δ. 0.10	26,790	93,765	Ναι
	Δ. 0.11	28,880	101,080	Ναι
	Δ. 0.12	38,440	134,540	Ναι
Πρώτος	Δ. 1.1	28,600	100,100	Ναι
	Δ. 1.2	28,600	100,100	Ναι
	Δ. 1.3	28,600	100,100	Ναι
	Δ. 1.4	28,600	100,100	Ναι
	Δ. 1.5	26,950	94,325	Ναι
	Δ. 1.6	26,240	91,840	Ναι
	Δ. 1.7	43,000	150,500	Ναι
	Δ. 1.8	28,120	98,420	Ναι
	Δ. 1.9	26,780	93,730	Ναι
	Δ. 1.10	28,870	101,045	Ναι
	Δ. 1.11	38,440	134,540	Ναι
	Δ. 1.12	44,910	157,185	Ναι
	Δ. 1.13	36,320	127,120	Ναι
	Δ. 1.14	36,320	127,120	Ναι
	Δ. 1.15	36,320	127,120	Ναι
	Δ. 1.16	24,720	86,520	Ναι
	Δ. 1.17	24,720	86,520	Ναι
	Δ. 1.18	24,720	86,520	Ναι
	Δ. 1.19	24,720	86,520	Ναι
Δεύτερος	Δ. 2.1	35,390	123,865	Ναι
	Δ. 2.2	35,030	122,605	Ναι
	Δ. 2.3	35,030	122,605	Ναι
	Δ. 2.4	26,950	94,325	Ναι
	Δ. 2.5	26,240	91,840	Ναι
	Δ. 2.6	43,000	150,500	Ναι
	Δ. 2.7	28,120	98,420	Ναι
	Δ. 2.8	26,780	93,730	Ναι
	Δ. 2.9	28,870	101,045	Ναι
	Δ. 2.10	38,440	134,540	Ναι
	Δ. 2.11	44,910	157,185	Ναι
	Δ. 2.12	27,560	96,460	Ναι
	Δ. 2.13	27,140	94,990	Ναι
	Δ. 2.14	27,140	94,990	Ναι
	Δ. 2.15	27,140	94,990	Ναι
	Δ. 2.16	24,720	86,520	Ναι
	Δ. 2.17	24,720	86,520	Ναι
	Δ. 2.18	24,720	86,520	Ναι
	Δ. 2.19	24,720	86,520	Ναι

2.2 Δομικά στοιχεία κτιριακού κελύφους

Το κτίριο σχεδιάστηκε κατά ΚΘΚ, και στις περισσότερες περιπτώσεις, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U (W/m^2K) που προκύπτει ικανοποιεί και τα κατά τον ΚΕΝΑΚ όρια, επομένως περαιτέρω παρεμβάσεις στο κέλυφος δεν κρίνονται σκόπιμες. Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας θα γίνει βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, και του τύπου

$$U = \frac{1}{R_{ολ}} \quad (2.1)$$

όπου $R_{ολ}$ η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το πολυστρωματικό δομικό στοιχείο. Η συνολική αντίσταση υπολογίζεται βάσει του παρακάτω τύπου

$$R_{ολ} = R_i + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_a \quad (2.2)$$

όπου,

- R_i (m^2K/W) = η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο
- n = το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου
- R_a (m^2K/W) = η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο στο εξωτερικό περιβάλλον

2.2.1 Εξωτερική τοιχοποιία.

Τα χαρακτηριστικά της εξωτερικής τοιχοποιίας, από την εξωτερική προς την εσωτερική επιφάνεια του κτιρίου είναι τα εξής:

1. Επίχρισμα εξωτερικό (ασβεστοκονίαμα), με πάχος 2cm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ , ίσο με 0,75 $W/(m^*K)$.
2. Εξωτερική σειρά αποτελούμενη από απλό, κλασικό εξάποπο τούβλο διαστάσεων 6*9*19 cm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ , ίσο με 0,45 $W/(m^*K)$.
3. Μόνωση από φελλό, πάχους ίσου με 5 εκατοστά και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ , ίσο με 0,035 $W/(m^*K)$.
4. Εσωτερική σειρά αποτελούμενη από απλό, κλασικό, εξάποπο τούβλο διαστάσεων 6*9*19 και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ , ίσο με 0,45 $W/(m^*K)$.
5. Επίχρισμα εσωτερικό με πάχος 2cm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ , ίσο με 0,75 $W/(m^*K)$.

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας U (W/m^2K) της εξωτερικής τοιχοποιίας

Αρχικά θα πρέπει να υπολογισθεί η τιμή της αντίστασης (R) κάθε ομογενούς δομικού στοιχείου που αποτελεί μέρος του πολυστρωματικού δομικού στοιχείου.

Ο υπολογισμός πραγματοποιείται βάσει της εξίσωσης 2.1., της παραγράφου 2.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 [19]

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (2.3)$$

όπου d το πάχος του υλικού σε μέτρα και λ ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού σε $W/(m^*K)$.

Οι υπολογισμοί οπτικοποιούνται στον ακόλουθο πίνακα

Πίνακας 2-3 Δομικά υλικά εξωτερικής τοιχοποιίας

<u>ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ</u>			
ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ (m)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ λ W/(m*K)	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΡΟΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ R (m²* K/W)
<i>εξωτερικό επίχρισμα</i>	0,02	0,75	0,027
<i>εξωτερική σειρά α-πλών τούβλων</i>	0,06	0,45	0,133
<i>μόνωση από φελλό</i>	0,05	0,035	1,429
<i>εσωτερική σειρά α-πλών τούβλων</i>	0,06	0,45	0,133
<i>εσωτερικό επίχρισμα</i>	0,02	0,75	0,027

Για τον υπολογισμό της συνολικής αντίστασης του δομικού στοιχείου, θα πρέπει να οριστούν οι τιμές των Ri και Ra. Οι τιμές τους παρέχονται από τον πίνακα 3β του κεφαλαίου 4 της της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 για εξωτερικούς τοίχους και παράθυρα. Σύμφωνα με αυτόν Ra= 0.04(W/m²K) Ri=0.13 (W/m²K).

Επομένως, σύμφωνα με την εξίσωση 3.1 γίνεται ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας της εξωτερικής τοιχοποιίας. Προκύπτει $U_{ΕΞ.ΤΟΙΧ.} = 0,52 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})^3$.

2.2.2 Οροφές – Πυλωτές.

Τα χαρακτηριστικά της οροφής του κτιρίου, αλλά και των πυλωτών, όπου αυτές εμφανίζονται είναι τα ακόλουθα:

1. Εξωτερικό επίχρισμα πάχους 2 cm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ, ίσο με 0,75 W/(m*K)
2. Πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος πάχους 14 cm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ, ίσο με 1,75 W/(m*K)
3. Μονωτικό υλικό οροφής πάχους 6 cm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ, ίσο με 0,035 W/(m*K)
4. Κισηρόδεμα πάχους 20 εκατοστών και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ, ίσο με 0,3 W/(m*K)
5. Αβεσσοκονίαμα πάχους 2 εκατοστών και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ, ίσο με 0,75 W/(m*K)
6. Πλάκες από μάρμαρο πάχους 3 εκατοστών και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ, ίσο με 3 W/(m*K)

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας U (W/m²K) οροφής - πυλωτής

Ομοίως με την προηγούμενη περίπτωση πραγματοποιείται ο υπολογισμός της αντίστασης στη θερμική ροή κάθε επιμέρους δομικού στοιχείου.

³ Η σύγκριση με τις οριζόμενες κατά Κ.Εν.Α.Κ τιμές, θα πραγματοποιηθεί μετά τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου.

Πίνακας 2-4 Δομικά υλικά οροφών – πυλωτών

ΟΡΟΦΕΣ - ΠΥΛΩΤΕΣ			
ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ (m)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ λ [W/(m*K)]	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΡΟΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ R (m²* K/W)
<i>εξωτερικό επίχρισμα</i>	0,02	0,75	0,027
<i>πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος</i>	0,14	1,75	0,080
<i>μονωτικό υλικό οροφής</i>	0,06	0,035	1,714
<i>κισσηρόδεμα</i>	0,2	0,3	0,667
<i>ασβεστοκονίαμα</i>	0,02	0,75	0,027
<i>πλάκες από μάρμαρο</i>	0,03	3	0,010

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας, απομένει να οριστούν οι τιμές αντιστάσεων Ri και Ra. Εκ της χρήσεώς τους, διακρίνονται δύο κατηγορίες δομικών στοιχείων, παρότι κατασκευαστικά είναι όμοιες, άρα και δύο διαφορετικές τιμές για κάθε αντίσταση. Οι τιμές που ορίζονται από τον πίνακα 3β της αντίστοιχης τεχνικής οδηγίας κατά περίπτωση, είναι οι ακόλουθες.

- Στέγη , δώμα (οροφή): Ri = 0,10 (W/m²K), Ra = 0,04 (W/m²K).
- Δάπεδο πάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή): Ri = 0,17 (W/m²K), Ra = 0,04 (W/m²K).

Βάσει των παραπάνω και με χρήση της εξίσωσης 3.1 του παρόντος εγγράφου, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας των δύο δομικών στοιχείων είναι U_{οροφής} = 0,375 (W/m²K) U_{πυλωτής} = 0,366 (W/m²K).

2.2.3 Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος:

Τα δομικά χαρακτηριστικά που συνθέτουν το δάπεδο του κτιρίου το οποίο βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος, είναι:

1. Γαρμπλοσκυρόδεμα με πάχος 15 εκατοστών και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ, ίσο με 0,7 W/(m*K)
2. Ασβεστοκονίαμα με πάχος 2,5 εκατοστά και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ, ίσο με 0,75 W/(m*K)
3. Πλάκα από μάρμαρο πάχους 0,025 εκατοστών και λ, ίσο με 3 W/(m*K)

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας U (W/m²K) δαπέδου σε επαφή με το έδαφος

Στον πίνακα 3-3 παρατίθενται οι τιμές των αντιστάσεων στη ροή θερμότητας, κάθε επί μέρους δομικού στοιχείου της οροφής.

Πίνακας 2-5 Δομικά υλικά δαπέδων σε επαφή με έδαφος

ΔΑΠΕΔΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ			
ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ (m)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ λ W/(m*K)	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΡΟΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ R (m²* K/W)
<i>γαρμπλοσκυρόδεμα</i>	0,15	0,7	0,214
<i>ασβεστοκονίαμα</i>	0,025	0,75	0,033
<i>πλάκα από μάρμαρο</i>	0,025	3	0,008

Για τα εν επαφή με το έδαφος δάπεδα, ορίζονται $R_i = 0,17 \text{ (m}^2\text{K/W)}$, $R_a = 0 \text{ (m}^2\text{K/W)}$.

Επομένως, από τα παραπάνω προκύπτει συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{\text{δαπέδου-εδάφους}} = 2,35 \text{ (W/m}^2\text{K)}$.

2.2.4 Δάπεδα σε επαφή με μη κλιματιζόμενο χώρο (Ισογείου)

Τα επί μέρους δομικά συστατικά των συγκεκριμένων επιφανειών είναι:

1. Επίχρισμα (ασβεστοκονίαμα) πάχους 2 εκατοστών και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ , ίσο με $0,75 \text{ W/(m}^*\text{K)}$
2. Πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος πάχους 14 εκατοστών και λ , ίσο με $1,75 \text{ W/(m}^*\text{K)}$
3. Επίχρισμα (ασβεστοκονίαμα) πάχους 3 εκατοστών και λ , ίσο με $0,75 \text{ W/(m}^*\text{K)}$
4. Πλάκα από μάρμαρο πάχους 2,5 εκατοστών και λ , ίσο με $3 \text{ W/(m}^*\text{K)}$.

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας $U \text{ (W/m}^2\text{K)}$ δαπέδου σε επαφή με το έδαφος

Στον πίνακα 3-4 παρατίθενται οι τιμές των αντιστάσεων στη ροή θερμότητας, κάθε επί μέρους δομικού στοιχείου των δαπέδων.

Πίνακας 2-6 Δομικά υλικά δαπέδων σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο

<u>ΔΑΠΕΔΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟ ΧΩΡΟ</u>			
ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ (m)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ $\lambda \text{ W/(m}^*\text{K)}$	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΡΟΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ $R \text{ (m}^2 * \text{K/W)}$
<i>επίχρισμα</i>	0,02	0,75	0,027
<i>πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος</i>	0,14	1,75	0,080
<i>επίχρισμα</i>	0,025	0,75	0,033
<i>πλάκα από μάρμαρο</i>	0,025	3	0,008

Για τα εν επαφή με μη κλιματιζόμενο χώρο δάπεδα, ορίζονται $R_i = 0,17 \text{ (m}^2\text{K/W)}$, $R_a = 0,17 \text{ (m}^2\text{K/W)}$.

Επομένως, από τα παραπάνω προκύπτει συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{\text{δαπέδου-εδάφους}} = 2,05 \text{ (W/m}^2\text{K)}$.

2.2.5 Πλάκα ορόφου (οροφή κείμενου – δάπεδο υπερκείμενου ορόφου)

Τα επί μέρους δομικά συστατικά των συγκεκριμένων επιφανειών είναι όμοια με αυτά των δαπέδων σε επαφή με μη κλιματιζόμενο χώρο. Μοναδική διαφορά αποτελεί η προσθήκη αφρού πολουρεθάνης πάχους 3 εκατοστών και λ , ίσο με $0,028 \text{ W/(m}^*\text{K)}$. Η αντίσταση θερμικής μετάβασης σε αυτήν την περίπτωση αφορά εσωτερικό χώρο και γίνεται κατακόρυφα. Επειδή πραγματοποιείται τόσο προς την άνω διεύθυνση όσο και στην κάτω, θα θεωρηθεί ως τιμή της αντίστασης R_i η μέση τιμή των δύο περιπτώσεων, που παρέχεται από τον πίνακα 3 α της Τ.ΟΤ.Ε.Ε. η οποία είναι ίση με $0,135 \text{ (W/m}^2\text{K)}$. Η τιμή της αντίστασης R_a είναι ίση με $0,04 \text{ (m}^2\text{K/W)}$.

Επομένως ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι ίσος με $U_{\text{πλάκας ορόφου}} = 0,72 \text{ (W/m}^2\text{K)}$.

2.2.6 Εσωτερική τοιχοποιία

Τα επί μέρους δομικά συστατικά των συγκεκριμένων επιφανειών είναι:

1. Επίχρυσμα πάχους 2 εκατοστών και λ, ίσο με 0,75 W/(m*K)
2. Απλό, κλασικό εξάοπο τούβλο διαστάσεων 9*9*19 και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ, ίσο με 0,45 W/(m*K)
3. Επίχρυσμα πάχους 2 εκατοστών και λ, ίσο με 0,75 W/(m*K)

Από τον πίνακα 3 α προκύπτει τιμή $R_i = 0,13$ (m²K/W), $R_a = 0,04$ (m²K/W). Επομένως η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας είναι ίση με $U_{ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ} = 2,36$ (W/m²K).

2.2.7 Σύγκριση ορίων συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων

Η σύγκριση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του Πίνακα 3.4 α, της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, ο οποίος αφορά τα όρια του συντελεστή θερμοπερατότητας συγκεκριμένων δομικών στοιχείων, κτιρίου το οποίο υπόκειται σε ριζική ανακαίνιση. Ο πίνακας θα παρατεθεί αυτούσιος, στο αντίστοιχο παράρτημα. Στον πίνακα 2-5 που παρουσιάζεται στην τρέχουσα παράγραφο, γίνεται αντιληπτό ποια δομικά στοιχεία των σχεδιαζόμενων κτιρίων είναι εντός ορίων και ποια χρήζουν βελτιωτικών προσθηκών.

Πίνακας 2-7 Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων κτιρίων [19]

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΑ ΟΡΙΑ		
Δομικά Στοιχεία	Όρια U (W/m²K) σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017	Τιμές U (W/m²K) εξεταζόμενων κτιριακών μονάδων
<i>Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με εξωτερικό αέρα (οροφές)</i>	0,5	0,366
<i>Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με εξωτερικό αέρα</i>	0,6	0,52
<i>Δάπεδα σε επαφή με εξωτερικό αέρα (πιλοτές)</i>	0,5	0,366
<i>Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο</i>	1,5	0,52
<i>Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος</i>	1,5	0,52
<i>Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους (δάπεδα οροφές)</i>	1,2	2,05
<i>Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος</i>	1,2	2,35

Παρατηρείται, ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δαπέδων (τόσο σε αυτά που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος όσο και στα εν επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο), υπερβαίνει κατά πολύ τα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια. Συνίσταται λοιπόν η χρήση μονωτικού υλικού, η οποία θα μειώσει τις θερμικές απώλειες του χώρου, και θα οδηγήσει σε βελτίωση της ενεργειακής κατανάλωσης.

2.3 Συστήματα κλιματισμού Κτιριακών μονάδων

Στη συγκεκριμένη παράγραφο θα παρουσιαστούν οι μονάδες κλιματισμού, οι οποίες χρησιμοποιούνται με στόχο την κάλυψη των αναγκών θερμικής άνεσης σε κάθε ένα από τα εξεταζόμενα κτίρια.

2.3.1 Κεντρικό κτίριο

Στο υπό εξέταση κτίριο, ο κλιματισμός των χώρων γίνεται κυρίως με τη χρήση μονάδων τύπου Split Unit ισχύος 9000 και 12000 Btu. Εξάιρεση αποτελεί ο χώρος του εστιατορίου ο οποίος κλιματίζεται με τη χρήση 4 ντουλαπών ψύξης ισχύος 55.000 Btu έκαστη, και ένα σύνολο χώρων οι οποίοι κλιματίζονται με ημικεντρικό σύστημα κλιματισμού με μηχανήματα τύπου multi (αντλία θερμότητας αέρος-αέρος και εσωτερικές κλιματιστικές μονάδες). Για τη συγκεκριμένη εγκατάσταση, δεν υπάρχουν πληροφορίες σχετικά με την ισχύ της. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι επιμέρους χώροι του κτιρίου και οι μονάδες που χρησιμοποιούνται για τον κλιματισμό τους, η ισχύς των οποίων για λόγους ευκολίας εκφράζεται σε Watt.

Πίνακας 2-8 Συστήματα κλιματισμού κεντρικού κτιρίου

<u>ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ</u>			
Κλιματιζόμενος χώρος	Τύπος κλιματιστικής Μονάδας	Αριθμός μονάδων	Ισχύς (συνολική) κλιματιστικής μονάδας σε Watt
<i>Δωμάτιο 1</i>	Split Unit	1	2640
<i>Δωμάτιο 2</i>	Split Unit	1	2640
<i>Δωμάτιο 3</i>	Split Unit	1	2640
<i>Δωμάτιο 4</i>	Split Unit	1	2640
<i>Δωμάτιο 5</i>	Split Unit	1	2640
<i>Δωμάτιο 6</i>	Split Unit	1	2640
<i>Ρεσεψιόν</i>	Split Unit	1	2640
<i>Γραφείο</i>	Split Unit	1	2640
<i>Μικρό κατάστημα</i>	Split Unit	1	2640
<i>Κουζίνα</i>	Split Unit	3	9670
<i>Διάδρομοι</i>	Ημικεντρικό σύστημα κλιματισμού	2	-
<i>Λόμπι</i>		2	
<i>Καφέ - Μπαρ</i>		1	
<i>Μπαρ - χώρος εργασίας</i>	Split Unit	1	2640
<i>Εστιατόριο</i>	ΝΤΟΥΛΑΠΕΣ	4	64480

2.3.2 Κτίριο δωματίων

Στην προκειμένη περίπτωση, η επικρατούσα συνθήκη, είναι ευμενέστερη από πλευράς καταγραφής και εν τέλει αναπαράστασης των συστημάτων κλιματισμού. Το κτίριο αποτελείται από 50 δωμάτια, κάθε ένα από τα οποία, κλιματίζεται με τη χρήση μονάδας τύπου split, ισχύος 2640W.

2.4 Εξοπλισμός επαγγελματικής κουζίνας του ξενοδοχείου

Η επαγγελματική κουζίνα του ξενοδοχείου, χρησιμοποιεί πληθώρα συσκευών που αποσκοπούν στην παρασκευή αλλά και τη συντήρηση των τροφίμων, γεγονός στο οποίο οφείλονται οι, συνήθως, υψηλές ενεργειακές καταναλώσεις που παρατηρούνται σε τέτοιου είδους χώρους. Πέραν αυτού, φιλοξενεί σχετικά μεγάλο αριθμό εργαζομένων, γεγονός που σε συνδυασμό με τον εξοπλισμό της, επιβαρύνει

το σύστημα κλιματισμού (λόγω κυρίως αισθητών αλλά και λανθάνοντων θερμικών κερδών) και αυξάνει τις ανάγκες για ψύξη (οι οποίες κυρίως μας απασχολούν).

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιαστούν οι συσκευές, χρήση και ισχύς τους, που απαντώνται σε επαγγελματικές κουζίνες. Ασφαλώς, ορθότερη προσέγγιση θα ήταν η καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης, αλλά κάτι τέτοιο δεν κατέστη εφικτό. Σε κάθε περίπτωση, η υπόθεση εργασίας που θα παρουσιαστεί, αντιπροσωπεύει σε ικανοποιητικό επίπεδο τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας μίας επαγγελματικής κουζίνας.

Οι σύγχρονες κουζίνες, σε μεγάλο βαθμό, χρησιμοποιούν τόσο συσκευές οι οποίες τροφοδοτούνται από ηλεκτρισμό, όσο και από υγραέριο. Η χρήση του υγραερίου γίνεται όχι μόνο για λόγους οικονομίας, αλλά και για λόγους χρηστικής ευκολίας.

2.4.1 Συσκευές με πηγή ενέργειας το υγραέριο

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι συσκευές που χρησιμοποιούν το υγραέριο ως πηγή ενέργειας καθώς και η επιμέρους ισχύς τους.

Πίνακας 2-9 Συσκευές κουζίνας που χρησιμοποιούν υγραέριο

<u>ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΟΥΖΙΝΑΣ - ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟ</u>			
Συσκευές	Τεμάχια	Ισχύς σε kW/Τεμάχιο	Συνολική ισχύς σε kW
<i>Πλατώ</i>	1	14	14
<i>Φούρνος</i>	3	7	21
<i>Φριτέζα διπλή</i>	2	14	28
<i>Φούσκα κουζίνας</i>	1	25	25
<i>Σύνολο</i>	-	-	88

2.4.2 Συσκευές με πηγή ενέργειας των ηλεκτρισμό

Εκτός από τις συσκευές που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο, γίνεται χρήση και ηλεκτρικών συσκευών. Η ισχύς τους είναι σαφώς μικρότερη αλλά ο χρόνος λειτουργίας, ορισμένων εξ αυτών είναι διαρκής και μόνιμος.

Πίνακας 2-10 Ηλεκτρικές συσκευές κουζίνας

<u>ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΟΥΖΙΝΑΣ - ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ</u>			
Συσκευές	Τεμάχια	Ισχύς σε kW/Τεμάχιο	Συνολική ισχύς σε kW
<i>Πλυντήριο πιάτων</i>	1	6	6
<i>Θερμοθάλαμοι</i>	2	0,8	1,6
<i>Καταψύκτης 3 θαλάμων</i>	1	0,9	0,9
<i>Ψυγείο Ημέρας</i>	1	0,9	0,9
<i>Μηχανή κοπής αλλαντικών</i>	1	0,15	0,15
<i>Μηχανή κοπής τυριών</i>	1	0,15	0,15
<i>Μίξερ</i>	2	0,5	1
<i>Μούλτι</i>	2	0,5	1
<i>Μπεν Μαρί</i>	1	1,2	1,2
<i>Σύνολο</i>	-	-	12,9

2.5 Παροχή ΖΝΧ

Το ζεστό νερό χρήσης παράγεται με τη χρήση κεντρικού μπούλερ, με πηγή θερμότητας το υγραέριο. Η διαστασιολόγησή του, λόγω έλλειψης δεδομένων, θα γίνει βάσει τεχνικής οδηγίας του Τ.Ε.Ε [20] όπως παρουσιάζεται στην επόμενη παράγραφο.

2.6 Παραδοχές βασιζόμενες στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017

Κατά το στάδιο της ψηφιακής αναπαράστασης των χαρακτηριστικών της κτιριακής μονάδας, ο χρήστης θα κληθεί να ορίσει συγκεκριμένες τιμές για φορτία, ανθρώπινα, ηλεκτρικά κ.α. τα οποία συμβάλλουν σημαντικά στην ενεργειακή κατανάλωση. Κάποια από αυτά, όπως η ισχύς των συσκευών εργασίας της κουζίνας, μπορούν με μία σχετικώς καλή προσέγγιση να ορισθούν με συγκεκριμένη τιμή. Σε κάποια άλλα φορτία, όπως ο αριθμός ανθρώπινης συγκέντρωσης σε κοινόχρηστους χώρους, λόγω της στοχαστικότητας που διακρίνει αυτά τα φορτία, κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό.

2.6.1 Αριθμός ατόμων ανά τετραγωνική επιφάνεια

Ο ορισμός των ατόμων ανά επιφάνεια θα πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τον πίνακα 2.3 της σχετικής οδηγίας (ο οποίος παρουσιάζεται στο παράρτημα πινάκων), ο οποίος αφορά την παροχή νωπού αέρα και τον αριθμό παρειαυρισκόμενων ανά χρήση λειτουργίας του κτιρίου. Λόγω των διαφορετικών χρήσεων των δημιουργούμενων χώρων (εστιατόρια, δωμάτια ξενοδοχείου κ.α.) θα χρησιμοποιηθούν διαφορετικοί συντελεστές ανά χρήση.

Για τους κοινόχρηστους χώρους (λόμπι, διάδρομοι ξενοδοχείου κ.α.) του κτιρίου αντιστοιχούν 25 άτομα ανά 100 τετραγωνικά μέτρα επιφάνειας ή 0,25 άτομα ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας.

Για το χώρο του εστιατορίου, αντιστοιχεί η τιμή που παρέχεται από τον πίνακα για τα εστιατόρια. Αυτή είναι 70 άτομα ανά 100 τετραγωνικά μέτρα ή 0,7 άτομα ανά τετραγωνικό επιφάνειας.

Αντίστοιχα για το χώρο του καφέ μπαρ, ο συντελεστής είναι 80 άτομα ανά 100 τετραγωνικά μέτρα ή 0,8 άτομα ανά τετραγωνικό επιφάνειας.

Για το χώρο των δωματίων αλλά και της κουζίνας, θα ορισθούν απόλυτες τιμές και όχι συσχετιζόμενες με την επιφάνεια του χώρου. Έτσι τα δωμάτια άνω των 40τ.μ θεωρείται ότι φιλοξενούν 3 άτομα, ενώ δωμάτια μικρότερης επιφάνειας 2. Στο χώρο της κουζίνας θεωρούμε ότι εργάζονται επί μονίμου βάσεως 15 άτομα.

2.6.2 Επίπεδο στάθμης φωτισμού

Για τον ορισμό του επιπέδου στάθμης γενικού φωτισμού, ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, χρησιμοποιείται ο πίνακας 2.4 α της σχετικής οδηγίας, με τιμές ίσες με αυτές του κτιρίου αναφοράς, ώστε να προχωρήσει η γενική υπόθεση εργασίας. Και σε αυτήν την περίπτωση θα χρησιμοποιηθούν διαφορετικές τιμές, αναλόγως της χρήσης του χώρου.

Για τους χώρους των δωματίων το επίπεδο φωτισμού ορίζεται στα 8 W/m².

Για τους χώρους της κουζίνας το επίπεδο φωτισμού ορίζεται στα 8 W/m².

Για τους χώρους του εστιατορίου το επίπεδο φωτισμού ορίζεται στα 6,4 W/m².

Για το καφέ – μπαρ το επίπεδο φωτισμού ορίζεται στα 8 W/m².

Για τους κοινόχρηστους χώρους το επίπεδο φωτισμού ορίζεται στα 3,2 W/m².

Για τους χώρους των γραφείων το επίπεδο φωτισμού ορίζεται στα 16 W/m².

2.6.3 Παραγωγή και Καταναλώσεις ZNX

Ο υπολογισμός της κατανάλωσης ZNX, θα πραγματοποιηθεί με τη χρήση του πίνακα 2.5 της σχετικής οδηγίας και βάσει της τιμής που ορίζεται για κατανάλωση ZNX ανά υπνοδωμάτιο, σε ξενοδοχείο θερμικής λειτουργίας, κατηγορίας Lux. Η τιμή ανέρχεται στα 21,23 m³ ανά υπνοδωμάτιο, ανά έτος. Η συγκεκριμένη πληροφορία θα χρησιμοποιηθεί κατά το στάδιο του σχεδιασμού στο Open Studio. Ο υπολογισμός κατ' αυτόν τον τρόπο, κρίνεται δόκιμος για το κτίριο των δωματίων. Θα γίνουν εδώ οι εξής παραδοχές, στη βάση της ξεχωριστής προσομοίωσης των δύο κτιριακών εγκαταστάσεων και της απουσίας στοιχείων πραγματικών καταναλώσεων ZNX.

- Θεωρούνται δύο, όμοιας χωρητικότητας και ισχύος μονάδες παραγωγής και αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης
- Η ισχύς του θερμαντήρα και η χωρητικότητα της μονάδας αποθήκευσης, καθορίζονται σύμφωνα με τις καταναλώσεις του κτιρίου δωματίων οι οποίες θα προκύψουν από χρήση τύπων που παρέχει η σχετική τεχνική οδηγία του ΤΕΕ.
- Η παραγωγή ZNX γίνεται με τη χρήση λέβητα υγραερίου

Η παραγωγή ZNX γίνεται μέσω κεντρικής μονάδας θέρμανσης με χρήση λέβητα υγραερίου. Η ισχύς και το απαιτούμενο θερμικό φορτίο υπολογίζονται με τη χρήση των εξισώσεων 4.15, 4.16 και 4.17 της παραγράφου 5.8.2 της σχετικής οδηγίας.

Έχοντας ορίσει την ετήσια κατανάλωση σε ZNX, ίση με 21,23 m³ ανά δωμάτιο διαμονής, προκύπτει συνολική ετήσια κατανάλωση για το κτίριο δωματίων ίση με:

$$V_{\text{ΕΤΗΣΙΑ-ΔΩΜΑΤΙΩΝ}} = 21,23\text{m}^3 * 50 \text{ (αριθμός δωματίων)} \quad (2.4)$$

$$V_{\text{ΕΤΗΣΙΑ-ΔΩΜΑΤΙΩΝ}} = 21,23\text{m}^3 * 50 \text{ (αριθμός δωματίων)} \quad (2.5)$$

$$V_{\text{ΕΤΗΣΙΑ-ΔΩΜΑΤΙΩΝ}} = 1061,5 \text{ m}^3 \quad (2.6)$$

$$\begin{aligned} V_{\text{ΗΜΕΡΗΣΙΑ-ΔΩΜΑΤΙΩΝ}} & \quad (2.7) \\ &= 1061,5\text{m}^3 / 184 \text{ days (1η Μαΐου – 31η Οκτωβρίου)} \end{aligned}$$

$$V_{\text{ΗΜΕΡΗΣΙΑ-ΔΩΜΑΤΙΩΝ}} = 5.8 \text{ m}^3 \quad (2.8)$$

Η χωρητικότητα του λέβητα ισούται με το 1/5 της ημερήσιας κατανάλωση, επομένως με 1,16 κυβικά μέτρα. Θα δοθεί τιμή αυξημένη κατά 20%, επομένως ίση με 1,4 κυβικά μέτρα.

Το αντίστοιχο ημερήσιο θερμικό φορτίο δίνεται από τον τύπο

$$Q_{\text{Ημερήσιο}} = V_{\text{ΗΜΕΡΗΣΙΑ-ΔΩΜΑΤΙΩΝ}} * \frac{C}{3600} * \rho * \Delta T \quad (2.9)$$

$$Q_{\text{Ημερήσιο}} = 217 \text{ kW} \quad (2.10)$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΔΟΜΩΝ

Επομένως, η ημερήσια παραγωγή θερμικού φορτίου για την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ, είναι ίση με 217 κιλοβάτ. Η θερμική ισχύς του λέβητα, όπως αυτή ορίζεται από την εξίσωση 4.15 της τεχνικής οδηγίας, πρέπει να είναι ίσης με το ένα πέμπτο της ημερήσιας κατανάλωσης, προσαυξημένο κατά 20% σε περίπτωση μελέτης μεγάλης κτιριακής μονάδας. Επομένως η τελική ισχύς του λέβητα ορίζεται στα 53 κιλοβάτ. Η τιμή ισχύος που θα δοθεί στο πρόγραμμα θα είναι 60 κιλοβάτ, συνυπολογίζοντας και απορροφώντας τις απώλειες κατά την παραγωγή του ΖΝΧ, ενώ η χωρητικότητα του λέβητα θα υπερδιαστασιοποιηθεί κατά περίπου 30% και θα προκύψει τελική τιμή ίση με 1,5 κυβικά μέτρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

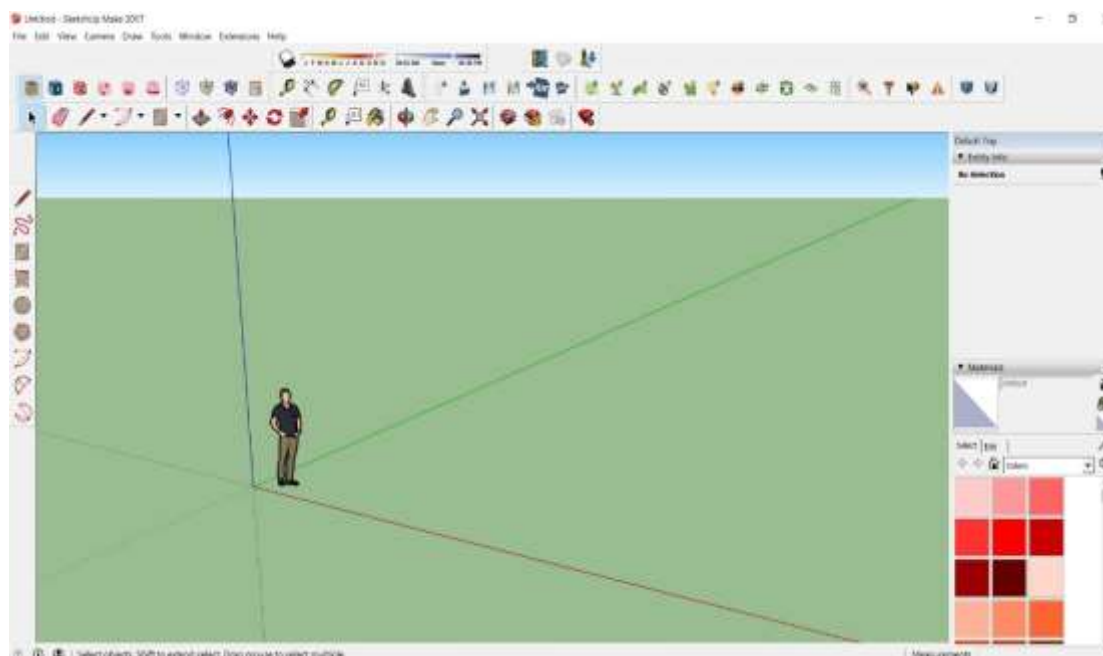
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SKETCH UP

3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SKETCH UP

3.1 Διαμόρφωση ψηφιακού περιβάλλοντος εργασίας

Για την γραφική απεικόνιση των εξεταζόμενων κτηρίων, όπως αναφέρθηκε προγενέστερα, έγινε χρήση του γραφιστικού προγράμματος Sketchup (έκδοση Sketchup Make 2017). Στο τρέχον κεφάλαιο θα αναλυθούν διεξοδικά οι δυνατότητες που παρέχει στο χρήστη η εν λόγω εφαρμογή, καθώς και ο τρόπος σχεδιασμού των μελετώμενων κτιριακών δομών, ο οποίος βασίστηκε στο εγχειρίδιο χρήσης της εφαρμογής [21]. Η επιλογή της συγκεκριμένης εφαρμογής καθώς και αυτή της έκδοσής της, πραγματοποιήθηκε με γνώμονα τη συμβατότητά της με τα προγράμματα προσομοίωσης τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια.

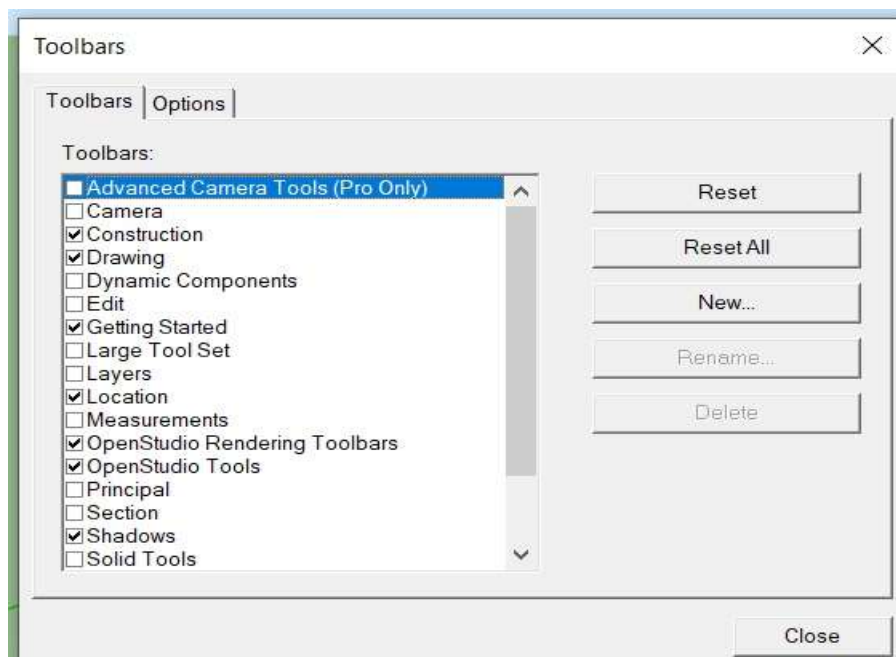
Το γραφικό περιβάλλον, στο οποίο καλείται ο χρήστης να εργαστεί, παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 3.1 Γραφικό περιβάλλον Sketch Up

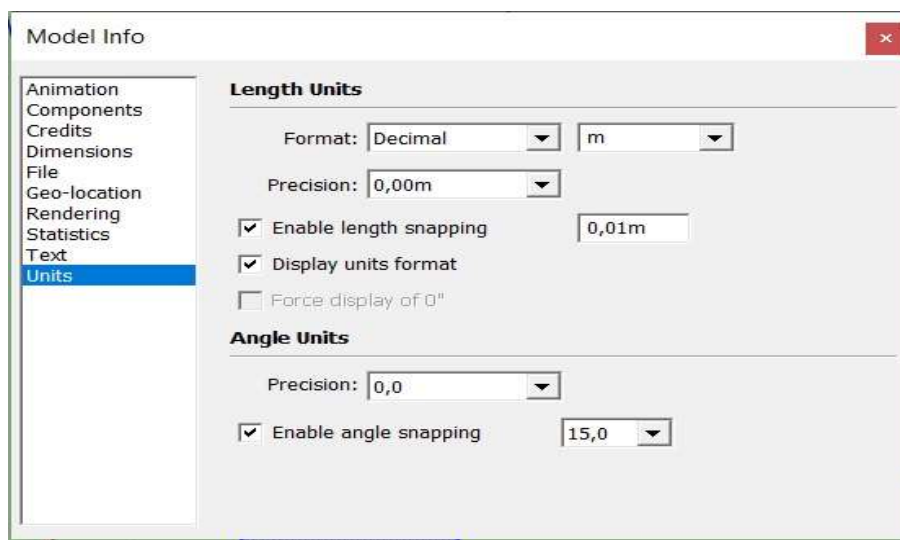
Το τρισδιάστατο επίπεδο, ορίζεται από ισάριθμους άξονες διαφορετικού χρωματισμού. Επιπλέον, οι δύο, επί του επιπέδου, άξονες αποτελούν και εργαλείο προσανατολισμού, καθώς κάθε ένας από αυτούς, ορίζει μία συγκεκριμένη διεύθυνση. Έτσι, η προέκταση του πράσινου άξονα ορίζει το βορά, ενώ αυτή του κόκκινου την Ανατολή.

Πέραν των βασικών καρτελών εργαλείων, ο σχεδιαστής δύναται να κάνει χρήση αρκετών ακόμα, με σκοπό τη διευκόλυνση του σχεδιαστικού του έργου. Οι επιπλέον καρτέλες, γίνονται επιλέξιμες μέσω της επιλογής view, που βρίσκεται στη γραμμή εντολών σχετικών με τις ιδιότητες του προγράμματος, και εν συνεχεία της επιλογής toolbars. Οι επιλογές εμφανίζονται υπό τη μορφή «παραθύρου», το οποίο παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 3.2 Παράθυρο επιλογής κατάλληλων toolbars

Πρέπει, εξ αρχής και για την αποφυγή σχεδιαστικών σφαλμάτων, να επιλεγεί το μετρικό σύστημα καθώς το πρόγραμμα είναι ρυθμισμένο βάσει του Αμερικάνικου μετρητικού συστήματος μονάδων. Πατώντας στην επιλογή Window, εμφανίζεται μία υποκαρτέλα, από την οποία διαλέγουμε την επιλογή model info. Εν συνεχεία, παρουσιάζεται το ακόλουθο παράθυρο, στο οποίο ορίζουμε το μετρικό σύστημα, δυνάμει του οποίου θα πραγματοποιηθεί ο σχεδιασμός.



Εικόνα 3.3 Επιλογή κατάλληλο μετρητικού συστήματος

Τελευταία ρύθμιση αποτελεί ο ορισμός της ταυτότητας του κτιρίου. Η συγκεκριμένη επιλογή είναι προαιρετική σε αυτό το χρονικό σημείο, καθώς δύναται ο χρήστης να επιλέξει την ταυτότητα και τα δομικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, και κατ' επέκταση των χώρων του, στο πρόγραμμα του Open Studio. Το Sketchup παρέχει πληθώρα επιλογών όπως, κτίρια γραφείων, οικίες, μικρές ή μεγάλες ξενοδοχειακές μονάδες κ.α. Στην προκειμένη περίπτωση θα γίνει επιλογή της χρήσης του κτιρίου, ως τμήμα μεγάλης ξενοδοχειακής μονάδας. Κάθε μία από τις παραπάνω επιλογές, παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα να αποδώσει σε κάθε σχεδιαζόμενο χώρο συγκεκριμένη ταυτότητα η οποία θα βασίζεται στη λειτουργία του (δωμάτιο ξενοδοχείου, κουζίνα κ.α.). Επιπροσθέτως, το πρόγραμμα δημιουργεί

βασιζόμενο στα πρότυπα της ASHRAE, συγκεκριμένα σετ δομικών στοιχείων, χρονοδιαγραμμάτων λειτουργίας των χώρων καθώς και πληθώρα άλλων παραμέτρων τα οποία θα αναλυθούν διεξοδικά, στο επόμενο κεφάλαιο το οποίο αφορά το πρόγραμμα Open Studio.

Επιλέγοντας από την κεντρική καρτέλα Extensions → Open Studio User Scripts → On demand template Generators → Space Type and Construction Set Wizard, εμφανίζεται στο χρήστη η εικόνα 3.4.



Εικόνα 3.4 Παράθυρο επιλογής χαρακτηριστικών κτιρίου

Επιλέγεται η χρήση του κτιρίου ως τμήμα μεγάλης ξενοδοχειακής μονάδας, και οι αντίστοιχες κλιματικές συνθήκες, οι οποίες ομοιάζουν περισσότερο με τις πραγματικές.


Με το τέλος της διαμόρφωσης του, επιθυμητού από το χρήστη, περιβάλλοντος εργασίας, εκκινεί η διαδικασία σχεδιασμού του κτιρίου βάσει αρχιτεκτονικών σχεδίων.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί η αδυναμία του προγράμματος να αναγνωρίσει πάχη τοίχου του κτηρίου. Ο σχεδιασμός οφείλει να βασίζεται στις εσωτερικές διαστάσεις του κτιρίου, ώστε να μειωθούν οι αποκλίσεις μεταξύ υπάρχουσας κατάστασης και προσομοίωσης. Είναι προφανές, ότι λόγω ύπαρξης εσωτερικής τοιχοποιίας, θα προκύψουν αναντιστοιχίες στα εμβαδά των σχεδιαζόμενων χώρων με αυτά των υφιστάμενων. Οι αναντιστοιχίες αυτές, δεν είναι αποτρεπτικές και τα αποτελέσματα της ενεργειακής προσομοίωσης προσεγγίζουν ικανοποιητικά τις πραγματικές συνθήκες

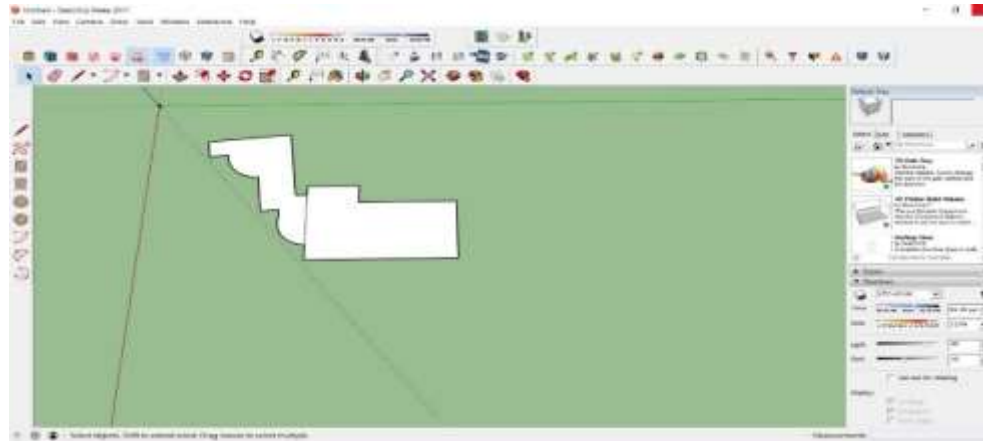
3.2 Σχεδιασμός Κεντρικού κτιρίου

Στην παρούσα παράγραφο θα περιγραφεί η διαδικασία σχεδιασμού της κτιριακής εγκατάστασης του κεντρικού κτιρίου. Μέσω της περιγραφής αυτής, πραγματοποιείται συνοπτική παρουσίαση των δυνατοτήτων του προγράμματος, χρήσιμη για το μελλοντικό χρήστη.




3.2.1 Ημιυπόγειος όροφος

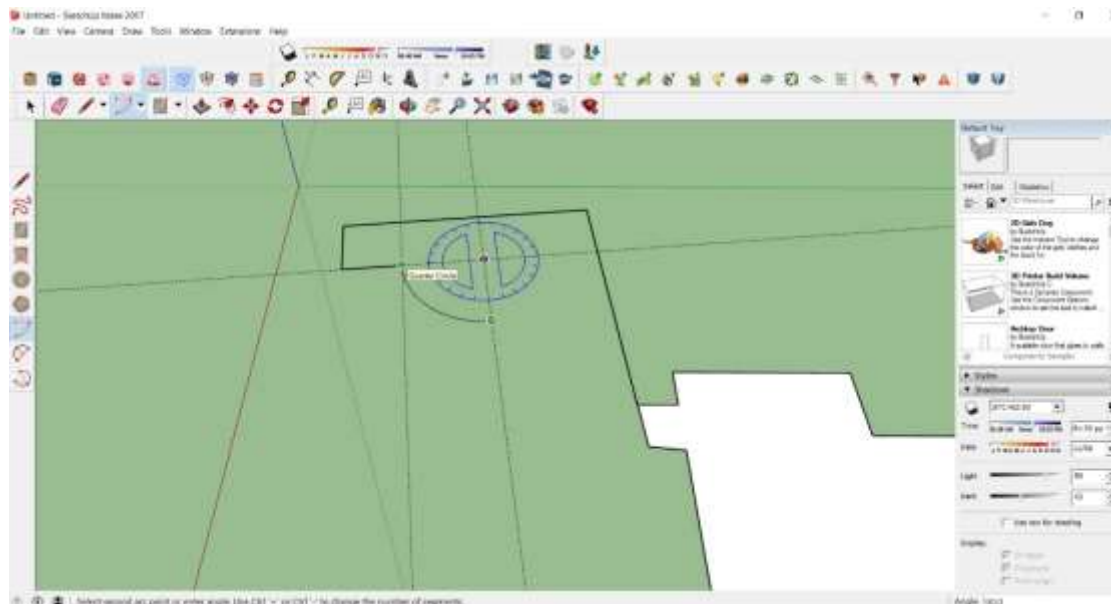
Ο σχεδιασμός εκκινεί με τη επιλογή της γραφίδας  και το σχεδιασμό της κάτοψης του εξεταζόμενου κτηρίου, σε οποιοδήποτε σημείο της επιφάνειας εργασίας. Ο πρώτος όροφος που θα αποτυπωθεί είναι αυτός του ημιυπόγειου, ο οποίος απαρτίζεται από αποθήκες εξοπλισμού και τουαλέτες του προσωπικού. Αρχικά δημιουργείται το περίγραμμα του ορόφου και ακολουθεί ο σχηματισμός των εσωτερικών χώρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SKETCH UP



Εικόνα 3.5 Κάτοψη ημιυπόγειου χώρου Κεντρικού κτιρίου

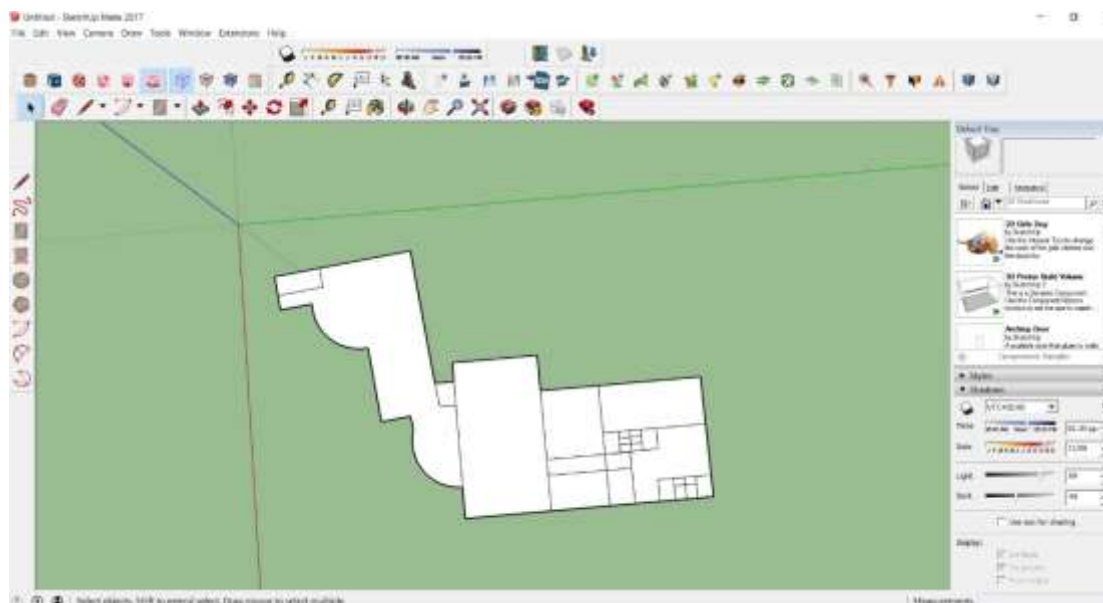
Στην παρουσιαζόμενη κάτοψη, εμφανίζονται δύο τοξοειδή μέρη, τα οποία σχεδιάστηκαν με τη βοήθεια των εργαλείων του μοιρογνωμονίου , του σχηματισμού τόξων  και της μεζούρας μέτρησης , για τον υπολογισμό της ακτίνας των κύκλων στους οποίους αντιστοιχούν.




Εικόνα 3.6 Σχεδιασμός τοξοειδών τμημάτων

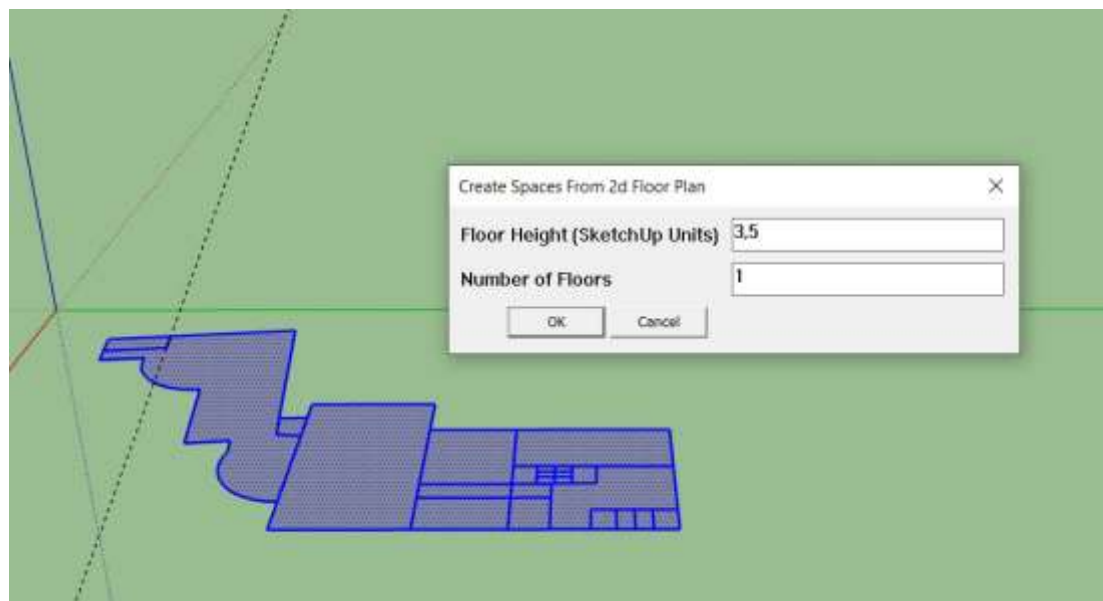
Σειρά έχει η χάραξη των εσωτερικών χώρων. Η ολοκληρωμένη κάτοψη παρουσιάζεται στην εικόνα που ακολουθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SKETCH UP



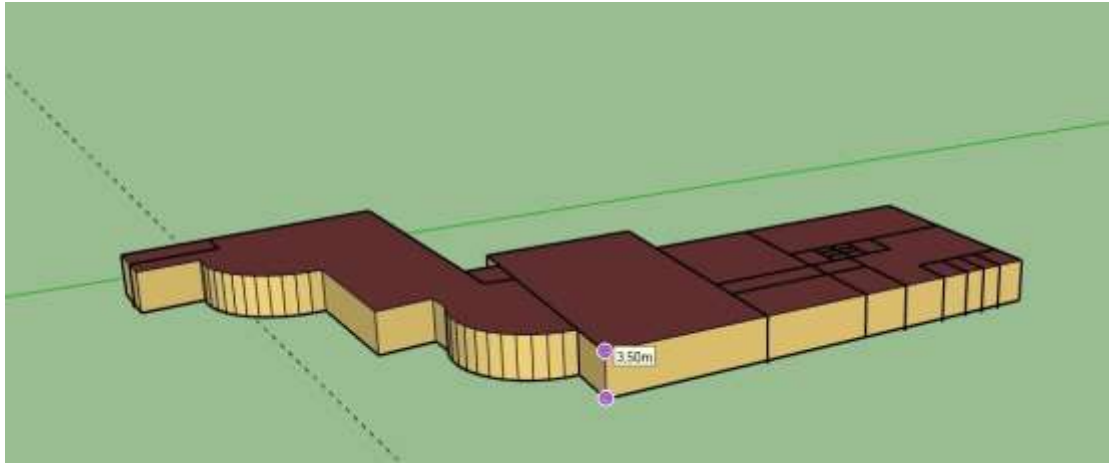
Εικόνα 3.7 Ολοκληρωμένη κάτοψη ημιυπόγειου ορόφου Κεντρικού κτιρίου

Αφού ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός της κάτοψης του ορόφου (δισδιάστατη απεικόνιση), ακολουθεί η διαδικασία απόδοσης όγκου, ώστε το σχέδιο να αποκτήσει τρισδιάστατη υπόσταση. Με τη χρήση του εικονιδίου create spaces from diagram , εμφανίζεται το επόμενο παράθυρο, στο οποίο δύναται ο χρήστης, να ορίσει το ύψος του ορόφου, άρα κατ' επέκταση, και τον όγκο του κτηρίου.




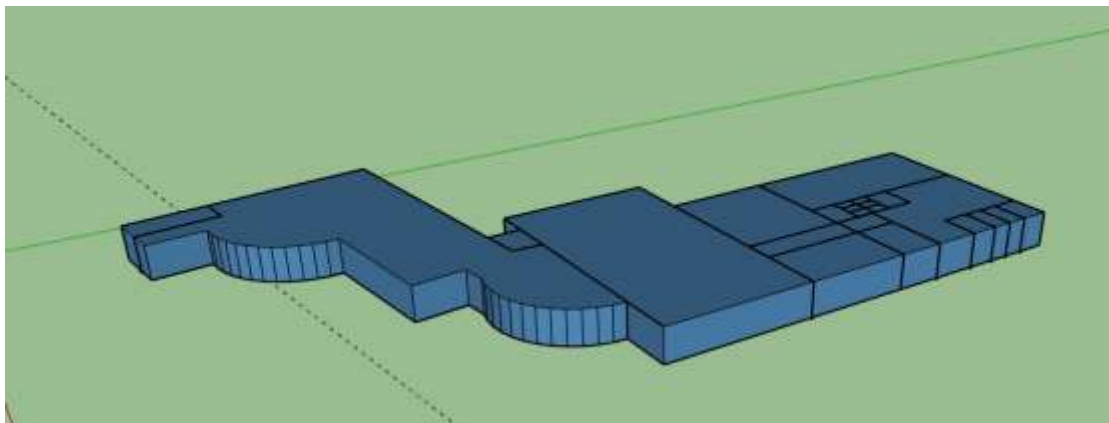
Εικόνα 3.8 Παράθυρο απόδοσης ύψους ορόφου

Το ύψος του ορόφου είναι 3,5 μέτρα και το αποτέλεσμα που προκύπτει, παρουσιάζεται στις ακόλουθες εικόνες.

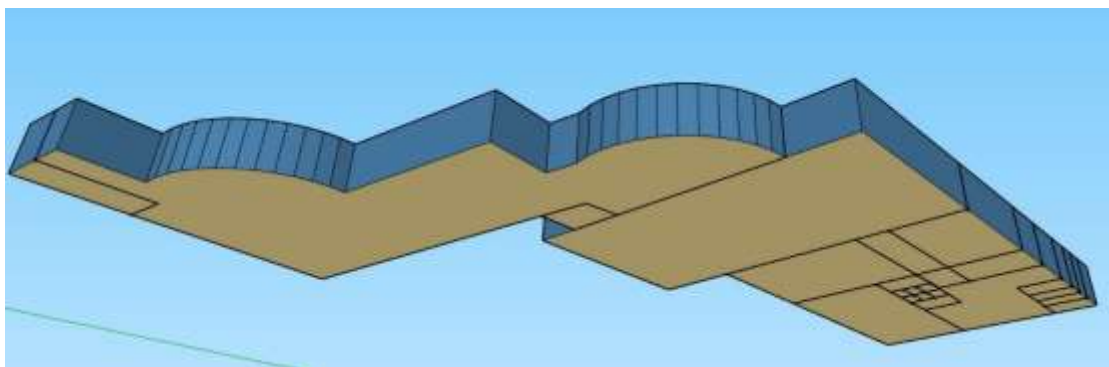


Εικόνα 3.9 Τελική μορφή ημιυπόγειου χώρου

Στην εικόνα 2.9 παρουσιάζεται η εξωτερική όψη του ορόφου. Με σκούρο καφέ χρώμα, απεικονίζεται η στέγη του ορόφου, ενώ με μπλε, οι εξωτερικές τοιχοποιίες. Πατώντας το πλήκτρο render by boundary condition , οι εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου, χρωματίζονται ανάλογα με την επιφάνεια με την οποία βρίσκονται σε επαφή. Συνεπώς, με μπλε χρώμα παρουσιάζονται οι τοιχοποιίες που βρίσκονται σε επαφή με τον αέρα, ενώ με ανοιχτό μπλε, οι επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος.

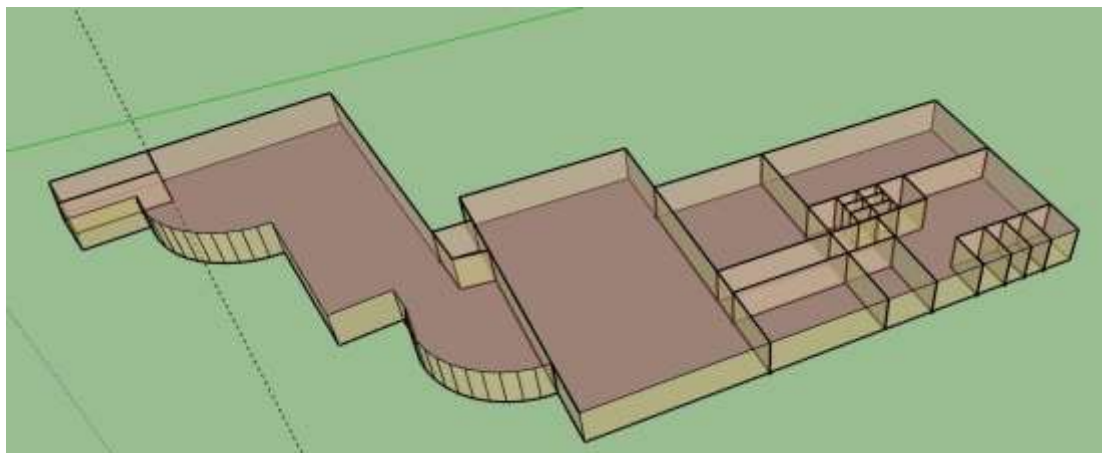


Εικόνα 3.10 Επιφάνειες ημιυπόγειου σε επαφή με αέρα



Εικόνα 3.11 Πάτωμα ημιυπόγειου σε επαφή με το έδαφος



Στην εικόνα 2.12, παρουσιάζονται οι εσωτερικοί χώροι, ως αυτοί διαμορφώθηκαν βάσει κατόψεως.

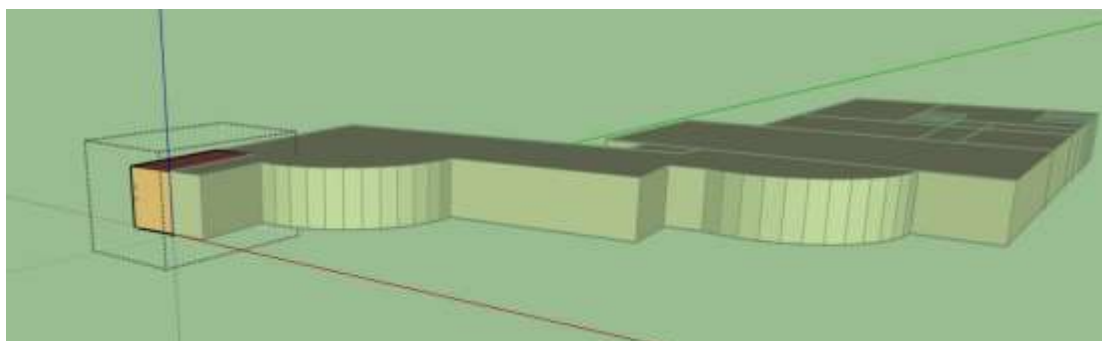


Εικόνα 3.12 Εσωτερική διαμόρφωση ημιυπόγειου ορόφου

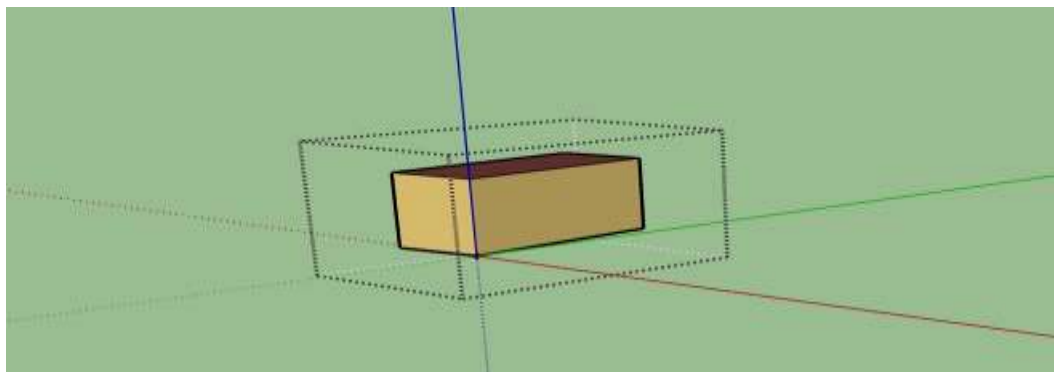
Σχεδιαστικά, απομένει η απεικόνιση των ανοιγμάτων του ορόφου, οι εσωτερικές πόρτες των χώρων και η επιφάνεια της εξωτερικής τοιχοποιίας που βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος.

Πρωτίστως, σχεδιάζονται τα ανοίγματα ή διαφανή δομικά στοιχεία (υαλοπίνακες σταθεροί ή ανοιγόμενοι). Για το σωστό σχεδιασμό των ανοιγμάτων, με τρόπο κατά τον οποίο το πρόγραμμα προσομοίωσης θα τα αναγνωρίσει ως τέτοια, πρέπει να επιλεγθεί κάθε σχηματιζόμενος χώρος χωριστά, και να σχεδιαστούν τα ανοίγματα στις αντίστοιχες επιφάνειές του.

Χρησιμοποιώντας την επιλογή `hide rest of model` , ή την επιλογή `show hidden geometry` , δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να εργασθεί μόνο με το χώρο τον οποίο έχει επιλέξει, είτε αποκρύπτοντας τις υπόλοιπες επιφάνειες του σχεδιασθέντος κτιρίου, είτε εμφανίζοντάς τες ελαφρώς αποχρωματισμένες.




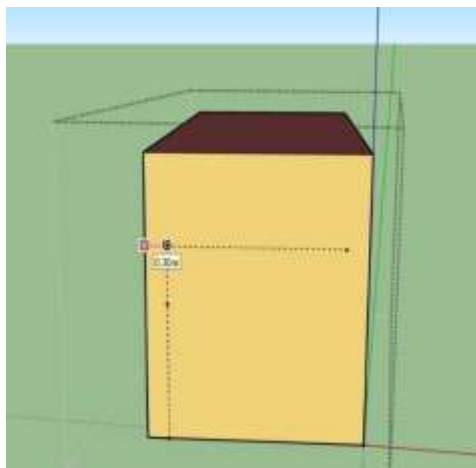
Εικόνα 3.13 Επιλογή χώρου με τη χρήση της εντολής “Show Hidden Geometry”



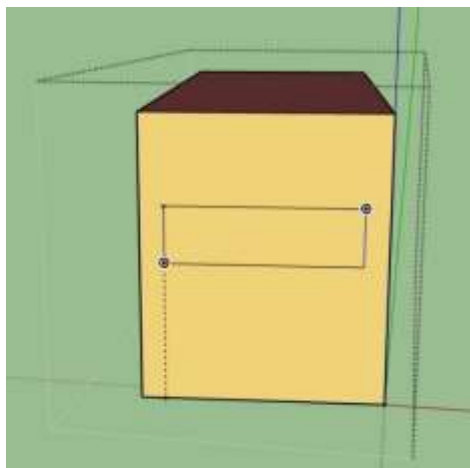
Εικόνα 3.14 Επιλογή χώρου με τη χρήση της εντολής “Hide Rest of Model”

Επιλέχθηκε η εργασία με τη χρήση της επιλογής Hide Rest of Model, κυρίως λόγω της ευκολότερης σχεδίασης των εσωτερικών ανοιγμάτων (πόρτες).

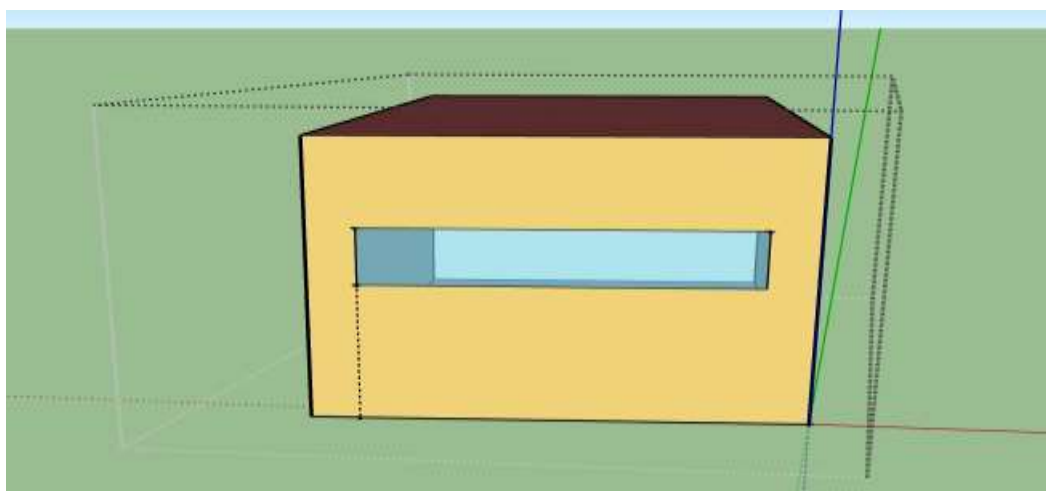
Η σχεδίαση γίνεται με τη χρήση της μεζούρας για τη σωστή τοποθέτηση (χωρικά) και διαστασιολόγηση των ανοιγμάτων, και εν συνεχεία με τη χρήση της επιλογής shapes  για τη δημιουργία τους.



Εικόνα 3.15 Σχεδιασμός υαλοπινάκων (1)



Εικόνα 3.16 Σχεδιασμός υαλοπινάκων (2)

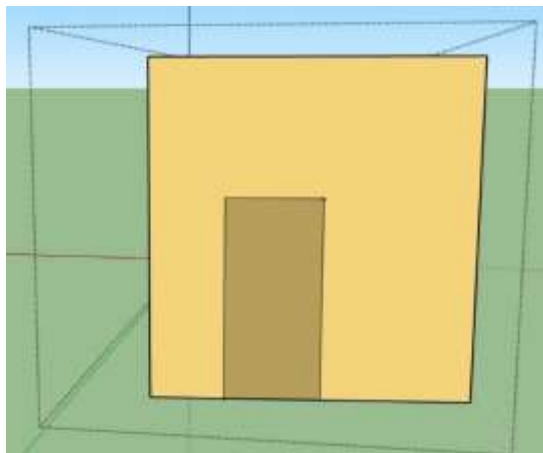


Εικόνα 3.17 Τελική εικόνα διαμόρφωσης υαλοπίνακα

Με όμοιο τρόπο σχεδιάστηκαν και οι υπόλοιπες επιφάνειες των υαλοπινάκων καθώς και αυτές των εσωτερικών θυρών. Η μόνη διαφορά, έγκειται στο γεγονός ότι το πρόγραμμα αναγνωρίζει ως θύρα,

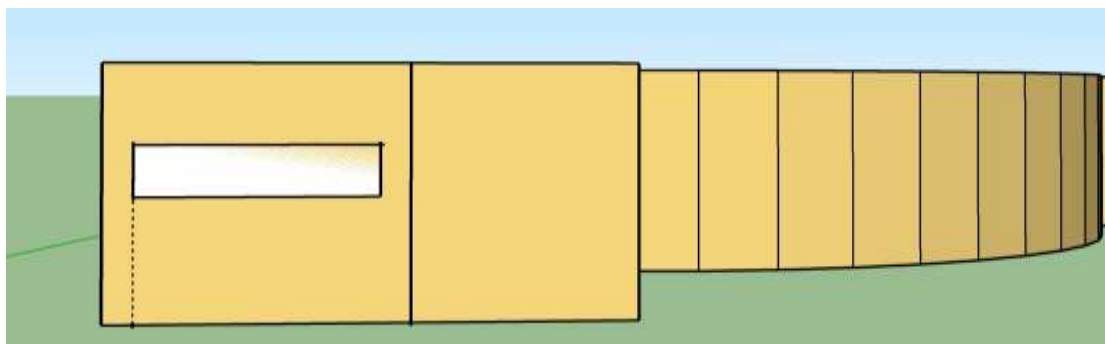
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SKETCH UP

μόνο τα ανοίγματα των οποίων η βάση εδράζεται στο κατώτερο σημείο της επιλεγμένης επιφάνειας. Παράδειγμα σχεδιασμού πόρτας παρουσιάζεται ακολούθως.




Εικόνα 3.18 Σχεδιασμός εσωτερική πόρτας

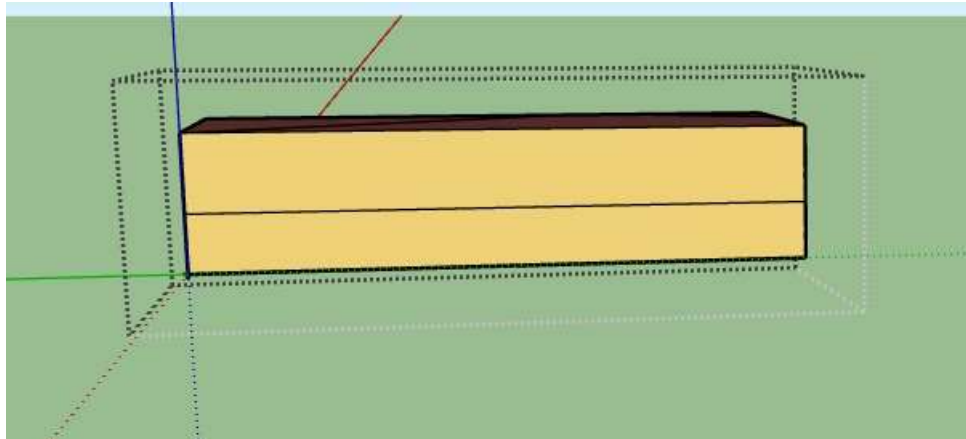
Σε περίπτωση που δεν ακολουθηθεί η ανωτέρω περιγραφείσα διαδικασία, θα προκύψουν σφάλματα στο σχεδιασμό, και συνεπακόλουθα στα αποτελέσματα της ενεργειακής προσομοίωσης. Ο οπτικός τρόπος εντοπισμού τυχόν σφαλμάτων παρουσιάζεται σε ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 3.19 Λανθασμένος σχεδιασμός υαλοπίνακα

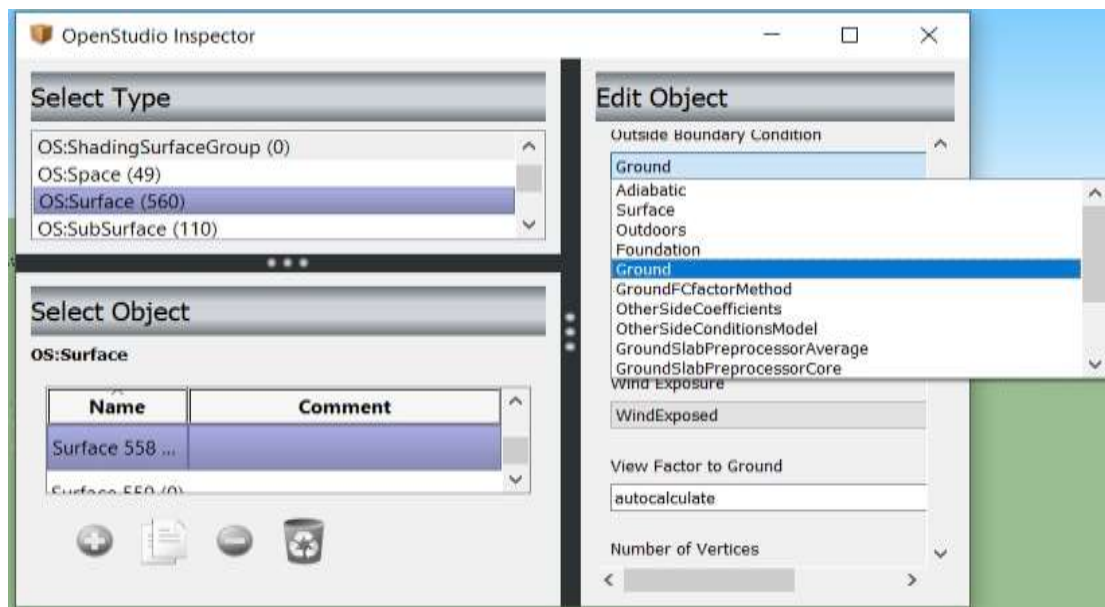
Πέραν του οπτικού εντοπισμού σφαλμάτων, η χρήση της εντολής inspector , παρουσιάζει όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες για την επιλεγμένη επιφάνεια. Η συγκεκριμένη εντολή είναι από τις πιο σημαντικές και ουσιαστικές που παρέχει το πρόγραμμα, γεγονός που θα γίνει φανερό εν συνεχεία.

Έχοντας ήδη αναφέρει ότι ο παρουσιαζόμενος όροφος αποτελεί ημιυπόγειο, θα ορισθεί το μέρος της εξωτερικής τοιχοποιίας το οποίο βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος. Η διαδικασία είναι σχετικά απλή. Επιλέγεται, όπως ακριβώς και στην περίπτωση των ανοιγμάτων, ο επιθυμητός χώρος. Έπειτα, με τη χρήση της γραφίδας, σχεδιάζουμε τη γεωμετρία της επιφάνειας που βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος.



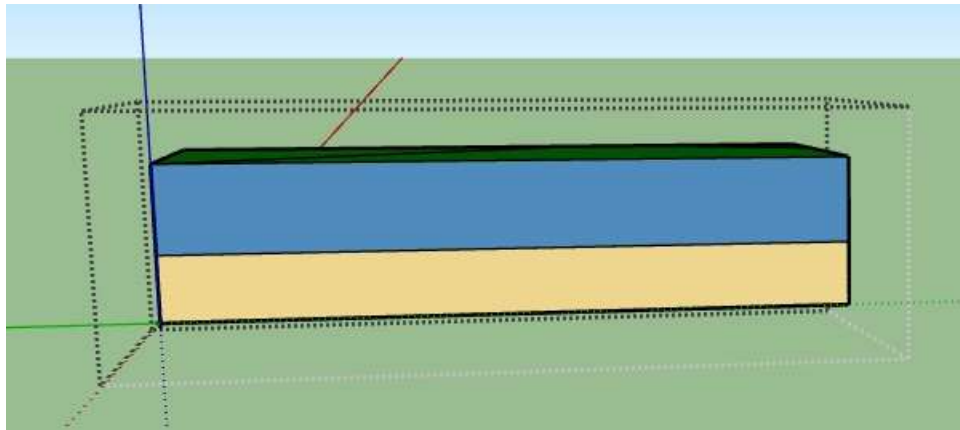
Εικόνα 3.20 Σχεδιασμός επιφάνειας σε επαφή με το έδαφος

Εν συνεχεία επιλέγεται, από τις 2 σχεδιαζόμενες επιφάνειες η κατώτερη, η οποία είναι σε επαφή με το έδαφος. Χρησιμοποιείται η εντολή inspector και στο ακόλουθο παράθυρο ορίζεται ως εν επαφή με το έδαφος.



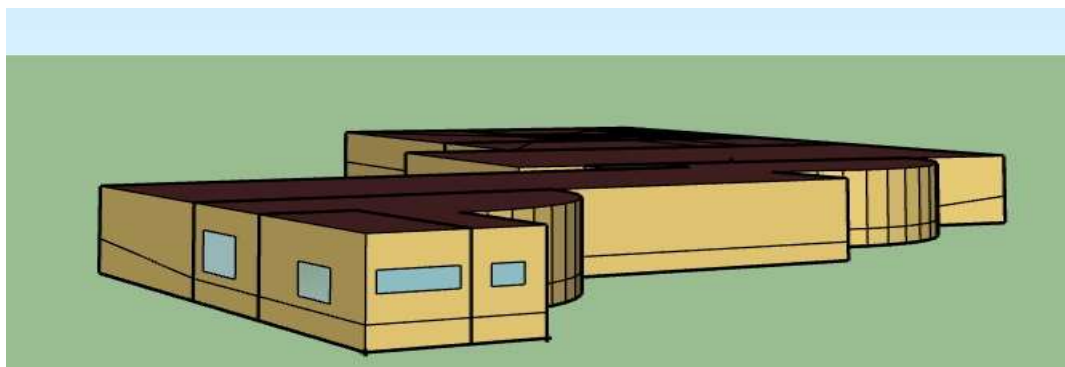
Εικόνα 3.21 Ορισμός επαφής με έδαφος

Χρησιμοποιώντας την επιλογή Render by Boundary Condition, επαληθεύεται η παραπάνω διαδικασία.




Εικόνα 3.22 Οπτική επαλήθευση δημιουργίας τοιχοποιίας σε επαφή με το έδαφος

Έπειτα από το σχεδιασμό των ανοιγμάτων, ο όροφος διαμορφώθηκε ως φαίνεται στην εικόνα.



Εικόνα 3.23 Ολοκληρωμένος σχεδιασμός ημιυπόγειου ορόφου

Εκ της χρήσης του ως αποθηκευτικός χώρος, το ημιυπόγειο θεωρείται και είναι, μη κλιματιζόμενος. Οι διαδικασίες που ακολουθούνται για τη δημιουργία θερμικών ζωνών θα περιγραφούν ακολούθως, κατά την παρουσίαση των υπόλοιπων ορόφων της εγκατάστασης.

Σειρά λαμβάνει ο καθορισμός της χρήσης κάθε χώρου και η ονοματοδοσία του, η οποία είναι χρήσιμη σε δεύτερο επίπεδο. Επιλέγεται ένας συγκεκριμένος χώρος και πατάμε το εικονίδιο Set attributes for selected space . Εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο.



Εικόνα 3.24 Ορισμός χρήσης χώρων

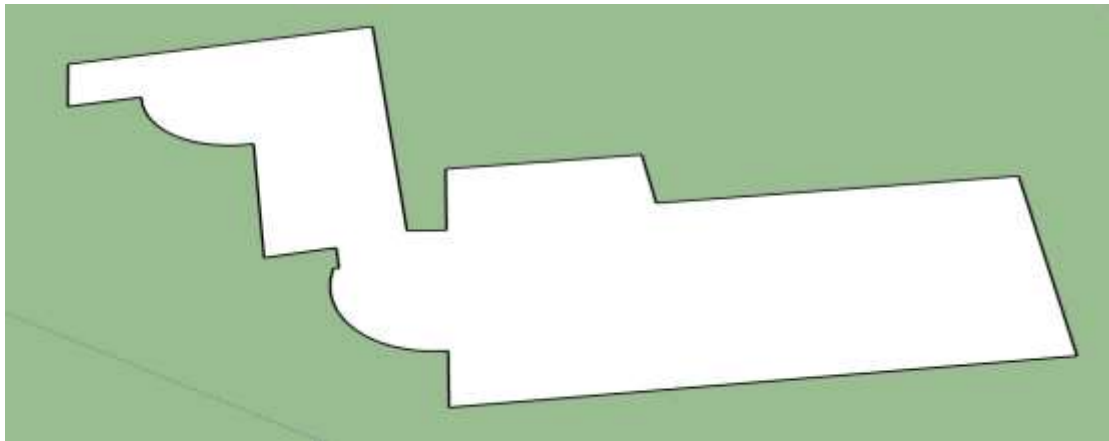
Επιλέγεται η χρήση του χώρου ως αποθήκη. Το ίδιο θα πραγματοποιηθεί και για τους υπόλοιπους χώρους του ορόφου. Μια λεπτομέρεια αποτελεί το γεγονός ότι δεν υπάρχει η επιλογή χρήσης ως WC. Αυτή η αδυναμία του προγράμματος, αντιμετωπίζεται στο πρόγραμμα του Open Studio. Η σήμανση CZ1-3, αφορά την κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτίριο. Η συγκεκριμένη επιλογή καλύπτει, σύμφωνα με τα πρότυπα της ASHRAE, τις κλιματικές ζώνες 1 έως 3 (του κτιρίου 2 Α).

Για την ονοματοδοσία επιλέγεται η εντολή inspector, στην οποία, προς το παρόν απλώς αλλάζουμε το όνομα του χώρου.

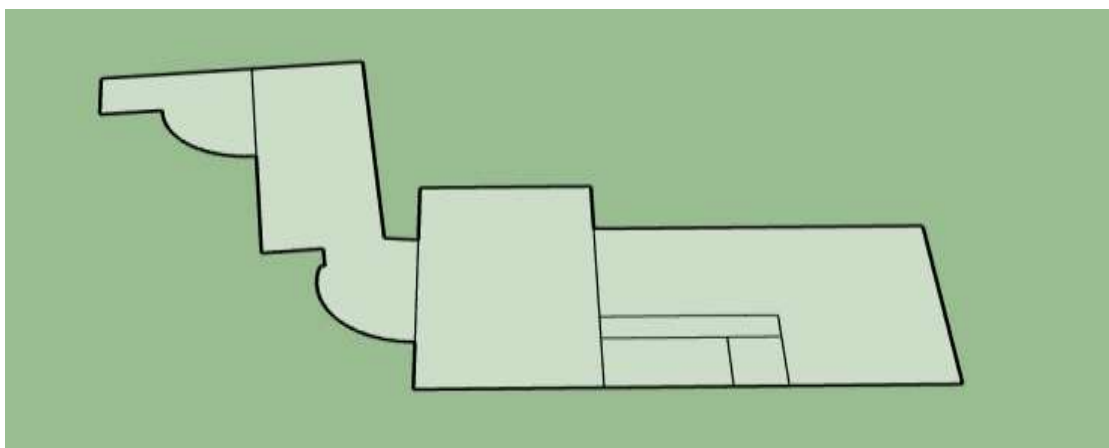
3.2.2 Ισόγειος όροφος

Η γραφική απεικόνιση του κτιρίου, συνεχίζεται με τη δημιουργία του ισόγειου ορόφου, στον οποίο στεγάζονται ο χώρος υποδοχής των ενοίκων (lobby), γραφεία του προσωπικού, χώρος εστίασης, χώρος κουζίνας και, όπως και στους υπόλοιπους ορόφους, το κλιμακοστάσιο με το μηχανισμό του ανελκυστήρα.

Έχοντας παρουσιάσει αναλυτικά τον τρόπο δημιουργίας των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων του κτιρίου, θα παρουσιαστούν μόνο οι κατόψεις και το τελικό αποτέλεσμα των επί μέρους ορόφων. Το ύψος των ορόφων παραμένει σταθερό και ίσο με 3,5 μέτρα, πλην της απόληξης του κλιμακοστασίου, το ύψος της οποίας είναι 2,80 μέτρα.



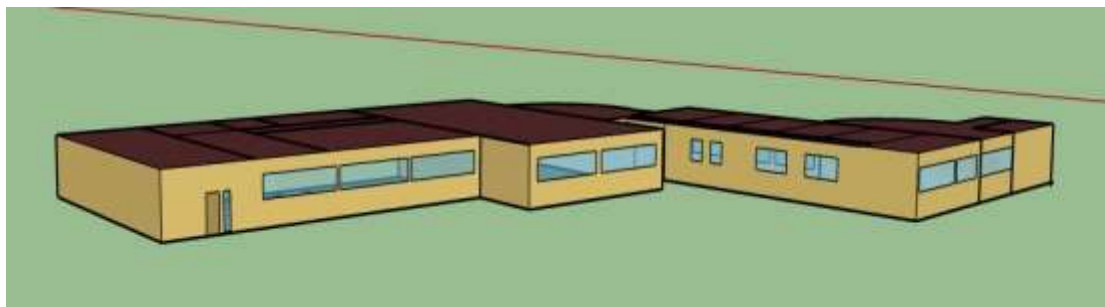
Εικόνα 3.25 Κάτοψη ισόγειο ορόφου



Εικόνα 3.26 Κάτοψη ισόγειο ορόφου με διαμορφωμένους χώρους



Εικόνα 3.27 Βορειοανατολική όψη ισόγειου ορόφου



Εικόνα 3.28 Νοτιοανατολική όψη ισόγειου ορόφου

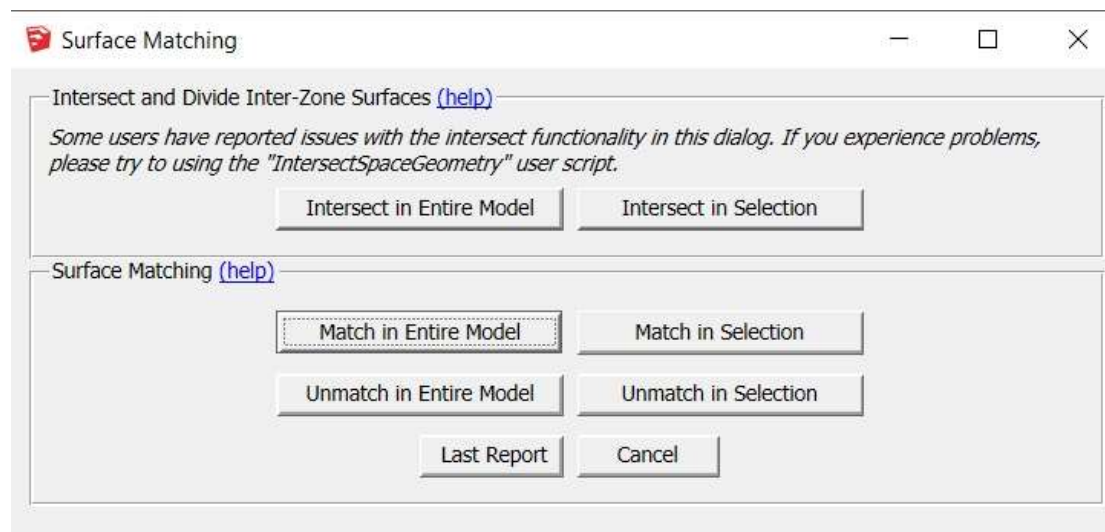
3.2.2.1 Ορισμός θερμικών ζωνών

Οι θερμικές ζώνες δύναται να αποδοθούν στο σύνολο του κτιρίου, είτε σε κάθε όροφο ξεχωριστά. Η πρώτη περίπτωση συνίσταται όταν οι όροφοι του κτιρίου, καθώς και οι χώροι που τους αποτελούν είναι όμοιας γεωμετρίας. Σε διαφορετική περίπτωση, ακολουθείται η διαδικασία που θα περιγραφεί στην παρούσα παράγραφο.

Επιλέγεται, ο όροφος και το σύνολο των χώρων που τον αποτελούν. Με την εντολή surface matching



, εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο.

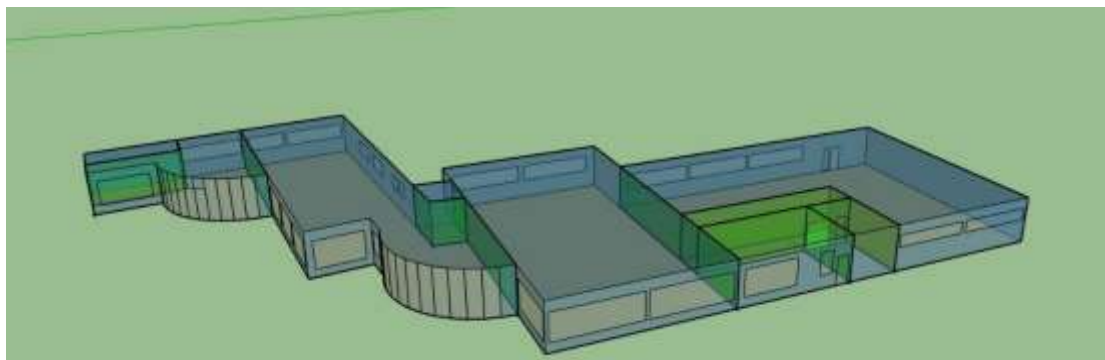


Εικόνα 3.29 Παράθυρο επιλογών εντολής "Surface Matching"

Επιλέγεται η εντολή Intersect in selection. Με αυτή την εντολή το πρόγραμμα αντιλαμβάνεται ποιες επιφάνειες, βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους. Έπειτα, δίνεται η εντολή Surface matching – Match in

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SKETCH UP

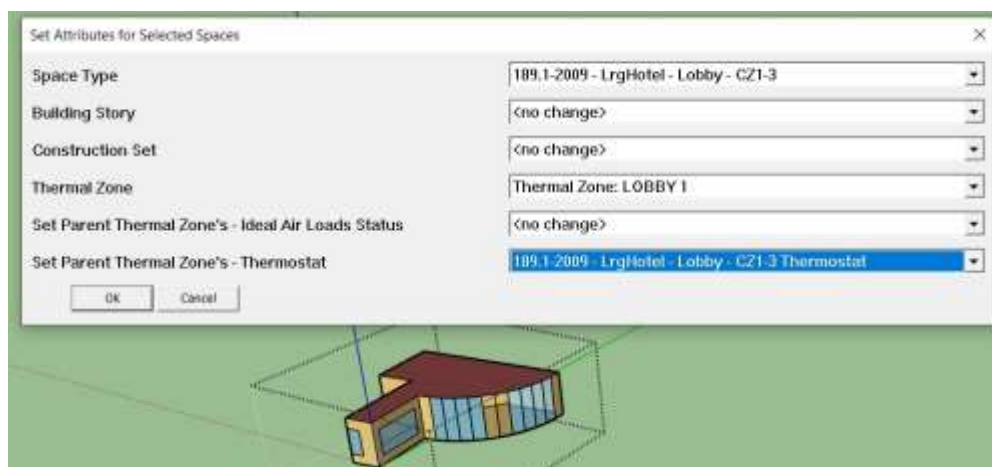
selection, όπου το πρόγραμμα ορίζει τις θερμικές ζώνες μεταξύ των χώρων που έχουμε επιλέξει. Με πράσινο χρώμα παρουσιάζονται οι επιφάνειες οι οποίες βρίσκονται σε επαφή με κλιματιζόμενο ή μη χώρο, ενώ για τις χρωματιζόμενες με μπλε επιφάνειες, ισχύει ό,τι και πρωτύτερα (επαφή με εξωτερικό αέρα).



Εικόνα 3.30 Απεικόνιση θερμικών ζωνών ισόγειου ορόφου


Σημαντικό είναι να τονίσουμε, το γεγονός ότι οι θερμικές ζώνες δημιουργούνται κατά βούληση και τιτλοφορούνται αριθμητικά (Thermal zone 1, 2 κτλ.). Για να αποφευχθεί οποιαδήποτε σύγχυση, προτείνεται η αντιστοίχιση του ονόματος της θερμικής ζώνης του εκάστοτε χώρου, με το όνομα το οποίο του έχουμε ορίσει. Αυτό γίνεται με την εξής ακολουθία επιλογών. Κλικάρουμε στην κεντρική καρτέλα την επιλογή Extensions → Alter or Add Elements → Rename Thermal Zones Based on Space Names.

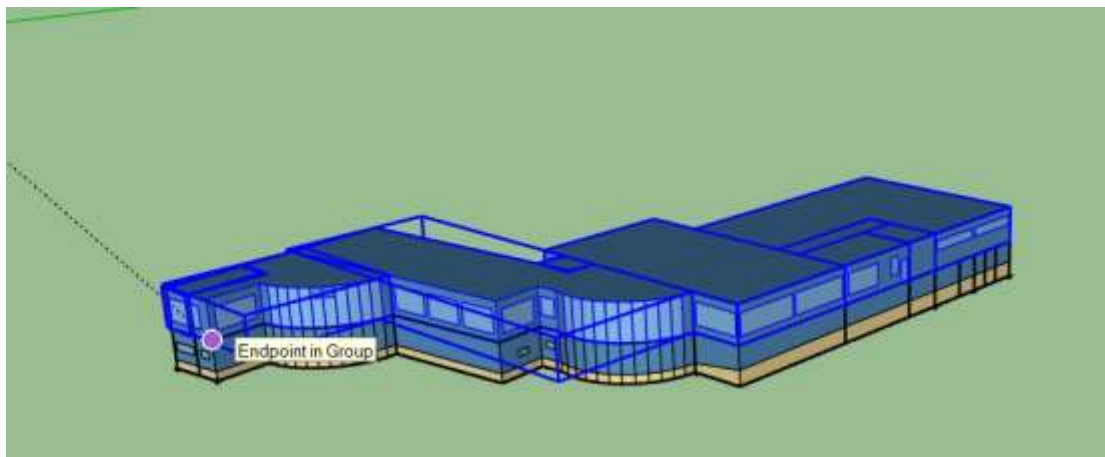
Σε περίπτωση που έχει ορισθεί ως κλιματιζόμενος, χώρος ο οποίος δεν είναι τέτοιος (WC, κλιμακοστάσιο, ανελκυστήρας κ.α.), με τη χρήση του inspector ή του set attributes for selected spaces, δύναται η επιλογή αφαίρεσης αυτής του της ιδιότητας. Εφόσον έχουν δημιουργηθεί θερμικές ζώνες, θα χρησιμοποιηθεί η δεύτερη εντολή, και εν αντιθέσει με την εφαρμογή της στο ημιυπόγειο, θα συμπληρωθούν περισσότερες της μίας επιλογές. Επιλέγουμε το χώρο του λόμπι.



Εικόνα 3.31 Αντιστοίχιση θερμικής ζώνης και θερμοστάτη χώρου

Οι επιλογές ορισμού συγκεκριμένης θερμικής ζώνης και θερμοστάτη της, είναι χρήσιμες για την όσο το δυνατόν πιο πλήρη προετοιμασία του προγράμματος Open studio.

Λόγω διαφορετικής γεωμετρίας, κάθε όροφος σχηματίζεται ξεχωριστά. Η σύνθεση των ορόφων γίνεται με τη βοήθεια της εντολής move . Εν προκειμένω, επιλέγεται ο όροφος του ισόγειου ο οποίος θα τοποθετηθεί άνωθεν του ημιυπόγειου. Ιδιαίτερη προσοχή, οφείλεται να δοθεί στο σημείο επαφής και σύνδεσης των ορόφων, ώστε να αποφευχθούν τυχόν σφάλματα.



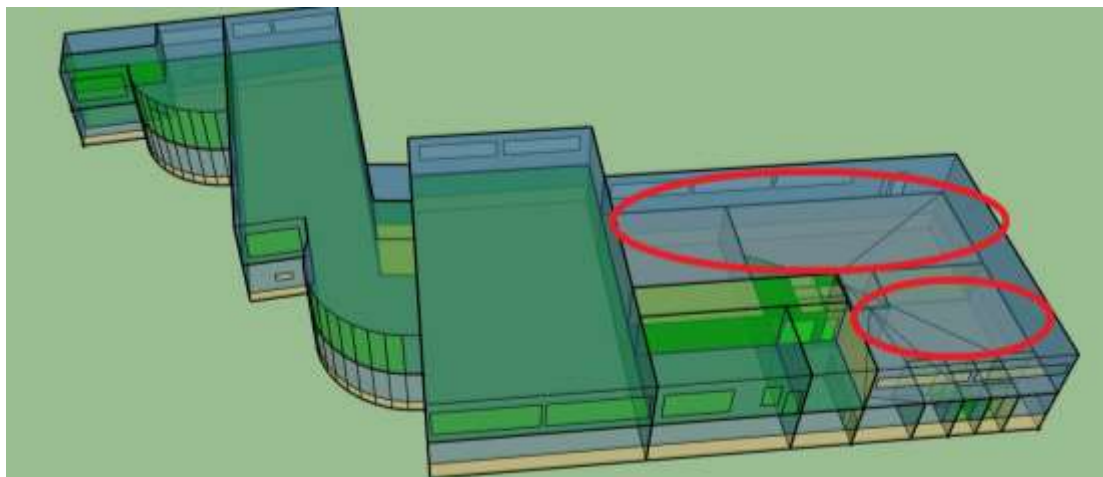
Εικόνα 3.32 Ενοποίηση ορόφων

Επόμενη κίνηση αποτελεί η χρήση της εντολής *Intersect in Selection*, όπως παρουσιάστηκε προηγουμένως. Στο σημείο αυτό παρουσιάζονται τα πρώτα σημαντικά προβλήματα και αστοχίες του προγράμματος. Λόγω διαφορετικής γεωμετρίας των ορόφων που συνενώνονται, το πρόγραμμα δημιουργεί αυθαιρέτως, νέες επιφάνειες.



Εικόνα 3.33 Προβλήματα και σφάλματα (Δημιουργία νέων επιφανειών)

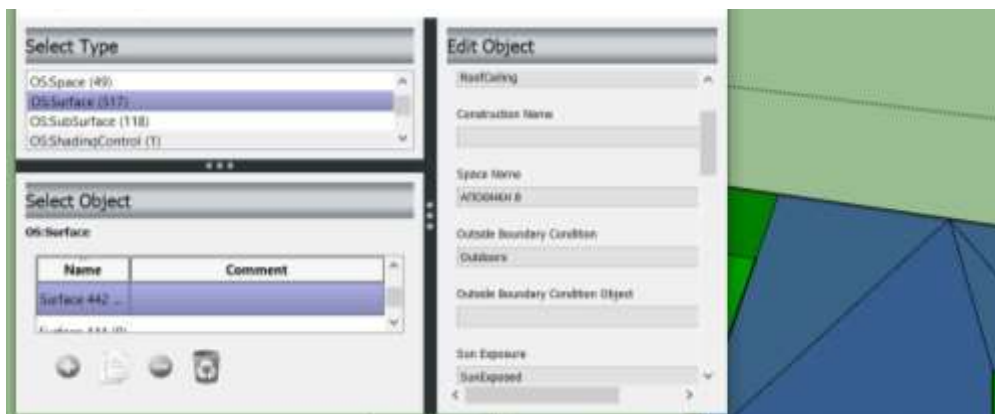
Οι νέες επιφάνειες δεν ορίζουν και νέους χώρους, επομένως, προς το παρόν, το πρόβλημα είναι κυρίως οπτικό. Επόμενο βήμα η δημιουργία θερμικών ζωνών με τη χρήση *Match in Selection*. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο.



Εικόνα 3.34 Προβλήματα και σφάλματα (αδυναμία ορθής αντιστοίχισης επιφανειών)

Παρατηρείται ότι το πάτωμα πρώτου ορόφου- οροφή ημιυπόγειου, δεν αντιστοιχίζεται ως οφείλει σε επιφάνεια εν επαφή με άλλο χώρο (απουσία χαρακτηριστικού πράσινου χρώματος). Αντί αυτού, εμφανίζονται ως εν επαφή με εξωτερικό αέρα. Η επανάληψη της ανωτέρω διαδικασίας αντιστοίχισης εν επαφή επιφανειών και δημιουργίας θερμικής ζώνης, ίσως επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Ωστόσο, το συγκεκριμένο πρόβλημα επιλύεται ορθότερα με τη χρήση του εργαλείου inspector.

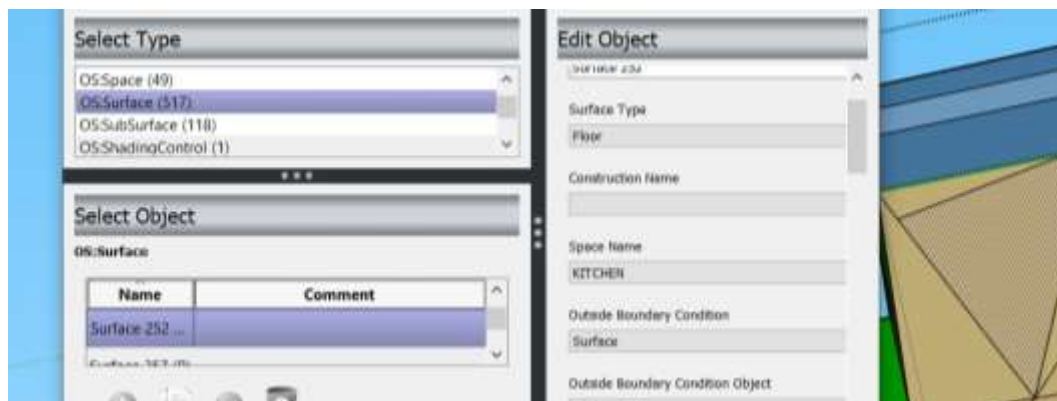
Επιλέγεται αρχικά ένας από τους χώρους του ημιυπόγειου, στον οποίο εμφανίζεται το σφάλμα του σχεδιασμού.



Εικόνα 3.35 Επίλυση προβλημάτων (1)

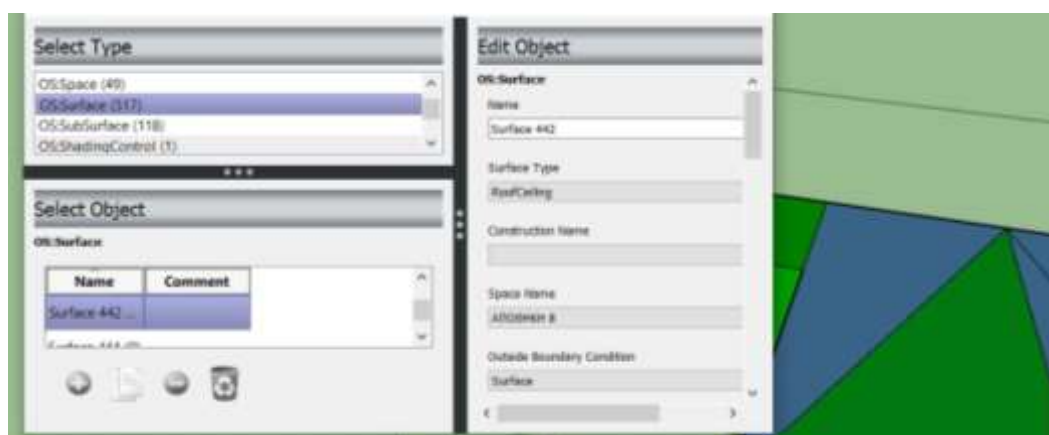
Το σφάλμα εντοπίζεται στις καρτέλες Outside Boundary Condition (Outdoor αντί Surface) και Outside Boundary Condition Object, η οποία είναι κενή. Επομένως, αρκεί να βρεθεί το όνομα της επιφάνειας με την οποία έρχεται σε επαφή.

Επιλέγεται η επιθυμητή επιφάνεια πατώματος του ισογείου. Πρόκειται για την επιφάνεια 463 (surface 463).



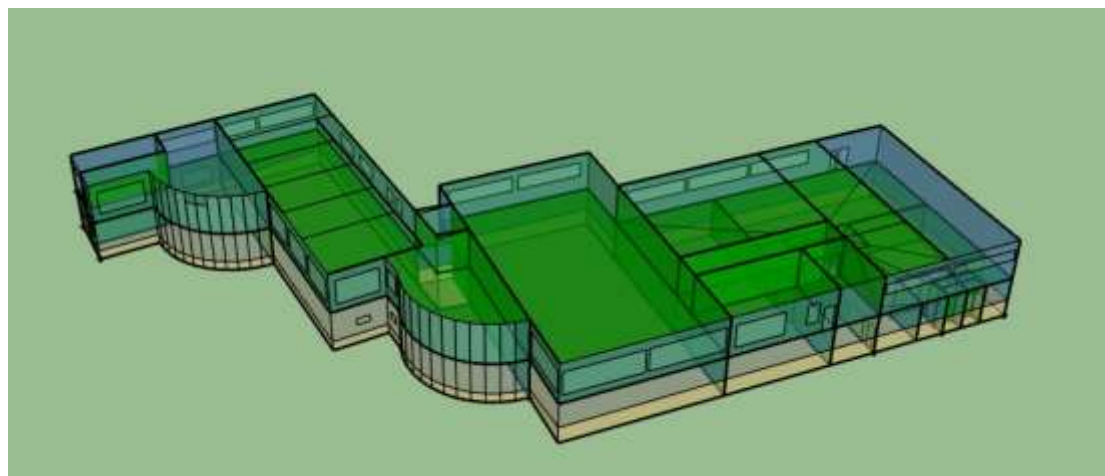
Εικόνα 3.36 Επίλυση προβλημάτων (2)

Το παράθυρο της εικόνας 2.29 τροποποιείται ως φαίνεται παρακάτω, με το αντίστοιχο, επιθυμητό αποτέλεσμα.



Εικόνα 3.37 Επίλυση προβλημάτων (3)

Όμοια διαδικασία ακολουθείται, για τις υπόλοιπες λάθος οριζόμενες επιφάνειες. Εν τέλει, προκύπτει η παρακάτω ορθή κατάσταση.



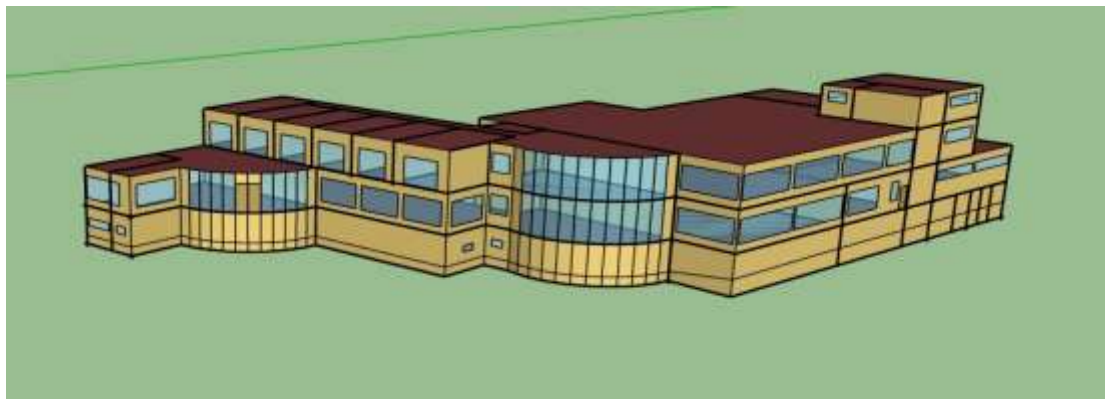
Εικόνα 3.38 Απεικόνιση θερμικών ζωνών κτιρίου

3.2.3 Τελική όψη κτιρίου

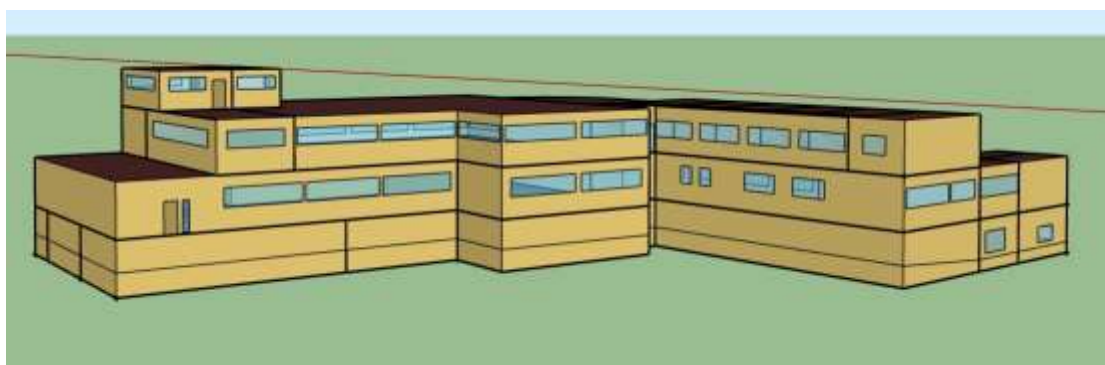
Ακολουθώντας, κατά γράμμα, όλες τις παραπάνω διαδικασίες, σχεδιάστηκε το κεντρικό κτίριο της ξενοδοχειακής μονάδας στο σύνολό του. Ο πρώτος όροφος αποτελείται από 6 υπνοδωμάτια, ένα χώρο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SKETCH UP

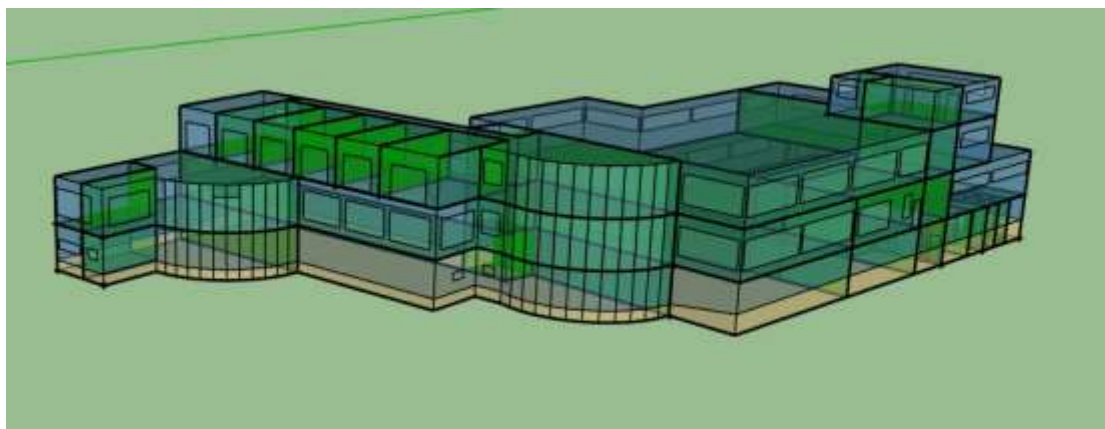
συνάθροισης ενοίκων, το κλιμακοστάσιο και τον ανελκυστήρα. Ο δεύτερος όροφος αποτελεί απλώς την απόληξη του κλιμακοστασίου. Το τελικό αποτέλεσμα παρουσιάζεται στις επόμενες εικόνες.



Εικόνα 3.39 Βορειοανατολική όψη κτιρίου



Εικόνα 3.40 Νοτιοανατολική όψη κτιρίου



Εικόνα 3.41 Βορειοανατολική όψη κτιρίου (θερμικές ζώνες)

3.3 Σχεδιασμός κτιρίου δωματίων

Το κτίριο των δωματίων το οποίο μελετάται στην παρούσα εργασία έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

- Αποτελείται από τρεις ορόφους, ισόγειο, πρώτος και δεύτερος όροφος, συνολικής δυναμικότητας 100 κλινών ή 50 δίκλινων δωματίων.
- Ο ισόγειος όροφος αποτελείται από 12 δωμάτια, ενώ ο πρώτος και ο δεύτερος από 19 έκαστος.

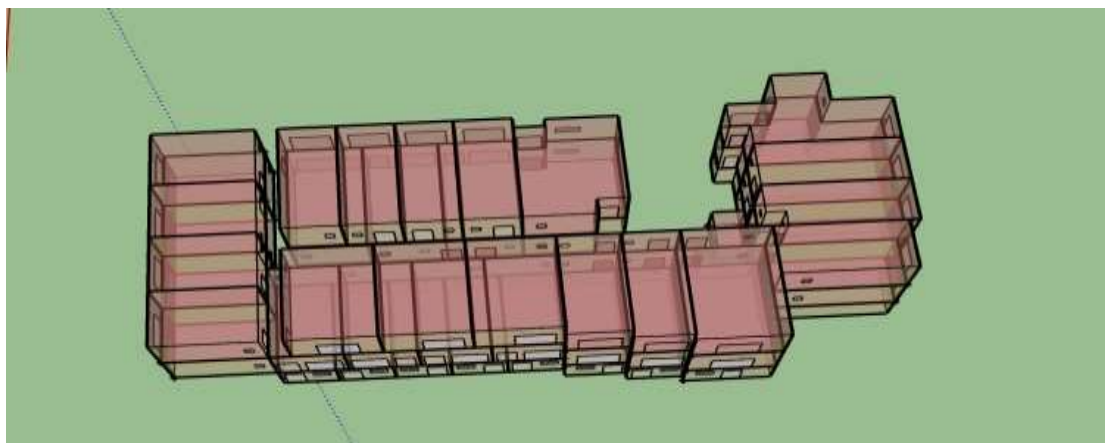
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SKETCH UP

- Η είσοδος στα δωμάτια πραγματοποιείται με τη χρήση εξωτερικών διαδρόμων και εξωτερικού κλιμακοστασίου. Εφόσον οι συγκεκριμένες υποδομές δεν αποτελούν κλιματιζόμενο χώρο, δεν επηρεάζουν τις καταναλώσεις των δωματίων με τα οποία έρχονται σε επαφή και οι απαιτήσεις τους σε πρωτογενή ενέργεια είναι ελάχιστες (κατανάλωση ηλεκτρισμού για τον απαραίτητο φωτισμό), κρίθηκε σκόπιμο να μη σχεδιαστούν.

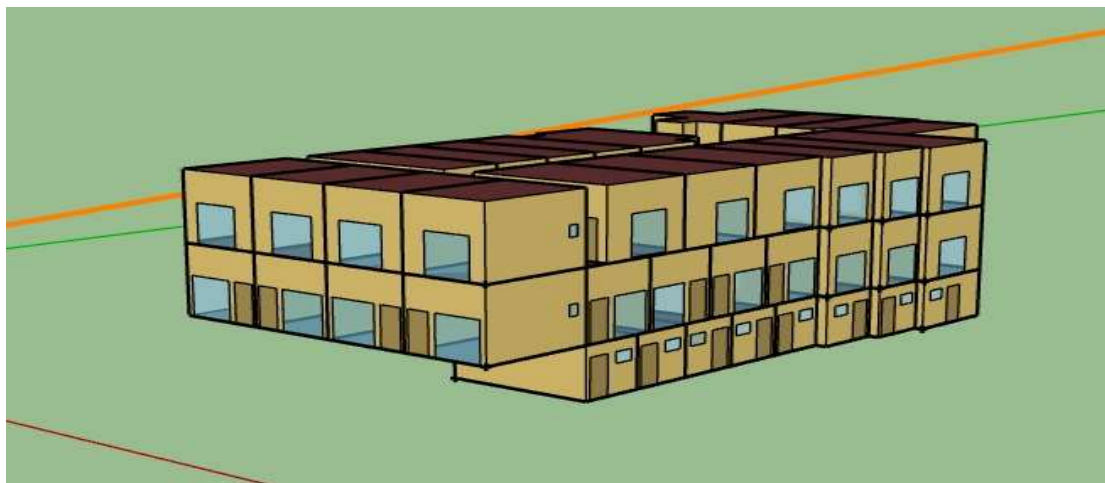
Ο σχεδιασμός τους, έγινε ακολουθώντας τις οδηγίες οι οποίες παρουσιάστηκαν εκτενώς στην παράγραφο 2.1. Στην παρούσα παράγραφο παρουσιάζεται, με τη μορφή εικόνων, η τελική μορφή της κτιριακής εγκατάστασης.

Πρέπει να τονιστεί και να δικαιολογηθεί, μία σχεδιαστική λεπτομέρεια η οποία είναι αρκετά σημαντική για τη συνολική προσομοίωση του ενεργειακού μοντέλου. Οι 2 κτιριακές μονάδες (κεντρικό κτίριο και κτίριο δωματίων) δε σχεδιάστηκαν ούτε και μελετήθηκαν σε ένα αρχείο, αλλά κάθε μία από αυτές, αποτέλεσε ξεχωριστή υπόθεση εργασίας. Η απόφαση αυτή πάρθηκε λαμβάνοντας αφενός υπόψη ότι τα δύο κτίρια απέχουν μεταξύ τους τουλάχιστον 15 μέτρα, επομένως δε βρίσκονται σε επαφή αλλά και οι επιδράσεις λόγω σκιασμού μειώνονται είτε μηδενίζονται, αφετέρου δε, διότι στο πρόγραμμα του Sketchup δημιουργούνταν σημαντικά και, αρκετές φορές, δυσεπίλυτα προβλήματα.

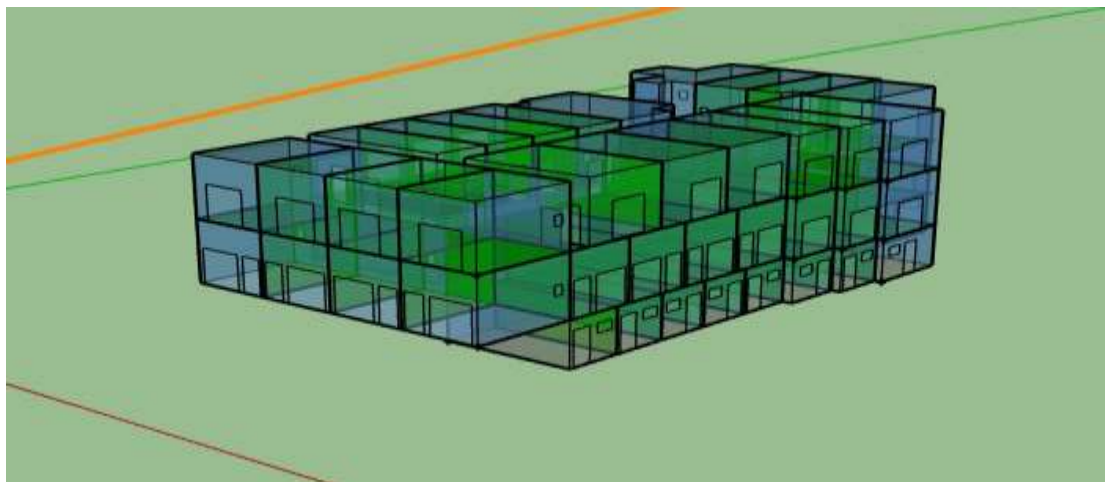
Το κτίριο δωματίων παρουσιάζεται στις επόμενες εικόνες.



Εικόνα 3.42 Κάτοψη Κτιρίου δωματίων



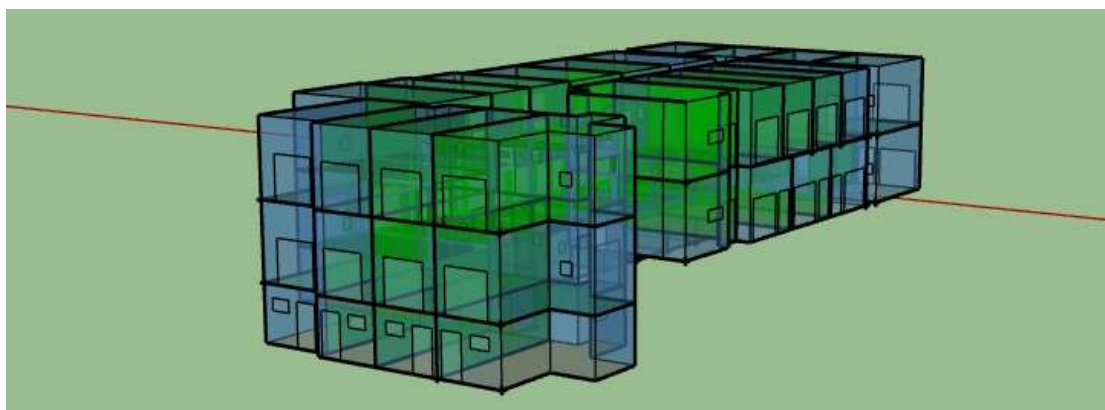
Εικόνα 3.43 Βορειοανατολική όψη Κτιρίου δωματίων



Εικόνα 3.44 Βορειοανατολική όψη Κτιρίου δωματίων (Θερμικές ζώνες)



Εικόνα 3.45 Νοτιοανατολική όψη Κτιρίου δωματίων




Εικόνα 3.46 Νοτιοανατολική όψη Κτιρίου δωματίων (Θερμικές ζώνες)

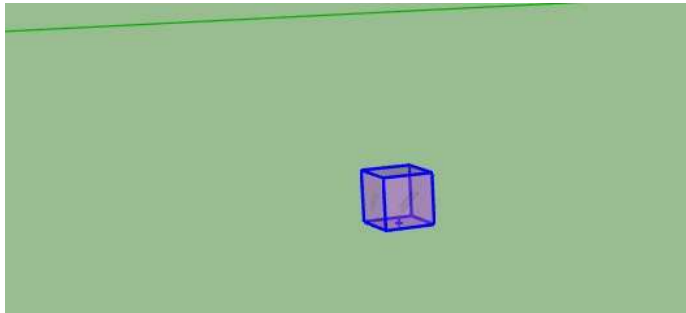
Έχοντας ολοκληρώσει το σχεδιασμό των δύο κτιρίων, γίνεται χρήση του προγράμματος του Open Studio, για την προσομοίωση των ενεργειακών καταναλώσεών τους.

3.4 Σχεδιασμός ηλιακών συλλεκτών

Στο τελικό στάδιο της εργασίας, θα προταθούν επεμβάσεις βελτίωσης και ενεργειακής αναβάθμισης των σχεδιασθέντων κτιρίων. Οι κυριότερες, αφορούν την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και ζεστού νερού χρήσης. Στην παρούσα παράγραφο, θα εκτεθεί ο τρόπος δημιουργίας επιφανειών, που εξυπηρετούν τους παραπάνω σκοπούς.

3.4.1 Shading Surfaces

Από την καρτέλα εργαλείων επιλέγεται το εικονίδιο New Shading Surface Group . Εν συνεχεία, επιλέγεται ελεύθερος χώρος στην επιφάνεια εργασίας όπου εμφανίζεται η ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 3.47 New shading surface group


Επιλέγοντας τον παρουσιαζόμενο κύβο, ο χρήστης εργάζεται πλέον εντός του, σε μία “νέα” επιφάνεια εργασίας, όποια κατασκευή εντός της οποίας σχεδιαστεί, αποτελεί επιφάνεια σκίασης με δυνατότητα περαιτέρω επεξεργασίας της. Με αυτόν τον τρόπο θα δημιουργηθούν οι επιφάνειες, οι οποίες θα οριστούν ως ηλιακοί συλλέκτες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με τη χρήση του προγράμματος Sketch Up, αλλά και οι επιφάνειες οι οποίες θα οριστούν ως ηλιακοί συλλέκτες παραγωγής ζεστού νερού χρήσης. Ο ορισμός των τελευταίων θα γίνει στο πρόγραμμα του Open Studio.

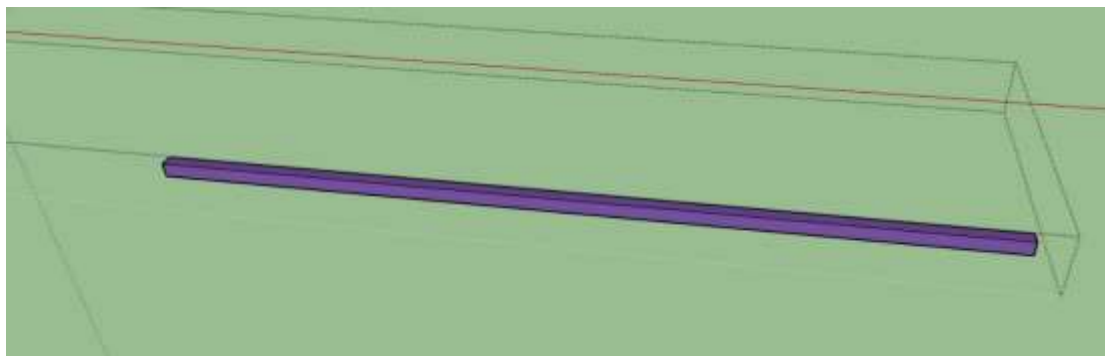
Πρέπει στο συγκεκριμένο σημείο να επισημάνουμε μία σημαντική σχεδιαστική λεπτομέρεια. Οι επιφάνειες των συλλεκτών θα σχεδιαστούν με συγκεκριμένη κλίση επί του επιπέδου, η οποία είναι αναγκαία τόσο για την ορθή οπτική απεικόνισή τους, όσο και για τον καθορισμό της ορθής και βέλτιστης απόδοσής τους. Παρατηρήθηκε η ανάγκη σχεδιασμού βάσεων, επί των οποίων θα στηριχτούν, αλλά και βάσει των οποίων θα ορισθεί η κλίση των συλλεκτών. Σε περίπτωση που ο χρήστης, απλώς δημιουργήσει την επιφάνεια, και την επικολλήσει σε μέρος της οροφής του κτιρίου, προκύπτει σφάλμα στην ανάγνωση των δεδομένων από το πρόγραμμα του Open Studio. Οι επιφάνειες παρουσιάζονται με μηδενική κλίση, και συχνά με τοποθέτηση υπερκείμενη της οροφής στην οποία αυτοί είχαν τοποθετηθεί. Αποτέλεσμα αυτού του σφάλματος, αποτελεί ο λανθασμένος υπολογισμός απόδοσης των συλλεκτών.

Τα βήματα που ακολουθούνται για το σχεδιασμό των συλλεκτών είναι τα κάτωθι:

1. Σχεδιασμός βάσης στήριξης.


Ο σχεδιασμός είναι τυπικός και εξυπηρετεί το σκοπό που αναφέρθηκε προηγουμένως. Επιλέγεται σχεδιασμός βάσεων με ύψος και πάχος ίσο με 10cm, ενώ το μήκος είναι μεταβαλλόμενο και ανάλογο του επιθυμητού μήκους της σχεδιαζόμενης επιφάνειας.

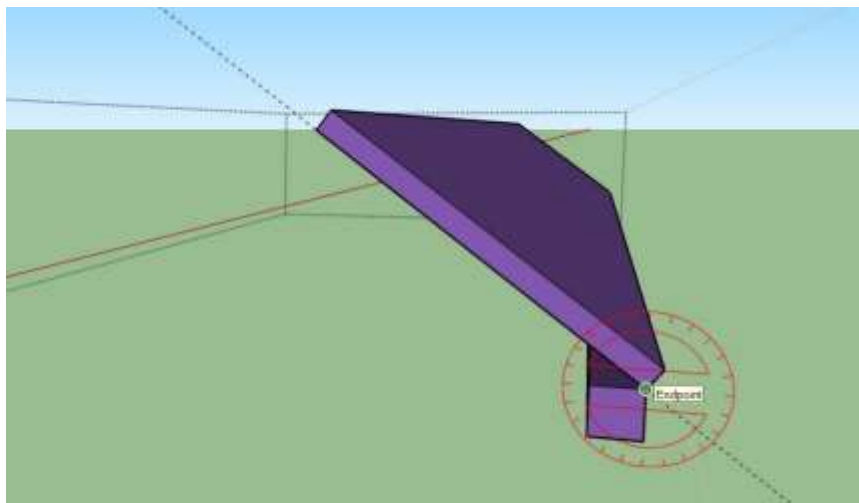
Αφού σχεδιαστεί δισδιάστατα η βάση, με την επιλογή της εντολής Push and Pull , επιλέγεται το τμήμα της, στο οποίο θα αποδοθεί το επιθυμητό ύψος. Με αυτόν τον τρόπο ολοκληρώνεται η τρισδιάστατη απεικόνισή της.



Εικόνα 3.48 Δημιουργία βάσης ηλιακών συλλεκτών

2. Σχεδιασμός επιφάνειας συλλέκτη

Επί της βάσεως, θα σχεδιαστεί η επιφάνεια του συλλέκτη, δίνοντάς της την κατάλληλη κλίση με τη χρήση του μοιρογνωμονίου . Εν συνεχεία θα αποδοθεί με τη χρήση της εντολής Push and Pull το επιθυμητό πάχος, ακριβώς όπως και στην περίπτωση της βάσης. Το πάχος ορίζεται στα 20 cm για τους ηλιακούς συλλέκτες παραγωγής ΖΝΧ, ενώ 5 cm ορίζεται το πάχος συλλεκτών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 3.49 Τελικός σχεδιασμός συνολικής επιφάνειας ηλιακού συλλέκτη

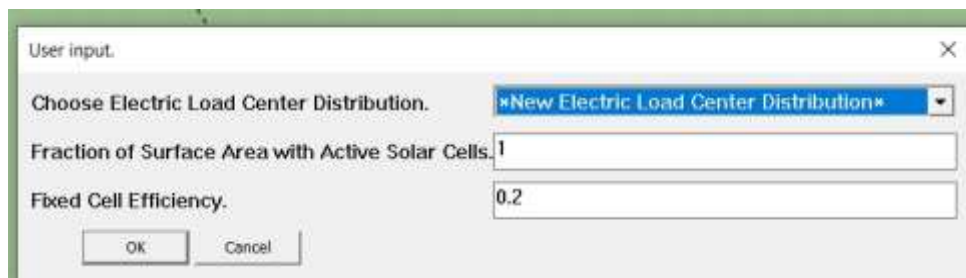
3. Ορισμός επιφάνειας ως φωτοβολταϊκό πλαίσιο

Τελικό στάδιο του σχεδιασμού αποτελεί ο ορισμός της επιφάνειας σκίασης, ως φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Η δυνατότητα αυτή παρέχεται από το πρόγραμμα του Sketch Up, γεγονός που δεν ισχύει για την περίπτωση του ZNX.

Επιλέγεται η επιθυμητή επιφάνεια της κατασκευής και εν συνεχεία ακολουθούνται κατά σειρά οι εξής κινήσεις.

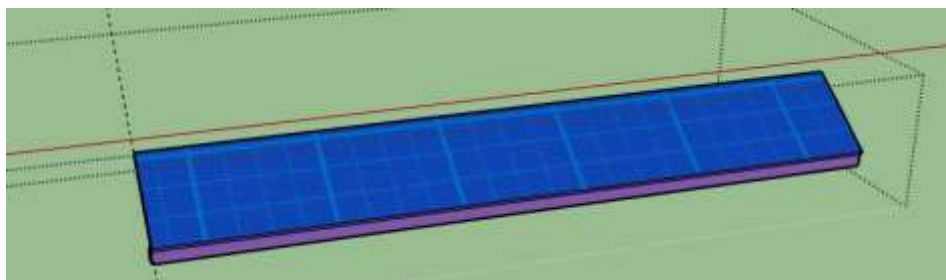
Επιλέγεται από τη βασική καρτέλα του προγράμματος η εντολή Extensions → Open Studio User Scripts → Alter or Add Model Elements → Add Photovoltaics .

Εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο, στο οποίο ορίζεται η απόδοση του φωτοβολταϊκού πάνελ καθώς και η αναλογία επιφάνειας που αντιστοιχεί σε ηλιακούς συλλέκτες. Ορίζεται απόδοση ίση με 20% και πλήρης κάλυψη της επιφάνειας από φωτοβολταϊκά πάνελ.



Εικόνα 3.50 Ορισμός χαρακτηριστικών επιφάνειας ηλιακού συλλέκτη

Η τελική εικόνα της επεξεργασίας είναι η ακόλουθη, όπου όπως φαίνεται, δημιουργήθηκε η επιθυμητή επιφάνεια φωτοβολταϊκών πάνελ.






Εικόνα 3.51 Δημιουργία φωτοβολταϊκού πάνελ

4. Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών

Η τοποθέτηση γίνεται στην οροφή του κεντρικού κτιρίου. Για την αποφυγή ανεπιθύμητων σκιάσεων, οι οποίες θα επηρέαζαν προς το δυσμενέστερο την απόδοση των συλλεκτών, η τοποθέτηση έγινε με απόσταση ίση και μεγαλύτερη του διπλάσιου του ύψους κάθε συλλέκτη. Επιπροσθέτως, εκατέρωθεν των συστοιχιών, αφέθηκε κενός χώρος, στη λογική της δημιουργίας διαδρόμου πρόσβασης και ελέγχου των πάνελ.

3.5 Αποθήκευση προόδου και εκκίνηση επεξεργασίας στο Open Studio

Σημαντική λεπτομέρεια και ιδιαιτερότητα του προγράμματος αποτελεί ο τρόπος αποθήκευσης του δημιουργούμενου αρχείου. Η εργασία πραγματοποιείται στο Sketch Up, ωστόσο η αποθήκευση πρέπει να γίνει με τη μορφή αρχείου Open Studio (.osm). Σε διαφορετική περίπτωση υπάρχει κίνδυνος απώλειας της όποιας προόδου έχει πραγματοποιηθεί. Η αποθήκευση κατά αυτόν τον τρόπο γίνεται με τη χρήση του πλήκτρου , ενώ η εισαγωγή προς επεξεργασία αρχείου γίνεται με τη χρήση του πλήκτρου .

Η μετάβαση στο περιβάλλον λειτουργίας του Open Studio γίνεται με την επιλογή του πλήκτρου Launch Open studio .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ OPEN STUDIO

4 ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ OPEN STUDIO

4.1 Γενικές πληροφορίες για το πρόγραμμα


Το Open Studio είναι ένα λογισμικό το οποίο παρέχεται δωρεάν στο χρήστη, και του επιτρέπει να προσομοιώσει, να μελετήσει και εν τέλει να βελτιώσει την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου που εξετάζει. Για να συμβούν τα παραπάνω, θα πρέπει ο χρήστης να παράσχει στο πρόγραμμα λεπτομερείς πληροφορίες που αφορούν την τοποθεσία, τη γεωμετρία, τα δομικά στοιχεία, τη χρήση καθώς και το μηχανικό εξοπλισμό που χρησιμοποιεί το εξεταζόμενο κτίριο. Το Sketchup αποτελεί γέφυρα σύνδεσης της επεξεργασίας των δεδομένων και του τελικού αποτελέσματος που προκύπτει από την προσομοίωση στο Open Studio. Μέσω αυτού παρέχονται οι σχεδιαστικές λεπτομέρειες του κτιρίου (γεωμετρία, θερμικές ζώνες, ανοίγματα κ.α.).

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστεί αναλυτικά η πλατφόρμα επεξεργασίας του προγράμματος και θα αναλυθούν οι όποιες παράμετροι υπολογισμού και σχεδιασμού επιλέχθηκαν. Ο σχεδιασμός πραγματοποιήθηκε βασιζόμενος στο εγχειρίδιο του προγράμματος το οποίο παρέχεται από τους δημιουργούς του [22].

4.2 Εισαγωγή δεδομένων – Κεντρικό Κτίριο

Παρέχονται από την πλατφόρμα μία σειρά καρτελών οι οποίες χρήζουν ειδικής επεξεργασίας. Η εισαγωγή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε κυρίως βασιζόμενη στις παρεχόμενες από τις T.O.T.E.E. πληροφορίες. Σε κάθε περίπτωση, στη συνέχεια του κεφαλαίου, θα γίνεται αναφορά για την επιλογή των τιμών που εισήχθησαν στο πρόγραμμα.

4.2.1 Καιρικά δεδομένα και ημέρες σχεδίασης συστημάτων Θέρμανσης - Ψύξης

Εκκινώντας το πρόγραμμα η πρώτη καρτέλα που εμφανίζεται και χρήζει επεξεργασίας, είναι η παρουσιαζόμενη (σε δύο τμήματα) καρτέλα επεξεργασίας καιρού και ημερών σχεδίασης (Weather File and Design days), η οποία φέρει το σύμβολο .



Εικόνα 4.1 Εισαγωγή κλιματικών συνθηκών




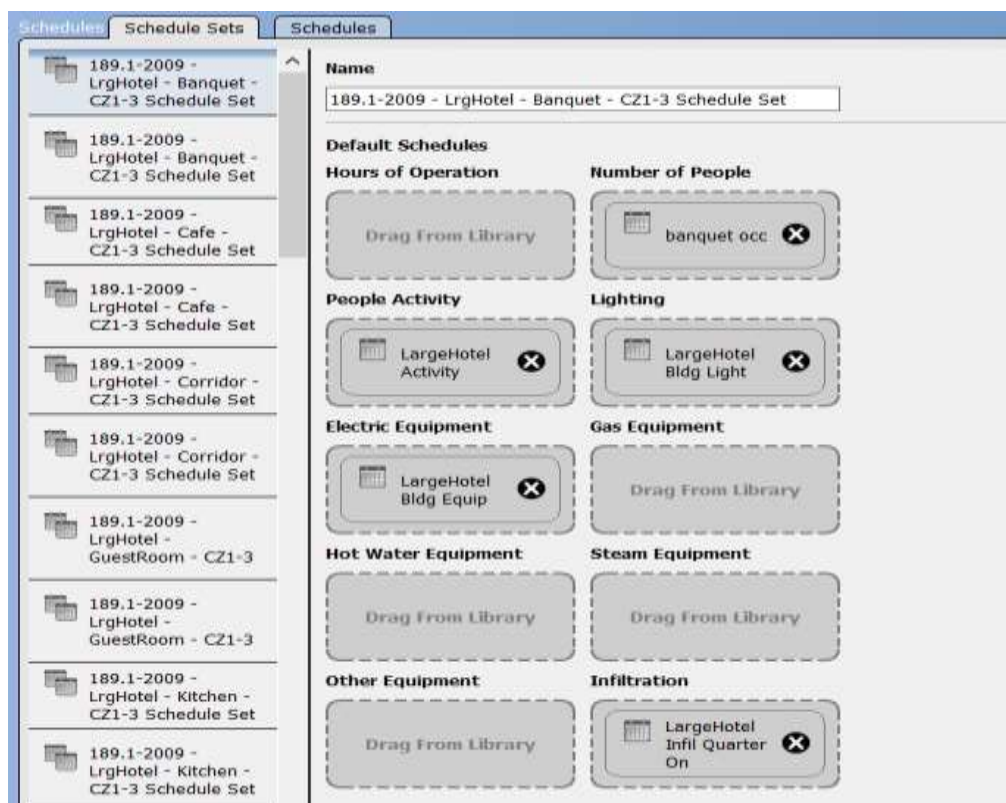
Εικόνα 4.2 Εισαγωγή ημερών σχεδίασης συστημάτων Θέρμανσης - Ψύξης

Ο χρήστης καλείται να ορίσει τα κάτωθι:

1. Αρχείο καιρού (Weather File). Πέραν των πληροφοριών των καιρικών συνθηκών που επικρατούν στον εξεταζόμενο χώρο, παρέχονται και οι γεωγραφικές συντεταγμένες του, γεγονός που θα φανεί χρήσιμο στο μετέπειτα σχεδιασμό του κτιρίου. Υπάρχουν αρκετές πλατφόρμες από τις οποίες ο χρήστης δύναται να προμηθευτεί σχετικά αρχεία. Για την Ελληνική επικράτεια, το εύρος των επιλογών περιορίζεται, στις περισσότερες πλατφόρμες, στις περιοχές των Αθηνών και της Θεσσαλονίκης. Η ιστοσελίδα <http://climate.onebuilding.org/>, παρέχει καιρικά δεδομένα, σε μορφή αρχείου EPW, για την περιοχή της νήσου Κω, όπου πραγματοποιείται και η συγκεκριμένη μελέτη.
2. Κλιματική ζώνη (Climate Zone). Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το πρόγραμμα αναπτύχθηκε για να εξυπηρετήσει τις ΗΠΑ. Τα κλιματολογικά δεδομένα ορίζονται βάσει της ASHRAE. Επομένως πρέπει να επιλεγεί κλιματολογική ζώνη η οποία ομοιάζει περισσότερο με την πραγματική της νήσου Κω. Επιλέγεται η ζώνη 2Α, η οποία χαρακτηρίζεται από υψηλές θερμοκρασίες και υγρασία.
3. Ημέρες σχεδιασμού (Design Days) των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης. Από τη σελίδα <http://climate.onebuilding.org/>, πέραν του αρχείου των καιρικών δεδομένων, γίνεται λήψη του αντίστοιχου αρχείου DDY, το οποίο χρησιμοποιείται ως δεξαμενή λήψης πληροφοριών, τις οποίες χρησιμοποιήσει το πρόγραμμα ως ημέρες σχεδιασμού.
4. Συνθήκες εξοικονόμησης φωτισμού. Επιλέγονται οι ημερομηνίες κατά τις οποίες λειτουργεί το κτίριο. Συνήθως η συγκεκριμένη ξενοδοχειακή μονάδα λειτουργεί, από πρώτη Μαΐου έως τριακοστή πρώτη Οκτωβρίου.
5. Επιλογή χρονιάς για την οποία θα πραγματοποιηθεί η προσομοίωση (επιλέχθηκε το 2006 καθώς για αυτή τη χρονιά παρέχονται κλιματολογικά δεδομένα).

4.2.2 Επεξεργασία χρονοδιαγραμμάτων

Η δεύτερη καρτέλα του προγράμματος η οποία φέρει το σύμβολο , αφορά στα χρονοδιαγράμματα των χώρων που αποτελούν το κτίριο. Έχοντας ορίσει ήδη τη χρήση των κτιρίων, ως τμήματα μεγάλης ξενοδοχειακής μονάδας, το Open Studio, παρέχει προκαθορισμένα διαγράμματα, των χώρων αυτών.



Εικόνα 4.3 Προκαθορισμένα διαγράμματα χώρων μεγάλης ξενοδοχειακής μονάδας

Κάθε χώρος έχει το δικό του προκαθορισμένο σετ χρονοδιαγραμμάτων, το οποίο ανταποκρίνεται ικανοποιητικά στις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του. Στην παρούσα παράγραφο θα παρουσιαστούν οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν με σκοπό την ορθότερη προσέγγιση της πραγματικής συνθήκης λειτουργίας των χώρων των μελετώμενων κτιρίων.

Επιλέγοντας την καρτέλα Schedules (Εικόνα 4.3) ο χρήστης έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας υπαρχόντων ή τη δημιουργία νέων χρονοδιαγραμμάτων, τα οποία ανταποκρίνονται επαρκέστερα στις ανάγκες και στις λειτουργίες των χώρων του κτιρίου.

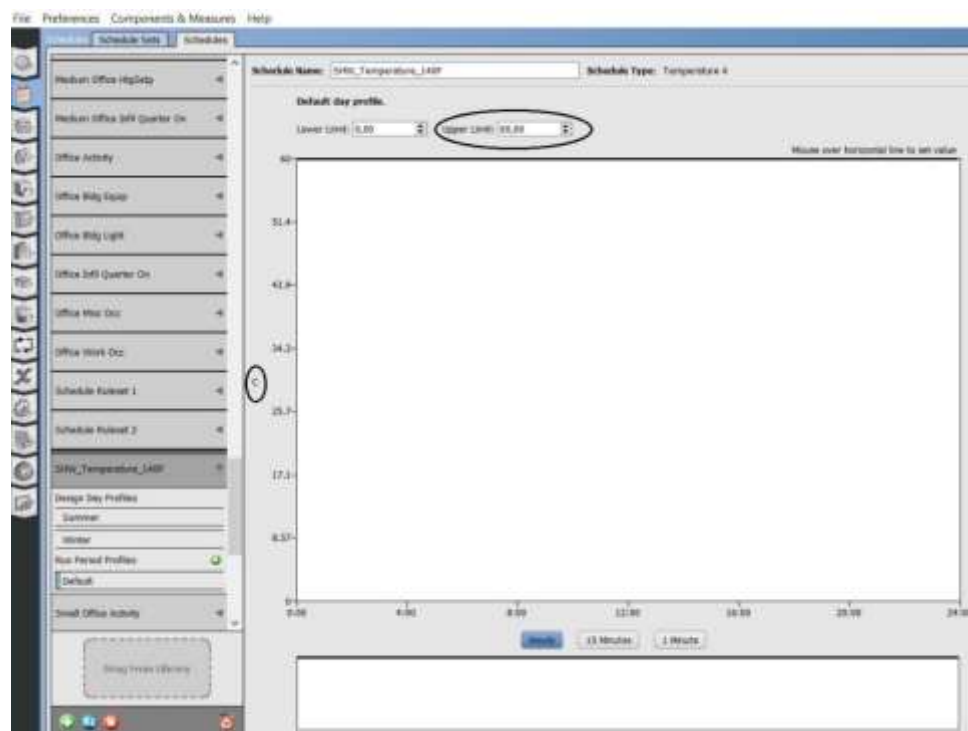
Στην παρούσα εργασία επεξεργάστηκαν οι καρτέλες των schedules που αφορούσαν τις επιθυμητές συνθήκες κλιματισμού των χώρων, τη θερμοκρασία του ζεστού νερού χρήσης καθώς και το χρονοδιάγραμμα λειτουργίας του εστιατορίου και της κουζίνας. Οι προτεινόμενες από το πρόγραμμα τιμές και οι τελικώς επιλεγόμενες από το χρήστη θα παρουσιαστούν υπό τη μορφή σχολιασμού και εικόνων.

4.2.2.1 Ζεστό νερό χρήσης


Η πρώτη τιμή που επεξεργάστηκε ήταν αυτή του Z.N.X. Η αντίστοιχη καρτέλα τιτλοφορείται SHW_Temperature 140F, το οποίο προφανώς μεταφράζεται σε παροχή ζεστού νερού χρήσης στους 140 Φαρενάιτ ή 60 βαθμούς Κελσίου. Λόγω έλλειψης ποιοτικών δεδομένων, γεγονός που αναφέρθηκε ήδη από την εισαγωγή, και επειδή για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ZNX, ακολουθήθηκαν οι προτάσεις της T.O.T.E.E 20701-1/2017, παράγραφος 3.3 πίνακας 2.1, η τιμή του ZNX ορίστηκε στους 45 βαθμούς Κελσίου, θερμοκρασία βάσει της οποίας γίνονται οι υπολογισμοί του προαναφερθέντος πίνακα.

Η επεξεργασία ήταν η ακόλουθη.

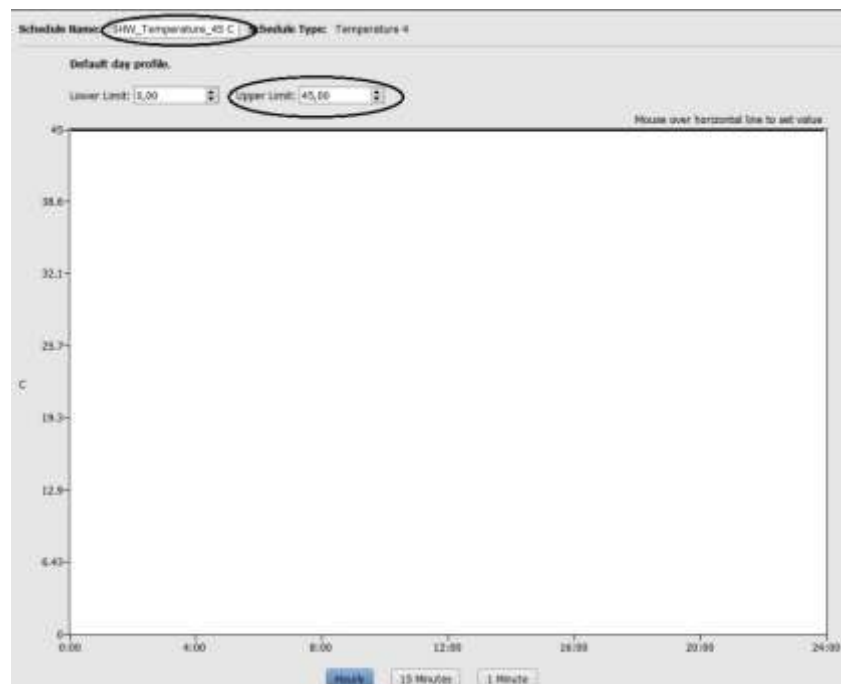
Στην καρτέλα Schedule επιλέγεται η υποκαρτέλα SHW_Temperature 140F. Εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο.



Εικόνα 4.4 Καρτέλα ZNX – SHW_Temperature_140F

Παρατηρείται ότι η ανώτατη τιμή είναι, σε βαθμούς κελσίου, 60. Για τη δημιουργία αντίστοιχης καρτέλας στην οποία η θερμοκρασία του ZNX θα είναι η επιθυμητή, 45 βαθμοί κελσίου, πατάμε στο εικονικό πλήκτρο .

Η συγκεκριμένη επιλογή δημιουργεί ένας ακριβές αντίγραφο του παραπάνω παραθύρου. Το μόνο που απομένει να πραγματοποιηθεί είναι ο ορισμός νέου τίτλου της εν λόγω καρτέλας και ο ορισμός της ανώτερης θερμοκρασίας στους 45 βαθμούς κελσίου. Η νέα καρτέλα ονομάστηκε SHW_Temperature_45C.



Εικόνα 4.5 Νέα καρτέλα θερμοκρασίας ZNX – SHW_Temperature_45 C

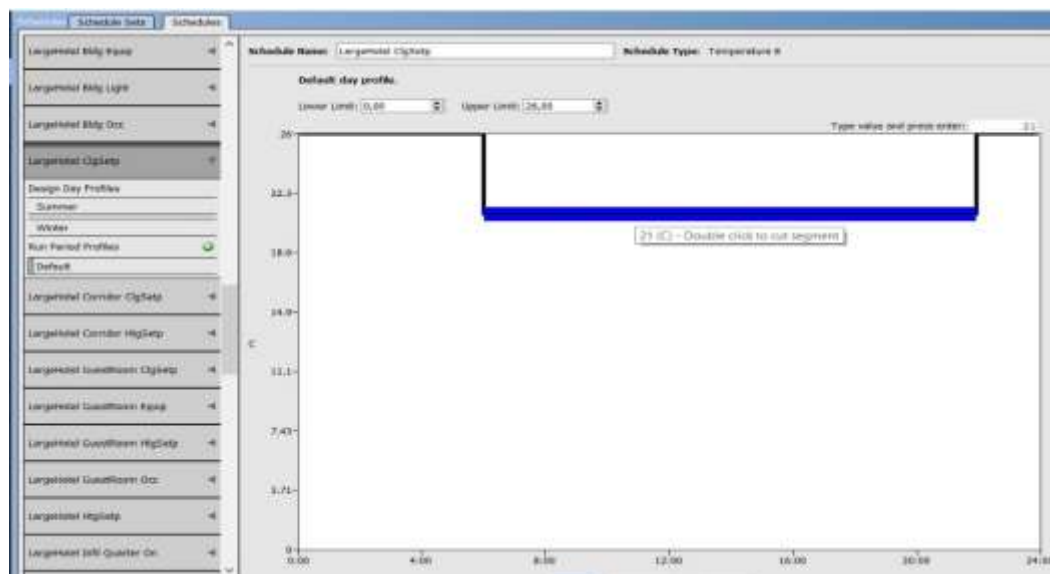
4.2.2.2 Θερμοστάτες θέρμανσης – ψύξης

Οι θερμοστάτες χρησιμοποιούνται ώστε η εσωτερική θερμοκρασία των χώρων να ανταποκρίνεται στα επιθυμητά επίπεδα θερμικής άνεσης. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, παράγραφος 3.4.2 πίνακας 2.2, η επιθυμητή θερμοκρασία κατά τη θερινή λειτουργία είναι 26 βαθμοί κελσίου, ενώ για τη χειμερινή 20 βαθμοί.

Στην εξεταζόμενη υπόθεση εργασίας, τα περισσότερα συστήματα, χρησιμοποιούνται α)για ψύξη χώρων(λόγω και της περιόδου λειτουργίας τους) και β) δεν αποτελούν μέρος κάποια κεντρικής κλιματιστικής εγκατάστασης, αλλά αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες (όπως αυτές παρουσιάστηκαν και ορίστηκαν σε αντίστοιχο κεφάλαιο). Επομένως τα χρονοδιαγράμματα δε μπορούν να παράσχουν ικανοποιητικό βαθμό ακρίβειας στις καταναλώσεις, καθώς τα χαρακτηριστικά αυτών (χρόνος και θερμοκρασία λειτουργίας) επαφίονται στις ανάγκες του χρήστη. Ο συνδυασμός των ρυθμίσεων του θερμοστάτη και των ωραρίων λειτουργίας κάθε χώρου, επιτρέπει μία πιο ικανοποιητική προσέγγιση των πραγματικών καταναλώσεων.

Οι θερμοστάτες (θέρμανσης και ψύξης) των οποίων οι τιμές επεξεργάστηκαν αφορούσαν κοινόχρηστους χώρους (διαδρόμους, λόμπι κ.α.) στους οποίους υπήρχαν συστήματα κλιματισμού, δωμάτια διαμονής καθώς και τον χώρο της κουζίνας του ξενοδοχείου. Οι τιμές που ορίστηκαν παρουσιάζονται με τη μορφή εικόνων συνοδεία σύντομου σχολιασμού.

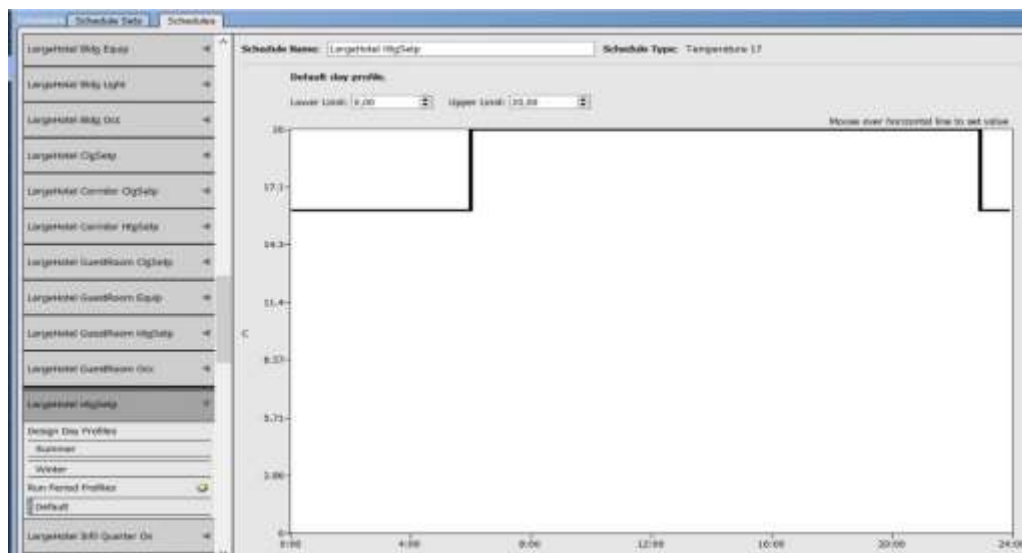
Ο θερμοστάτης ψύξης κοινόχρηστων χώρων με την ονομασία “Large hotel cooling setup”, χρησιμοποιήθηκε για το χώρο του λόμπι υποδοχής και συγκέντρωσης ενοίκων και επεξεργάστηκε ως εξής.



Εικόνα 4.6 Επεξεργασία καρτέλας Large Hotel Cooling Setup

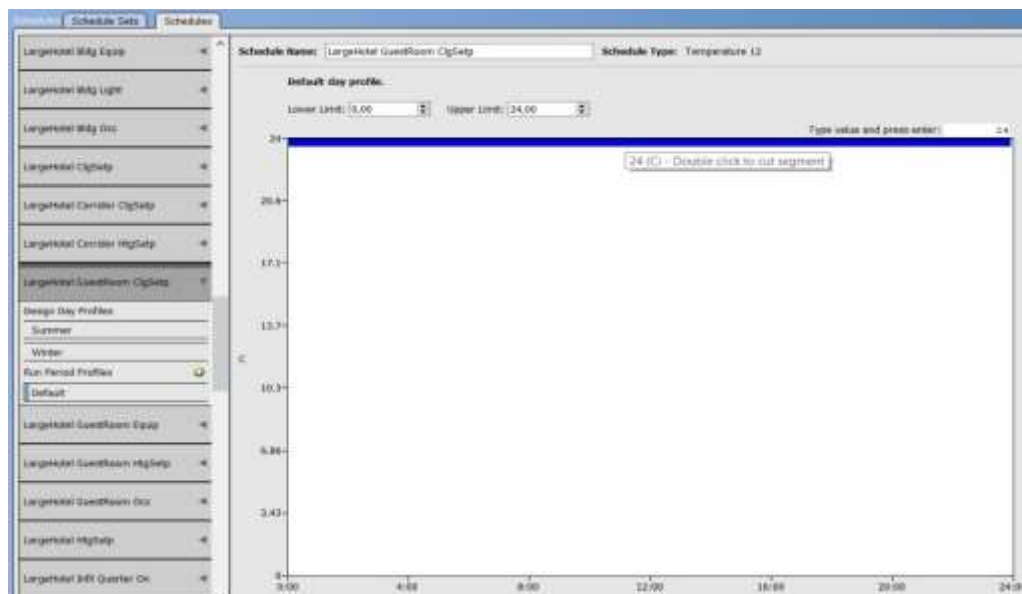
Για τον κλιματισμό των παραπάνω χώρων, χρησιμοποιείται αντλία θερμότητας και ο έλεγχος της θερμοκρασίας γίνεται αυτοματοποιημένα. Θεωρείται ότι κατά τις ώρες 10 μ.μ. έως 6 π.μ. κατά τις οποίες η ανθρώπινη δραστηριότητα είναι μειωμένη, οι ανάγκες για ψύξη είναι περιορισμένες. Επομένως, ο θερμοστάτης τίθεται σε θερμοκρασία 26 βαθμών κελσίου. Τις υπόλοιπες ώρες, κατά τις οποίες παρατηρείται εντονότερη δραστηριότητα στους εν λόγω χώρους, ο θερμοστάτης τίθεται στους 21 βαθμούς κελσίου.

Για τη λειτουργία θέρμανσης, όποτε αυτή απαιτείται, επεξεργάστηκε η υποκαρτέλα “Large hotel heating setup”, όπως παρουσιάζεται ακολούθως. Τις ώρες μειωμένης δραστηριότητας, ο θερμοστάτης τέθηκε στους 16 βαθμούς κελσίου, ενώ αντίστοιχα στις ώρες αυξημένης δραστηριότητας αυτός τέθηκε στους 20 βαθμούς κελσίου.

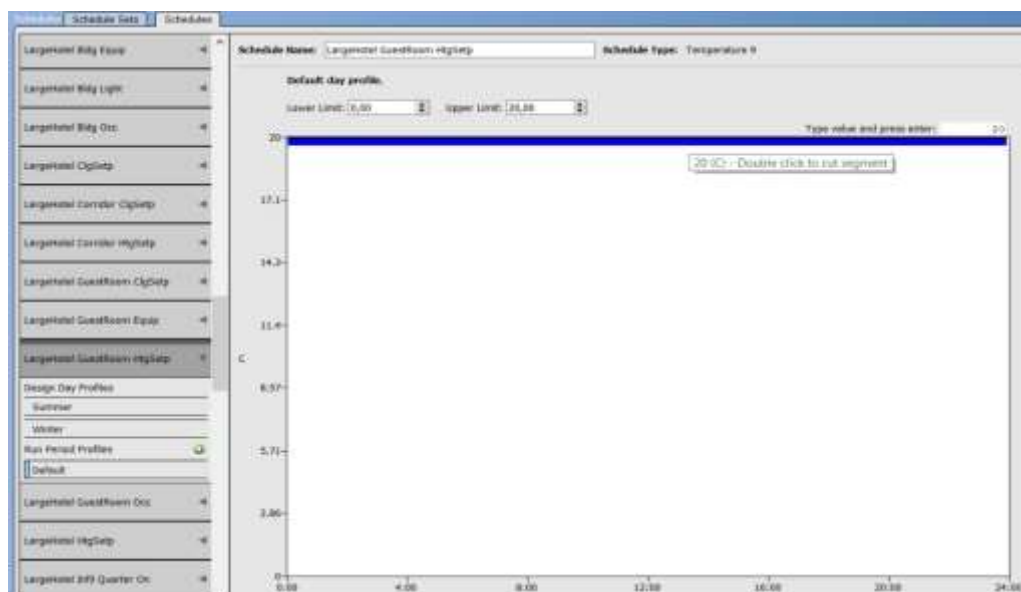


Εικόνα 4.7 Επεξεργασία καρτέλας Large Hotel Heating Setup

Εν συνεχεία επεξεργάστηκαν οι θερμοστάτες θέρμανσης και ψύξης των δωματίων του ξενοδοχείου (Large hotel guestroom cooling/heating setup). Όπως αναφέρθηκε, τα δωμάτια κλιματίζονται από αυτόνομα συστήματα, και η επιθυμητή θερμοκρασία ορίζεται κάθε φορά από το χρήστη. Με σκοπό την όσο το δυνατόν πιο έγκυρη προσέγγιση της επικρατούσας κατάστασης, θεωρήθηκε τυπική επιθυμητή κατά την ψύξη θερμοκρασία, αυτή των 24 βαθμών κελσίου και αντιστοίχως για τη θέρμανση 20 βαθμοί κελσίου, όπως φαίνεται στις ακόλουθες εικόνες.

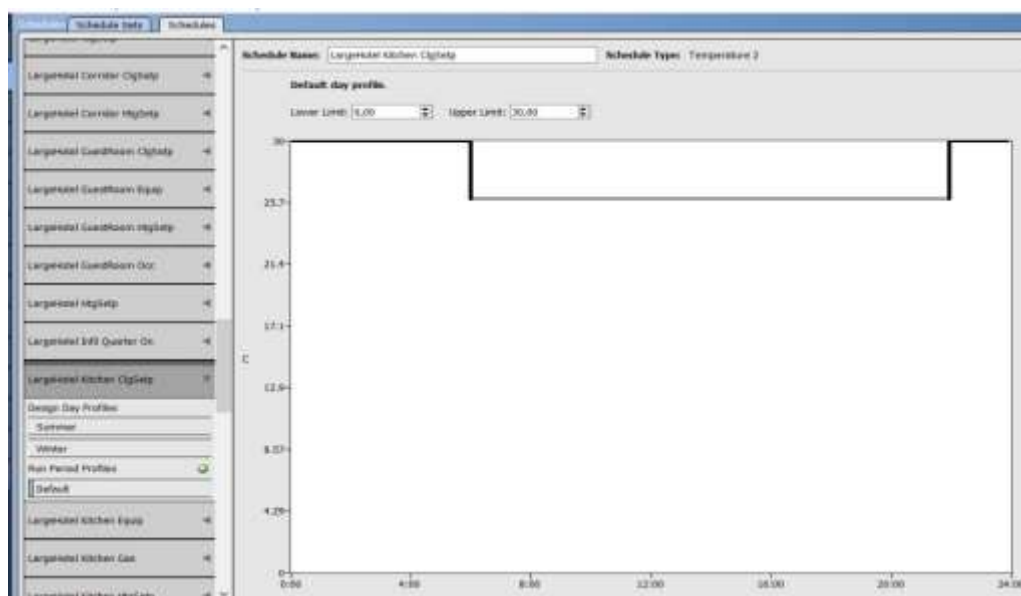


Εικόνα 4.8 Επεξεργασία καρτέλας Large Hotel Guestroom Cooling Setup

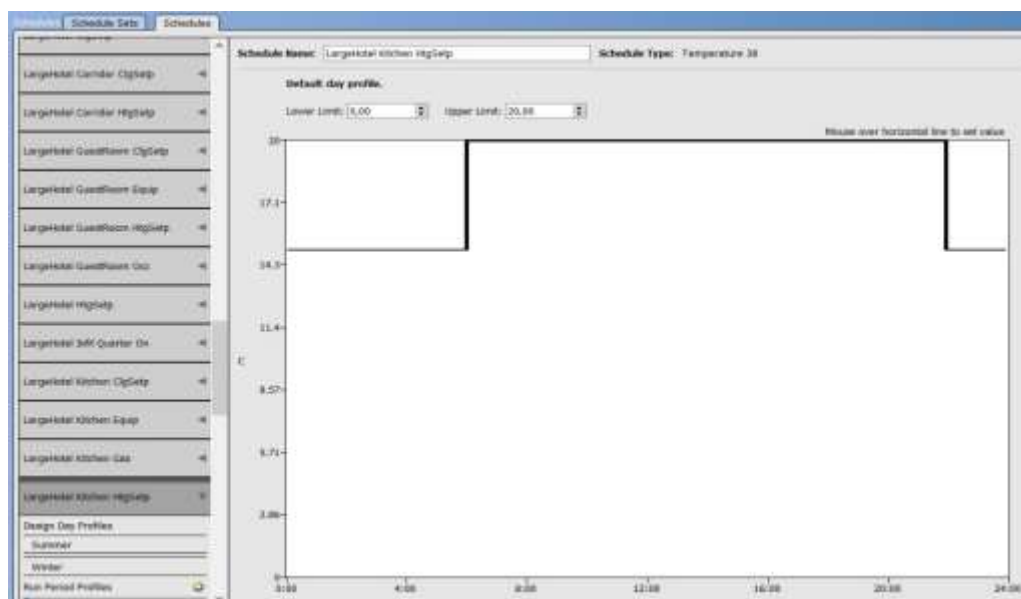


Εικόνα 4.9 Επεξεργασία καρτέλας Large Hotel Guestroom Heating Setup

Τέλος, επεξεργάστηκαν οι υποκαρτέλες (Large hotel kitchen heating/cooling setup), οι οποίες αφορούν τους θερμοστάτες θέρμανσης και ψύξης της κουζίνας. Είναι κοινή παραδοχή ότι στους συγκεκριμένους χώρους λόγω της χρήσης τους, η θερμοκρασία θα είναι αρκετά πιο αυξημένη λόγω της πλεονάζουσας θερμικής απολαβής από τη λειτουργία των συσκευών. Επομένως δεν επιλέγεται ως επιθυμητή τιμή θερμοστάτη ψύξης όμοια με τους υπόλοιπους χώρους (21 βαθμοί), καθώς κάτι τέτοιο θα ήταν ενεργειακά ασύμφορο, αλλά 26 βαθμοί κελσίου για τις ώρες λειτουργίας της. Ο θερμοστάτης θέρμανσης τίθεται στους 20 βαθμούς κελσίου για τις ώρες λειτουργίας.



Εικόνα 4.10 Επεξεργασία καρτέλας Large Hotel Kitchen Cooling Setup

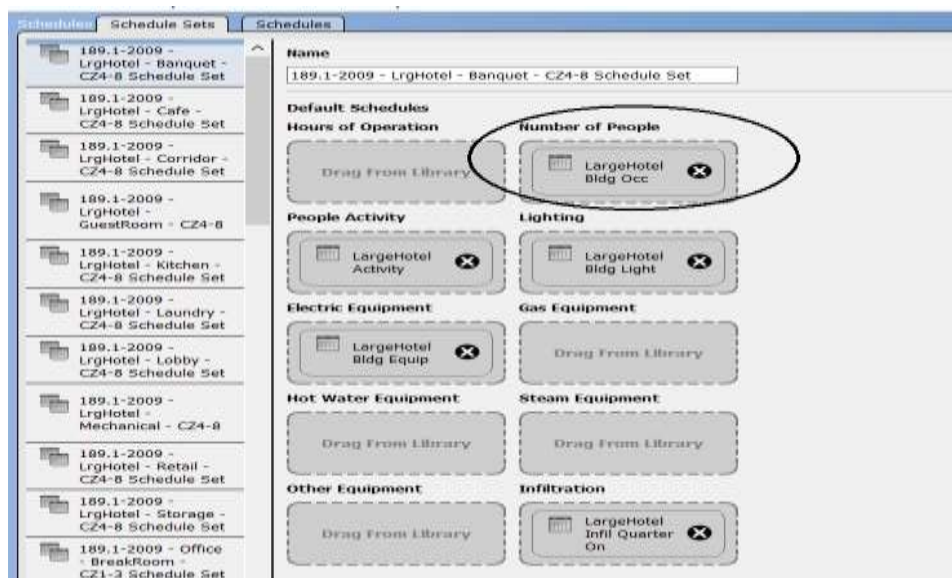


Εικόνα 4.11 Επεξεργασία καρτέλας Large Hotel Kitchen Heating Setup

4.2.2.3 Χρονοδιαγράμματα δραστηριότητας χώρων

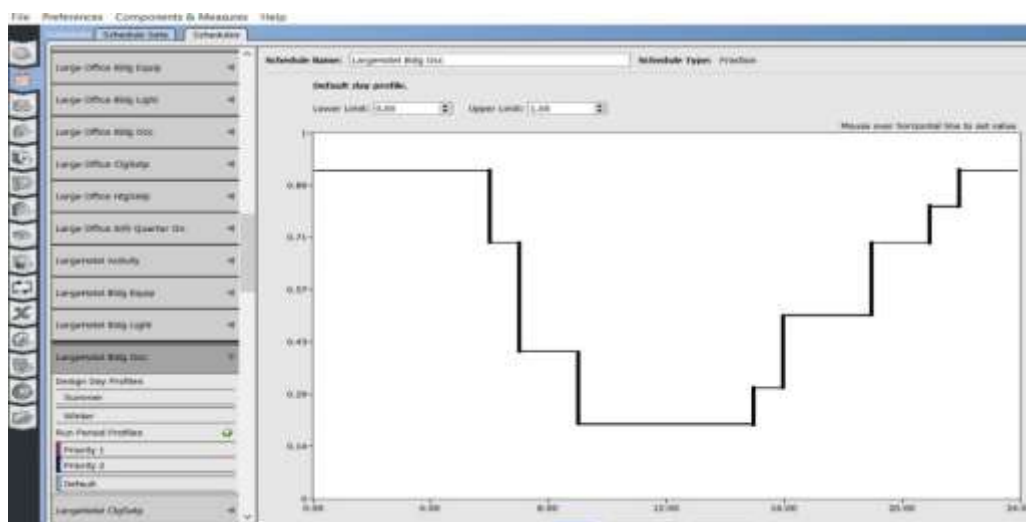
Για την εγκυρότερη προσέγγιση των υπάρχουσών συνθηκών λειτουργίας, κρίθηκε σκόπιμο και αναγκαίο να επεξεργαστούν συγκεκριμένα διαγράμματα, που αφορούν την ένταση και τη χρονική διάρκεια της ανθρώπινης δραστηριότητας σε χώρους της κτιριακής μονάδας. Επεξεργάστηκαν κυρίως οι χώροι της κουζίνας και του εστιατορίου, και προσαρμόστηκαν σε ένα τυπικό ωράριο λειτουργίας το οποίο προσεγγίζει ικανοποιητικά τις πραγματικές συνθήκες. Εφόσον η μελετώμενη κτιριακή μονάδα, αποτελεί τμήμα ξενοδοχειακής μονάδας, πρέπει να ληφθεί υπόψιν το ποσοστό πληρότητας του ξενοδοχείου. Λόγω έλλειψης δεδομένων, θα ορισθεί ως περίοδος υψηλής πληρότητας το χρονικό διάστημα της πρώτης Ιουλίου (01/07) έως την τριακοστή Σεπτεμβρίου (30/09). Επίσης, η επί τοις εκατό διαφορά των περιόδων αυτών θα ορισθεί στο 20%.

Από το πρόγραμμα παρέχεται το ακόλουθο σετ χρονοδιαγραμμάτων λειτουργίας το οποίο αφορά το χώρο του εστιατορίου.



Εικόνα 4.12 Προκαθορισμένο Σετ χρονοδιαγράμματος Εστιατορίου

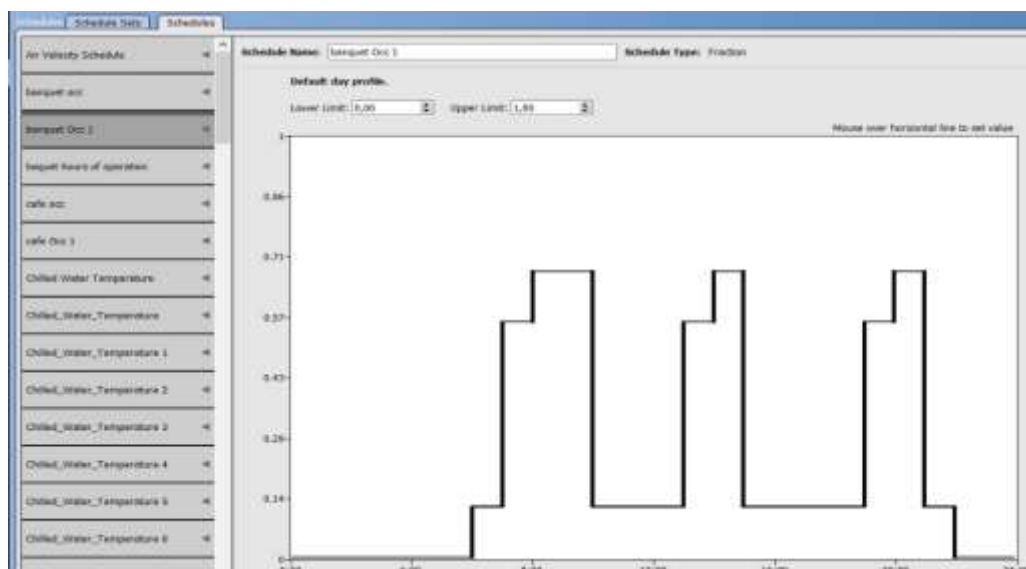
Από τη στιγμή που δεν παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας αυτούσιου χρονοδιαγράμματος λειτουργίας (hours of operation), θα πρέπει να επεξεργαστεί η καρτέλα που αφορά τον αριθμό παρευρισκόμενων στο χώρο (Number of people), ο οποίος επηρεάζει το φορτίο το οποίο καλείται να εξυπηρετήσει η κλιματιστική μονάδα. Το σετ που παρέχει το πρόγραμμα, χρησιμοποιεί για την περιγραφή αυτού του μεγέθους, το γενικό σετ που αφορά στον αριθμό παρευρισκόμενων σε χώρους του ξενοδοχείου. Όπως παρουσιάζεται και στην ακόλουθη εικόνα, δεν υπάρχει καμία συνάφεια με τις συνθήκες που συναντά κάποιος στο χώρο εστιατορίου ενός ξενοδοχείου.



Εικόνα 4.13 Προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα ανθρώπινης συγκέντρωσης σε χώρους του ξενοδοχείου

Παρατηρείται ότι υπάρχει μέγιστη συγκέντρωση πληθυσμού, σε ώρες κατά τις οποίες είναι αδύνατο να λειτουργεί το εστιατόριο. Αυτό και μόνο αρκεί ώστε να απορριφθεί το εν λόγω χρονοδιάγραμμα.

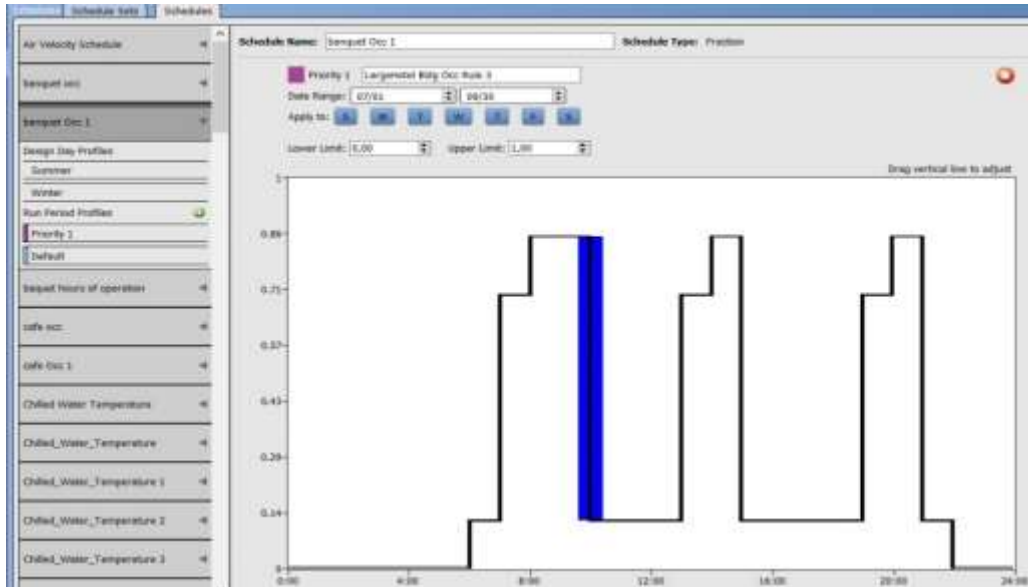
Δημιουργείται, με τρόπο που αναφέρθηκε προηγουμένως, ένα νέο χρονοδιάγραμμα (banquet occ), με τα παρουσιαζόμενα χαρακτηριστικά.



Εικόνα 4.14 Νέο χρονοδιάγραμμα ανθρώπινης συγκέντρωσης στο χώρο του εστιατορίου

Το παραπάνω χρονοδιάγραμμα αφορά την περίοδο κατά την οποία η μονάδα δεν παρουσιάζει πληρότητα.

Με την επιλογή Priority 1, ορίζεται περίοδος κατά την οποία θα ισχύει διαφορετικό χρονοδιάγραμμα το οποίο παρουσιάζεται παρακάτω.



Εικόνα 4.15 Ορισμός διαφορετικού χρονοδιαγράμματος βάσει περιόδου λειτουργίας

Συνήθως, η παραπάνω λειτουργία χρησιμοποιείται για διαφορετικά χρονοδιαγράμματα κατά τις ημέρες του Σαββατοκύριακου. Επομένως θα πρέπει να επιλεγούν και οι 7 μέρες της εβδομάδας, ώστε για το επιλεγμένο χρονικό διάστημα, να πραγματοποιηθεί ορθά η προσομοίωση.

Οι διαφορές των περιόδων έχουν να κάνουν με τα τοπικά ακρότατα και όχι με το ωράριο λειτουργίας.

Τυπικό ωράριο λειτουργίας του εστιατορίου ενός ξενοδοχείου είναι το ακόλουθο:

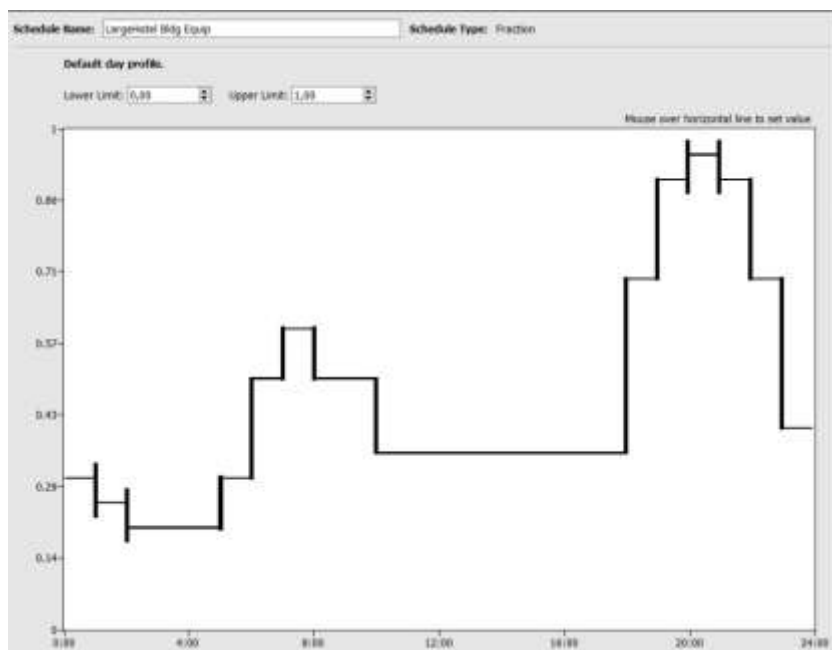
1. Πρωινό: ώρες προετοιμασίας 06:00-07:00 – ώρες σερβιρίσματος 07:00 -10:00
2. Μεσημεριανό γεύμα: ώρες προετοιμασίας 11:00-12:30 – ώρες σερβιρίσματος 12:30- 15:00
3. Δείπνο: ώρες προετοιμασίας 18:30 -19:00 – ώρες σερβιρίσματος 19:00- 21:00

Στο σχεδιαζόμενο διάγραμμα έγιναν οι εξής παραδοχές:

1. Το εστιατόριο φτάνει σε μέγιστο αριθμό ατόμων ίσο με το 86% της συνολικής χωρητικότητάς του την περίοδο πληρότητάς του, και στο 68,8% την περίοδο που δεν παρουσιάζεται πληρότητα.
2. Οι υπάλληλοι, υπεύθυνοι για την εξυπηρέτηση των πελατών, προσεγγίζουν το 12% (30 άτομα) της συνολικής χωρητικότητας και το ποσοστό αυτό παραμένει σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου λειτουργίας.
3. Η άφιξη των πελατών γίνεται με μικρότερη ένταση τις πρώτες και τις τελευταίες ώρες λειτουργίας του εστιατορίου.
4. Ενδιάμεσα των γευμάτων, θεωρείται ότι ο αριθμός των παρευρισκόμενων παραμένει σταθερός και ίσος με αυτών των υπαλλήλων εξυπηρέτησης (καθαρισμός και προετοιμασία χώρου για το επόμενο γεύμα).
5. Τις ώρες 23:00-06:00, θεωρείται ότι το εστιατόριο κλείνει και δεν υπάρχει κανείς εντός του χώρου.

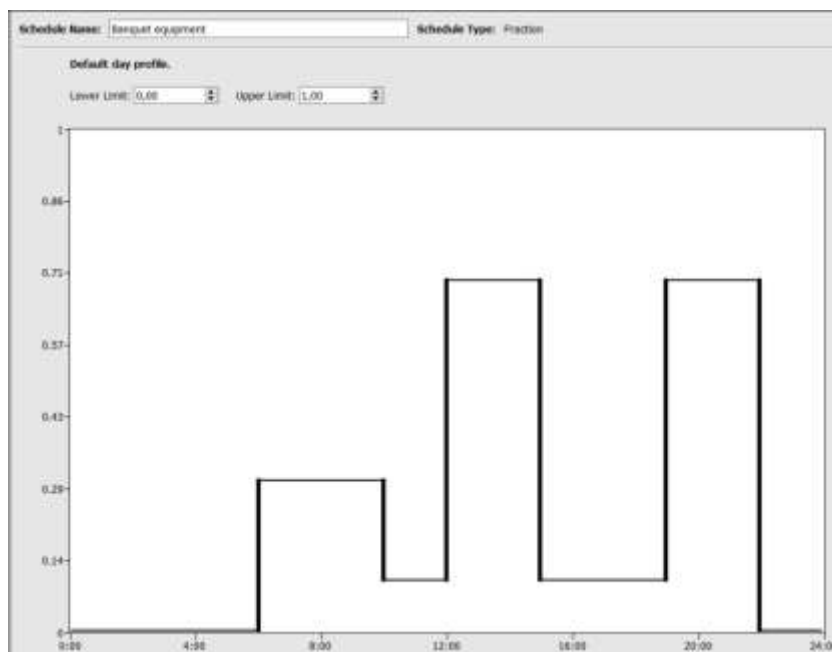
Στο αντίστοιχο χρονοδιάγραμμα λειτουργίας του εστιατορίου, θα πρέπει να εναρμονιστεί και το χρονοδιάγραμμα χρήσης των συσκευών του εξοπλισμού του. Ο εξοπλισμός λειτουργεί κατά τις ώρες σερβιρίσματος των γευμάτων και δεν ακολουθεί το χρονοδιάγραμμα που ορίζεται αυτομάτως από το

πρόγραμμα (LargeHotel Bldg Equipment), το οποίο οδηγεί σε αυξημένο υπολογισμό ενεργειακών καταναλώσεων.



Εικόνα 4.16 Χρονοδιάγραμμα Λειτουργίας Large Hotel Building Equipment

Δημιουργείται νέο χρονοδιάγραμμα με την ακόλουθη μορφή

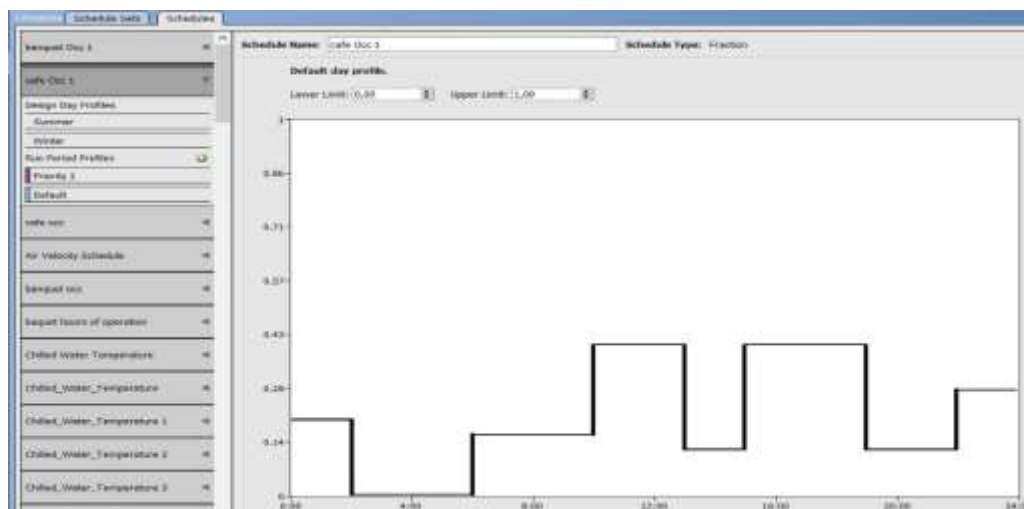


Εικόνα 4.17 Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας συσκευών Εστιατορίου

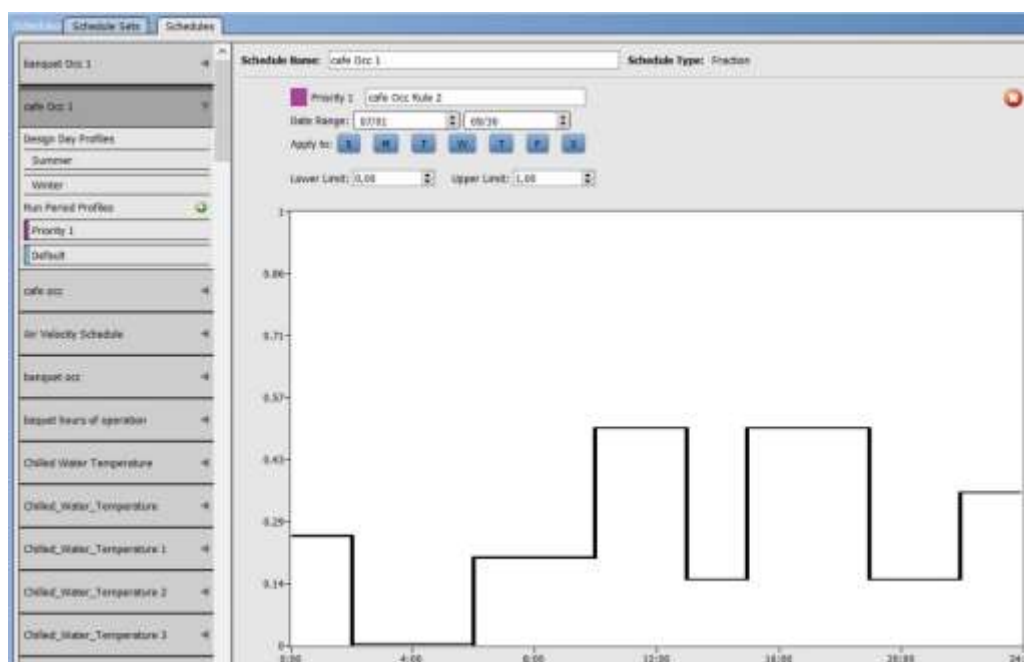
Κατά το σερβίρισμα του πρωινού, παρατηρείται μειωμένη χρήση του εξοπλισμού, καθώς τα περισσότερα γεύματα αφορούν κρύα κουζίνα. Το ποσοστό χρήσης τους, αυξάνεται αναμενόμενα κατά τις περιόδους σερβιρίσματος μεσημεριανού και δείπνου, καθώς τα γεύματα τα οποία σερβίρονται απαιτούν τη χρήση του εξοπλισμού ώστε να διατηρούνται ζεστά.

Αντίστοιχο χρονοδιάγραμμα με αυτό της ανθρώπινης παρουσίας στο χώρο του εστιατορίου, με την ίδια αιτιολογία, πρέπει να δημιουργηθεί και για το χώρο του μπαρ-καφετέριας του ξενοδοχείου.

Σαφώς θα υπάρξουν διαφοροποιήσεις τόσο στο χρόνο λειτουργίας όσο και στην πληρότητα, από πλευράς παρευρισκόμενων του χώρου. Το διάγραμμα που δημιουργείται είναι το ακόλουθο.



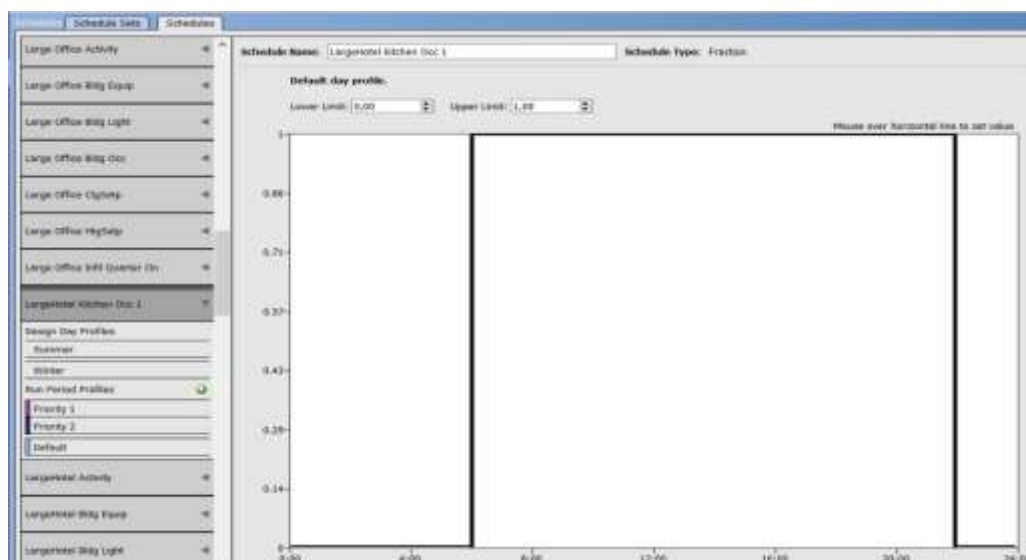
Εικόνα 4.18 Νέο χρονοδιάγραμμα ανθρώπινης συγκέντρωσης στο χώρο του καφέ - μπαρ



Εικόνα 4.19 Ορισμός διαφορετικού χρονοδιαγράμματος ανθρώπινης συγκέντρωσης για το χώρο του καφέ – μπαρ βάσει περιόδου λειτουργίας

Θεωρείται ότι ο χώρος της καφετέριας-μπαρ λειτουργεί από τις 07:00 έως τις 02:00 καθημερινά. Ο αριθμός παρευρισκόμενων μειώνεται κατά τις ώρες λειτουργίας του εστιατορίου και το τοπικό μέγιστο φτάνει στο μισό της μέγιστης χωρητικότητας του χώρου κατά την περίοδο πληρότητάς του και στο 40% την υπόλοιπη περίοδο λειτουργίας.

Τέλος, ειδικό χρονοδιάγραμμα, πρέπει να δημιουργηθεί για τον αριθμό των ατόμων στο χώρο της κουζίνας. Κατά τις ώρες λειτουργίας της, 06:00 – 22:00, θεωρείται ότι αυτός παραμένει σταθερός και ίσος με το μέγιστό της. Το χρονοδιάγραμμα που δημιουργήθηκε είναι το ακόλουθο.



Εικόνα 4.20 Ποσοστό πληρότητας κουζίνας κατά τις ώρες λειτουργίας της

Τα δημιουργούμενα χρονοδιαγράμματα αντικαθιστούν τα υπάρχοντα στις καρτέλες schedule set των χώρων που προαναφέρθηκαν.




Εικόνα 4.21 Δημιουργηθέν Σετ Χρονοδιαγραμμάτων εστιατορίου

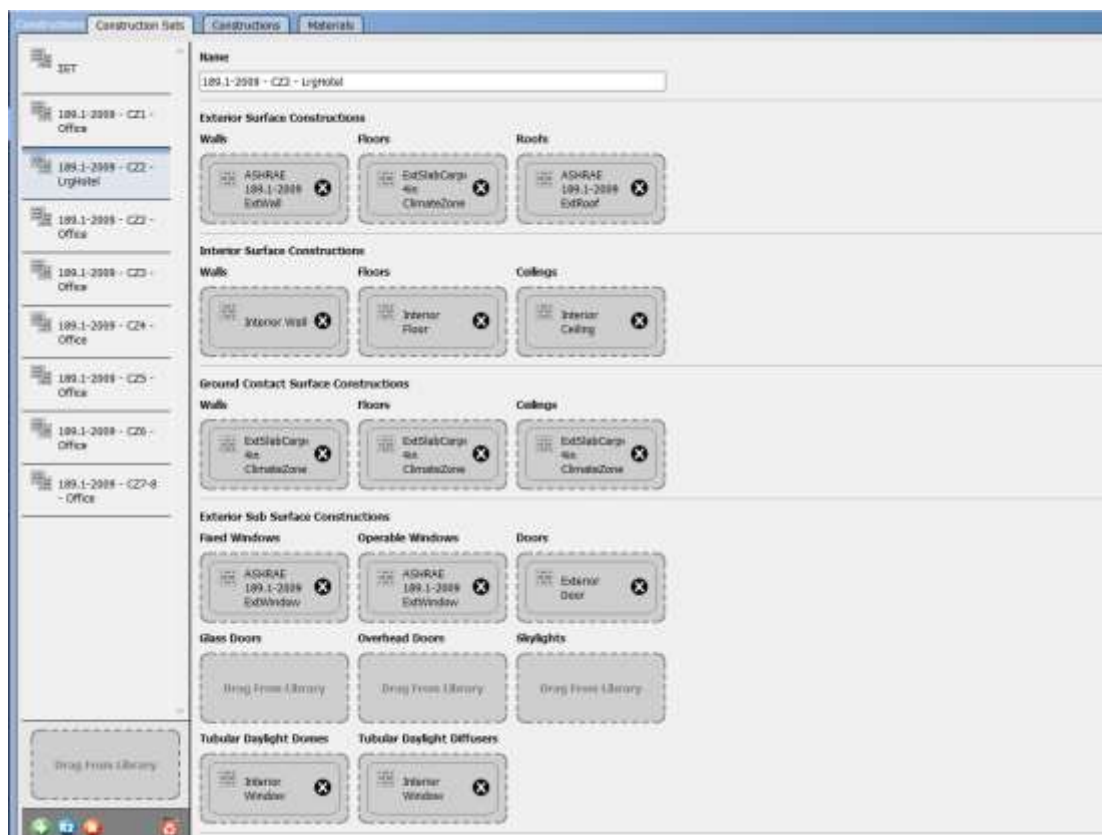
Τα συγκεκριμένα χρονοδιαγράμματα επεξεργάστηκαν κατά αυτόν τον τρόπο, καθώς εκ του μεγέθους τους αλλά και της χρήσεώς τους, συγκεντρώνουν μεγάλο αριθμό παρευρισκόμενων, ή συγκεκριμένο αριθμό για μεγάλο χρονικό διάστημα. Επίσης παρατηρούνται αυξημένες ενεργειακές καταναλώσεις λόγω του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού. Κατά συνέπεια, μία λανθασμένη απεικόνιση των ωραρίων λειτουργίας τους, θα οδηγούσε σε λανθασμένο υπολογισμό της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Οι προσεγγίσεις των υπόλοιπων χρονοδιαγραμμάτων κρίθηκαν ικανοποιητικές και δεν επεξεργάστηκαν περαιτέρω.

4.2.3 Επεξεργασία δομικών στοιχείων κτιρίου

Η επεξεργασία συνεχίστηκε με την ψηφιακή απεικόνιση των δομικών στοιχείων που σχηματίζουν το κέλυφος και το εσωτερικό του κτιρίου. Τα χαρακτηριστικά και οι θερμοφυσικές τους ιδιότητες, έχουν περιγραφεί εκτενώς στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

Η επεξεργασία αφορά την καρτέλα των constructions . Με την επιλογή του συγκεκριμένου εικονιδίου, εμφανίζεται στο πρόγραμμα το ακόλουθο παράθυρο το οποίο αποτελείται από τρεις υποκαρτέλες επεξεργασίας. Τις υποκαρτέλες construction set, construction και materials.



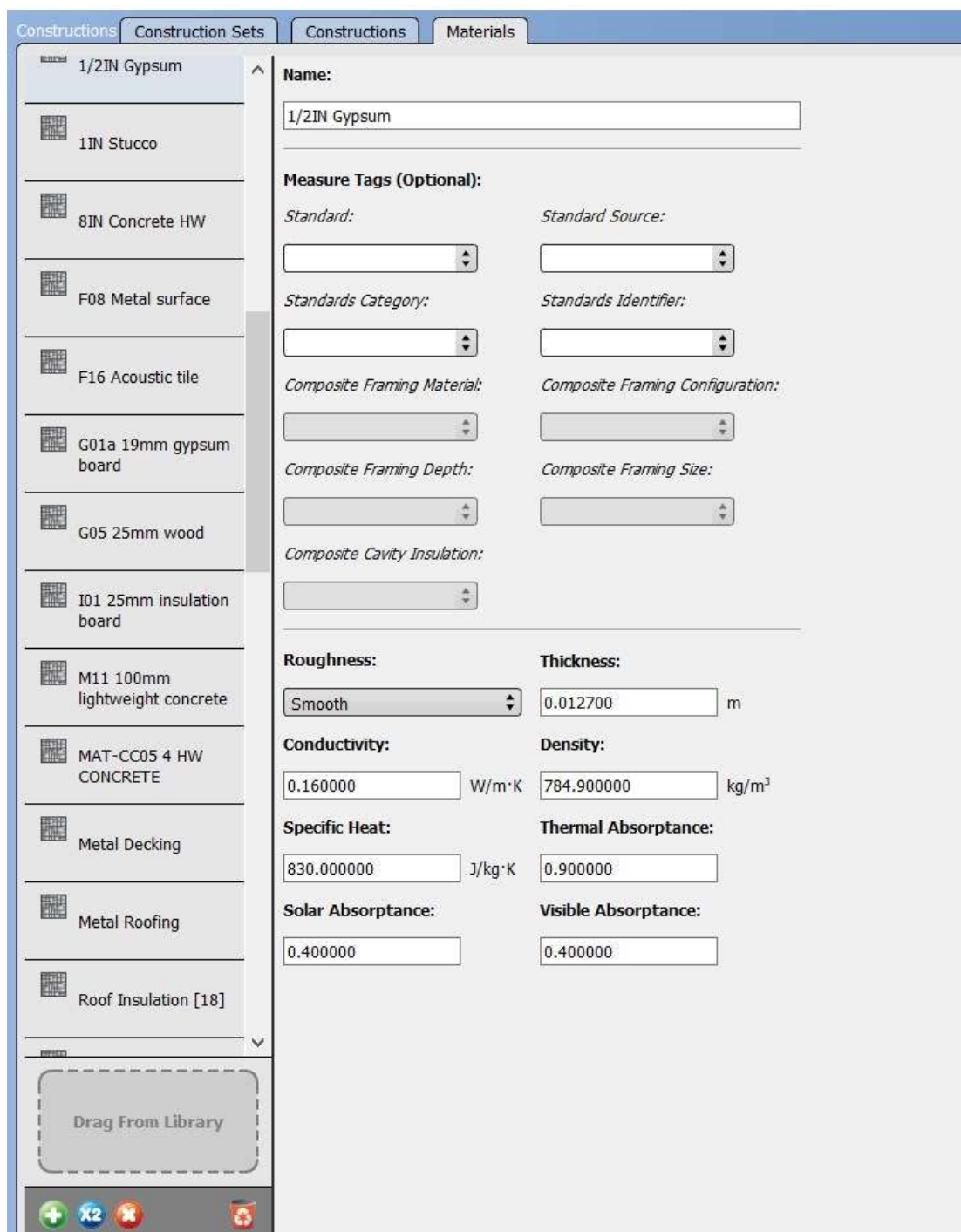
Εικόνα 4.22 Παράθυρο επεξεργασίας Construction Set

Ήδη από το πρώτο στάδιο επεξεργασίας στο πρόγραμμα του Sketchup, ορίσαμε την ταυτότητα και τα γενικά κλιματολογικά δεδομένα του κτιρίου (Type of Building: Large Hotel, Climate Zone:2A). Αυτομάτως, το πρόγραμμα του Open Studio καταχώρησε προς χρήση, από μία ευρεία λίστα επιλογών που παρέχει μέσω της βιβλιοθήκης του, σετ κατασκευής (construction set), το οποίο βρίσκει εφαρμογή σε όμοιας λειτουργίας κτίρια. Το σετ το οποίο δημιουργήθηκε αυτομάτως βασίζεται στα πρότυπα σχεδιασμού της ASHRAE (189.1-2009). Τι απεικονίζει ένα σετ κατασκευής και πώς αυτό συνδέεται με τις υπόλοιπες υποκαρτέλες, θα αναφερθεί ευθύς αμέσως.

Αν αντιστρέψουμε τη σειρά εμφάνισης των καρτελών, θα καταλάβουμε τον τρόπο με τον οποίο αυτές συνδέονται. Στην καρτέλα των υλικών (materials), ο χρήστης βρίσκει πλειάδα επιλογών αυτούσιων δομικών στοιχείων, όπως τούβλα, υλικά μόνωσης, υαλοπίνακες, στρώσεις τσιμεντοκονιάματος κ.α. Ο συνδυασμός των υλικών, όπως και στην πραγματικότητα, δημιουργεί ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο, όπως εξωτερικός τοίχος, επιφάνεια σε επαφή με το έδαφος κ.α. Τέλος, ο συνδυασμός των πολυστρωματικών στοιχείων, χρησιμοποιείται για τη δημιουργία σετ κατασκευής, το οποίο εφαρμόζεται στο σύνολο του κτιρίου, ώστε να πραγματοποιηθεί η ενεργειακή προσομοίωση. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει κάποιο σφάλμα κατά το σχεδιασμό της κτιριακής μονάδας, το πρόγραμμα θα αναθέσει αυτομάτως σε κάθε επιφάνεια, αναλόγως της χρήσης της (π.χ. εσωτερικός τοίχος) το αντίστοιχο πολυστρωματικό δομικό στοιχείο (construction). Ο τρόπος λειτουργίας και σχεδιασμού των construction sets θα γίνει ευκολότερα αντιληπτός κατά την παρουσίαση του, εξ αρχής, δημιουργούμενου σετ κατασκευής που χρησιμοποιήθηκε.

4.2.3.1 Επεξεργασία καρτέλας Materials

Για την ορθότερη και ακριβέστερη ανάλυση των ενεργειακών καταναλώσεων του κτιρίου, θα πρέπει να αποδοθούν στις επιφάνειές του, τα χαρακτηριστικά και τα δομικά στοιχεία που τις απαρτίζουν. Η διαδικασία εκκινεί με την επιλογή της υποκαρτέλας “Materials” . Τα υλικά τα οποία θα σχεδιαστούν, και τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά τους, έχουν αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο. Το παράθυρο το οποίο εμφανίζεται είναι το ακόλουθο (παρουσιάζονται 2 εικόνες για την ευκολότερη ανάγνωση).




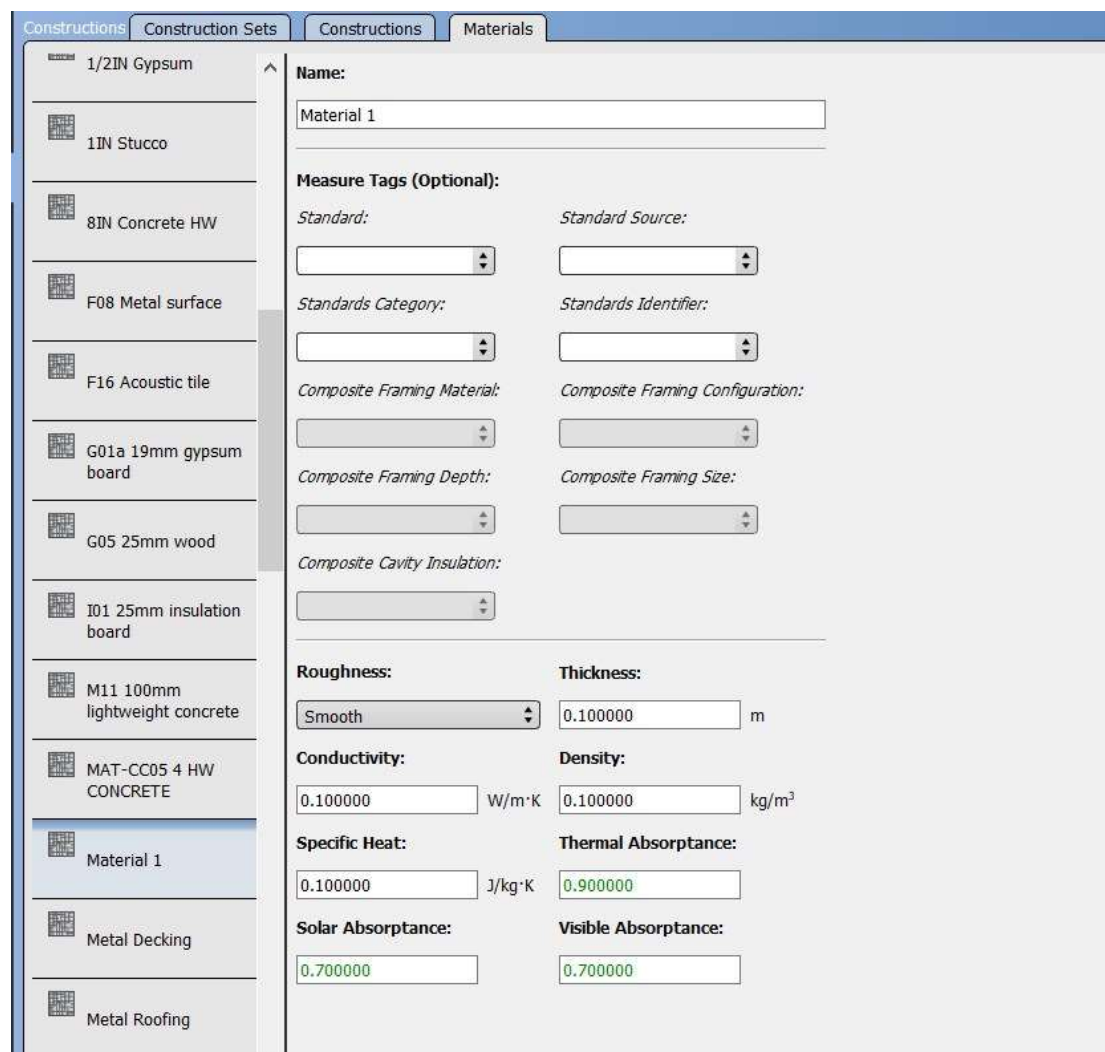
Εικόνα 4.23 Αριστερό μέρος υποκαρτέλας επεξεργασίας Materials



Εικόνα 4.24 Δεξιό μέρος υποκαρτέλας επεξεργασίας Materials

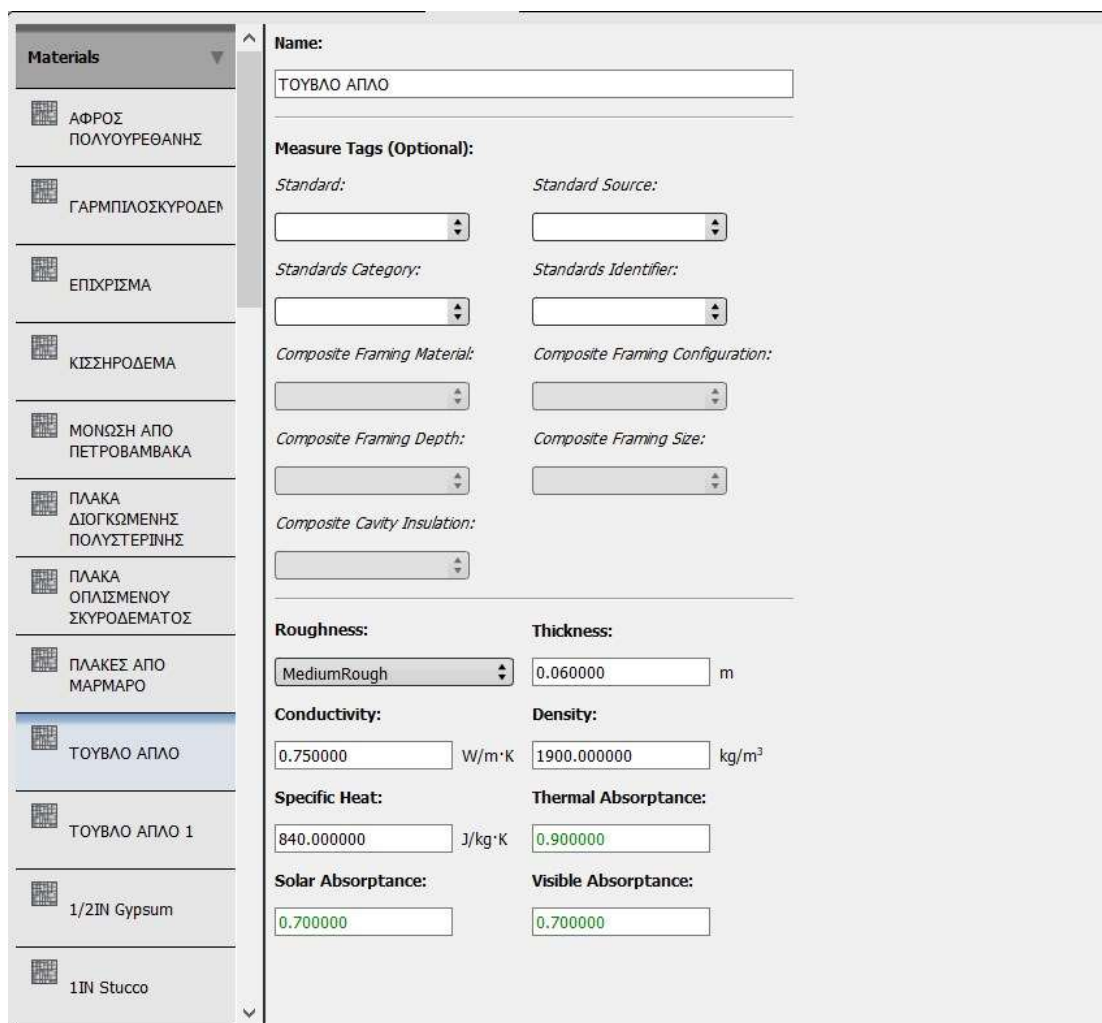
Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει και να επεξεργαστεί πληθώρα υλικών τα οποία παρέχονται από τη βιβλιοθήκη του προγράμματος. Στη συγκεκριμένη περίπτωση θα δημιουργηθούν εξ αρχής όλα τα δομικά στοιχεία τα οποία χρησιμοποιούνται στην κατασκευή του κτιρίου. Θα παρουσιαστεί η διαδικασία για ένα δομικό στοιχείο και ομοίως θα δημιουργηθούν και τα υπόλοιπα.

Για τη δημιουργία νέου υλικού, χρησιμοποιείται το εικονικό κουμπί της προσθήκης . Εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο.



Εικόνα 4.25 Δημιουργία νέου δομικού υλικού

Στο συγκεκριμένο παράθυρο πραγματοποιείται η καταχώρηση των θερμοφυσικών ιδιοτήτων του επιθυμητού υλικού η οποία βασίζεται στα στοιχεία που παρέχονται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017. Οι πίνακες, βάσει των οποίων ορίστηκαν οι θερμοφυσικές ιδιότητες των δημιουργούμενων υλικών θα παρουσιαστούν σε αντίστοιχο παράρτημα. Επιλέχθηκε να παρουσιαστεί, το απλό τούβλο με διαστάσεις 6*9*12 cm.



Εικόνα 4.26 Δημιουργία Απλού τούβλου

Οι κατηγορίες των Measure tags, όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.27, δεν είναι απαραίτητο να συμπληρωθούν.

Με όμοιο τρόπο καταχωρήθηκαν και τα υπόλοιπα, επιμέρους δομικά υλικά⁴, τα οποία είναι:

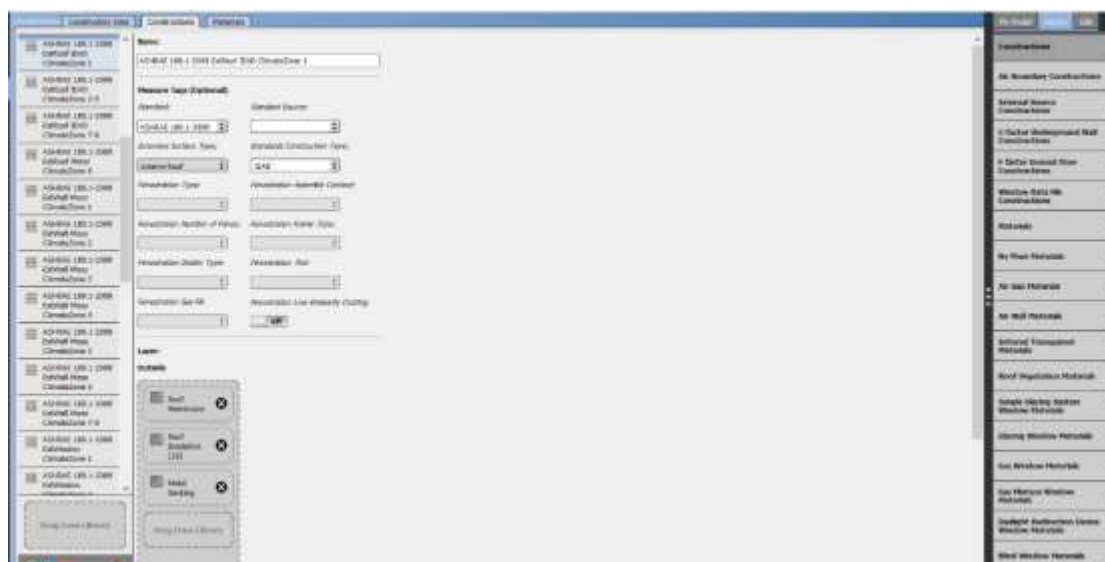
1. Τούβλο απλό 2
2. Πλάκα από μάρμαρο
3. Αφρός πολυουρεθάνης
4. Πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος
5. Μόνωση από πετροβάμβακα
6. Κισσηρόδεμα
7. Επίχρισμα
8. Γαρμπιλοσκυρόδεμα

4.2.3.2 Επεξεργασία καρτέλας Constructions

Έχοντας δημιουργήσει τα απαραίτητα υλικά, θα δημιουργηθούν οι κατασκευές οι οποίες σχηματίζονται από τον συνδυασμό τους.

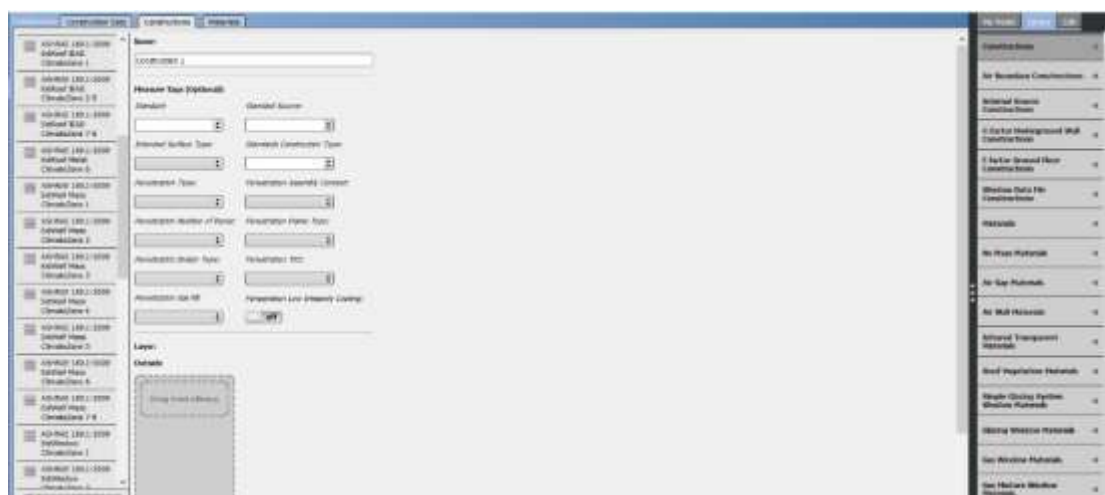
Το παράθυρο της καρτέλας constructions είναι το παρουσιαζόμενο

⁴ Οι καρτέλες που αφορούν τη δημιουργία των υπόλοιπων υλικών παρουσιάζονται στο παράρτημα εικόνων.



Εικόνα 4.27 Παράθυρο επεξεργασία καρτέλας Construction

Χρησιμοποιείται εκ νέου το κουμπί της προσθήκης  και εμφανίζεται η ακόλουθη καρτέλα.



Εικόνα 4.28 Παράθυρο δημιουργίας νέου πολυστρωματικού δομικού στοιχείου (Construction)

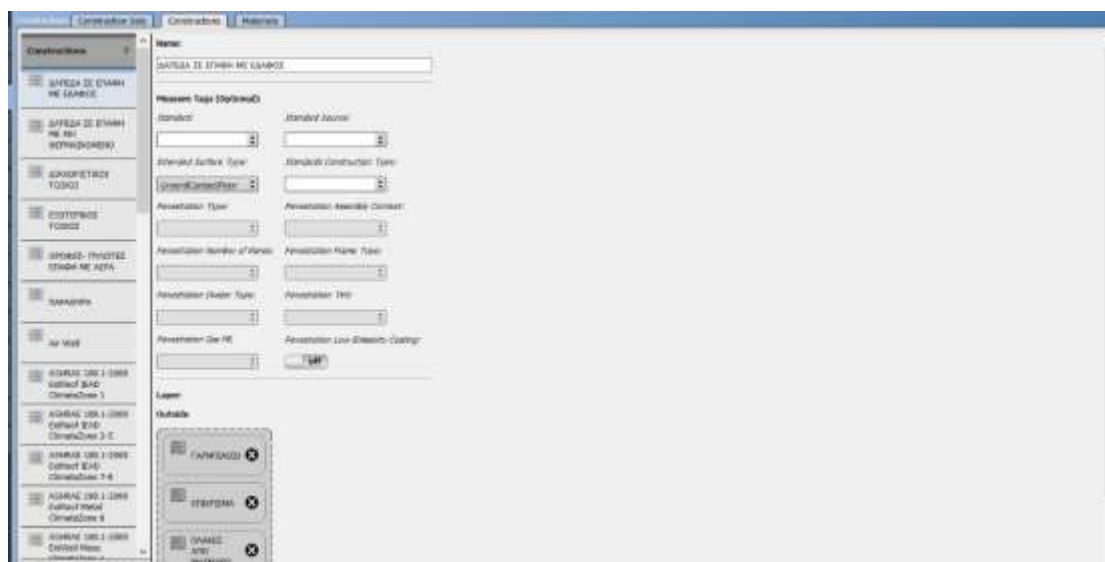
Από τη στήλη στο δεξιό μέρος επιλέγεται η καρτέλα my model και έπειτα η υποκαρτέλα materials, στην οποία παρουσιάζονται, όλα τα δομικά υλικά τα οποία δημιουργήσαμε.



Εικόνα 4.29 Δημιουργηθέντα πολυστρωματικά δομικά στοιχεία

Θα παρουσιασθεί η δημιουργία των δαπέδων σε επαφή με το έδαφος. Ομοίως δημιουργούνται και τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του κτιρίου.

Αρχικά, δίνεται το κατάλληλο όνομα της κατασκευής. Εν συνεχεία ορίζεται η χρήση του (εν προκειμένω ως ground contact floor) και τελικώς, επιλέγονται τα κατάλληλα υλικά τα οποία με τη διαδικασία select and drop, τοποθετούνται στο κουτί των layers. Προσοχή πρέπει να δοθεί στη σειρά τοποθέτησης των υλικών, η οποία πρέπει αυστηρά να γίνεται από την εξωτερική προς την εσωτερική επιφάνεια.



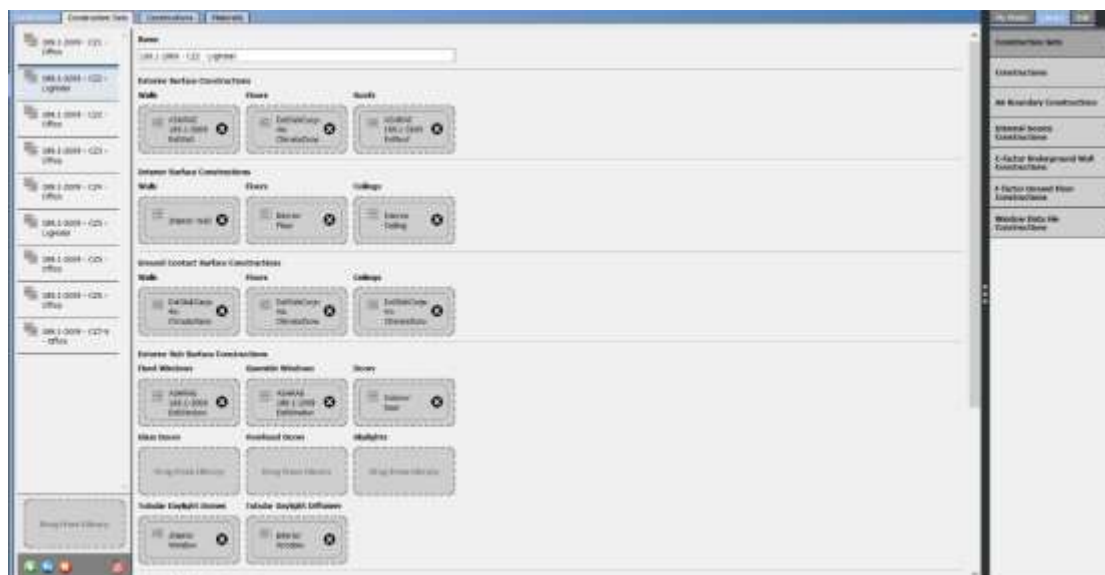
Εικόνα 4.30 Δημιουργία Δαπέδων σε επαφή με το έδαφος

Οι κατασκευές που δημιουργήθηκαν είναι οι ακόλουθες:

1. Δάπεδα σε επαφή με μη κλιματιζόμενο χώρο / Δάπεδα
2. Διαχωριστικοί τοίχοι (Εσωτερική τοιχοποιία)
3. Εξωτερική τοιχοποιία
4. Οροφές – Πυλωτές σε επαφή με αέρα
5. Παράθυρα

4.2.3.3 Επεξεργασία καρτέλας Construction Set

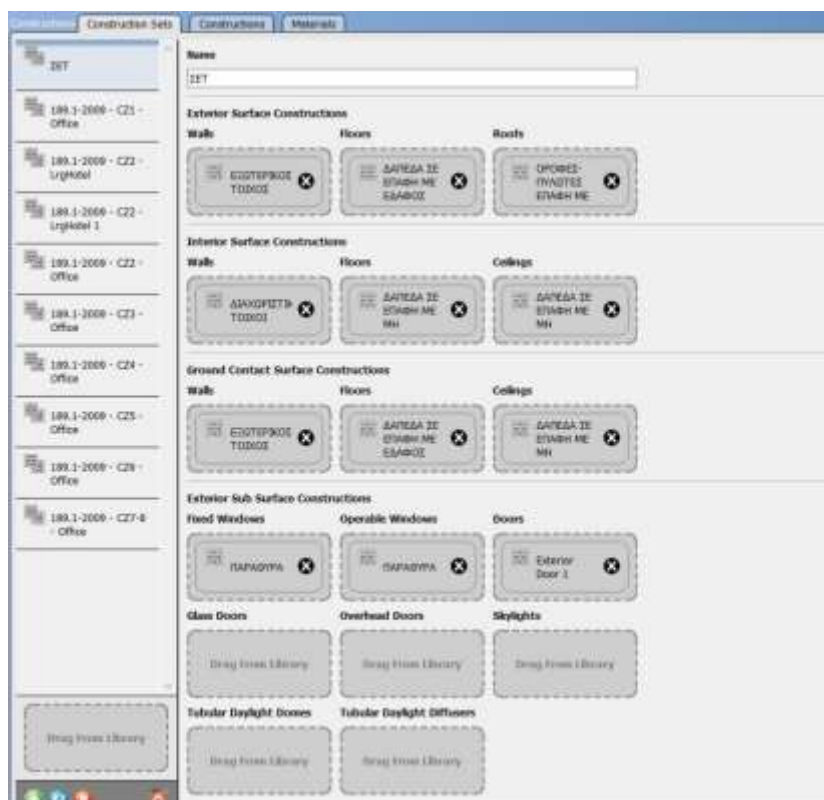
Το παράθυρο της επιλογής construction set είναι το ακόλουθο.



Εικόνα 4.31 Παράθυρο επεξεργασίας καρτέλας Construction Set

Με την επιλογή της προσθήκης, δημιουργείται κενή καρτέλα στην οποία, δίνεται το επιθυμητό όνομα και συμπληρώνονται τα στοιχεία της, βάσει των σετ που δημιουργήθηκαν προηγουμένως.


Το σετ που δημιουργήθηκε και τα επί μέρους πολυστρωματικά δομικά στοιχεία του εμφανίζονται στην ακόλουθη εικόνα.

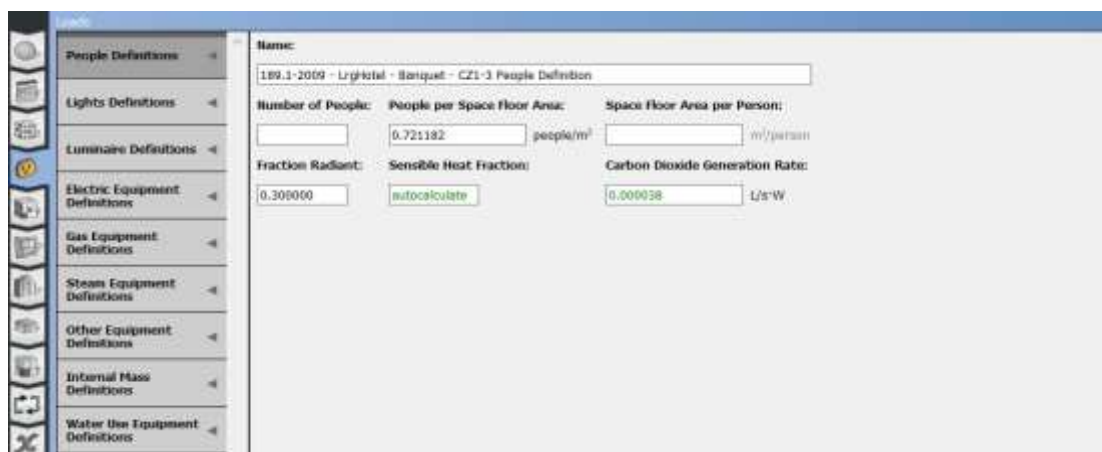


Εικόνα 4.32 Δημιουργηθέν ΣΕΤ κατασκευής μελετώμενου κτιρίου

Οι κενές καρτέλες δε συμπληρώθηκαν στη λογική της μη ύπαρξής τους στο σχεδιαζόμενο κτίριο. Δάπεδα σε επαφή με μη κλιματιζόμενο χώρο και πλάκα ορόφου, αποτελούνται από τα ίδια υλικά, επομένως, δημιουργήθηκε ένα μόνο construction set.

4.2.4 Επεξεργασία φορτίων

Η τέταρτη κατά σειρά επιλογή επεξεργασίας που παρέχει το πρόγραμμα είναι αυτή των φορτίων. Επιλέγοντας το εικονίδιο , αναδύεται το ακόλουθο παράθυρο.



Εικόνα 4.33 Παράθυρο επεξεργασίας φορτίων χώρων

Από τις παρουσιαζόμενες επιλογές θα επεξεργαστούν αυτές που αφορούν:

- στον προσδιορισμό ανθρώπινης συγκέντρωσης στους χώρους του κτιρίου
- στο φωτισμό των χώρων
- στον εξοπλισμό της επαγγελματικής κουζίνας

- στο εξοπλισμό του καφέ – μπαρ της εγκατάστασης

Οι τιμές της ανθρώπινης συγκέντρωσης στους κοινόχρηστους χώρους θα ορισθούν βάσει σχετικής οδηγίας του Τ.Ε.Ε. και των τιμών που παρουσιάστηκαν στο αντίστοιχο κεφάλαιο. Για τα δωμάτια διαμονής του κεντρικού κτιρίου, λόγω μεγέθους τους, κρίθηκε σκόπιμο να ορισθεί συγκεκριμένος αριθμός φιλοξενούμενων, ίσος με 3.

Σύμφωνα με τη σχετική οδηγία και τις παραδοχές που έγιναν θα ορισθούν και τα φορτία που αφορούν το φωτισμό της εγκατάστασης.

Ο εξοπλισμός της επαγγελματικής κουζίνας καθώς και το χώρο του μπαρ, έχουν παρουσιασθεί αναλυτικά σε προηγούμενο κεφάλαιο επομένως θα ορισθεί συγκεκριμένη τιμή ισχύος των.

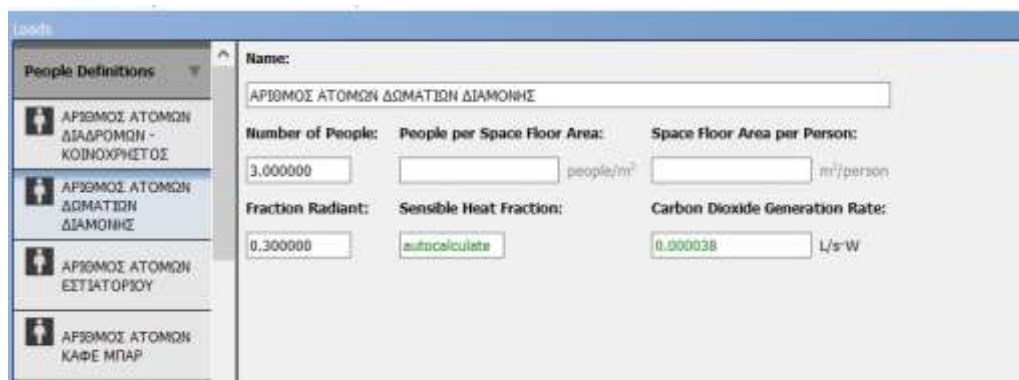
4.2.4.1 Ορισμός ατόμων ανά τετραγωνική επιφάνεια χώρου.

Στο παράθυρο που παρουσιάστηκε στην εικόνα 4.30, έχει γίνει η επιλογή επεξεργασίας του αριθμού ατόμων ανά χώρο (People definition). Το μόνο που απομένει να πραγματοποιηθεί είναι η εισαγωγή της τιμής που έχει ήδη επιλεγεί και δικαιολογηθεί επαρκώς. Στην εικόνα 4.31 παρουσιάζεται η σχετική αλλαγή που αφορά το χώρο του λόμπι. Ο ορισμός τιμής γίνεται με αριθμό ατόμων ανά τετραγωνικό μέτρο. Ομοίως θα επεξεργαστούν και οι χώροι που απαιτούν αντίστοιχο ορισμό αριθμού ατόμων.



Εικόνα 4.34 Ορισμός συγκέντρωση ατόμων ανά m² σε κοινόχρηστους χώρους

Αντίστοιχα για τους χώρους επεξεργασίας των δωματίων, όπου ορίζεται συγκεκριμένος αριθμός ατόμων, το πλήθος των οποίων έχει ορισθεί και δικαιολογηθεί, συμπληρώνεται το κουτί με τον τίτλο “Number of people” όπως φαίνεται στην εικόνα 4.32.

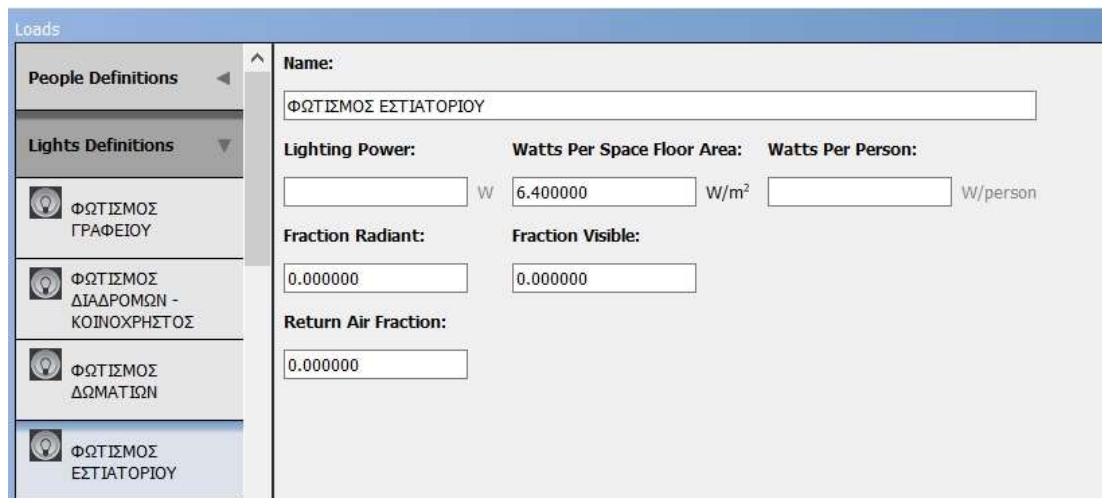


Εικόνα 4.35 Ορισμός αριθμού διαμενόντων στα δωμάτια του κτιρίου

4.2.4.2 Ορισμός επιπέδου φωτισμού ανά χρήση χώρου

Η δεύτερη υποκαρτέλα που επεξεργάζεται είναι η “Lights Definition”. Σε κάθε χώρο ανατίθεται φορτίο σε W/m², σύμφωνα με τις τιμές που ορίστηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο. Στην εικόνα 4.33

παρουσιάζεται ο τρόπος εισαγωγής των δεδομένων, για το χώρο του εστιατορίου. Οι ορισμοί του επιπέδου φωτισμού στους υπόλοιπους χώρους παρουσιάζεται υπό τη μορφή εικόνων στο αντίστοιχο παράρτημα.

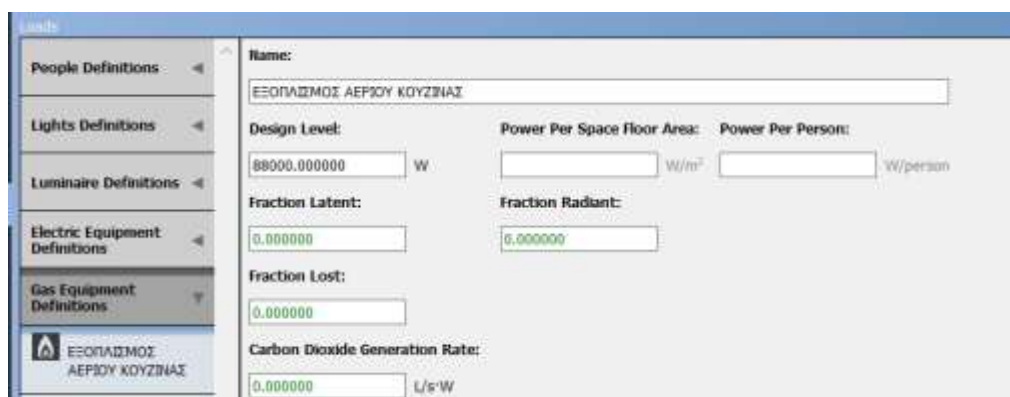


Εικόνα 4.36 Ορισμός στάθμης φωτισμού εστιατορίου

4.2.4.3 Ορισμός ισχύος συσκευών κουζίνας

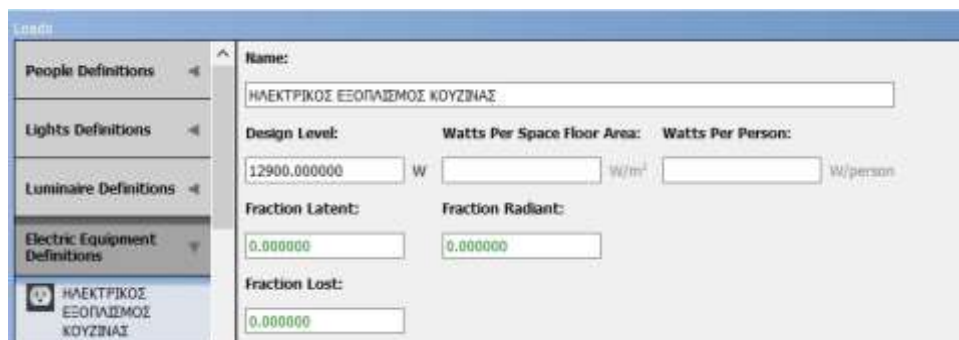
Όπως περιγράφηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, στους χώρους της κουζίνας χρησιμοποιούνται τόσο συσκευές με πηγή ενέργειας τον ηλεκτρισμό, όσο και φυσικού αερίου. Οι συσκευές και οι ισχείς αυτών έχουν παρουσιαστεί, επομένως, απομένει η εισαγωγή των δεδομένων αυτών στις αντίστοιχες καρτέλες.

Πρώτη καρτέλα που επεξεργάζεται είναι η “Gas equipment definition” η οποία έχει την εξής τελική μορφή.



Εικόνα 4.37 Ορισμός ισχύος συσκευών φυσικού αερίου κουζίνας


Εν συνεχεία επεξεργάστηκε η υποκαρτέλα “Electric Equipment Definition” η τελική μορφή της οποίας παρουσιάζεται στην εικόνα 4.35.

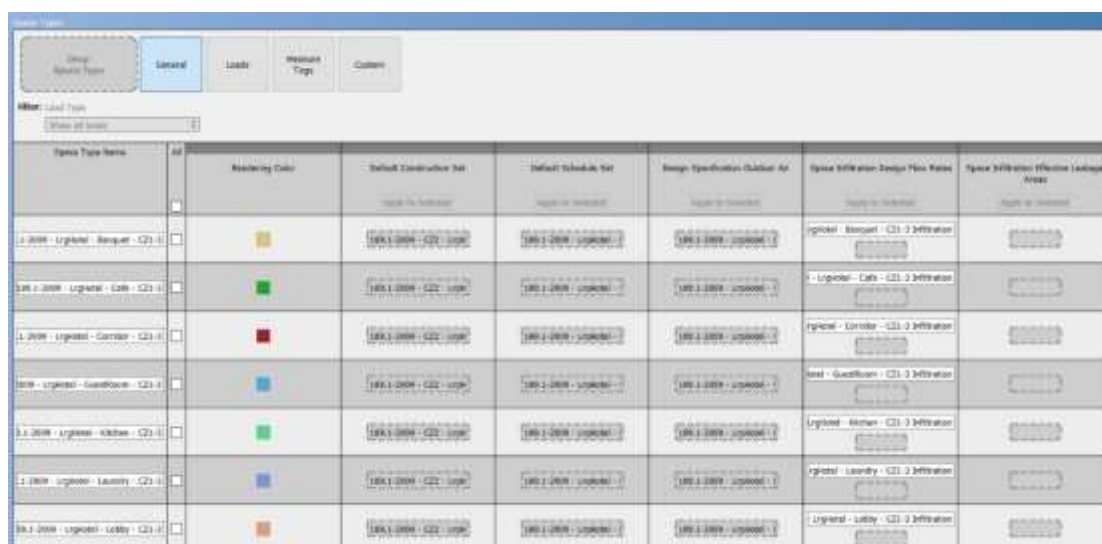


Εικόνα 4.38 Ορισμό ισχύος ηλεκτρικών συσκευών κουζίνας

Στο σημείο αυτό έχουν οριστεί τα φορτία, τα οποία συμβάλλουν σε σημαντικό βαθμό στη διαμόρφωση της τελικής καταναλισκόμενης πρωτογενούς ενέργειας, είτε με τη μορφή ηλεκτρισμού είτε με τη μορφή φυσικού αερίου. Ένας σημαντικός παράγοντας αύξησης των ενεργειακών καταναλώσεων είναι ο μηχανισμός παραγωγής ζεστού νερού χρήσης. Ιδιαίτερα στην εξεταζόμενη περίπτωση όπου αυτός πραγματοποιείται με τη χρήση λέβητα φυσικού αερίου. Είναι προφανές, πως πέραν των τεχνικών χαρακτηριστικών του λέβητα και του δοχείου αποθήκευσης, η κατανάλωση διαδραματίζει το σημαντικότερο ρόλο στο ποσό ενέργειας το οποίο θα απαιτηθεί για την παραγωγή του ζεστού νερού. Το πρόγραμμα παρέχει την επιλογή επεξεργασίας του ρυθμού παροχής. Λόγω της στοχαστικότητας του μεγέθους αυτού, μπορεί να οριστεί σταθερή τιμή παροχής και θερμοκρασίας καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, ώστε τελικά αυτή να ισοδυναμεί με την υπολογισθείσα (βάσει T.O.T.E.E) καταναλισκόμενη ποσότητα. Η συγκεκριμένη διαδικασία θα παρουσιαστεί στο κεφάλαιο ανάθεσης των συστημάτων παραγωγής ΖΝΧ, όπου θα γίνει πιο κατανοητή η λογική επιλογής συγκεκριμένου ρυθμού παρεχόμενης ποσότητας.

4.2.5 Επεξεργασία καρτέλας “Space types”

Έχοντας ορίσει τα στοιχεία, τα οποία μεταφορικά αποτελούν την ταυτότητα του κτιρίου, θα ορίσουμε και τα χαρακτηριστικά κάθε επιμέρους χώρου, ώστε η προσομοίωση να είναι πιο ακριβής. Επιλέγοντας το εικονίδιο των space types , εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο επεξεργασίας.



Εικόνα 4.39 Παράθυρο επεξεργασίας καρτέλας Space Types

Η όποια διαμόρφωση, αφορά αποκλειστικά χώρους οι οποίοι απαντώνται στο εξεταζόμενο κτίριο, και φέρουν τη χαρακτηριστική κατάληξη στον τίτλο τους, “CZ1-3”, ο οποίος υποδηλώνει τις κλιματικές ζώνες στις οποίες έχουν εφαρμογή οι συγκεκριμένες επιλογές. Από το παράθυρο αυτό, θα

επεξεργαστούν οι γενικές πληροφορίες των χώρων (καρτέλα “General”). Η καρτέλα φορτίων των χώρων (καρτέλα “Loads”), θα ελεγχθεί απλώς για την ορθότητά της.

Στην παρούσα διαμόρφωση θα ορισθεί το σετ κατασκευής που αντιστοιχεί στο μελετώμενο κτίριο. Αυτό έχει ήδη σχηματισθεί με τρόπο για τον οποίο έγινε εκτενής αναφορά. Τα χρονοδιαγράμματα λειτουργίας, δε χρήζουν περαιτέρω επεξεργασίας πέραν την πραγματοποιηθείσας σε προηγούμενο στάδιο. Οι υπόλοιπες καρτέλες παρέχουν ικανοποιητικά δεδομένα δε θα επεξεργασθούν περαιτέρω.

Η επιλογή construction set, είναι κενή για κάθε είδος χώρου που εμφανίζεται στην καρτέλα. Επομένως, πρέπει να ορισθεί σε αυτά τα κενά το σετ το οποίο δημιουργήθηκε σε προηγούμενο στάδιο. Ο χρήστης, από τη λίστα επιλογών στο δεξί τμήμα της επιφάνειας εργασίας, διαλέγει την επιλογή my model και “ανοίγει” την υποκαρτέλα “construction set”.



Εικόνα 4.40 Παράθυρο εισαγωγής δεδομένων

Η τελικός διαμορφωθείσα κατάσταση είναι η ακόλουθη.

Space Type Name	Area	Area Color	Default Construction Set	Default Schedule Set	Design Specification Outdoor Air	Design Specification Design Flow Rates	Design Specification Effective Usage Areas
1.000 - Lightbulb - Classroom - C21-1							
100.1.000 - Lightbulb - Cafe - C21-1							
1.000 - Lightbulb - Corridor - C21-1							
100.1.000 - Lightbulb - Conference - C21-1							
1.000 - Lightbulb - Kitchen - C21-1							
1.000 - Lightbulb - Laundry - C21-1							
100.1.000 - Lightbulb - Lobby - C21-1							

Εικόνα 4.41 Τελική διαμόρφωση παραθύρου Space Types

Τέλος, παρουσιάζεται η καρτέλα των φορτίων, με σκοπό την ορθή επαλήθευση των δεδομένων που έχουν εισαχθεί.

Space Type Name	Load Name	Multiplier	Schedule	Priority	Activity Schedule (Priority Dec)
100.1.000 - Lightbulb - Classroom - C21-1	People 1	1.000000	Αρχική στιγμή C21ACTPRD	Default Dec	Unscheduled Activity
	30 - Lightbulb - Classroom - C21-1 Lights	1.000000	Μηνιαίος C21ACTPRD	Unscheduled 300 Watts	Unscheduled Activity
	30 - Classroom - C21-1 Electric Equipment	1.000000	Μηνιαίος C21ACTPRD	Unscheduled 300 Watts	Unscheduled Activity
	30 - Lightbulb - Classroom - C21-1 Ventilation	1.000000	Μηνιαίος C21-1 Electric Equipment Schedule	Unscheduled 300 Watts	Unscheduled Activity
100.1.000 - Lightbulb - Cafe - C21-1	2000 - Lightbulb - Cafe - C21-1 People	1.000000	Αρχική στιγμή CAFE PRD	Cafe 300 Watts	Unscheduled Activity
	2000 - Lightbulb - Cafe - C21-1 Lights	1.000000	Μηνιαίος CAFE PRD	Unscheduled 300 Watts	Unscheduled Activity
	2000 - Cafe - C21-1 Electric Equipment	1.000000	Cafe - C21-1 Electric Equipment Schedule	Unscheduled 300 Watts	Unscheduled Activity
100.1.000 - Lightbulb - Cafe - C21-1	2000 - Lightbulb - Cafe - C21-1 People 1	1.000000	Αρχική στιγμή CAFE PRD	Unscheduled 300 Watts	Unscheduled Activity
	2000 - Lightbulb - Cafe - C21-1 Lights 1	1.000000	Μηνιαίος CAFE PRD	Unscheduled 300 Watts	Unscheduled Activity
	2000 - Cafe - C21-1 Electric Equipment 1	1.000000	Cafe - C21-1 Electric Equipment Schedule	Unscheduled 300 Watts	Unscheduled Activity
100.1.000 - Lightbulb - Corridor - C21-1	30 - Lightbulb - Corridor - C21-1 People	1.000000	Πρώτη στιγμή CAFE PRD	Unscheduled 300 Watts	Unscheduled Activity
	30 - Lightbulb - Corridor - C21-1 Lights	1.000000	Μηνιαίος CAFE PRD	Unscheduled 300 Watts	Unscheduled Activity


Εικόνα 4.42 Αντιστοίχιση φορτίων και χώρων

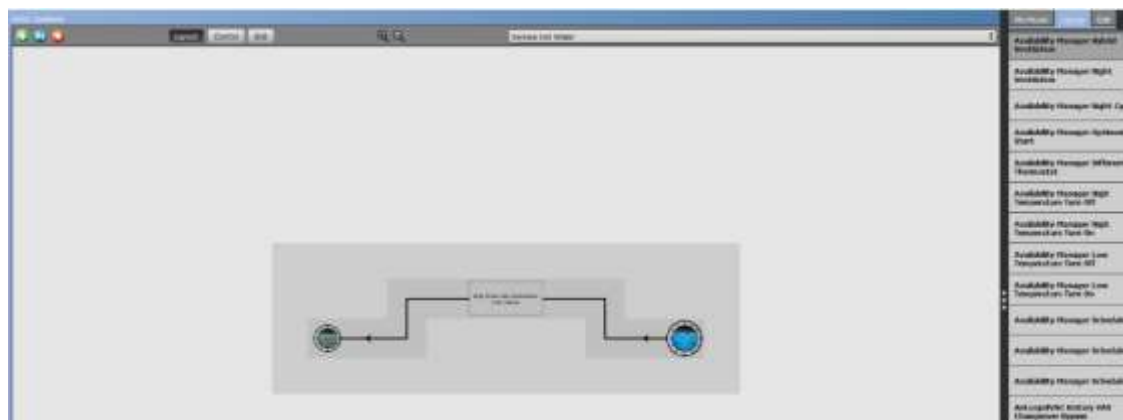
Παρατηρείται ορθή ανάθεση των επεξεργασμένων φορτίων, στους αντίστοιχους χώρους.

4.2.6 Επεξεργασία καρτέλας HVAC

Επόμενη καρτέλα επεξεργασίας αποτελεί αυτή των HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning). Σε αυτήν την καρτέλα, θα πρέπει να απεικονιστούν γραφικά, το σύστημα παραγωγής και κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης, καθώς και τα συστήματα κλιματισμού των χώρων της κτιριακής μονάδας. Τα συστήματα αυτά έχουν περιγραφεί αναλυτικά σε προηγούμενο κεφάλαιο.

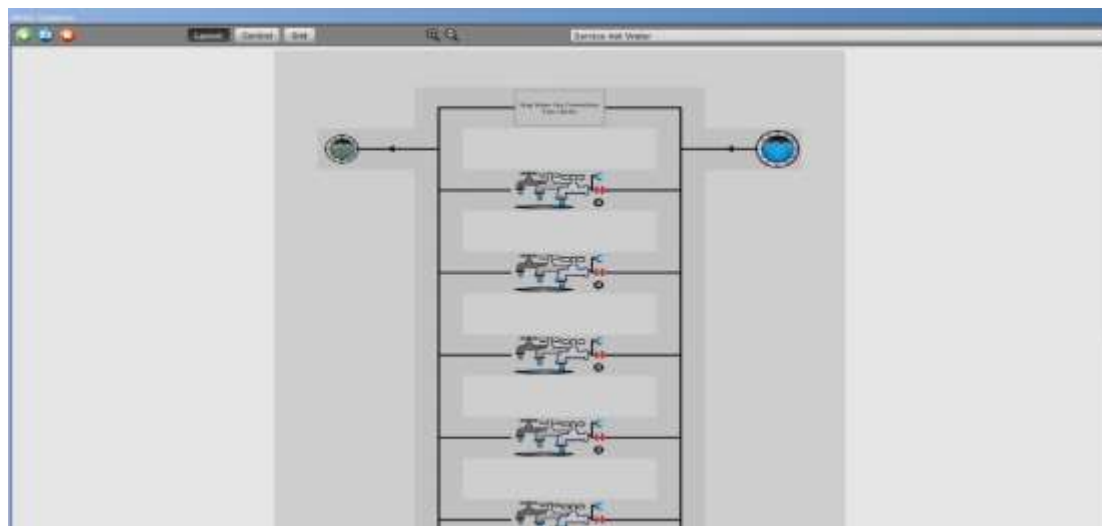
4.2.6.1 Απεικόνιση συστήματος ZNX

Ο χρήστης επιλέγει το εικονίδιο  και στο περιβάλλον εργασίας αναδύεται το ακόλουθο παράθυρο επεξεργασίας, το οποίο αφορά τις συνδέσεις παραγωγής, παροχής και κατανάλωσης Ζεστού νερού χρήσης.



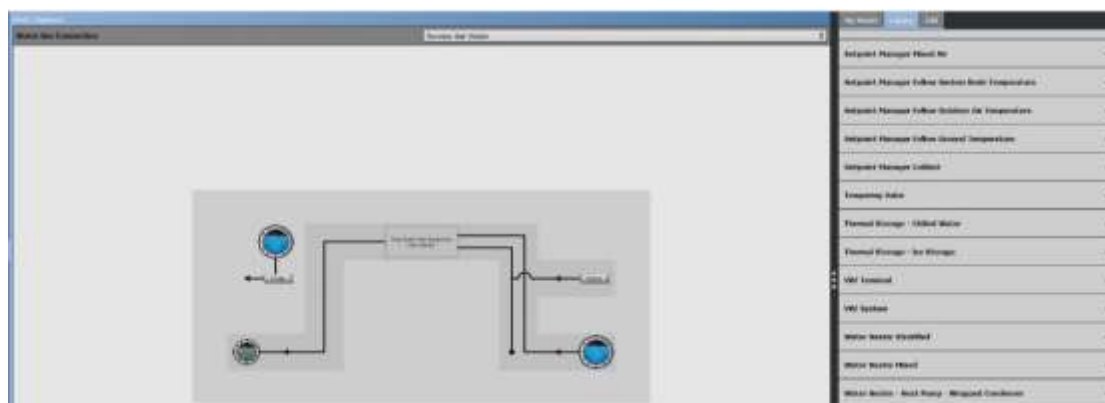
Εικόνα 4.43 Καρτέλα HVAC “Service Hot Water”

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να απεικονιστούν όλες οι υδραυλικές εγκαταστάσεις που υπάρχουν στο κτίριο και καταναλώνουν ζεστό νερό. Αρχικά θα απεικονιστούν οι υδραυλικές διασυνδέσεις ανά χώρο κι έπειτα οι επί μέρους εγκαταστάσεις του. Έτσι για παράδειγμα, για μία διασύνδεση που αφορά μία κοινόχρηστη τουαλέτα, θα εισαχθούν, ως υδραυλικές εγκαταστάσεις μόνο οι νιπτήρες, οι οποίοι παρέχουν ζεστό νερό. Από το παράθυρο εισαγωγής δεδομένων, επιλέγεται η καρτέλα “Library”. Για την απεικόνιση των διασυνδέσεων επιλέγεται η υποκαρτέλα “Water use connections” και με τη διαδικασία “drag and drop” γίνεται εισαγωγή στο σύστημα παροχής νερού. Έπειτα από την απεικόνιση όλων των υδραυλικών διασυνδέσεων, το παράθυρο έχει διαμορφωθεί ως εξής.



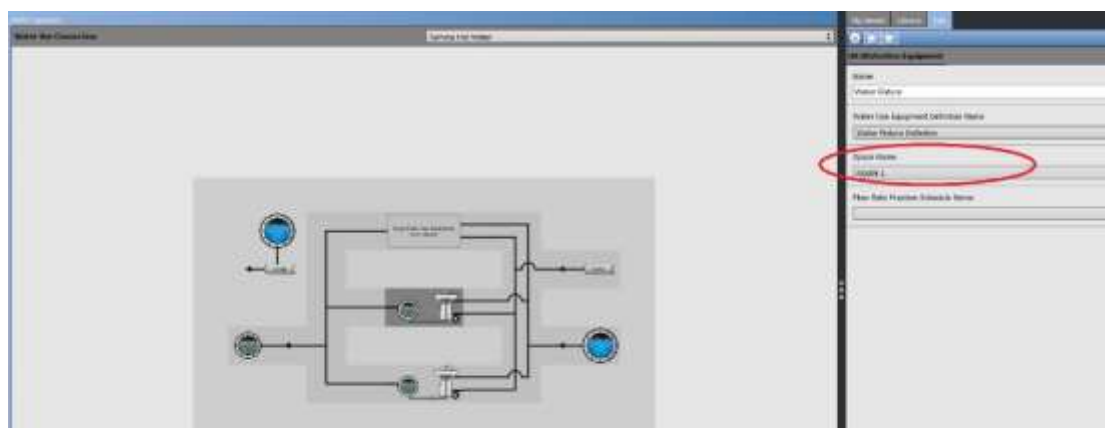
Εικόνα 4.44 Εισαγωγή υδραυλικών διασυνδέσεων “Water Use Connection”

Έχουν δημιουργηθεί 12 υδραυλικές διασυνδέσεις, όσοι και οι χώροι δηλαδή που έχουν τέτοιες. Ακόλουθο βήμα κατά το σχεδιασμό, αποτελεί η απεικόνιση των εγκαταστάσεων κάθε διασύνδεσης. Πατώντας στο εικονίδιο των “Water Use Connection”, ο χρήστης μεταφέρεται στο ακόλουθο παράθυρο.



Εικόνα 4.45 Παράθυρο εργασίας εντός της επιλογής “Water Use Connection”

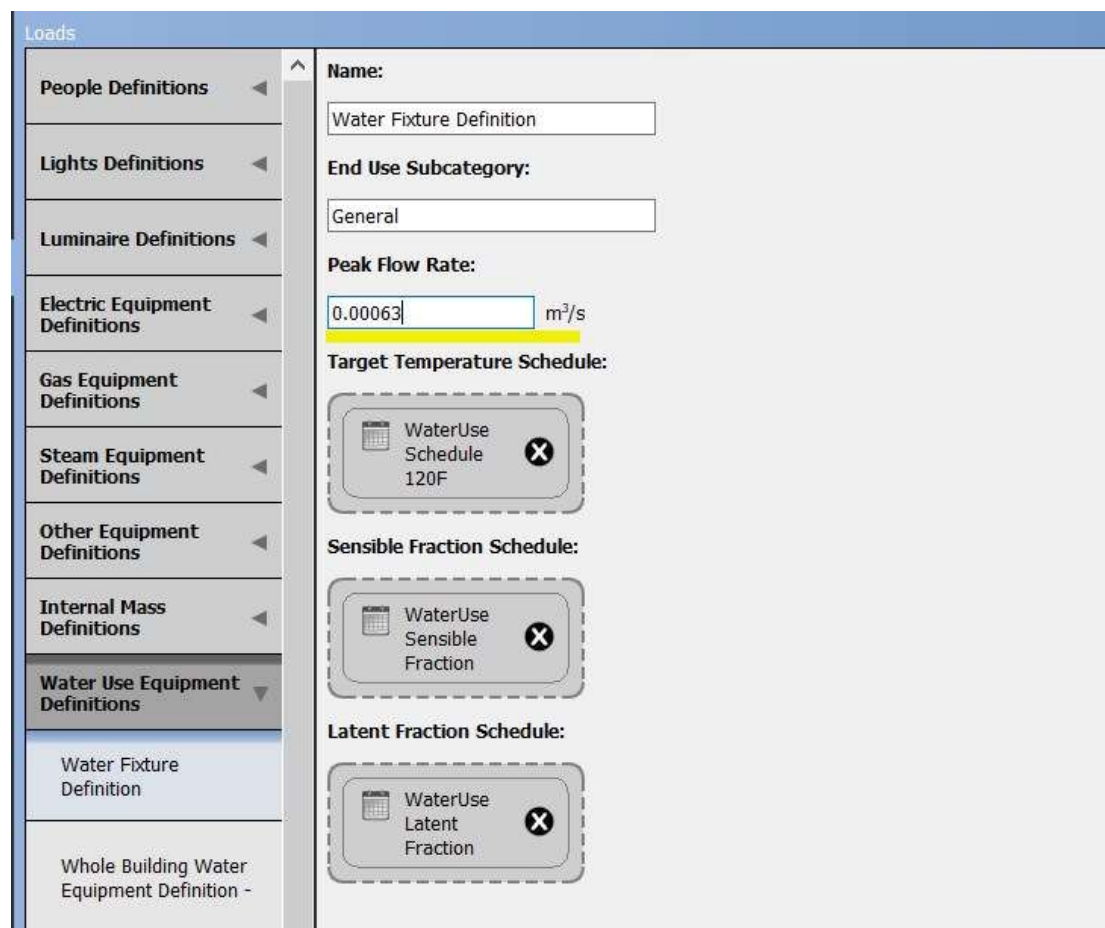
Από το παράθυρο εισαγωγής δεδομένων επιλέγεται η υποκαρτέλα με τον τίτλο “Water use Equipment”. Με την επιλογή “drag and drop”, εισάγονται οι επιθυμητές υδραυλικές εγκαταστάσεις. Στην επόμενη εικόνα θα παρουσιαστεί η διαμόρφωση του χώρου του δωματίου 1.



Εικόνα 4.46 Εισαγωγή υδραυλικών εγκαταστάσεων “Water Use equipment” στο χώρο του Δωματίου 1

Στο δωμάτιο σχεδιάστηκαν οι δύο εγκαταστάσεις τελικής χρήσης ζεστού νερού, οι οποίες είναι ο ατεές του νιπτήρα και της ντουζιέρας του WC. Κάθε υδραυλική εγκατάσταση πρέπει να αντιστοιχίζεται με το χώρο στον οποίο λειτουργεί. Ομοίως επεξεργάστηκαν και οι υπόλοιποι 11 χώροι.

Ειδική αναφορά, πρέπει να γίνει και στα χαρακτηριστικά του παρεχόμενου νερού. Το πρόγραμμα επιλέγει αυτοματοποιημένα την επιλογή “Water fixture definition”, η οποία παρουσιάζει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.



Εικόνα 4.47 Καρτέλα “Water Fixture Definition”

Είναι απαραίτητο να ορισθεί ορθή τιμή παροχής, η οποία θα οδηγήσει στα αναμενόμενα αποτελέσματα καταναλισκόμενου ζεστού νερού χρήσης, όπως αυτά έχουν ορισθεί από τον πίνακα 2.5 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Για τους χώρους των δωματίων, επιλέγεται η τιμή του πίνακα που αφορά σε δωμάτια Lux ξενοδοχειακής μονάδας, θερινής λειτουργίας και είναι ίση με 21,23 m³/έτος. Ελλείψει άλλων πληροφοριών, τέθηκε αυτή η τιμή και στις κοινόχρηστε τουαλέτες, γεγονός που θα οδηγήσει σε ελαφρώς υψηλότερα αποτελέσματα κατανάλωσης.

Παρότι η τεχνική οδηγία προτείνει προσδιορισμό της κατανάλωσης ZNX, έπειτα από υπολογισμό αυτού, σε μία θερμική ζώνη, στην παρούσα εργασία δε θα ακολουθηθεί αυτή η πρόταση. Έτσι, για το χώρο της κουζίνας, όπου λόγω χρήσης της οι καταναλώσεις της αναμένεται να είναι αυξημένες, θα χρησιμοποιηθεί η τιμή 5,6 λίτρα/m²/ημέρα που δίδεται από τον ίδιο πίνακα. Οι ημερήσιες καταναλώσεις επομένως, είναι ίσες με:

$$ZNX_{\text{κουζίνας}} = 5,6 \text{ l/m}^2/\text{day} * 346.05 \text{ m}^2$$

$$ZNX_{\text{κουζίνας}} = 1937.88 \text{ l/day}$$

Τελικώς, οι συνολικές καταναλώσεις, στο χρονικό διάστημα λειτουργίας του ξενοδοχείου είναι :

$$ZNX_{\text{Ετήσιο-κουζίνας}} = 1937.88 \text{ l/day} * 184 \text{ days}$$

$$ZNX_{\text{Ετήσιο-κουζίνας}} = 356.570 \text{ l} = 356.57 \text{ m}^3$$

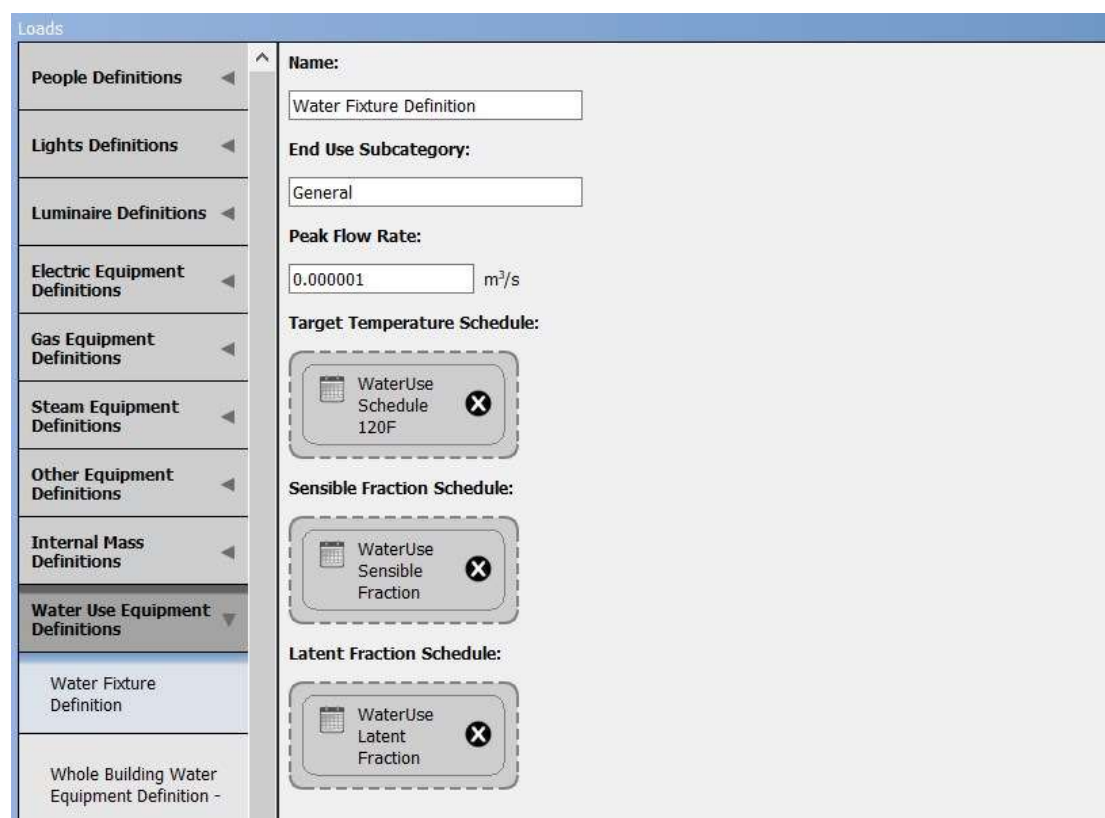
Αντίστοιχος υπολογισμός πραγματοποιείται για το χώρο εργασίας του καφέ μπαρ (47 τετραγωνικών μέτρων), με οριζόμενη τιμή τα 3l/day. Τελικώς προκύπτει ετήσια κατανάλωση ΖΝΧ στο συγκεκριμένο χώρο ίση με

$$ZNX_{\text{Ετήσιο-Καφέ μπαρ}} = 25944l = 25.944m^3$$

Η παροχή νερού ορίζεται για κάθε υδραυλική εγκατάσταση και όχι για κάθε διασύνδεση. Επομένως η επεξεργασία αφορά τα “Water Use Equipment” και όχι τα “Water use connections”. Η μονάδα που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα για τον ορισμό της παροχής ΖΝΧ είναι σε m³/s. Επομένως με τους ορθούς υπολογισμούς προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα.

Υπολογισμός παροχής νερού σε κοινόχρηστες τουαλέτες και δωμάτια διαμονής

Κάθε δωμάτιο αποτελείται από δύο water use connections (νιπτήρας, ντουζιέρα). Επομένως θεωρούμε ότι, οι δύο αυτές εγκαταστάσεις παρουσιάζουν όμοια κατανάλωση. Η παρεχόμενη ροή ισοδυναμεί με $6.7 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$. Ορίζεται τιμή ελαφρώς αυξημένη και ίση με $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$. Η απόδοση της συγκεκριμένης τιμής γίνεται με επεξεργασία του Water Fixture definition της καρτέλας των φορτίων “Loads”. Η προκαθορισμένη από το πρόγραμμα τιμή είναι ίση με $6,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ και αντικαθίσταται από την υπολογισθείσα τιμή παροχής.



Εικόνα 4.48 Επεξεργασία τιμής παροχής νερού στα κτίρια δωματίων


Υπάρχουν 4 κοινόχρηστες τουαλέτες, οι οποίες περιέχουν από 3 νιπτήρες. Δημιουργείται νέο Water Fixture Definition (Water fixture definition 1) και ορίζεται παροχής ίση με $5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$.

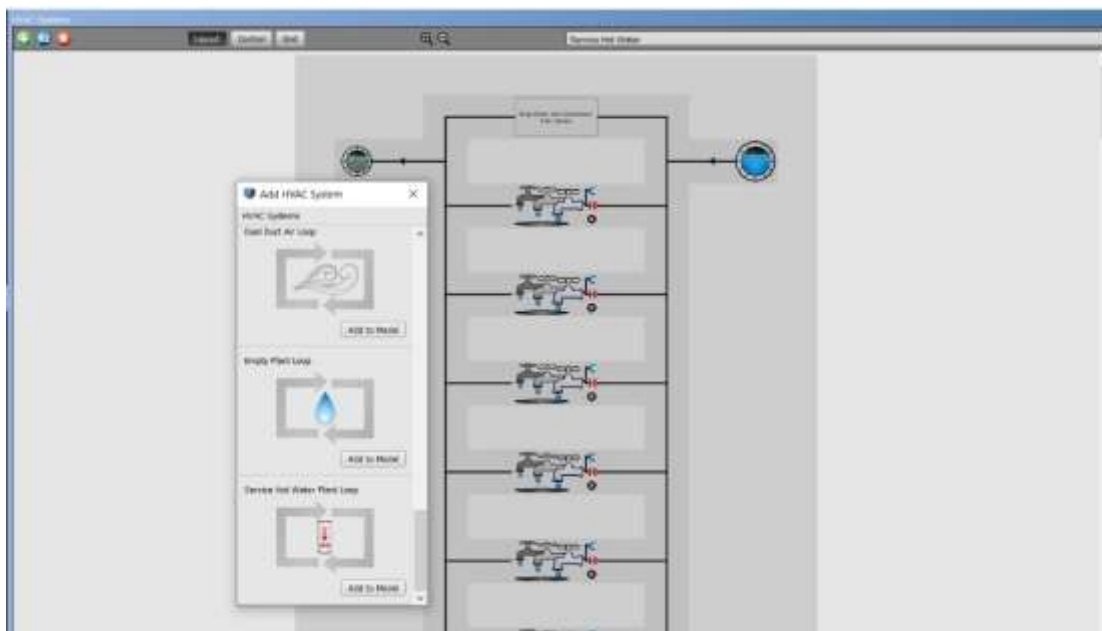
Υπολογισμός παροχής νερού στους χώρους της κουζίνας και του καφέ μπαρ

Αντίστοιχη επεξεργασία πραγματοποιείται και στους χώρους της κουζίνας και του χώρου εργασίας του καφέ μπαρ. Οι ετήσιες τιμές κατανάλωσης ανά χώρο έχουν ορισθεί, επομένως πρέπει να εισαχθεί η τιμή παροχής ανά δευτερόλεπτο, ανά υδραυλική εγκατάσταση. Στο χώρο της κουζίνας βρίσκονται 6 εγκαταστάσεις παροχής νερού, επομένως δημιουργείται “Water fixture definition (2)”, με τιμή παροχής ίση με, $3,75 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$.

Στο χώρο εργασίας του μπαρ βρίσκονται δύο υδραυλικές εγκαταστάσεις επομένως δημιουργείται “Water Fixture Definition 3” με παροχή νερού ίση με $16 * 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$.

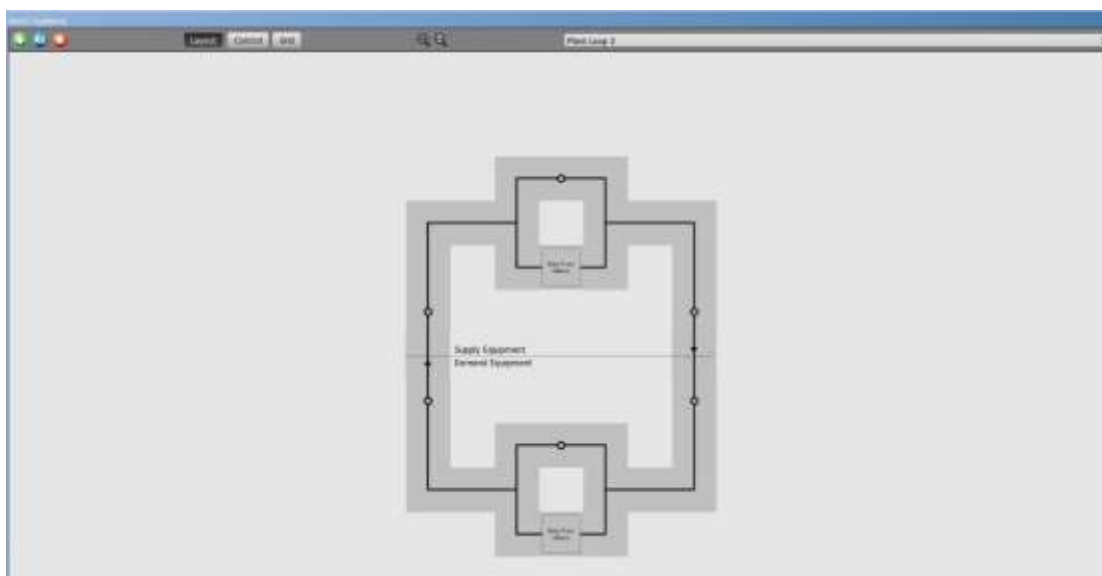
Σειρά στο σχεδιασμό λαμβάνει η απεικόνιση του συστήματος παραγωγής ZNX. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν μπόιλερ τα οποία λειτουργούν ταυτοχρόνως και ως δοχεία αποθήκευσης, και η παραγωγή ZNX γίνεται με τη χρήση λέβητα φυσικού αερίου.

Από την κεντρική καρτέλα των HVAC systems, ο χρήστης επιλέγει με τη χρήση του κουμπιού , να εισάγει ένα νέο σύστημα HVAC. Εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο, από όπου ο χρήστης διαλέγει την επιλογή “Empty plant loop”.



Εικόνα 4.49 Εισαγωγή “Empty Plant Loop”

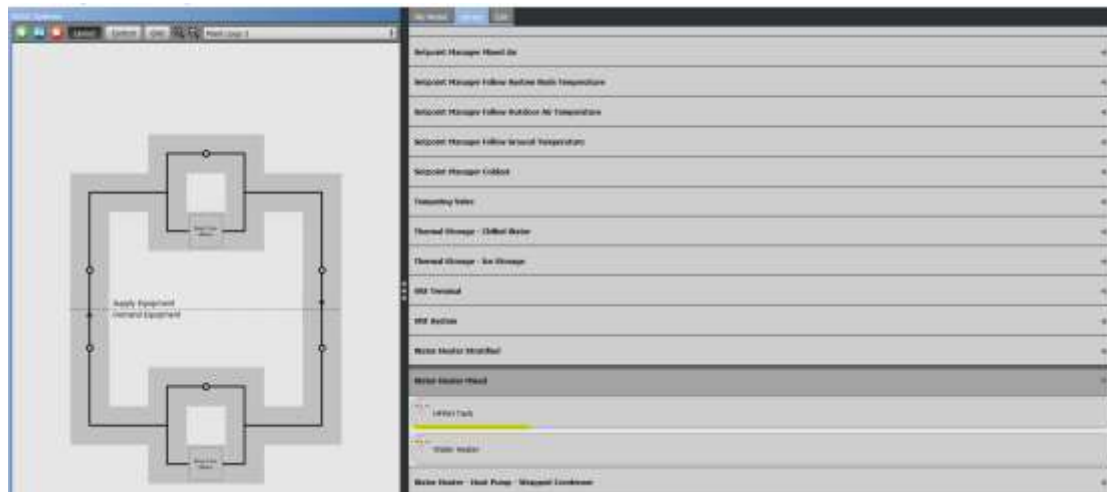
Ακολούθως μεταφέρεται στην παρακάτω επιφάνεια εργασίας.



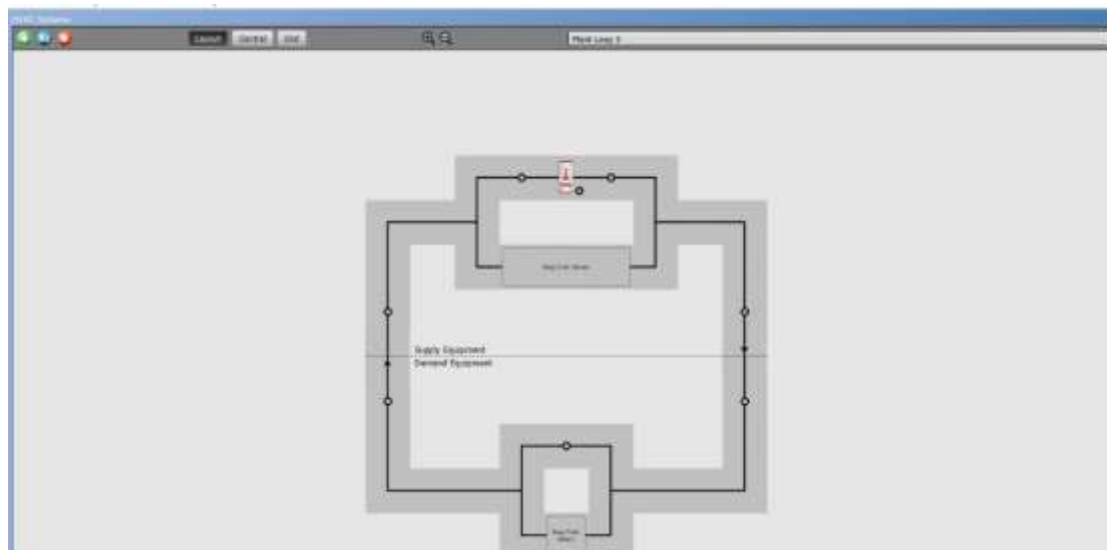
Εικόνα 4.50 Επεξεργασία “Empty Plant Loop”

Παρατηρούνται δύο πλευρές στο παρουσιαζόμενο σχήμα. Η πλευρά ανάθεσης του εξοπλισμού παροχής (supply equipment), και η πλευρά εξοπλισμού κατανάλωσης (demand equipment). Ξεκινώντας από

την πλευρά παροχής, θα πρέπει να απεικονιστεί γραφικά το boiler παραγωγής και αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης. Από την καρτέλα “my library” επιλέγεται η υποκαρτέλα Water Heater mixed και από εκεί η επιλογή HRWH Tank η οποία τοποθετείται στην πλευρά παροχής.



Εικόνα 4.51 Επιλογή κατάλληλου boiler-tank



Εικόνα 4.52 Εισαγωγή στην πλευρά εξοπλισμού παροχής του επιλεγθέντος Boiler-Tank

Επιλέγοντας το εικονίδιο του boiler, δίνεται στο χρήστη η δυνατότητα επεξεργασίας των χαρακτηριστικών του (καύσιμο, χωρητικότητα, ισχύς λέβητα κ.α.). Εισάγονται τα στοιχεία όπως αυτά υπολογίστηκαν στην αντίστοιχη παράγραφο.

My Model Library Edit

OS:WaterHeater:Mixed

Name
HPWH Tank

Tank Volume
 Hard Sized 1.4 m³
 Autosized Autosize

Setpoint Temperature Schedule Name
SHW_Temperature_113F

Deadband Temperature Difference
2 K

Maximum Temperature Limit
82.22 C

Heater Control Type
Modulate

Heater Maximum Capacity
 Hard Sized 60000 W
 Autosized Autosize

Heater Minimum Capacity
60000 W

Heater Ignition Minimum Flow Rate
0.0 m³/s

Heater Ignition Delay
0.0 s

Heater Fuel Type
PropaneGas

Heater Thermal Efficiency
0.8

Εικόνα 4.53 Επεξεργασία τεχνικών χαρακτηριστικών του Boiler - Tank

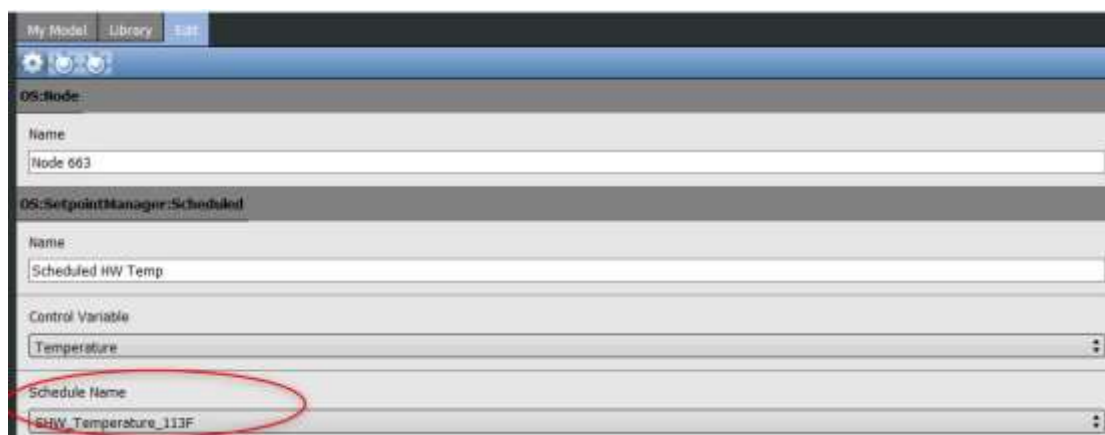
Επόμενο βήμα αποτελεί η τοποθέτηση θερμοστάτη, για τον έλεγχο της θερμοκρασίας του παρεχόμενου νερού. Υπενθυμίζεται, ότι η επιθυμητή θερμοκρασία είναι 45 βαθμοί κελσίου.

Από την καρτέλα “Library”, επιλέγεται η υποκαρτέλα set point manager, και από εκεί η επιλογή “scheduled HW Temperature”, η οποία εισάγεται στη πλευρά που αφορά τον εξοπλισμό παροχής.



Εικόνα 4.54 Εισαγωγή θερμοστάτη ZNX

Επιλέγοντας το εικονίδιο του set point manager, ορίζουμε το κατάλληλο σχεδιασθέν χρονοδιάγραμμα, ώστε η θερμοκρασία του νερού κατά τη χρήση του να είναι η επιθυμητή των 45 κελσίου.



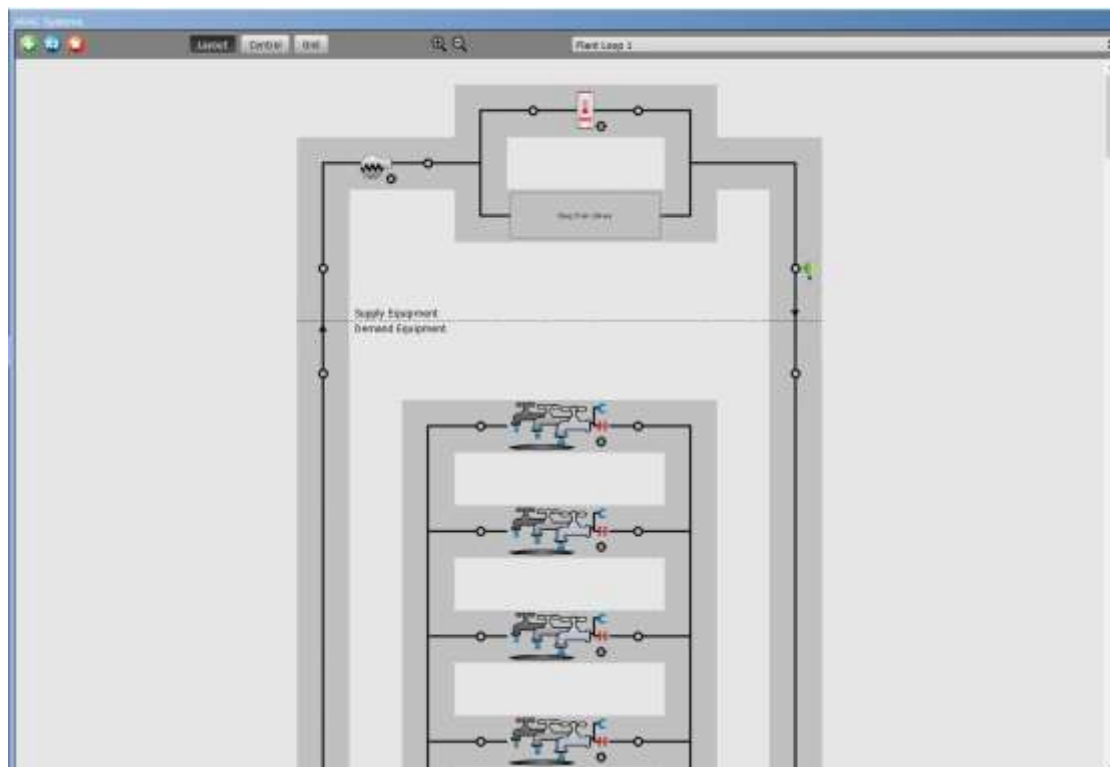
Εικόνα 4.55 Επιλογή κατάλληλου χρονοδιαγράμματος θερμοστάτη

Εν συνεχεία θα πρέπει να οριστούν όλες οι υδραυλικές διασυνδέσεις τις οποίες τροφοδοτεί το boiler με ζεστό νερό. Από την υποκαρτέλα my model, ο χρήστης διαλέγει την επιλογή των Water Use Connections.



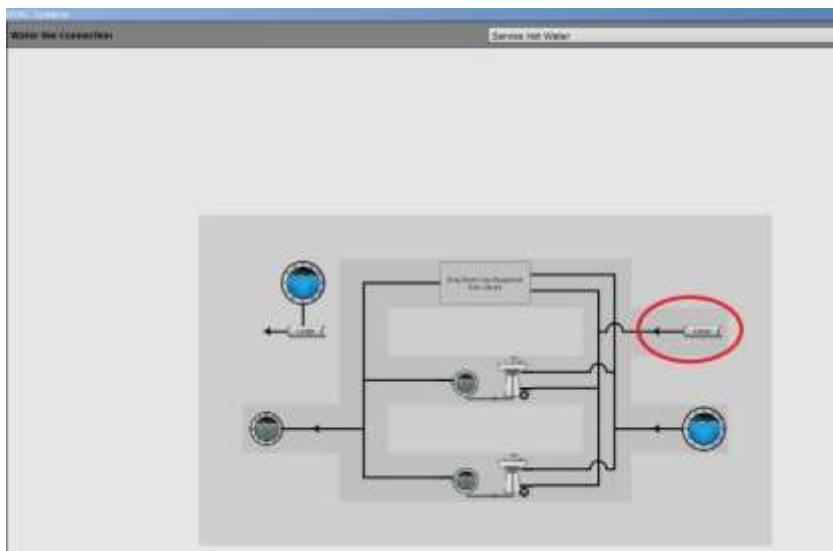
Εικόνα 4.56 Δημιουργηθέντα “Water Use Connections”

Με τη διαδικασία “drag and drop” ο χρήστης επιλέγει και τοποθετεί στην πλευρά ζήτησης (demand side) τα επιθυμητά Water Fixtures. Η τελική κατάσταση που διαμορφώθηκε είναι η ακόλουθη.



Εικόνα 4.57 Τελική απεικόνιση συστήματος παραγωγής, αποθήκευσης και διανομής ΖΝΧ

Πατώντας σε ένα από τα σχηματισθέντα “Water Use Connections”, εμφανίζεται στο χρήστη η εικόνα των “water Use Equipment” που έχουν εισαχθεί σε αυτό. Σε αυτή την εικόνα, υπάρχει η επιλογή “loop”. Επιλέγοντας το συγκεκριμένο εικονίδιο εμφανίζεται στο χρήστη η εικόνα 4.56. Με αυτόν τον τρόπο επιβεβαιώνεται ότι το συγκεκριμένο “loop” λειτουργεί ορθά, για την τροφοδοσία ζεστού νερού χρήσης στις υδραυλικές εγκαταστάσεις.

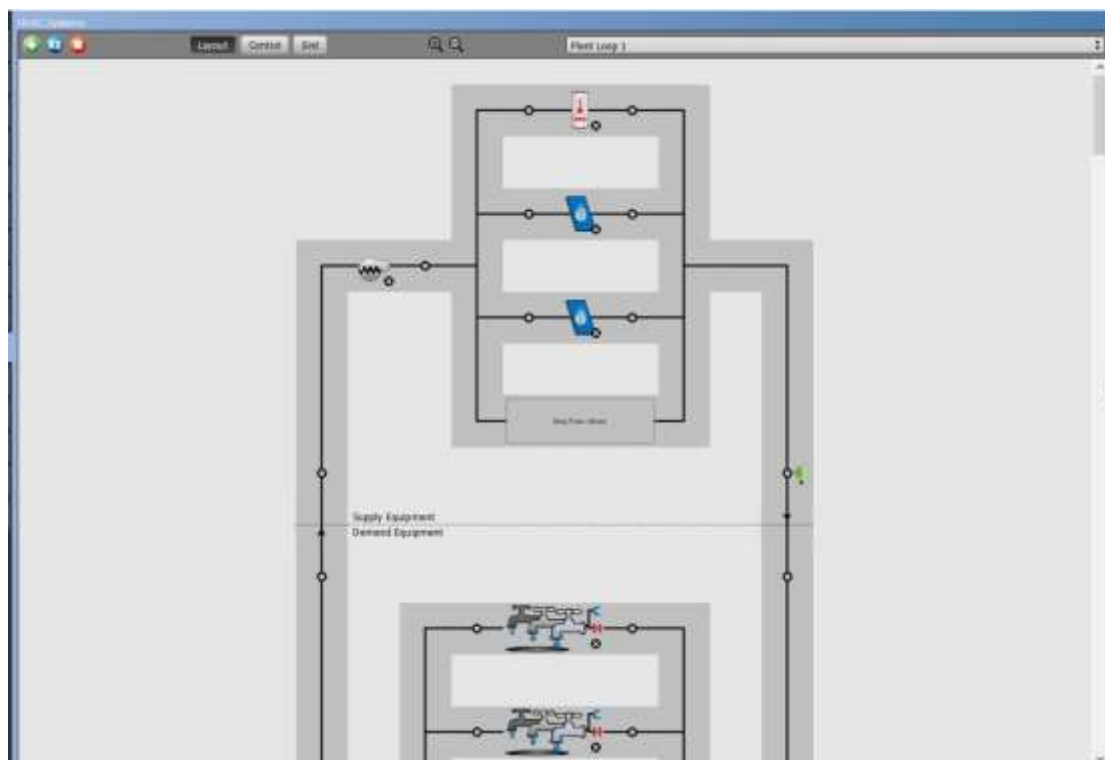


Εικόνα 4.58 Επιβεβαίωση ορθού σχηματισμού εγκατάστασης παροχής ΖΝΧ

Εφόσον στις προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισης της μονάδας, επιλέχθηκε η προσθήκη ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ΖΝΧ, θα παρουσιαστεί ο τρόπος προσθήκης τους, στο εν λόγω σύστημα.

Το ζεστό νερό θα παράγεται κυρίως από τους συλλέκτες, ενώ ο λέβητας φυσικού αερίου θα λειτουργεί επικουρικά για την κάλυψη πιθανών μη εξυπηρετούμενων φορτίων. Επομένως η διάταξη τους αναμένεται να είναι εν παραλλήλω.

Ο χρήστης επιλέγει από την καρτέλα εισαγωγής δεδομένων την υποκαρτέλα “solar collector flat plate” και την τοποθετεί στην πλευρά παροχής του συστήματος παραγωγής ΖΝΧ όπου σχηματίζεται η ακόλουθη διάταξη.



Εικόνα 4.59 Εισαγωγή ηλεκτών συλλεκτών στο σύστημα παραγωγής ΖΝΧ

Εν συνεχεία, πρέπει να οριστούν τα χαρακτηριστικά του συλλέκτη. Επιλέγοντας το εικονίδιο του συλλέκτη εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο.


Εικόνα 4.60 Εισαγωγή δεδομένων συλλέκτη

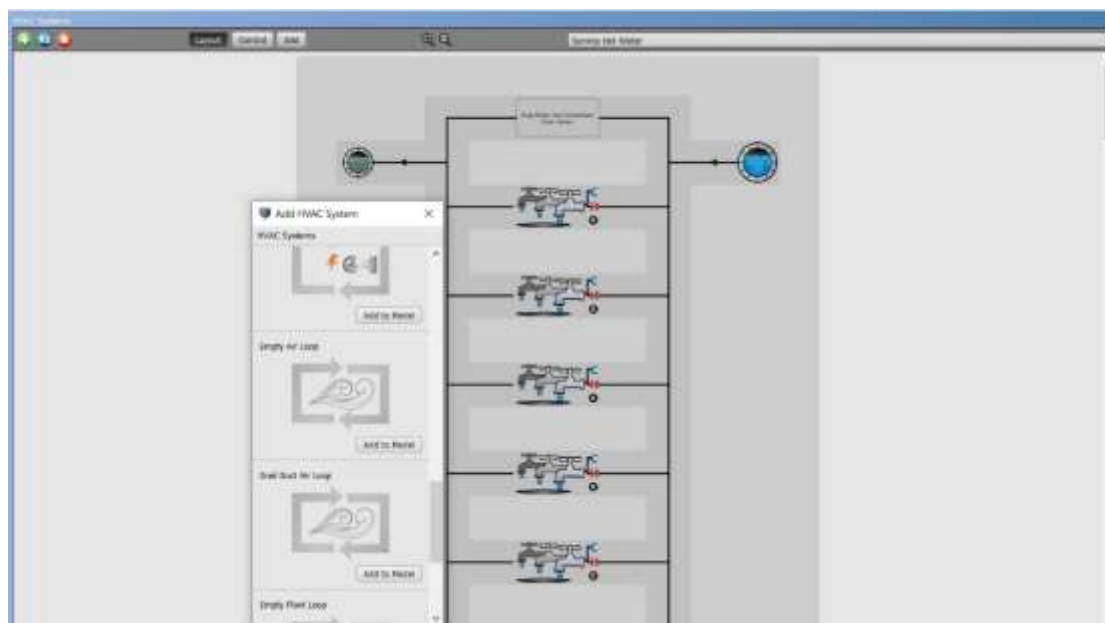
Ο χρήστης ορίζει την επιφάνεια που αντιστοιχεί στο συλλέκτη και το μέγεθός της. Πλέον το σύστημα παραγωγής ΖΝΧ με τη χρήση ηλεκτών συλλεκτών είναι έτοιμο.

4.2.6.2 Απεικόνιση συστημάτων κλιματισμού

Τα συστήματα κλιματισμού που χρησιμοποιούνται στα κτίρια της ξενοδοχειακής μονάδας είναι κυρίως split units και έχουν περιγραφεί επαρκώς σε αντίστοιχο κεφάλαιο. Στην παράγραφο αυτή θα γίνει η ψηφιακή απεικόνισή τους.

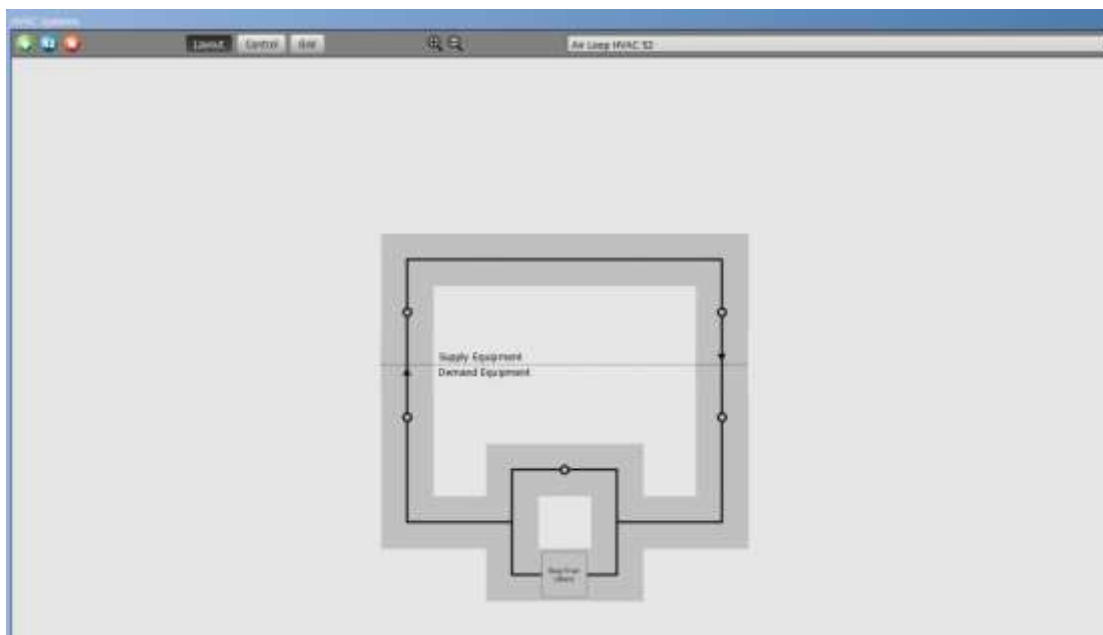
Πρέπει να τονιστεί ότι η χρησιμοποιούμενη έκδοση του προγράμματος, δεν παρέχει την επιλογή εισαγωγής μονάδας split unit. Ένας δόκιμος τρόπος απεικόνισης τέτοιων συστημάτων, ο οποίος προτείνεται ως ορθός από αρκετούς χρήστες του Open Studio, είναι αυτός ο οποίος θα παρουσιαστεί ακολούθως.

Ο χρήστης, ευρισκόμενος στην επιφάνεια εργασίας των HVAC επιλέγει το κουμπί της προσθήκης  ώστε να εμφανιστεί η επόμενη καρτέλα (όπως ακριβώς και στη δημιουργία του συστήματος παροχής ζεστού νερού χρήσης).



Εικόνα 4.61 Επιλογή “Empty Air Loop”

Επιλέγεται η δημιουργία Empty air loop. Ο χρήστης πλέον καλείται να εργαστεί στο ακόλουθο παράθυρο.



Εικόνα 4.62 Παράθυρο επεξεργασίας “Empty Air Loop”

Από την καρτέλα “library” επιλέγονται οι εξής επιλογές και τοποθετούνται στην

Πλευρά παροχής:


1. Από την υποκαρτέλα AirLoopHVAC Outdoor system, επιλέγεται το εικονίδιο OA system



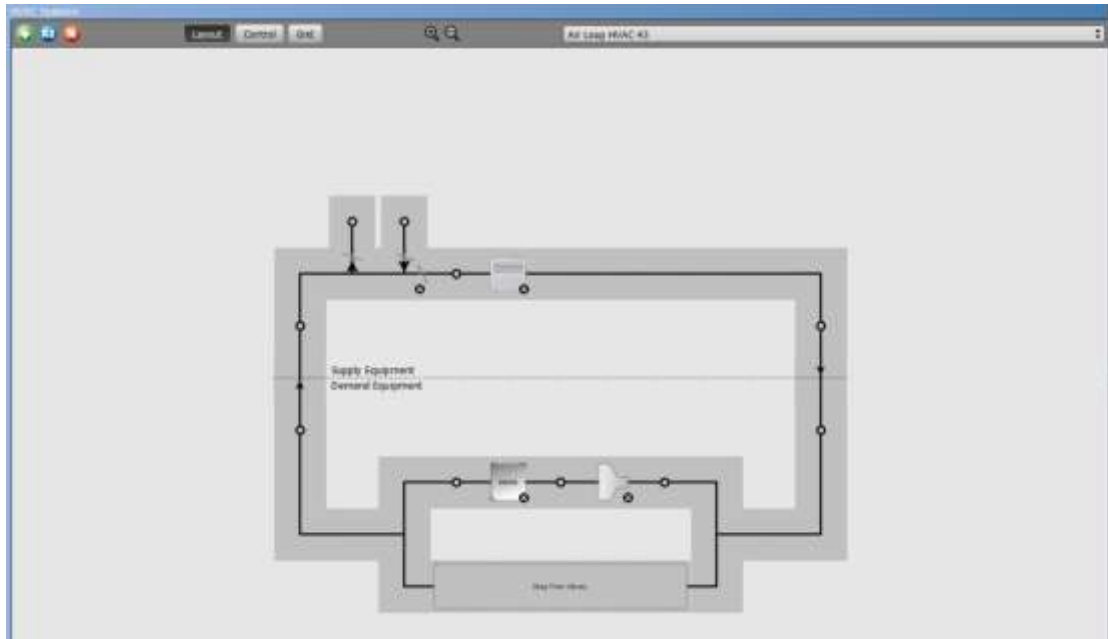
2. Από την υποκαρτέλα AirLoopHVAC Unitary System, επιλέγεται το εικονίδιο Unitary - Single Speed DX cooling – Cycling



Πλευρά κατανάλωσης:

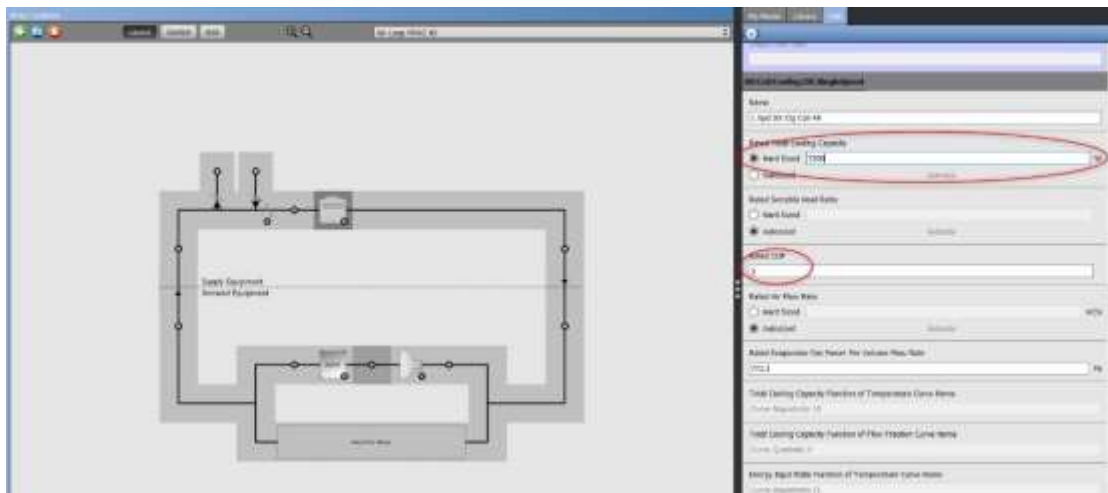
1. Από την υποκαρτέλα Airterminal Single Duct Constant Volume No Reheat, επιλέγεται το εικονίδιο Diffuser , το οποίο αποτελεί το τερματικό του συγκεκριμένου συστήματος κλιματισμού.
2. Τέλος αφού έχει τοποθετηθεί το τερματικό τύπου diffuser θα πρέπει να ανατεθεί και η θερμική ζώνη την οποία εξυπηρετεί. Επιλέγεται η καρτέλα “my model” και από εκεί η υποκαρτέλα Thermal Zones, όπου παρουσιάζονται όλες οι σχηματισθέντες θερμικές ζώνες.

Η τελική διαμόρφωση έχει την παρακάτω εικόνα.

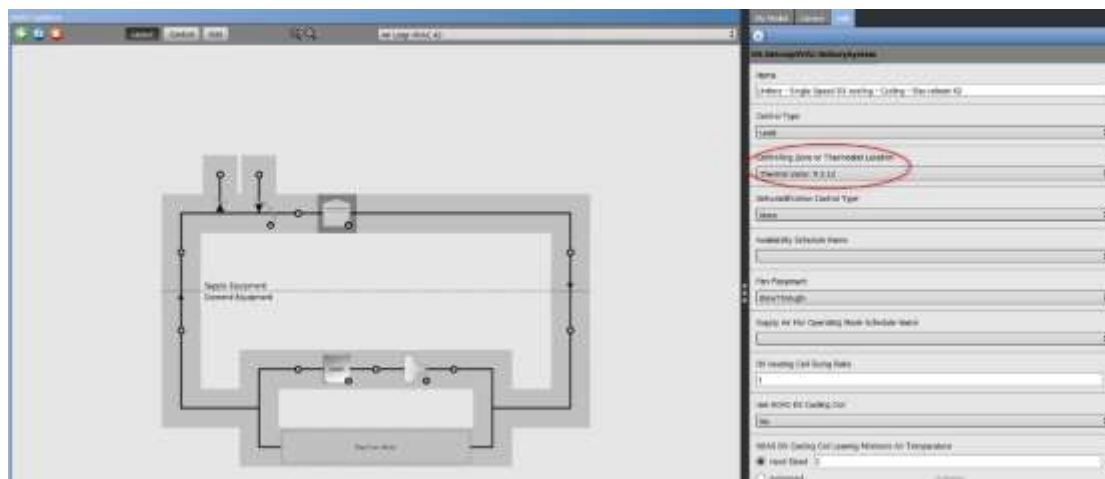


Εικόνα 4.63 Απεικόνιση μονάδας Split – Unit, που εξυπηρετεί τη θερμική ζώνη του δωματίου 1

Το μόνο που απομένει προς επεξεργασία είναι η ισχύς του unitary single speed και ο ορισμός του θερμοστάτη της αντίστοιχης ζώνης. Επιλέγοντας το αντίστοιχο εικονίδιο εμφανίζεται στο τμήμα επεξεργασίας στο οποίο τροποποιούνται τα παρακάτω στοιχεία.



Εικόνα 4.64 Επεξεργασία ισχύος εξωτερικής μονάδας του συστήματος κλιματισμού (1)



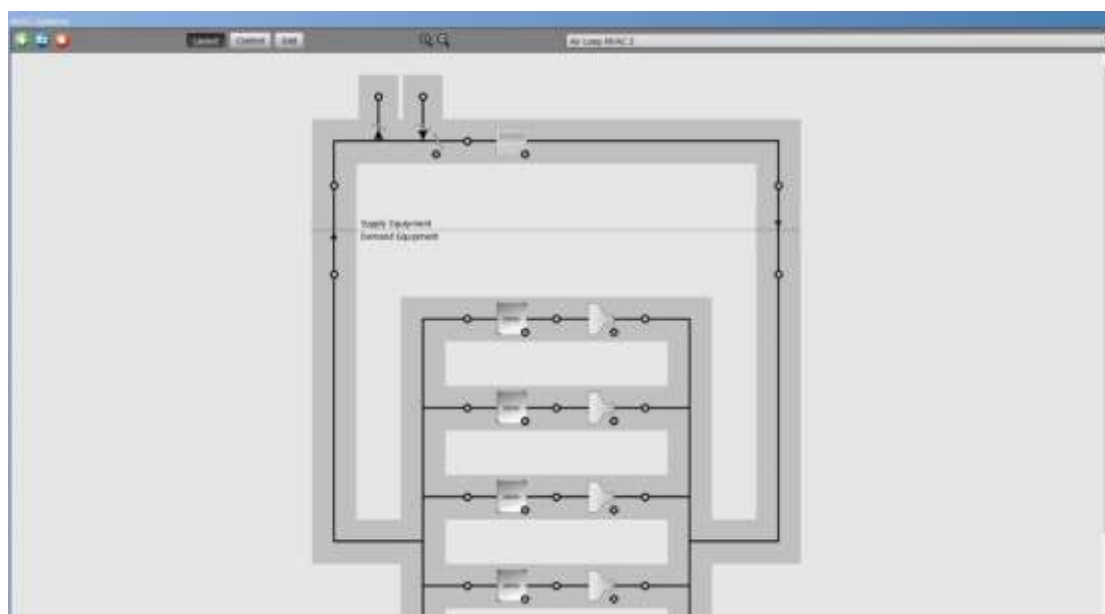
Εικόνα 4.65 Επεξεργασία ισχύος εξωτερικής μονάδας του συστήματος κλιματισμού (2)

Αντίστοιχη επεξεργασία πραγματοποιείται και για τις υπόλοιπες θερμικές ζώνες που κλιματίζονται με τη χρήση split unit. Για το χώρο του εστιατορίου, ο οποίος κλιματίζεται με τη χρήση 4 ντουλαπών, απλώς η συνολική ισχύς ανατίθεται «εικονικά» σε μία εξωτερική μονάδα κλιματισμού.

Για τους χώρους που κλιματίζονται με τη χρήση αντλίας θερμότητας, οι διαφορές έγκεινται:

1. στην επιλογή Unitary - DX Heat Pump - Cycling - Elec reheat ως εξωτερική μονάδα κλιματισμού
2. Στην ανάθεση περισσότερων τερματικών και θερμικών ζωνών στην πλευρά ζήτησης.

Η αντίστοιχη διαμόρφωση είναι η ακόλουθη.



Εικόνα 4.66 Απεικόνιση συστήματος κλιματισμού με τη χρήση αντλίας θερμότητας

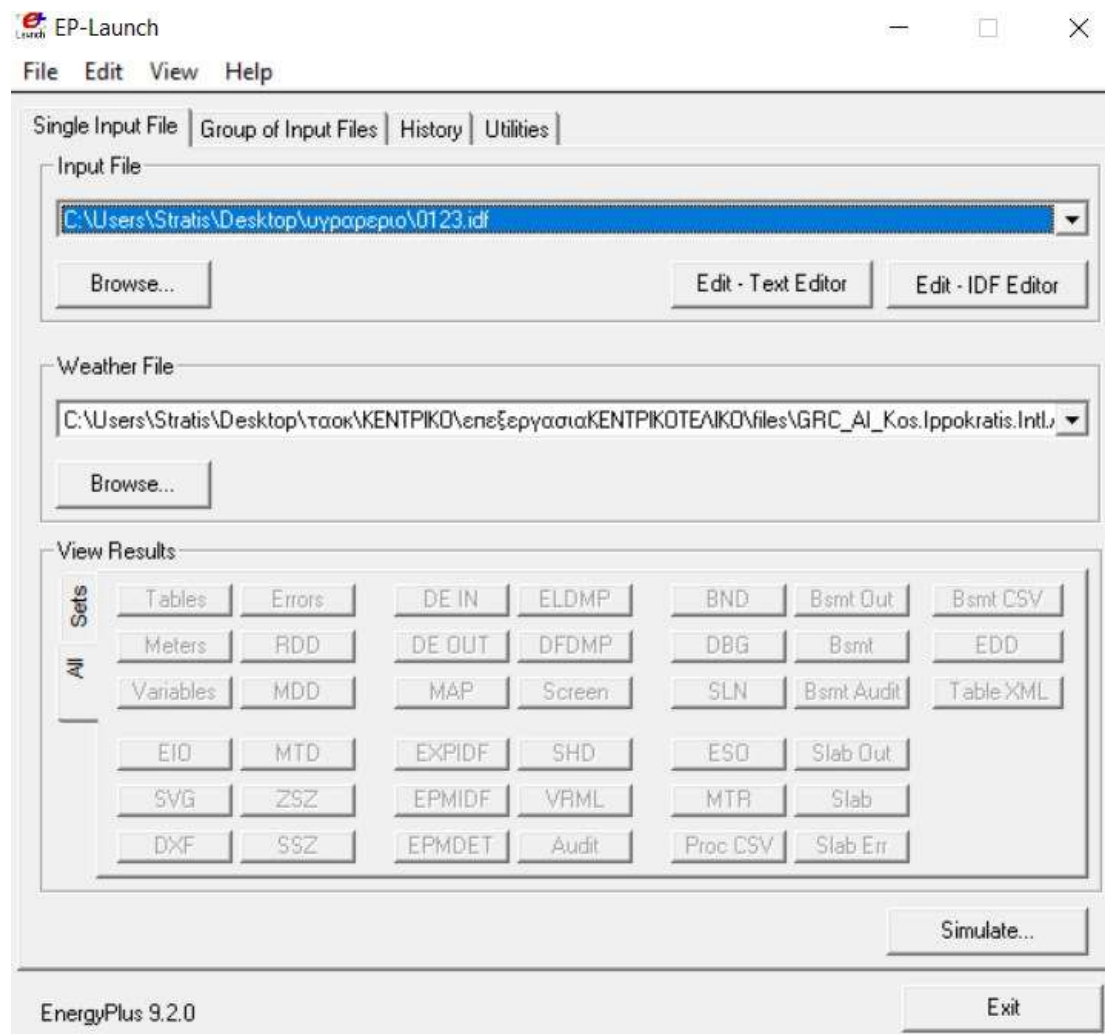
4.3 Εξαγωγή αρχείου σε μορφή idf

Για την εκτέλεση της προσομοίωσης χρησιμοποιείται το πρόγραμμα Energy Plus. Ο χρήστης θα πρέπει να εξάγει το δημιουργηθέν αρχείο του Open Studio, σε μορφή κατάλληλη για την εισαγωγή της στο πρόγραμμα του Energy Plus. Ακολουθείται η κάτωθι διαδικασία.

Ο χρήστης επιλέγει κατά σειρά τις εξής εντολές → File → Export → IDF

Το αρχείο έχει πλέον την κατάλληλη μορφή και είναι έτοιμο για εισαγωγή στο Energy Plus.

Η εισαγωγή του πραγματοποιείται ως εξής. Ανοίγοντας το αντίστοιχο πρόγραμμα εμφανίζεται η ακόλουθη εικόνα.



Ο χρήστης εισάγει στην καρτέλα Input File, το επιθυμητό αρχείο σε μορφή idf, ενώ στην καρτέλα Weather File, εισάγει τα καιρικά δεδομένα της μελετώμενης περιοχής. Έπειτα επιλέγει την εντολή simulate και το πρόγραμμα εκτελεί την ενεργειακή προσομοίωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

5 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

Στην παρούσα παράγραφο, θα γίνει παρουσίαση των ενεργειακών καταναλώσεων του κτιρίου, τα οποία προέκυψαν από την εκτέλεση του προγράμματος προσομοίωσης ενεργειακών καταναλώσεων Energy Plus. Εν συνεχεία, θα πραγματοποιηθεί υπολογισμός της ενεργειακής δαπάνης των κτιρίων, βάσει καταναλισκόμενης ενέργειας, και του περιβαλλοντικού τους αποτυπώματος. Για τον υπολογισμό του ενεργειακού κόστους, θα πρέπει να γίνει αναφορά στο καθεστώς τιμολογήσεως της παρεχόμενης από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και στην τιμή βάσει της οποίας γίνεται η προμήθεια υγραερίου. Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα που προκύπτει από τη λειτουργία των κτιρίων, θα εκτιμηθεί βασισμένο στη σύσταση του ενεργειακού μίγματος του ΑΣΠ Κω καθώς και της σύστασης του υγραερίου που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του νερού και τη λειτουργία του εξοπλισμού της κουζίνας.

Τέλος, θα προταθούν συγκεκριμένες παρεμβάσεις με κύρια στόχευση τη μείωση της ενεργειακής δαπάνης αλλά και των εκπεμπόμενων από την εγκατάσταση περιβαλλοντικών ρύπων. Η παρουσίαση και η αποτίμηση των παρεμβάσεων θα παρουσιαστεί ξεχωριστά για κάθε κτίριο.

5.1 Κόστος καταναλισκόμενης ενέργειας ανά kWh

Ηλεκτρική ενέργεια

Η σύνδεση των κτιριακών εγκαταστάσεων γίνεται στο δίκτυο μέσης τάσης του ΑΣΠ Κω. Η ξενοδοχειακή μονάδα τιμολογείται βάσει του επαγγελματικού τιμολογίου ΒΓ, μέσης τάσης, της Δ.Ε.Η. Η χρέωση χωρίζεται σε δύο ζώνες. Για τις καθημερινές ημέρες λειτουργίας και για ωράριο 07:00 – 23:00 η τιμή ορίζεται στα 0,07045€/kWh, ενώ ορίζεται στα 0,05548€/kWh, για ωράριο λειτουργίας από τις 23:00 έως τις 07:00 τις καθημερινές και καθ' όλη τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου [23]. Λόγω της έλλειψης αναλυτικού λογαριασμού, προσεγγιστικά ορίζεται ως κόστος/κιλοβατώρα, η μέση τιμή των 2, ίση με 0,062965€/kWh. Πρέπει να τονιστεί το γεγονός, ότι οι προβλεπόμενες παρεμβάσεις που αφορούν την κατανάλωση ηλεκτρική ενέργειας, δεν οδηγούν σε μείωσή της. Επομένως, θεωρώντας πως οι καταναλώσεις παραμένουν ίδιες, οι λοιπές ρυθμιζόμενες χρεώσεις του τιμολογίου, παραμένουν σταθερές.

Ζεστό νερό – Συσκευές Κουζίνας

Η παραγωγή του ζεστού νερού, επιτυγχάνεται με τη χρήση λέβητα υγραερίου. Τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά του παρεχόμενου υγραερίου παρουσιάζονται στον πίνακα 5.1

Πίνακας 5-1 Θερμοφυσικά χαρακτηριστικά υγραερίου [24]

Χημικός Τύπος	C3H8	C4H10
Μοριακό Βάρος	44,094	58,12
Σημείο πήξης υγρού σε 760mmHg (CC)	-187,7	-138,3
Σημείο βρασμού υγρού σε 760mmHg (°C)	-42,1	-0,5
Ειδικό βάρος υγρού σε 15,5°C (kg/lit)	0,507	0,583
Σχετική πυκνότητα αερίου (αέρας = 1) σε S.C.	1,522	2,006
Κρίσιμη θερμοκρασία (°C)	96,8	152

Κρίσιμη πίεση-απόλυτη (bar)	42,6	38
Λόγος όγκου αερίου προς υγρό σε S.C.	272,7	237,8
<u>Λανθάνουσα θερμότητα στο σημείο βρασμού</u>		
760mmHg (Kcal/kg)	101,7	92,3
(Kcal/Lit)	51,5	53,1
Ανώτερη θερμογόνος δύναμη σε S.C. (Kcal/kg)	12048	11851
(Kcal/m ³)	22766	29875
<u>Απαιτούμενος αέρας καύσης σε S.C.</u>		
(m ³ αέρα/lm ³ αερίου)	23,82	30,97
(kg αέρα/lkg αερίου)	15,71	13,49
<u>Ειδική θερμότητα αερίου σε S.C</u>		
Co (Kcal/kg °C)	0,388	0,397
Cv (Kcal/kg °C)	0,343	0,361
Σημείο ανάφλεξης – Flash Point (°C)	-105	-60
Σημείο αυτανάφλεξης – Ignition Point (°C)	470	365
<u>Όρια ανάφλεξης μίγματος αερίου-αέρα (Vo\-%)</u>		
Κατώτερο	2,37	1,86
Ανώτερο	9,5	8,41
Αριθμός Οκτανίων (Octane No)	125	91

Συνήθως γίνεται χρήση μίγματος υγραερίου. Μία τυπική σύσταση κατά αναλογία είναι 20% προπάνιο και 80% βουτάνιο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω η τιμή της θερμογόνου ανέρχεται στα 11890 kcal/kg ή 13.8 kWh/kg ή 7,835 kWh/l. Η τιμή αγοράς υγραερίου ανέρχεται στα 0,55€/λίτρο, επομένως το κόστος ανά παραγόμενη κιλοβατώρα ενέργειας ανέρχεται στα 0,071€.

Για τον εξοπλισμό της κουζίνας, χρησιμοποιούνται φιάλες υγραερίου της ίδιας εταιρίας. Η θερμογόνος δύναμη παραμένει σταθερή, ενώ το κόστος ορίζεται στα 1,3€/kg. Συνεπώς, η τελική τιμή ανά καταναλισκόμενη κιλοβατώρα ανέρχεται στα 0,095€.

5.2 Ενεργειακό μίγμα Ηλεκτρικού Συστήματος Kw

Για τον υπολογισμό του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των εξεταζόμενων κτιρίων, θα πρέπει να γνωρίζουμε πέρα από την καταναλισκόμενη ενέργεια, και το ενεργειακό μίγμα από το οποίο αυτή παράγεται. Η μελέτη θα πραγματοποιηθεί με έτος αναφοράς το 2019, καθώς αυτό είναι το τελευταίο για το οποίο διατίθενται από τους αρμόδιους φορείς, πλήρη στοιχεία [25].

Η παραγόμενη ενέργεια προκύπτει από συμβατικές μονάδες και από μονάδες ΑΠΕ. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των θερμικών μονάδων ανέρχεται στα 119045 MWe, και αποτελείται από 6 ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη βάσης τα οποία χρησιμοποιούν ως καύσιμο μαζούτ χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, ένα αεριοστρόβιλο και 19 εφεδρικά ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη τα οποία χρησιμοποιούν Diesel κίνησης ως καύσιμο [25]. Οι πληροφορίες που παρέχονται από επίσημα έγγραφα για το σύνολο της ενέργειας που παρήχθη από των ΑΣΠ Kw παρουσιάζουν ασυμφωνία. Η μεν Περιβαλλοντική Έκθεση για τον ΑΣΠ Kw που διενεργήθηκε από τον Τομέα Περιβάλλοντος και Χημείας, που υπάγεται στη

Διεύθυνση Εκμετάλλευσης Παραγωγής Νησιών της ΔΕΗ Α.Ε. αναφέρει παραγωγή της τάξης των 306359 MWh, ενώ τα στοιχεία που παρέχονται από το ΔΕΔΔΗΕ εκτιμούν την παραγωγή σε 356588,6 MWh (Δ.Ε.Η, 2019). Ως τιμή υπολογισμού επιλέγεται η παρεχόμενη από την περιβαλλοντική έκθεση, καθώς από εκείνη αντλήθηκαν και οι πληροφορίες σχετικά με την εκπομπή καυσαερίων της μονάδας παραγωγής.

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς μονάδων ΑΠΕ, ανέρχεται στα 24,38 MW (για το μήνα Δεκέμβριο του εξεταζόμενου έτους), και η ετήσια παραχθείσα ενέργεια ανήλθε στις 49798 MWh (Δ.Ε.Η, 2019). Η ισχύς εγκατάστασης αντιστοιχεί σε Φ/Β πάρκα συνολικής ισχύος 8,78 MW και Α/Π ισχύος 15,2 MW. Τονίζεται, ότι δεν περιλαμβάνεται στην ανωτέρω τιμή, η συμμετοχή φωτοβολταϊκών σε λειτουργία ενεργειακού συμψηφισμού (ΔΕΔΔΗΕ, n.d.).

Στο σύνολο του έτους, η συνεισφορά των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα ανέρχεται στο 15% ενώ για τους μήνες ενδιαφέροντος και λόγω αυξημένης ζήτησης, το ποσοστό αυτό περιορίζεται στο 12%. Η συγκεκριμένη αναλογία θα χρησιμοποιηθεί ώστε να υπολογισθεί το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των εξεταζόμενων κτιρίων.

5.3 Παραγωγή CO₂ ανά kWh κατανάλωσης

Ηλεκτρική Ενέργεια

Σύμφωνα με τα παρεχόμενα, από την περιβαλλοντική έκθεση του ΑΣΠ Κω για το έτος 2019, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, λόγω ηλεκτροπαραγωγής, ανέρχονται στα $190 * 10^6$ kg. Γνωρίζοντας την ποσότητα ενέργειας η οποία παρήχθη συνολικά (306359 MWh) και την αναλογία της στο ενεργειακό μίγμα κατά τους μήνες ενδιαφέροντος (88%) προκύπτει εκπομπή 0,55kg CO₂ ανά παραγόμενη – καταναλισκόμενη kWh.

Υγραέριο

Το υγραέριο είναι μίγμα υδρογονανθράκων και κυρίων προπενίου και βουτενίου. Το ποσό διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται στην ατμόσφαιρα ανά παραγόμενη κιλοβατώρα, εξαρτάται από τη σύσταση του μίγματος. Με αναλογία μίγματος προπανίου βουτανίου (20-80) οι εκπεμπόμενοι ρύποι ανέρχονται σε 0,21945kg/kWh.

5.4 Παρουσίαση ενεργειακών καταναλώσεων κεντρικού κτιρίου

Η χρονική περίοδος λειτουργίας του κτιρίου ξεκινά την 1^η Μαΐου και ολοκληρώνεται την 31^η Οκτωβρίου. Η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ανέρχεται στις 279.000 kWh. Το 66% αυτών, ήτοι 184.591 kWh αφορούν ηλεκτρικές καταναλώσεις, ενώ το 34%, 94464 kWh, αφορούν καταναλώσεις φυσικού αερίου. Τα χαρακτηριστικά των ενεργειακών καταναλώσεων σε επίπεδο συνολικής χρονικής λειτουργίας παρουσιάζονται στο γράφημα 5-1.



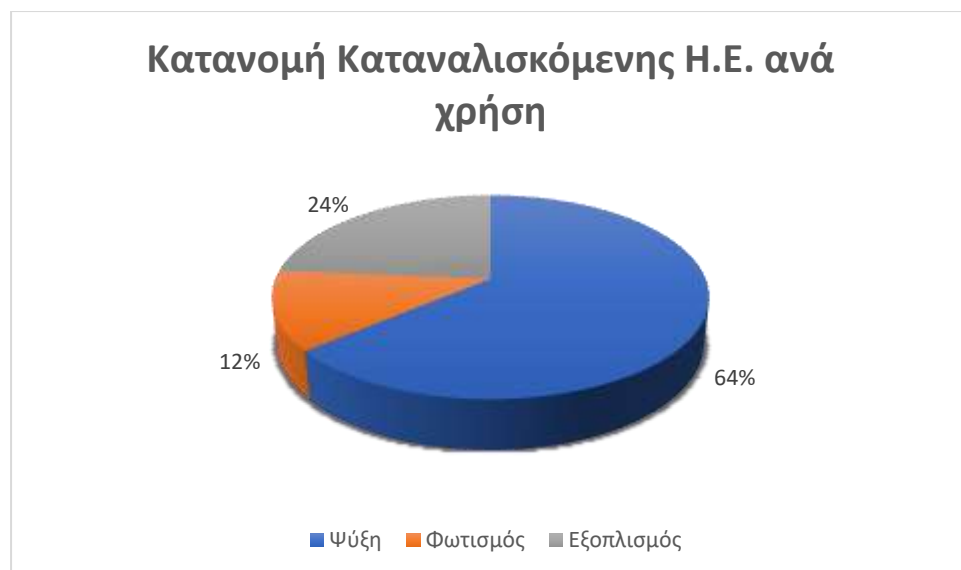
Γράφημα 5-1 Κατανομή καταναλισκόμενης ενέργειας ανά καύσιμο

Επιμερισμένες ανά πηγή ενέργειας και παρουσιαζόμενες ανά χρονική περίοδο μήνα, οι καταναλώσεις παρουσιάζουν το ακόλουθο προφίλ.



Πίνακας 5-2 Μηνιαίως καταναλισκόμενη ενέργεια, ανά καύσιμο

Η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος αφορά τον φωτισμό των χώρων, τον εξοπλισμό τους καθώς και τα συστήματα ψύξης τους. Το επί τοις εκατό ποσοστό συμμετοχής των ανωτέρω, επί του συνόλου των ηλεκτρικών καταναλώσεων, είναι 12, 24 και 64 τοις εκατό κατ' αντιστοιχία.



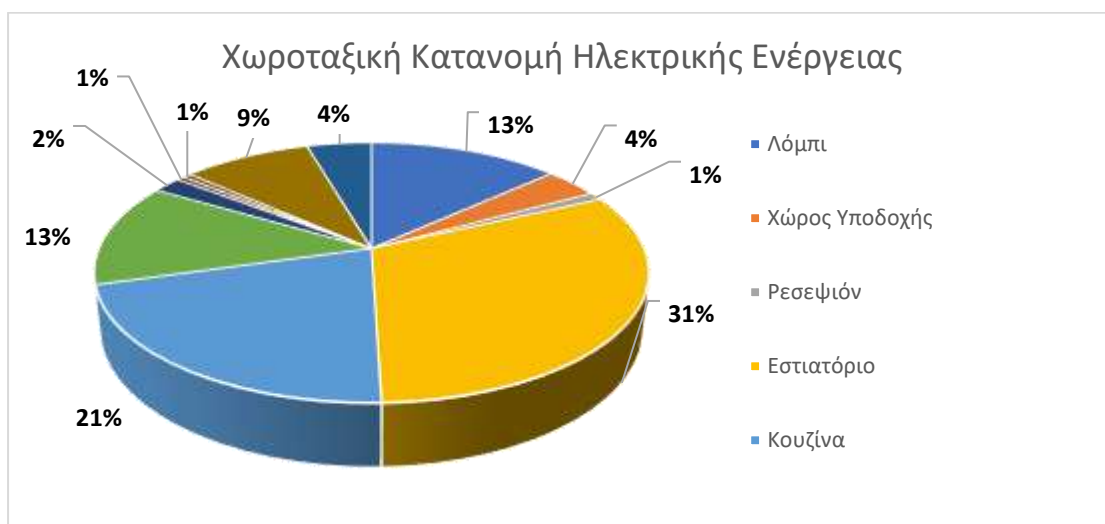
Γράφημα 5-2 Κατανομή καταναλισκόμενης Ηλεκτρική Ενέργειας ανά χρήση

Τις μεγαλύτερες ενεργειακές καταναλώσεις, παρουσιάζουν οι χώροι του λόμπι, του εστιατορίου, του καφέ μπαρ και της κουζίνας. Το κοινό χαρακτηριστικό των τριών πρώτων, αφορά το μεγάλο αριθμό πλήθους που συγκεντρώνεται σε αυτούς τους χώρους, καθώς και τη μεγάλη επιφάνεια που αυτοί καταλαμβάνουν, γεγονός που οδηγούν σε αυξημένες απαιτήσεις ψύξης. Στο χώρο της κουζίνας, η ενεργειακές καταναλώσεις είναι σημαντικές, και λόγω του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού. Αναλυτικά, οι ηλεκτρικές καταναλώσεις κάθε χώρου παρουσιάζονται στον πίνακα 5-1, ενώ η επί τοις εκατό κατανομή τους στο γράφημα 5-3.

Πίνακας 5-3 Ηλεκτρικές καταναλώσεις ανά χώρο – Κεντρικό Κτίριο

<u>ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΑΝΑ ΧΩΡΟ</u>				
Χρήση Χώρου	Ψύξη (kWh)	Φωτισμός (kWh)	Λοιπές Συσκευές (kWh)	ΣΥΝΟΛΟ (kWh)
Λόμπι	17765,590	4375,004	2388,891	24529,485
Χώρος Υποδοχής	5067,374	1247,223	683,334	6997,932
Ρεσεψιόν	1263,384	311,111	169,445	1743,940
Εστιατόριο	30942,689	5080,560	22113,907	58137,155
Κουζίνα	20818,769	4272,226	13752,789	38843,784
Μπαρ	18379,234	3772,225	1691,668	23843,127
Μπαρ-Παρασκευαστήριο	2822,160	577,778	261,111	3661,050
Γραφείο Προσωπικού	604,620	255,556	108,333	968,509
Κατάστημα Πώλησης Προϊόντων	643,7244039	272,222	116,667	1032,614
Δωμάτιο 1	2182,647	447,223	433,334	3063,203
Δωμάτιο 2	1828,899	375,000	363,889	2567,789
Δωμάτιο 3	1828,899	375,000	363,889	2567,789
Δωμάτιο 4	1828,899	375,000	363,889	2567,789
Δωμάτιο 5	1828,899	375,000	363,889	2567,789
Δωμάτιο 6	2290,937	469,445	455,556	3215,938

Χρήση Χώρου	Ψύξη (kWh)	Φωτισμός (kWh)	Λοιπές Συσκευές (kWh)	ΣΥΝΟΛΟ (kWh)
Κοινόχρηστοι Χώροι (Δί-αδρομοι- Κλιμακοστάσιο)	7659,117	633,334	0,000	8292,451
ΣΥΝΟΛΟ	<u>117755,843</u>	<u>23213,907</u>	<u>43630,590</u>	<u>184600,341</u>



Γράφημα 5-3 Χωροταξική κατανομή Ηλεκτρικών καταναλώσεων

Αναφορικά με τις καταναλώσεις του κτιρίου σε υγραέριο, το τοπίο είναι πιο διαυγές και η επί μέρους ανάλυσή τους, είναι συντομότερη. Η χρήση του περιορίζεται στην παραγωγή ζεστού νερού, καθώς και στην τροφοδοσία των αντίστοιχων συσκευών της κουζίνας. Το 37% των καταναλώσεων αφορά την παραγωγή ζεστού νερού, ενώ το υπόλοιπο 63% καταναλώνεται από τις συσκευές της κουζίνας.



Γράφημα 5-4 Κατανομή καταναλισκόμενης ενέργειας Υγραερίου. ανά χρήση

5.4.1 Κόστος και περιβαλλοντικό αποτύπωμα

Το συνολικό κόστος της καταναλισκόμενης ενέργειας ανέρχεται στα 19716€ (το ποσό αυτό δεν εμπεριέχει το κόστος ρυθμιζόμενων χρεώσεων την ηλεκτρικής ενέργειας), από τα οποία το 58,95% (11623€) αφορά τις ηλεκτρικές καταναλώσεις, το 12,57% (2479€) αφορά τις καταναλώσεις υγραερίου για παραγωγή ΖΝΧ, ενώ το υπόλοιπο 28,48% (5615€) αφορά την κατανάλωση υγραερίου από τις συσκευές της κουζίνας.

Αντίστοιχα οι εκπομπές ανέρχονται στα 122256 kg CO₂, τα οποία αφορούν κατά 83,04% (10152kg) εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και 16,96% εκπομπές από κατανάλωση υγραερίου (για παραγωγή ΖΝΧ οι εκπομπές ανέρχονται σε ποσοστό 6,35% (7760,6 kg) επί του συνόλου)

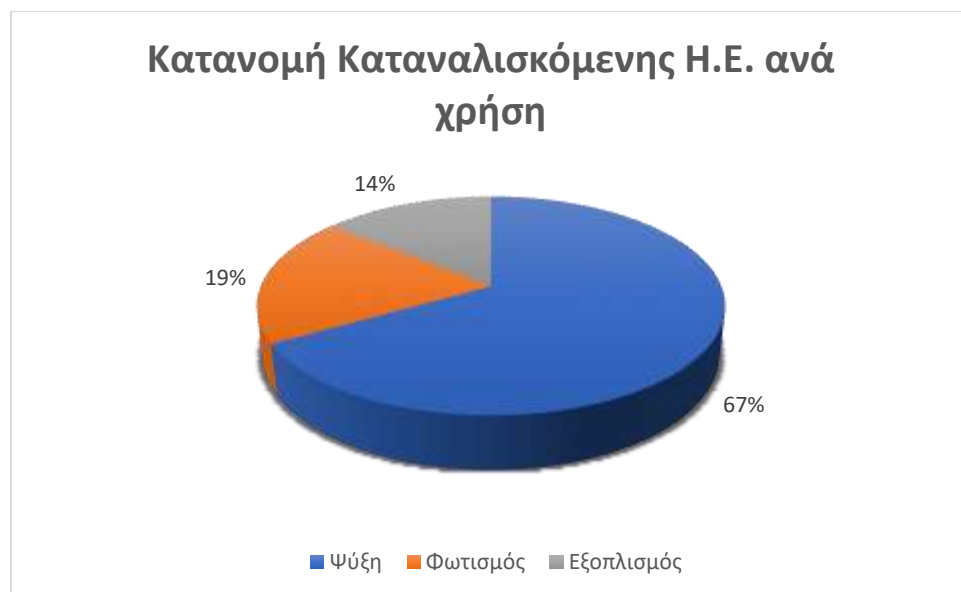
5.5 Παρουσίαση ενεργειακών καταναλώσεων κτιρίου δωματίων

Το τοπίο από πλευράς ενεργειακής κατανάλωσης, του κτιρίου δωματίων, είναι λιγότερο πολύπλοκο συγκριτικά με αυτό του κεντρικού κτιρίου. Οι ηλεκτρικές καταναλώσεις συμμετέχουν με ποσοστό, επί των συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων, της τάξης του 67%, ήτοι 131749 kWh, και αφορούν τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό των δωματίων, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό συμμετοχής του φυσικού αερίου, ανέρχεται στο 33%, 61422 kWh και αφορά αποκλειστικά την παραγωγή ζεστού νερού.



Πίνακας 5-4 Κατανομή, ανά καύσιμο καταναλισκόμενης ενέργειας

Οι ηλεκτρικές καταναλώσεις στο μεγαλύτερό τους ποσοστό (67%) αφορούν την κάλυψη αναγκών ψύξης των δωματίων, ενώ το εναπομείναν ποσοστό καταναλώνεται για την κάλυψη αναγκών φωτισμού των δωματίων και από τον εσωτερικό εξοπλισμό που αυτά φέρουν.



Πίνακας 5-5 Καταναλισκόμενη Η.Ε. ανά χρήση

Επιμερισμένες ανά πηγή ενέργειας και παρουσιαζόμενες ανά χρονική περίοδο μήνα, οι καταναλώσεις παρουσιάζουν το ακόλουθο προφίλ.



Πίνακας 5-6 Μηνιαίως καταναλισκόμενη ενέργεια, ανά καύσιμο

5.5.1 Κόστος και περιβαλλοντικό αποτύπωμα

Το συνολικό κόστος της καταναλισκόμενης ενέργειας του κτιρίου δωματίων ανέρχεται στα 12577€ (το ποσό αυτό δεν εμπεριέχει το κόστος ρυθμιζόμενων χρεώσεων την ηλεκτρικής ενέργειας), από τα οποία το 65,77% (8272€) αφορά τις ηλεκτρικές καταναλώσεις, το 34,23% (4306€) αφορά τις καταναλώσεις υγραερίου για παραγωγή ΖΝΧ.

Αντίστοιχα οι εκπομπές ανέρχονται στα 85731 kg CO₂, τα οποία αφορούν κατά 84,28% (72252kg) εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και 15,72% (13749 kg) εκπομπές από κατανάλωση υγραερίου για παραγωγή ΖΝΧ.

5.6 Συνολική εικόνα και συμπεράσματα

Οι ενεργειακές ανάγκες των κτιριακών εγκαταστάσεων καλύπτονται κυρίως από τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, παρεχόμενης από το δίκτυο, ενώ η χρήση υγραερίου γίνεται κυρίως για την παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης.

Δομικά, το κτίριο πληροί τα κριτήρια που προδιαγράφονται από τον Κ.Εν.Α.Κ με μοναδική ασυμφωνία τη μόνωση των δαπέδων που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος. Το γεγονός αυτό συμβάλλει στην αύξηση των ενεργειακών καταναλώσεων των θερμαινόμενων χώρων των οποίων το δάπεδο είναι σε επαφή με το έδαφος. Όπως γίνεται αντιληπτό, στο κεντρικό κτίριο, η ασυμφωνία αυτή, δεν είναι βαρύνουσα σημασίας, καθώς οι αντίστοιχοι χώροι λειτουργούν ως βοηθητικοί και επομένως δεν αποτελούν θερμαινόμενες ζώνες.

Ο κλιματισμός των χώρων επιτυγχάνεται εν πολλοίς, με τη χρήση αυτόνομων συστημάτων κλιματισμού, τύπου Split -Unit.

Η παραγωγή ζεστού νερού πραγματοποιείται με τη χρήση λέβητα υγραερίου. Η μέθοδος αυτή δεν είναι η ενδεικνυόμενη καθώς ο Κ.Εν.Α.Κ υπαγορεύει κάλυψη αναγκών σε ΖΝΧ τουλάχιστον κατά 60% από συστήματα ηλιοθερμίας.

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι ο ενεργειακός εκσυγχρονισμός και η αναβάθμιση του κτιρίου, υπαγορεύουν την πραγματοποίηση ήπιων παρεμβάσεων με στόχευση την εξοικονόμηση της καταναλισκόμενης πρωτογενούς ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

6 Προτεινόμενες παρεμβάσεις

Έχοντας, εκ προοιμίου οριοθετήσει το πλαίσιο στο οποίο θα κινηθεί η παρούσα εργασία και ορίσει των τελικό σκοπό αυτής, σειρά λαμβάνει η παρουσίαση των προτεινόμενων ενεργειακών παρεμβάσεων. Οι παρεμβάσεις μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες. Σε εκείνες που στοχεύουν στη βελτίωση των θερμοφυσικών ιδιοτήτων των δομικών στοιχείων και εκείνες που σχετίζονται με την παραγωγή και εν τέλει κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Κάθε προτεινόμενη παρέμβαση συνοδεύεται από παρουσίαση των μεταβολών που επιφέρει στην ενεργειακή κατανάλωση, την ενεργειακή δαπάνη και στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα των κτιρίων.

Αναφορικά με τις παρεμβάσεις στα δομικά στοιχεία του κτιρίου, κρίνονται αναγκαίες σε όσα βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος. Η διόρθωση του συντελεστή θερμοπερατότητας και η εναρμόνισή του με τις αυστηρώς οριζόμενες τιμές του Κ.Εν.Α.Κ. είναι πρωτεύουσας σημασίας. Σε δεύτερο επίπεδο, εξετάζεται η προσθήκη θερμοπρόσοψης στο κτιριακό κέλυφος.

Τα προτεινόμενα συστήματα ανανεώσιμων πηγών, βασίζονται στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, τόσο για την παραγωγή ηλεκτρισμού όσο και για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Πέραν της μέριμνας για βέλτιστο σχεδιασμό, ιδιαίτερη σημασία και προσοχή πρέπει να δοθεί στο νομοθετικό πλαίσιο που διέπει τις εγκαταστάσεις φ/β συστημάτων.

6.1 Παρεμβάσεις στα δομικά στοιχεία του κτιρίου

Προσθήκη μονωτικού υλικού δαπέδων

Όπως παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 2, ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δαπέδων, σε επαφή με αέρα, έδαφος ή και μη κλιματιζόμενο χώρο, είναι εκτός αποδεκτών ορίων. Προτείνεται η χρήση μονωτικού υλικού, ώστε να μειωθούν απώλειες θερμότητας μεταξύ θερμικών ζωνών και να βελτιωθεί η ηχομονωτική προστασία.

Για τη επιλογή μόνωσης των δαπέδων χρησιμοποιήθηκε ο Πίνακας 2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Συνήθη υλικά που χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό είναι η εξωθιμένη πολυστερίνη και η πολυουρεθάνη. Εμπειρικά, από την επιλογή της δεύτερης προκύπτει εξοικονόμηση χρησιμοποιούμενου υλικού της τάξεως του 15 με 20 τοις εκατό, γεγονός που οδηγεί στη μείωση του κόστους κτήσης των υλικών.

Από τον πίνακα επιλέχθηκε ως μονωτικό υλικό ο αφρός πολυουρεθάνης, με κλειστές κυψελίδες. Προτιμάται η αφρώδης σύστασή του από αυτή των πλακών, καθώς η εγκατάστασή της κρίνεται ευκολότερη.

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ , του συγκεκριμένου υλικού, κυμαίνεται από 0,023 έως 0,03 W/(m*K). Ορίσθηκε ως λ , η μέση των δύο τιμή, ίση με 0,028. Το πάχος της τοποθετούμενης στρώσης κυμαίνεται από τα 3 έως τα 7 εκατοστά. Επιλέχθηκε πάχος στρώσης ίσο με 3 εκατοστά. Η επιπλέον αντίσταση στη ροή θερμότητας που παρέχεται από τη χρήση του αφρού πολυουρεθάνης είναι ίση με $R_{poly} = 1.07 \text{ W/m}^2\text{K}$. Τελικά προκύπτει, με τη χρήση της εξίσωσης 3.1, $U_{δαπέδων} = 0,67 \text{ W/m}^2\text{K}$, τιμή εντός των οριζόμενων κατά Κ.Εν.Α.Κ.

Προσθήκη θερμοπρόσοψης

Στην κατεύθυνση της μείωσης των ενεργειακών καταναλώσεων και κατ' επέκταση των ενεργειακών δαπανών, γίνεται πρόταση βελτίωσης της θερμομονωτικής προστασίας του κτιρίου, μέσω της προσθήκης θερμοπρόσοψης στο κέλυφός του. Επιλέγεται η εξωτερική μόνωση του κτιρίου καθώς επιτυγχάνεται επαρκέστερη προστασία των τοιχοποιιών από τις μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας, περιορίζεται ή και απαλείφεται το φαινόμενο δημιουργίας θερμογεφυρών και τέλος, δε μειώνεται ο

όγκος των εσωτερικών χώρων, γεγονός που απαντάται κατά την προσθήκη εσωτερικής θερμομόνωσης.

Συνήθως, η μόνωση γίνεται με τη χρήση πλακών συγκεκριμένων υλικών. Τέτοια υλικά είναι η διογκωμένη και η εξηλασμένη πολυστερίνη ο πετροβάμβακας κ.α. Στη συγκεκριμένη υπόθεση εργασίας προτείνεται χρήση πλακών διογκωμένης πολυστερίνης καθώς προσφέρεται σε χαμηλότερο κόστος συγκριτικά με άλλα αντίστοιχα υλικά και η θερμική της αντίσταση δε μεταβάλλεται σημαντικά με το πέρασμα των χρόνων. Μειονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση του συγκεκριμένου υλικού αποτελούν οι μειωμένες αντοχές του σε υγρασίας και σε κρούσεις, τα οποία όμως διορθώνονται με αύξηση της πυκνότητας του υλικού.

Επιλέγεται χρήση πλακών διογκωμένης πολυστερίνης πάχους 3 cm, με πυκνότητα 30kg/m³, συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$, και ειδική θερμοχωρητικότητα ίση με 1500 J/kg* $^{\circ}\text{K}$.

6.1.1 Ενεργειακές, οικονομικές και περιβαλλοντικές μεταβολές

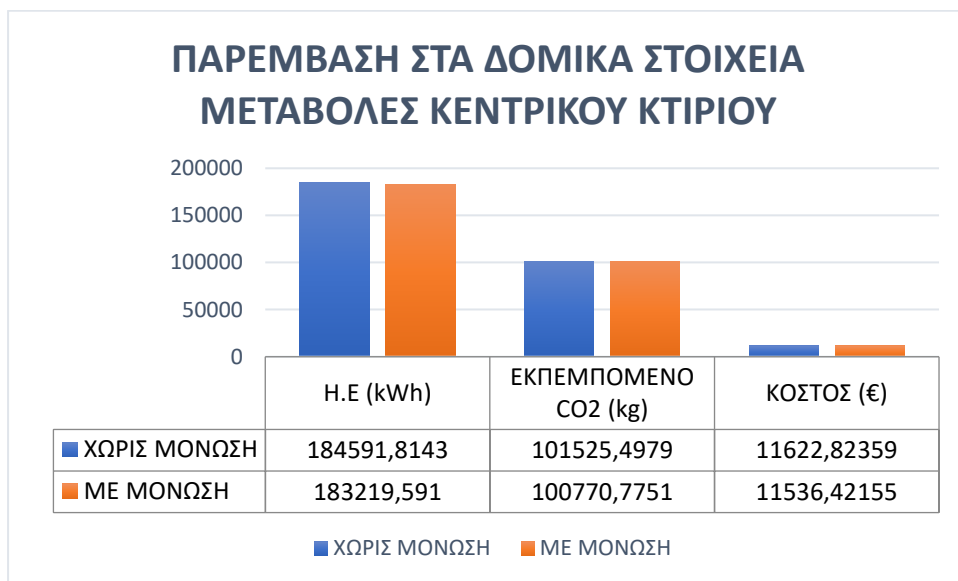
Για τον υπολογισμό των μεταβολών που επέφεραν στις κτιριακές εγκαταστάσεις οι παρεμβάσεις που προτάθηκαν, έγινε χρήση εκ νέου, των προγραμμάτων Open Studio (για την προσθήκη των νέων δομικών στοιχείων), και Energy Plus (για τον υπολογισμό των νέων ενεργειακών καταναλώσεων).

Η μεταβολές που παρατηρήθηκαν παρουσιάζονται για κάθε κτίριο ξεχωριστά.

Κεντρικό Κτίριο

Για το κεντρικό κτίριο επιλέχθηκε μόνο η προσθήκη θερμοπρόσοψης, καθώς τα εν επαφή με το έδαφος δομικά στοιχεία, αποτελούν δάπεδα μη θερμαινόμενων χώρων, επομένως δεν κρίνεται αναγκαία η θερμομονωτική τους βελτίωση.

Μεταβολή παρατηρήθηκε στη συνολική ποσότητα καταναλισκόμενης ενέργειας, ως αποτέλεσμα της βελτίωσης της θερμομονωτικής προστασίας του κτιρίου επομένως και της μείωσης των απαιτήσεων σε ψύξη. Η συνολική μείωση ανήλθε στις 1372 kWh (μείωση της τάξης του 0,7%). Ως αποτέλεσμα η ενεργειακή δαπάνη μειώθηκε κατά 86,4€, ενώ οι εκπεμπόμενοι ρύποι ελαττώθηκαν κατά 755 kg CO₂. Η παρατηρούμενη μεταβολή είναι ελάχιστη γεγονός που βασίζεται, στα ήδη ικανοποιητικά θερμοφυσικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τα δομικά στοιχεία του κτιρίου.

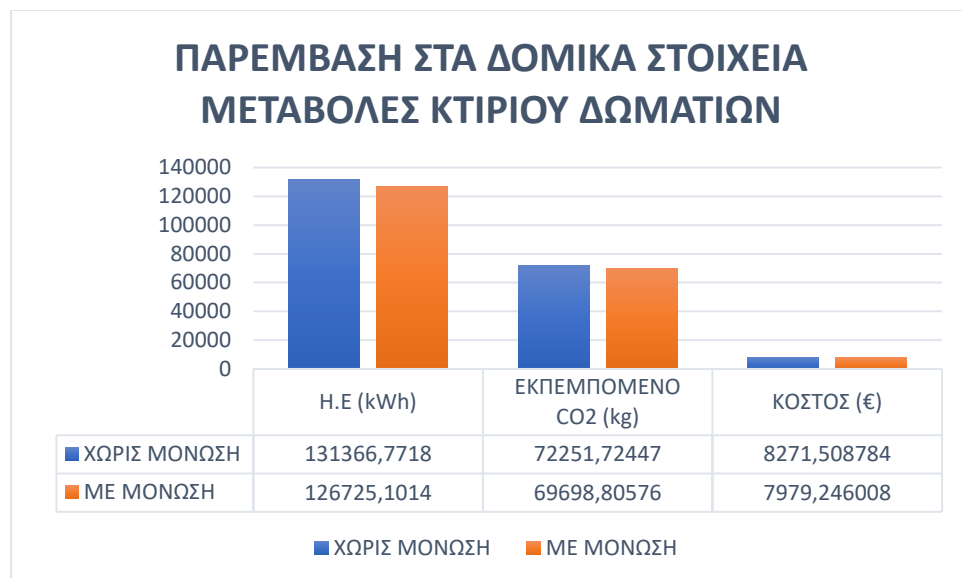


Γράφημα 6-1 Αποτίμηση παρεμβάσεων στο κέλυφος του κεντρικού κτιρίου

Κτίριο Δωματίων

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, έγινε μελέτη ενεργειακών καταναλώσεων με προσθήκη τόσο θερμοπρόσοψης όσο και πολυουρεθάνης στα δάπεδα των ισόγειων δωματίων.

Η μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ανήλθε στις 4642 kWh (μείωση της τάξης του 3,5%) ενώ οι εξοικονομούμενοι πόροι υπολογίστηκαν στα 292,26€. Οι εκπομπές CO₂ ελαττώθηκαν κατά 2593 kg (μείωση 3,5%).



Γράφημα 6-2 Αποτίμηση παρεμβάσεων στο κτίριο δωματίων

6.2 Προσθήκη ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ΖΝΧ

Το μεγαλύτερο μέρος της κατανάλωσης του φυσικού αερίου αφορά την παραγωγή ζεστού νερού. Η χρήση ηλιακών συστημάτων θέρμανσης, θα οδηγήσει σε σημαντική μείωση της καταναλισκόμενης πρωτογενούς ενέργειας. Ο σχεδιασμός τα χαρακτηριστικά και τα οφέλη της εγκατάστασης αποτελούν τα προς εξέταση θέματα στη συγκεκριμένη παράγραφο.

6.2.1 Προσανατολισμός και τύπος ηλιακού συλλέκτη

Με στόχο την βελτιστοποίηση του ποσοστού της απορροφούμενης ακτινοβολίας, γίνεται χρήση επίπεδων επιλεκτικών συλλεκτών. Η διαφορά από τον απλό επίπεδο συλλέκτη, έγκειται στο γεγονός του διαφορετικού χρωματισμού της επιφάνειας απορρόφησης (με στόχο την αύξηση της απολαβής ηλιακής ακτινοβολίας), η οποία βάφεται, με ειδικά χρώματα, μαύρη [28].

Σημαντικό στοιχείο του σχεδιασμού αποτελεί η ορθή διαστασιολόγηση της επιφάνειας του συλλέκτη, αλλά και ο αποθηκευτικός χώρος που αντιστοιχεί στην παραγωγή του. Παλαιότερα, κυρίως τη δεκαετία του 80 και του 90, είχε επικρατήσει ο εμπειρικός κανόνας που υποδείκνυε χρήση 1 m² επιφάνειας συλλέκτη, ανά κλίνη. Με την πάροδο των ετών και κυρίως λόγω της βελτίωσης της απόδοσης των ηλιακών συλλεκτών ο κανόνας αυτός εγκαταλείφθηκε. Επιπλέον, έχει επικρατήσει στις εν Ελλάδι ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις η χρήση αποθηκευτικού χώρου παραγόμενου νερού περί τα 40 με 65 λίτρα ανά τετραγωνική επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη [29]. Βασιζόμενοι στις υποδείξεις της τεχνικής οδηγίας του Τ.Ε.Ε. σχετικά με την κατανάλωση ανά δωμάτιο και ανά έτος, αλλά και ακολουθώντας τον εμπειρικό κανόνα περί αποθήκευσης παραγόμενου ζεστού νερού χρήσης, θα οριστούν οι επιφάνειες ηλιακών συλλεκτών που θα τοποθετηθούν στις οροφές των εξεταζόμενων κτιρίων.

Τέλος, ο προσανατολισμός και η κλίση της επιφάνειας του συλλέκτη, διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο στην τελική απόδοση της εγκατάστασης. Βέλτιστος προσανατολισμός για την Ελληνική επικράτεια

αποτελεί ο Νότιος, με αζιμούθιο (γ) ίσο με 0° . Αναφορικά με την κλίση του συλλέκτη, συνηθέστερη επιλογή είναι ο ορισμός της κλίσης του κατά πλήρη αντιστοιχία με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής όπου αυτός εγκαθίσταται. Σκοπός αυτής της τοποθέτησης είναι η επιδίωξη βέλτιστης απόδοσης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Κάτι τέτοιο δε βρίσκει εφαρμογή στην εξεταζόμενη περίπτωση. Εφόσον τα κτίρια λειτουργούν το θέρος, θα επιλεγεί κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος της νήσου Κω, μειωμένη όμως κατά 15° , γεγονός που οδηγεί σε βελτιστοποίηση της απόδοσης του συλλέκτη κατά την εξεταζόμενη περίοδο [28].

Οι συλλέκτες θα εγκατασταθούν στην οροφή της απόληξης του κλιμακοστασίου και με τη χρήση της προσομοίωσης της κίνησης του ηλίου που παρέχεται από το Sketch Up, θα προσεγγιστεί η βέλτιστη τοποθέτησή τους. Μία τυπική και εμπειρική προσέγγιση, ορίζει απόσταση ίση με το διπλάσιο του ύψους του συλλέκτη, μεταξύ κάθε τοποθετούμενης επιφάνειας ή συστοιχίας, σε διάταξη παράλληλη.

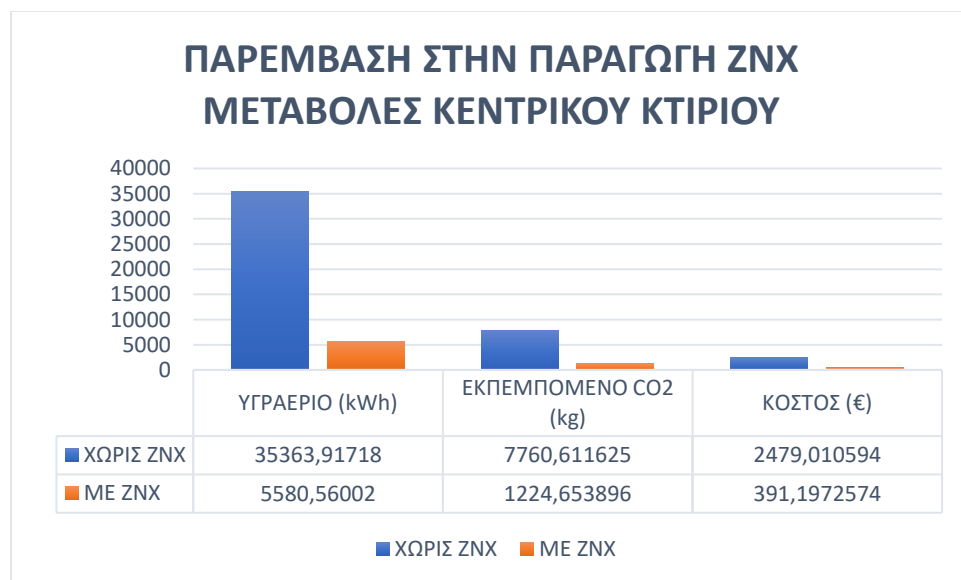
6.2.2 Ορισμός επιφάνειας συλλεκτών και οφέλη

Βασιζόμενοι στις παραδοχές της προηγούμενης παραγράφου επιλέχθηκε τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών επιφάνειας 30 m^2 στο κεντρικό κτίριο και 36 m^2 στο κτίριο των δωματίων.

Κεντρικό Κτίριο

Οι καταναλώσεις ζεστού νερού αφορούν κυρίως το χώρο της κουζίνας και τα 6 δωμάτια που στεγάζονται στο κεντρικό κτίριο. Η συνολική κατανάλωση ζεστού νερού ανέρχεται στα $603,47 \text{ m}^3$ και η δαπάνη από το λέβητα ενέργεια ανέρχεται στις 35364 kWh . Το συνολικό κόστος για τη θέρμανση του νερού ανέρχεται στα 2479€ ενώ οι εκπομπές CO_2 φτάνουν τα $7760,6 \text{ kg}$.

Η προσθήκη των ηλιακών συλλεκτών έγινε με τη χρήση των προγραμμάτων Sketch Up και Open Studio, ενώ με τη χρήση του προγράμματος Energy Plus πραγματοποιήθηκε εκ νέου προσομοίωση για τον υπολογισμό καταναλισκόμενης ενέργειας. Η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας λόγω της χρήσης του λέβητα, ο οποίος πλέον λειτουργεί επικουρικά των ηλιακών συλλεκτών, έφτασε σε ποσοστό ίσο με $84,21\%$ ($29783,36 \text{ kWh}$). Η εξοικονόμηση δαπάνης ανέρχεται στο ποσό των $2087,81\text{€}$ ενώ οι εκπομπές CO_2 ελαττώθηκαν κατά 6536kg .

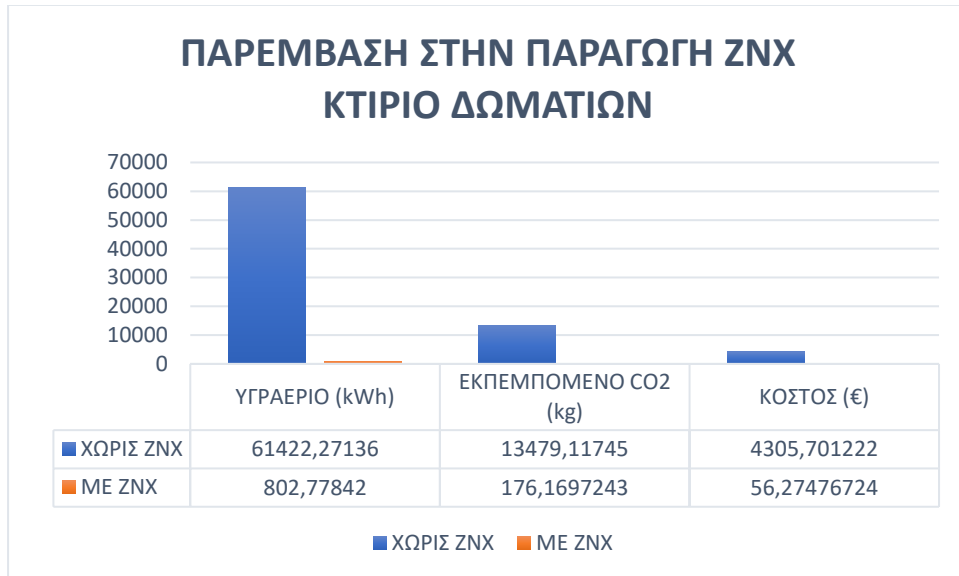


Γράφημα 6-3 Αποτελέσματα προσθήκης ηλιακών συλλεκτών προς παραγωγή ΖΝΧ – κεντρικό κτίριο

Κτίριο Δωματίων

Οι καταναλώσεις ΖΝΧ αφορούν αποκλειστικά τα δωμάτια τα οποία στεγάζονται στο κτίριο. Η συνολική κατανάλωση, βασιζόμενη στις υποδείξεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701_1-2017, ανέρχεται στα 1065,14 m³, ενώ η καταναλισκόμενη από τον λέβητα ενέργεια για την παραγωγή ζεστού νερού υπολογίστηκε από το πρόγραμμα προσομοίωσης ίση με 61422,27 kWh. Οι εκπεμπόμενοι ρύποι υπολογίζονται στα 13479 kg ενώ η δαπάνη στα 4305,7 €.

Έπειτα από την προσθήκη των ηλιακών συλλεκτών, η ενέργεια που καταναλώνει ο λέβητας περιορίστηκε στις μόλις 802,77 kWh (συνολική μείωση της τάξης του 98,7%) ενώ η δαπάνη μειώθηκε κατά 13302,9€ και οι εκπεμπόμενοι ρύποι κατά 4249,43 kg.



Γράφημα 6-4 Αποτελέσματα προσθήκης ηλιακών συλλεκτών προς παραγωγή ΖΝΧ - κτίριο δωματίων

6.3 Προσθήκη φωτοβολταϊκών συστημάτων

Το μεγαλύτερο μερίδιο του ενεργειακού ισοζυγίου του κτιρίου αφορά την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει το συγκρότημα, ποιοτικά χαρακτηριστικά της οποίας παρουσιάστηκαν προηγουμένως. Προτείνεται εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, στις στέγες των κτιρίων, γεγονός που θα οδηγήσει στη μείωση της ενεργειακής δαπάνης.

Λόγω της υπαγωγής των κτιρίων στο αυτόνομο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Νήσου Κω, η οποία δεν αποτελεί μέρος του κεντρικού δικτύου διανομής, συγκεκριμένοι περιορισμοί ανακύπτουν αναφορικά με την επιτρεπόμενη ισχύ της εγκατάστασης. Συγκεκριμένες νομοθεσίες αλλά κυρίως η ανοχή του αυτόνομου δικτύου σε προσθήκες νέων φωτοβολταϊκών σταθμών, οριοθετούν το αυστηρό πλαίσιο στο οποίο πρέπει να βρει εφαρμογή η κατατιθέμενη πρόταση.

Αρχικά θα πρέπει να τονιστεί πως σύμφωνα με το νομοθετικό πλαίσιο, εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων γίνονται δεκτές όταν εφαρμόζονται για τους επόμενους σκοπούς [30]:

1. Αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό (net metering)
2. Αυτοπαραγωγή με πώληση, σε περίπτωση περίσσειας, έως και 20% της παραγόμενης ενέργειας
3. Πώληση όλης της παραγόμενης ενέργειας στο δίκτυο.

Στη συγκεκριμένη υπόθεση εργασίας θα μελετηθεί η πρώτη περίπτωση, που βασίζεται στη λογική του net metering.

6.3.1 Αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό

Το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά την κάλυψη ιδίων αναγκών καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών σταθμών (με τη δυνατότητα ή μη αποθήκευσης ενέργειας), θεσπίστηκε το 2013, ενώ με πρόσφατες ρυθμίσεις (ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/15084/382, ΦΕΚ 759B/5.3.2019), δόθηκε η δυνατότητα η παραγωγή αυτή να γίνει στη βάση ενεργειακού συμψηφισμού. Ο ενεργειακός συμψηφισμός διενεργείται ανά τρία χρόνια και αφορά την παραγόμενη από τον φωτοβολταϊκό σταθμό ενέργεια και την καταναλισκόμενη από την εγκατάσταση.

Οι ενδιαφερόμενες πλευρές συνάπτουν Σύμβαση Εικονικού Ενεργειακού Συμψηφισμού, η διενέργεια του οποίου τίθεται στις ακόλουθες βάσεις:

1. Σε περίπτωση σύνδεσης του αυτοπαραγωγού κι έγχυσης της παραγόμενης ενέργειας στο δίκτυο Μέσης Τάσης, ο συμψηφισμός διενεργείται με την απορροφούμενη καταναλισκόμενη ενέργεια από το δίκτυο Χαμηλής Τάσης, με τη χρήση Συντελεστή Αναγωγής της εγχυθείσας ενέργειας, ο οποίος συνεκτιμά τις τεχνικές απώλειες επί του δικτύου ΧΤ. Ελλείψει νομοθετικής παρέμβασης, και εν αναμονή της, ο Συντελεστής αναγωγής είναι όμοιος τόσο για το Διασυνδεδεμένο δίκτυο όσο και για το Μη Διασυνδεδεμένο Δίκτυο Νήσων.
2. Οι συμψηφιζόμενες παροχές θα πρέπει να είναι επ' ονόματι του ίδιου φυσικού ή νομικού προσώπου και επιπροσθέτως θα πρέπει να εκπροσωπούνται από τον ίδιο προμηθευτή.
3. Ο παραγωγός θα πρέπει να παρέχει πληροφορίες στο διαχειριστή του δικτύου, σχετικά με της παροχές κατανάλωσης, οι οποίες συμμετέχουν στον ενεργειακό συμψηφισμό. Ο παραγωγός δύναται να καταθέσει τροποποιημένες παροχές κατανάλωσης, καθ' όλο το διάστημα κατά το οποίο είναι σε ισχύ η Σύμβαση Εικονικού Ενεργειακού Συμψηφισμού.

Μεγάλο σκόπελο στην προσπάθεια ενεργειακής απεξάρτησης από τα στερεά καύσιμα, αποτελεί για τη χώρα μας, η αδυναμία διασύνδεσης των νησιωτικών περιοχών με το κεντρικό σύστημα παραγωγής και διανομής ενέργειας. Η ιδιομορφία αυτή του συστήματος, επηρεάζει τόσο τον τρόπο όσο και την ταχύτητα με την οποία αναπτύσσονται συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, στα μη διασυνδεδεμένα τμήματα της επικράτειας. Αυτά υπόκεινται σε αυστηρούς περιορισμούς οι οποίοι πηγάζουν από τις ιδιαιτερότητες των τοπικών συστημάτων παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Αναφορικά με τις εγκαταστάσεις ΑΠΕ στις Μη Διασυνδεδεμένες Νήσους (ΜΔΝ), οι περιορισμοί που τίθενται είναι οι ακόλουθοι:

1. Μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων ορίζονται τα 10kWp ή το 50% της συμφωνημένης ισχύος της εγκατάστασης κατανάλωσης (σε kVA). Οι τιμές αυτές ορίζονται στο διπλάσιο, για την περιοχή της Κρήτης.
2. Ειδικά για αυτοπαραγωγούς μέσης τάσης, νομικά πρόσωπα, δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, που επιδιώκουν κοινωφελείς ή άλλου δημοσίου συμφέροντος σκοπούς, γενικής ή τοπικής εμβέλειας, και Ενεργειακές Κοινότητες, η ισχύς κάθε φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί να ανέρχεται έως και στο 100% του αθροίσματος της συμφωνημένης ισχύος του συνόλου των συμψηφιζόμενων καταναλώσεων.
3. Σε κάθε περίπτωση, η ισχύς των σταθμών παραγωγής που εγκαθίστανται σε κάθε ηλεκτρικό σύστημα των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, θα προσμετράται στο εκάστοτε ισχύον περιθώριο ισχύος ανά τεχνολογία σταθμών παραγωγής του συστήματος αυτού, σύμφωνα με τις σχετικές αποφάσεις της ΡΑΕ. Η ισχύς ενός σταθμού παραγωγής που θα εγκατασταθεί στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά δεν μπορεί να υπερβαίνει τα παρακάτω ανώτατα όρια ανά αυτόνομο νησιωτικό σύστημα:

<u>ΑΝΩΤΑΤΑ ΟΡΙΑ ΙΣΧΥΟΣ (kW) ΣΤΑΘΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΟΥ ΕΓΚΑΘΙΣΤΑΝΤΑΙ ΣΕ ΜΔΝ ΑΝΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΝΗΣΙΩΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ</u>			
Αυτόνομο Νησιωτικό Σύστημα	Σταθμοί που εγκαθίστανται από ενεργειακές κοινότητες (kW)	Σταθμοί που εγκαθίστανται από νομικά πρόσωπα δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, που επιδιώκουν κοινωφελείς ή άλλους δημόσιου ενδιαφέροντος σκοπούς γενικής ή τοπικής εμβέλειας	Λοιποί Σταθμοί (kW)
Κρήτη	500	300	100
Ρόδος	500	300	100
<u>Κως (Σύμπλεγμα)</u>	<u>300</u>	<u>300</u>	<u>50</u>
Λέσβος (Σύμπλεγμα)	300	300	50
Θήρα (Σύμπλεγμα)	200	200	50
Χίος (Σύμπλεγμα)	200	200	50
Σάμος (Σύμπλεγμα)	200	200	50
Λοιπά Συστήματα	100	100	20

Στην περιοχή της Κω, παρατηρούμε ότι το ανώτατο επιτρεπτό όριο ισχύος, νέου φωτοβολταϊκού σταθμού είναι τα 50kWp. Η συνολική ισχύς της εγκατάστασης κατανάλωσης, λαμβανόμενη κατά το ήμισυ, είναι κατά πολύ μεγαλύτερη των 50 Kw τόσο για το κεντρικό όσο και για το μελετώμενο κτίριο δωματίων. Επομένως με μία πρώτη ανάγνωση, προτείνεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού, σε κάθε κτίριο, ισχύος 50 kWp έκαστη, με σύνδεση στο δίκτυο Μέσης Τάσης. Για να καταστεί εφικτή η εγκατάσταση ξεχωριστών φωτοβολταϊκών σταθμών, θα πρέπει αυτές να λειτουργούν με ξεχωριστή παροχή. Σε περίπτωση που δεν πληρείται η ανωτέρω προϋπόθεση, η συνολική ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων, περιορίζεται στα 50kW. Ωστόσο, η χορήγηση διαφορετικής παροχής ανά κτίριο, είναι μία τυπική διεκπεραιωτική διαδικασία, επομένως θα μελετηθεί εγκατάσταση ξεχωριστών και αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Θα πρέπει, εντούτοις, να διερευνηθεί η δυνατότητα διασύνδεσης μίας τέτοιας εγκατάστασης στο δίκτυο της νήσου Κω, από τη σκοπιά των διαθέσιμων και εγκεκριμένων περιθωρίων για το εν λόγω σύστημα. Σύμφωνα με στοιχεία τα οποία παρέχονται από το ΔΕΔΗΕ, για το μήνα Δεκέμβριο του 2020, το περιθώριο για την εγκατάσταση ισχύος Φ/Β σταθμών στο δίκτυο της νήσου Κω, είναι 16200 kW.

Πίνακας 6-2 Πίνακας περιθωρίων ισχύος ανά ηλεκτρικό σύστημα [26]

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ :01/01/2021							
A/A	ΝΗΣΙ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΙΣΧΥΟΣ ΑΝΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (KW) (Αριθμός απόφασης ΡΑΕ 616/2016)	ΙΣΧΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝΤΩΝ ΦΒ ΑΝΑ ΗΣ (KW)	ΔΕΣΜΕΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΦΒ ΣΕ ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΔΕΙΟΔΟΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΝΑ ΗΣ (KW)	ΤΡΕΧΟΝ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ ΙΣΧΥΟΣ ΑΝΑ ΗΣ (KW)	ΙΣΧΥΣ ΑΙΤΗΜΑΤΩΝ ΦΒ ΣΕ ΕΚΚΡΕΜΟΤΗΤΑ ΑΝΑ ΗΣ (KW)
16	Γυαλί	ΚΩΣ (ΣΥ-ΜΠΛΕΓΜΑ)	16200	9720,882	19,72	6459,398	161,375
	Κάλυμνος						
	Κως						
	Λειψοί						
	Λέρος						
	Νίσυρος						
	Τέλενδος						
	Τήλος						
	Ψέριμος						

Επομένως γίνεται αποδεκτή η υπόθεση εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων, συνολικής ισχύος, 100kWp.

6.4 Εισαγωγή φωτοβολταϊκών συστοιχιών στα προγράμματα προσομώσεως.

Η διαδικασία εισαγωγής φωτοβολταϊκών συστοιχιών, έχει περιγραφεί σε αντίστοιχο κεφάλαιο. Στην παρούσα παράγραφο θα καθορισθεί το υλικό των πάνελ, καθώς και η συνολική επιθυμητή επιφάνειά τους.

6.4.1 Προσδιορισμός επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών

Το σημαντικότερο πρόβλημα το οποίο προβάλλει κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού, αποτελεί η αδυναμία ορισμού ισχύος ανά επιφάνεια φωτοβολταϊκού στοιχείου. Επομένως θα έπρεπε μέσω δοκιμών να υπολογισθεί μία, όσο το δυνατόν, ακριβέστερη αναλογία αυτών των δύο μεγεθών.

Έπειτα από δοκιμές στα σχεδιασθέντα κτίρια, προέκυψε μέση ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ίση με 414 kWh/m². Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν βασιζόμενες στα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής εγκατάστασης των κτιρίων, καθώς και στον προσανατολισμό αυτών.

Ο συσχετισμός της παραγόμενης με την τελικώς επιλεγόμενη ισχύ εγκατάστασης είναι το επόμενο στοιχείο το οποίο έπρεπε να ορισθεί. Είναι αποδεδειγμένο εμπειρικά, ότι 1kW εγκατεστημένης ισχύος, αποδίδει περίπου 1500-1700 kWh ηλεκτρικής ενέργειας (στον Ελληνικό χώρο) [30]. Στην προκειμένη περίπτωση για τον προσδιορισμό της παραγόμενης, ανά εγκαταστημένη ισχύ, ηλεκτρικής ενέργειας, χρησιμοποιήθηκε το πληροφοριακό σύστημα για τα φωτοβολταϊκά της Ευρωπαϊκής Ένωσης (*Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) | EU Science Hub*). Σύμφωνα με τα στοιχεία του

συστήματος για την περιοχή της Κω, αντιστοιχεί παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ίση με 1690 κιλοβατώρες ανά κιλοβάτ εγκατάστασης. Για την εργασία επιλέχθηκε μία πιο συντηρητική προσέγγιση και ορίστηκε τιμή ίση με 1600kWh/kWp.

Επομένως, ο συνδυασμός των παραπάνω στοιχείων, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι για 50 kWp εγκατεστημένης ισχύος αναμένεται παραγωγή ίση με 80000 kWh. Συνεπώς, η επιφάνεια των ηλιακών πάνελ πρέπει να ανέρχεται στα 184 m².

Λόγω περιορισμένης διαθέσιμης επιφάνειας, στο κτίριο δωματίων εγκαταστάθηκαν φωτοβολταϊκά συνολικής επιφάνειας 108 m² και συνολικής ισχύος 26,3kWp.

6.4.2 Σχεδιασμός και προσανατολισμός ηλιακών συλλεκτών

Επιλέχθηκε η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συλλεκτών να πραγματοποιηθεί στο κεντρικό κτίριο συνολική επιφάνειας 184 m². Όπως και με τους συλλέκτες που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή ζεστού νερού, έτσι και στην προκειμένη περίπτωση πρέπει να οριστούν τόσο τα τεχνικά όσο και τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης.

Οι ηλιακοί συλλέκτες ως γνωστόν, αποτελούνται από ηλιακά κελία. Υπάρχουν διάφοροι τύποι κελίων που χρησιμοποιούνται στο εμπόριο. Οι διαφορές τους εντοπίζονται τόσο στην τιμή τους όσο και στην απόδοση μετατρεπόμενης ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια, χαρακτηριστικά τα οποία εν πολλοίς, καθορίζουν και τις εφαρμογές στις οποίες απαντάται κάθε τύπος. Στην Ελληνική επικράτεια, έχει καθιερωθεί η χρήση κελίων αποτελούμενων από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο, καθώς παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη απόδοση, η οποία κυμαίνεται από 16 έως περίπου 20%. Στην εργασία θα χρησιμοποιηθούν αυτού του τύπου ηλιακά πάνελ, με βαθμό απόδοσης ορισμένο στο μέγιστο δυνατό, δηλαδή 20%.

Σειρά λαμβάνει ο ορισμός του προσανατολισμού και της κλίσης των συλλεκτών. Αναφορικά με το πρώτο σκέλος, διεύθυνση των συλλεκτών ορίζεται η Νότια, με αζιμούθιο $\gamma = 0^\circ$. Η κλίση, όπως ήδη έχουμε αναφέρει, σχετίζεται με την περίοδο κατά την οποία βρίσκονται σε λειτουργία τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Οι πιθανές επιλογές επομένως είναι δύο. Η πρώτη, να ορισθεί κλίση τέτοια ώστε να βελτιστοποιείται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά τους μήνες του θέρους. Η συγκεκριμένη επιλογή θα μπορούσε να αποτελεί λύση, υπό προϋποθέσεις οι οποίες δεν απαντώνται στη μελετώμενη περίπτωση. Από τη στιγμή που το ισοζύγιο παραγόμενης και καταναλισκόμενης ενέργειας παραμένει αρνητικό, χωρίς τη ρεαλιστική δυνατότητα αλλαγής των συσχετισμών, λόγω περιορισμών στη μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύ εγκατάστασης, η επιλογή αυτή απορρίπτεται. Η δεύτερη επιλογή, προτείνει εγκατάσταση των συλλεκτών με κλίση που εξασφαλίζει μέγιστη απόδοση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Εφόσον η εγκατάσταση θα λειτουργήσει με τη λογική του ενεργειακού συμψηφισμού, φυσικό κι επόμενο είναι να επιδιώκεται λειτουργία τους, και άρα παραγωγή ενέργειας, και τους 12 μήνες του έτους. Επομένως, ορίζεται κλίση 37^ο ίση με το γεωγραφικό πλάτος της νήσου Κω.

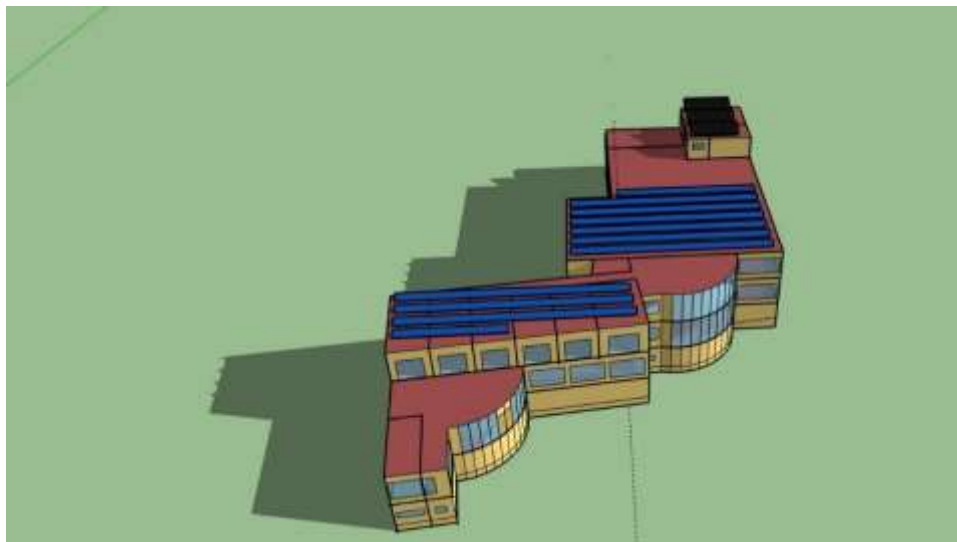
Για τον περιορισμό του φαινομένου μείωσης της απόδοσης, λόγω σκιασμού, επιλέχθηκε και ορίστηκε απόσταση 2 μέτρων ανά ηλιακό πάνελ (ύψος ηλιακού συλλέκτη ίσο με 0,8 m).

6.4.3 Προσθήκη Φ/Β και αποτελέσματα προσομοίωσης

Η συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια παραμένει σταθερή. Το δαπανώμενο κόστος κτήσης της ενέργειας είναι αυτό που αλλάζει, μέσω του διενεργούμενου συμψηφισμού. Τα φωτοβολταϊκά λειτουργούν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους με στόχο τη μέγιστη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Πρέπει να τονιστεί το εξής. Εφόσον η συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια παραμένει σταθερή αλλά και συνεχίζει να προέρχεται στο σύνολό της από το αυτόνομο σύστημα της νήσου Κω, οι πραγματικά εκπεμπόμενοι ρύποι, δεν αναμένεται να μειωθούν. Ωστόσο και στην περίπτωση των εκπομπών CO₂, θα επικρατήσει μία λογική τύπου “net metering”. Από τους συνολικά εκπεμπόμενους ρύπους, θα αφαιρεθούν οι αντιστοιχοί που αφορούν την παραγόμενη «καθαρή» ηλεκτρική ενέργεια από φωτοβολταϊκά.

Κεντρικό κτίριο

Ο χώρος της οροφής του κεντρικού κτιρίου προσφέρεται για πλήρη εκμετάλλευση της επιφάνειάς του, για προσθήκη φωτοβολταϊκών. Τοποθετούνται 184 m² ηλιακών πάνελ, συνολικής ισχύος εγκατάστασης ίσης με 50 kWp. Η χωροθέτησή τους απεικονίζεται χωροθέτησή τους, παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 6.1 Φ/Β Σύστημα στη στέγη του κεντρικού κτιρίου

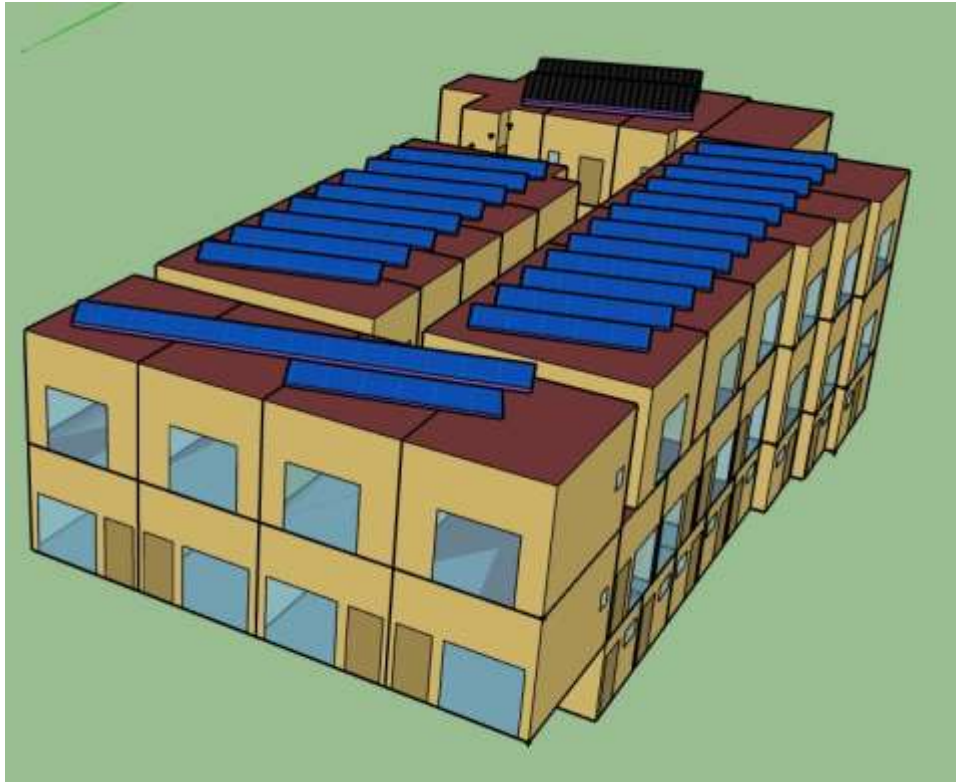
Η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ανέρχεται στις 77105 kWh από τις οποίες, λόγω διαφόρων απωλειών αποδίδονται στο σύστημα 73250 kWh (39,68% της συνολικής κατανάλωσης). Η συνολική εξοικονόμηση δαπάνης ανέρχεται στα 4612 € ενώ η μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων ανέρχεται στα 40287 kg.



Γράφημα 6-5 Αποτελέσματα και μεταβολές έπειτα από την παρέμβαση με προσθήκη φ/β στο κεντρικό κτίριο

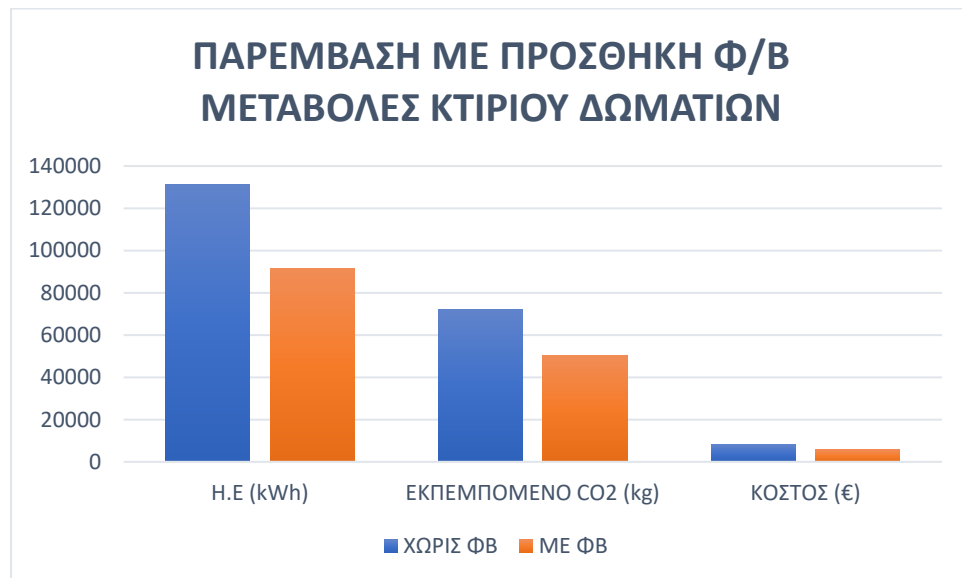
Κτίριο Δωματίων

Λόγω χωροταξικών περιορισμών η συνολική επιφάνεια των συλλεκτών ανήλθε στα 108 m³ ενώ η συνολική ισχύς της εγκατάστασης είναι 26,3 kWp. Η επόμενη εικόνα παρουσιάζει τη διάταξη των φωτοβολταϊκών συστοιχιών του κτιρίου των δωματίων.



Εικόνα 6.2 Φ/Β Σύστημα στη στέγη του κτιρίου δωματίων

Η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά ανέρχεται στις 42065 kWh, από τις οποίες εγχέονται στο δίκτυο οι 39962 kWh (30,9% επί του συνόλου της καταναλισκόμενης ενέργειας). Η μείωση της δαπάνης ανέρχεται στα 2517€ ενώ οι εκπομπές CO₂ μειώνονται κατά 21979 kg.



Γράφημα 6-6 Αποτελέσματα και μεταβολές έπειτα από την παρέμβαση με προσθήκη φ/β στο κτίριο δωματίων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

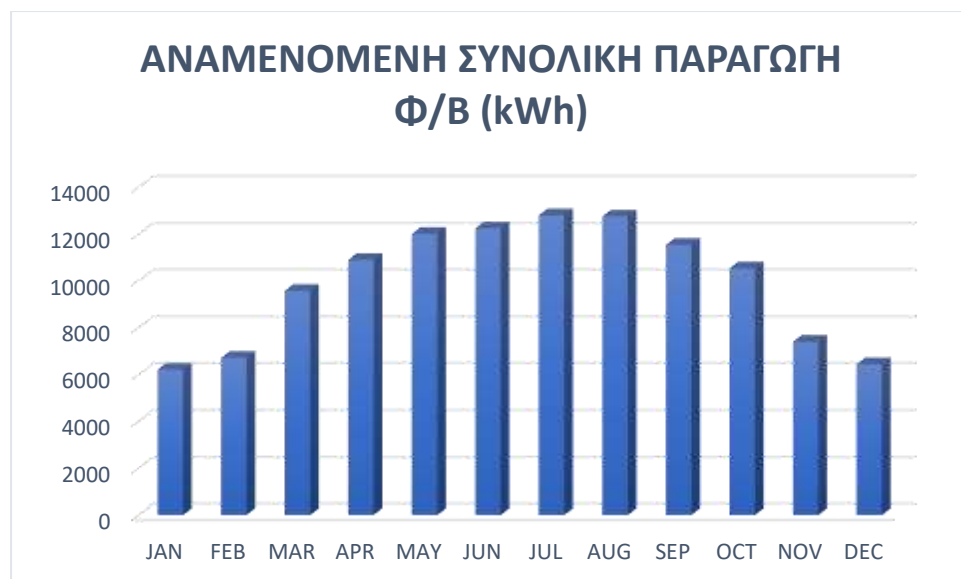
7 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει συνολική αποτίμηση των οφελών που προέκυψαν, οικονομικών και περιβαλλοντικών, από τις προτεινόμενες παρεμβάσεις. Η βελτίωση της «ενεργειακής» εικόνας των κτιρίων, οφείλεται ως επί το πλείστον, στην προσθήκη και λειτουργία των ηλιοθερμικών συστημάτων (παραγωγής ζεστού νερού και ηλεκτρικής ενέργειας). Η μεν πρώτη παρέμβαση, σχεδόν εξαλείφει τη χρήση του υγραερίου, ως πηγή θέρμανσης νερού. Απότοκο της παραπάνω μεταβολής, είναι αφενός η μείωση των λειτουργικών δαπανών των εγκαταστάσεων, αφετέρου δε, οι αισθητά μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, λόγω τη συγκεκριμένης δραστηριότητας. Το ίδιο θετικό πρόσημο, προκύπτει και από τη χρήση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Στην παρέμβαση αυτή θα σταθούμε λίγο παραπάνω, ώστε να αναδειχθούν οι ιδιαιτερότητές της. Όπως έχει γίνει αντιληπτό, οι κτιριακές υποδομές, εξακολουθούν και τροφοδοτούνται ενεργειακά, εξ ολοκλήρου από το Σύστημα Παραγωγής Ενέργειας της νήσου Κω. Στην προτεινόμενη εγκατάσταση, δεν επιλέχθηκε η χρήση συσσωρευτών προς αποθήκευση ενέργειας, επιλογή που θα αύξανε το κόστος της και θα την καταστούσε οικονομικά μη βιώσιμη επένδυση (γεγονός που θα γίνει αντιληπτό κατά την οικονομοτεχνική μελέτη της εγκατάστασης). Η λογική του συμψηφισμού, πέραν από τη χρήση του στον υπολογισμό της μείωσης της δαπάνης, θα χρησιμοποιηθεί και στον υπολογισμό της μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων αλλά και της καταναλισκόμενης ενέργειας. Θεωρητικά, η εγκατάσταση, λόγω έλλειψης συσσωρευτών χρησιμοποιεί το δίκτυο της ΔΕΗ, ως έμμεσο αποθηκευτικό χώρο.

Η παρουσίαση θα γίνει αρχικά εκθέτοντας τις αναμενόμενες μεταβολές, οι οποίες προκύπτουν ως αποτέλεσμα κάθε κάθε επί μέρους επέμβασης, στο σύνολο των δύο κτιρίων. Τέλος θα γίνει αποτίμηση των οφελών που προκύπτουν από το σύνολο των παρεμβάσεων στις κτιριακές υποδομές.

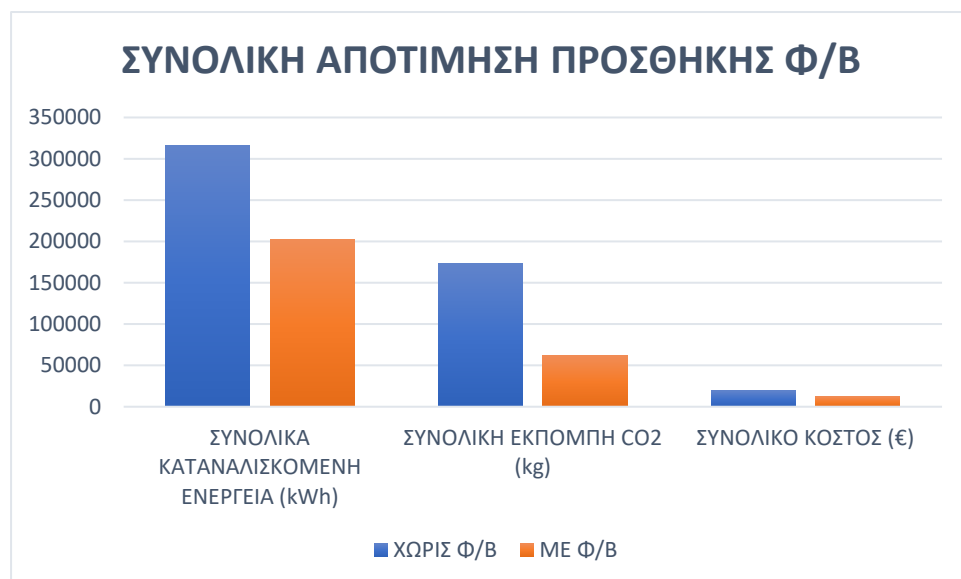
7.1 Παραγωγή και ποσοστό συμμετοχής ενέργειας από φωτοβολταϊκές συστοιχίες

Οι ηλιακοί συλλέκτες που τοποθετήθηκαν επί των οροφών των εξεταζόμενων κτιρίων, ήταν συνολικής επιφάνειας 306 m². Τεχνικοί (στην περίπτωση του κεντρικού κτιρίου) και χωροταξικοί (στην περίπτωση του κτιρίου των δωματίων) περιορισμοί, δεν επέτρεπαν τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ, μεγαλύτερης επιφάνειας, επομένως και ισχύος. Επιλέχθηκε ο βέλτιστος προς νότο προσανατολισμός (αζιμούθιο $\gamma = 0^\circ$) και κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος της νήσου Κω ($\phi = 36,96^\circ$, $\beta = 37^\circ$), με σκοπό τη βέλτιστη απολαβή ηλιακής ακτινοβολίας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, επιδιώκοντας με αυτόν τον τρόπο τη μέγιστη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία ανέρχεται κατά το πρώτο έτος λειτουργίας στις 77105kWh για το κεντρικό κτίριο (εγκατάσταση 50 kWp) και 42065kWh για το κτίριο των δωματίων (εγκατάσταση 26,3 kWp). Η σύνδεση της εγκατάστασης με το δίκτυο γίνεται στη μέση τάση, και ακολουθεί τη λογική του ενεργειακού συμψηφισμού. Στο ακόλουθο γράφημα παρουσιάζεται η αναμενόμενη, μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας της εγκατάστασης.



Γράφημα 7-1 Αναμενόμενη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β εγκαταστάσεις

Φυσιολογικά, παρατηρείται αυξημένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά τους μήνες τους θέρους και μειωμένη τους χειμερινούς. Η εγχεόμενη στο δίκτυο ενέργεια, ισοδυναμεί με το 37,7% της τελικώς καταναλισκόμενης από τα κτίρια, ηλεκτρικής ενέργειας, γεγονός που οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση πόρων και μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Οι μεταβολές που επιφέρει η προσθήκη των φωτοβολταϊκών συστοιχιών στο σύνολο των κτιρίων παρουσιάζεται στο γράφημα 7-2. Το κόστος λειτουργίας, αφορά αποκλειστικά την προμήθεια ενέργειας από το δίκτυο και δε συνυπολογίζονται οι ρυθμιζόμενες οφειλές.



Γράφημα 7-2 Αποτίμηση προσθήκης Φωτοβολταϊκών

Η πρόταση αυτή, οδηγεί σε συνολική εξοικονόμηση δαπάνης ύψους 7128€. Το ισοζύγιο καταναλισκόμενης και παραγόμενης ενέργειας παρουσιάζει μεταβολή της τάξης των 113220 kWh, ενώ το αντίστοιχο ισοζύγιο εκπεμπόμενων ρύπων παρουσιάζει μείωση κατά 62266 kg CO₂.

7.2 Αποτελέσματα εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών προς παραγωγή ΖΝΧ

Η συγκεκριμένη πρόταση έχει ως αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση της χρήσης του λέβητα παραγωγής ζεστού νερού, επομένως και τη μείωση της κατανάλωσης υγραερίου, της ενεργειακής δαπάνης και του εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα. Στο κεντρικό κτίριο εγκαταστάθηκαν ηλιακοί συλλέκτες 30 τετραγωνικών μέτρων, ενώ στο κτίριο των δωματίων, η συνολική επιφάνεια ανήλθε στα 36 τετραγωνικά μέτρα. Η τοποθέτησή τους έγινε με νότιο προσανατολισμό ενώ η κλίση του επιλέχθηκε, ώστε να επιτυγχάνεται μέγιστη απολαβή ηλιακής ακτινοβολίας κατά τους μήνες λειτουργίας των κτιριακών εγκαταστάσεων. Επομένως η κλίση τους ορίστηκε στις 23 μοίρες ($\beta = \phi - 15^\circ$).

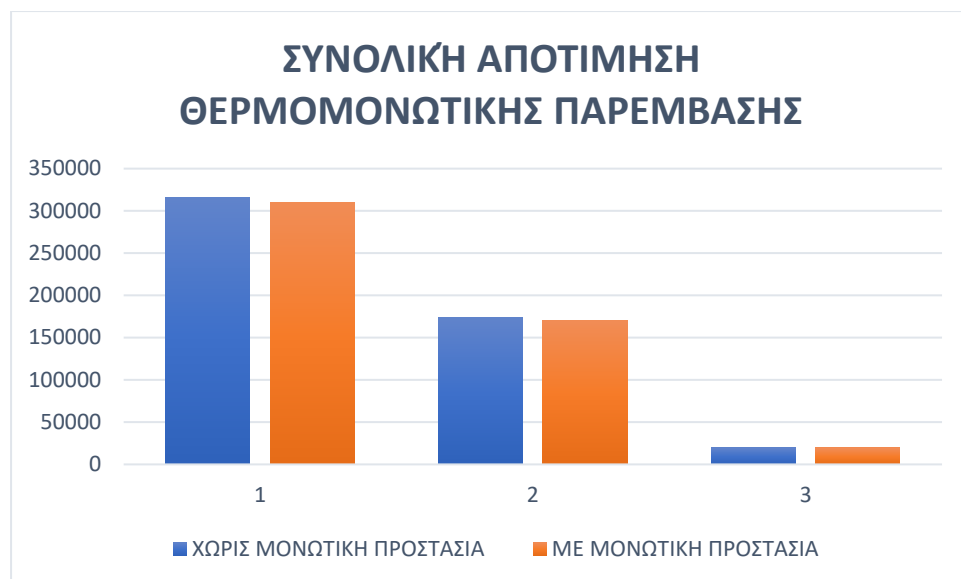
Στο κεντρικό κτίριο παρατηρείται μείωση της χρήσης του υγραερίου (για παραγωγή ΖΝΧ), που ανέρχεται σε ποσοστό 84,22% (29783kWh). Στα κτίρια δωματίων η μείωση ανέρχεται σε ποσοστό της τάξεως του 98,7% (60620 kWh). Συνολικά η εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε ποσοστό 93,45% (90403 kWh), η εξοικονομούμενη δαπάνη υπολογίζεται 6337 € και οι εκπομπές διοξειδίου μειώνονται κατά 16578 kg. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται στο γράφημα 7-3.



Γράφημα 7-3 Αποτίμηση προσθήκης ηλιοθερμικών συστημάτων για παραγωγή ΖΝΧ

7.3 Αποτελέσματα παρεμβάσεων στα δομικά στοιχεία

Η παρέμβαση στα δομικά στοιχεία των κτιρίων αφορά στη βελτίωση της θερμομονωτικής τους επάρκειας. Στο κεντρικό κτίριο έγινε προσθήκη θερμοπρόσοψης από πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης με πάχος 7 cm, ενώ στο κτίριο των δωματίων, πέραν της θερμοπρόσοψης, τοποθετήθηκε στο δάπεδο του ισογείου (σε επαφή με το έδαφος) αφρός πολυουρεθάνης στρώσεως 3cm. Η μείωση στην καταναλισκόμενη ενέργεια του κεντρικού κτιρίου είναι αρκετά μικρή, μόλις 1372 kWh μείωσης (0,75%). Στο κτίριο δωματίων, κυρίως λόγω της παρέμβαση στο δάπεδο του ισογείου παρατηρήθηκε μείωση καταναλισκόμενης ενέργειας της τάξης του 3,5%. Συνολικά στα δύο κτίρια οι παρεμβάσεις θερμομονωτικής προστασίας, επιφέρουν μείωση της καταναλισκόμενης ενέργεια κατά 6014 kWh, μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων κατά 3308 kg, ενώ η εξοικονόμηση της δαπάνης ανέρχεται στα 378€.



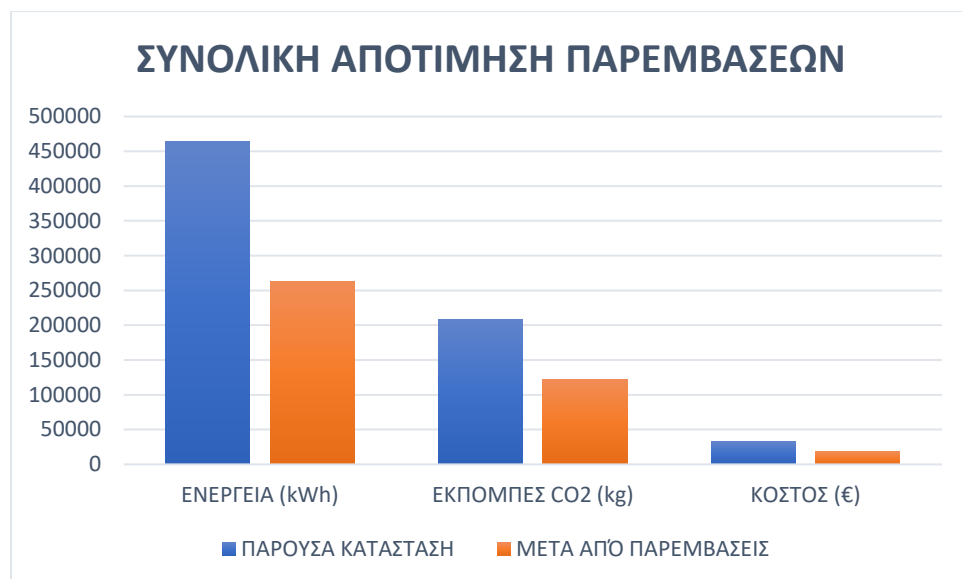
Γράφημα 7-4 Αποτίμηση παρεμβάσεων στο κέλυφος του κτιρίου

7.4 Συνολική βελτίωση ενεργειακής εικόνας κτιρίων

Έχοντας παρουσιάσει τις βελτιώσεις και τις μεταβολές που επιφέρει κάθε επί μέρους παρέμβαση στο ενεργειακό προφίλ των κτιρίων, σειρά λαμβάνει η συνολική αποτίμηση των προτεινόμενων παρεμβάσεων.

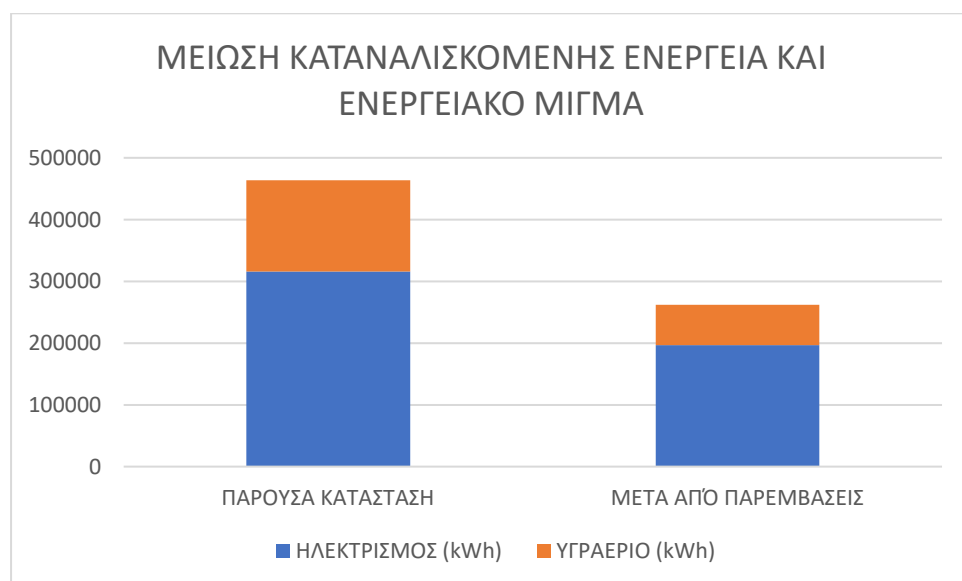
Τα δύο μελετώμενα κτίρια υπολογίστηκε ότι καταναλώνουν για την εξυπηρέτηση των αναγκών τους, 463689 kWh ενέργειας εκ των οποίων το 68,14% αφορά ηλεκτρικές καταναλώσεις και το 32,86% καταναλώσεις υγραερίου. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα υπολογίστηκαν στα 207986 kg, εκ των οποίων το 83,55% αφορά εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και το 16,45% εκπομπές από καύση υγραερίου για κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ και λειτουργία μέρους του εξοπλισμού της κουζίνας. Το συνολικό κόστος λειτουργίας ανέρχεται στα 32293,5€, το οποίο επιμερίζεται κατά 61,6% σε αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και το υπολειπόμενο 39,4% αφορά την προμήθεια υγραερίου (το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας αφορά τις καταναλισκόμενες κιλοβατώρες ενέργειας και δεν περιλαμβάνονται σε αυτό οι ρυθμιζόμενες χρεώσεις του τιμολογίου).

Έπειτα από τις προτεινόμενες παρεμβάσεις, η συνολική κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε κατά 43,45% (262216 kWh), οι εκπομπές μειώθηκαν κατά 41,06% (85412 kg CO₂), ενώ η μείωση των ενεργειακών δαπανών πραγματοποιήθηκε σε ποσοστό 42,87% (13844€). Η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, επιτυγχάνεται αφενός με την προσθήκη ηλιακών συλλεκτών προς παραγωγή ΖΝΧ, επομένως με μείωση της κατανάλωσης υγραερίου, αφετέρου δε, λόγω του διενεργούμενου ενεργειακού συμψηφισμού. Ουσιαστικά η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια παραμένει ίδια, ωστόσο από αυτή αφαιρείται η ποσότητα ενέργειας που παρήχθη από τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Στο ακόλουθο γράφημα οπτικοποιούνται οι αναφερόμενες μεταβολές.



Γράφημα 7-5 Συνολική αποτίμηση προτεινόμενων παρεμβάσεων

Η μεταβολή της καταναλισκόμενης ενέργειας επιμερισμένη ανά πηγή, παρουσιάζεται στο ακόλουθο γράφημα.



Γράφημα 7-6 Μείωση καταναλισκόμενης ενέργειας ανά πηγή

Ενεργειακά, είναι δεδομένο ότι οι παρεμβάσεις συμβάλλουν στη βελτίωση της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου. Ωστόσο, θα πρέπει να διενεργηθεί και οικονομική αξιολόγηση των επενδύσεων, που συνοδεύουν τις παρεμβάσεις αυτές, ώστε να διαπιστωθεί αν αυτές είναι συμφέρουσα, υπό το πρίσμα της οικονομικής θεώρησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Φ/Β ΣΥ-
ΣΤΟΙΧΙΩΝ

8 ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Στην παρούσα παράγραφο θα μελετηθεί, η σκοπιμότητα πραγματοποίησης της επένδυσης, υπό το πρίσμα οικονομοτεχνικών δεικτών. Η οικονομική αξιολόγηση των επενδύσεων βασίζεται σε διάφορους οικονομικούς δείκτες, εκ των οποίων οι πιο συνηθισμένοι, είναι της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) και του εσωτερικού βαθμού απόδοσης (EBA) (Παπαθανασίου 2012).

8.1 Οικονομικοί δείκτες επενδυτικής αξιολόγησης

Η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) μίας επένδυσης, εκφράζει την αξία της σε ένα συγκεκριμένο χρονικό σημείο, ανηγμένο στο έτος πραγματοποίησης της επένδυσης. Στην έκφρασή της και στον υπολογισμό της, ενσωματώνονται οικονομικές παράμετροι όπως οι ταμειακές ροές και το επιτόκιο αναγωγής.

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{t=1}^n \frac{KTP_t}{(1+k)^t} \quad (7.1)$$

Όπου,

K_0 : το κόστος της επένδυσης

KTP_t : οι καθαρές ταμειακές ροές του έτους, εκπεφρασμένες σε τιμές συγκεκριμένης περιόδου, δηλαδή χωρίς πληθωρισμό

k : επιτόκιο αναγωγής (η ελάχιστη απαιτούμενη απόδοση των κεφαλαίων που επενδύονται, χωρίς πληθωρισμό και σε περιβάλλον χωρίς κίνδυνο)

n : η διάρκεια ζωής της επένδυσης (για τα φωτοβολταϊκά ανέρχεται στα 25 έτη)

Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA), εκφράζει την τιμή εκείνη του επιτοκίου αναγωγής, η οποία οδηγεί σε εξίσωση όλων των μελλοντικών ταμειακών ροών, με την αρχική αξία της επένδυσης (Καλιαμπάκος Δαμίγος, 2008) . Επομένως η σχέση (7.1) γίνεται

$$0 = -K_0 + \sum_{t=1}^n \frac{KTP_t}{(1+EBA)^t} \quad (7.2)$$

Το χρονικό διάστημα για το οποίο πραγματοποιείται η αξιολόγηση μίας επένδυσης ΑΠΕ, είναι ίσο με τη διάρκεια της σύμβασης που έχει συναφθεί με τον αντίστοιχο φορέα. Συχνά αυτό δε συμπίπτει και με τον πραγματικό κύκλο ζωής της επένδυσης.

Ένας ακόμα δείκτης, ο οποίος χρησιμοποιείται κυρίως για τη σύγκριση εναλλακτικών σχεδίων, ωστόσο βρίσκει εφαρμογή και εκτός αυτού του πλαισίου, είναι ο δείκτης Σταθμισμένου Κόστους Ενέργειας (LCOE). Χρησιμοποιείται για να υπολογισθεί το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής της επένδυσης. Συνεπώς, δίνει μία πρώτη εκτίμηση της αποζημίωσης που πρέπει να λαμβάνει ο επενδυτής ανά παραγόμενη κιλοβατώρα, ώστε να αποπληρώσει το συνολικό κόστος κεφαλαίου. Ο δείκτης αυτός ενσωματώνει όλα τα επί μέρους κόστη, εκπεφρασμένα σε παρούσα αξία και υπολογίζεται βάσει του ακόλουθου μαθηματικού τύπου

$$LCOE = \frac{K_{0,tot} + \sum_{t=1}^N \frac{I_t + \Delta t}{(1+k_{tot})^t} - \frac{Y_{AN}}{(1+k_{tot})^N}}{\sum_{t=1}^N \frac{E_{gen,t}}{(1+k_{tot})^t}} \quad (7.3)$$

Όπου,

$K_{0,tot}$, εκφράζει το αρχικό συνολικό κόστος της επένδυσης

I_t , εκφράζει τα επενδυόμενα κεφάλαια στο εξεταζόμενο έτος, εάν υπάρχουν τέτοια

Δt , εκφράζει τις λειτουργικές δαπάνες της εγκατάστασης (μισθοδοσίες, συντηρήσεις κ.α.)

E_{gen} , εκφράζει το σύνολο της παραγόμενης ενέργειας στο διάστημα της αξιολόγησης.

8.1.1 Ορισμός δεικτών μελετώμενης επένδυσης

Έχοντας αποδείξει εμπράκτως, τη συμβολή των προτεινόμενων παρεμβάσεων στη μείωση τόσο της συνολικής ενεργειακής δαπάνης, όσο και τη μείωση των εκπεμπόμενων από την εγκατάσταση ρύπων, θα πρέπει να μελετηθεί η χρησιμότητα των παρεμβάσεων και από οικονομικής σκοπιάς και να μελετηθούν οι οικονομικές τις επιπτώσεις, που κυρίως απασχολούν έναν ιδιώτη επενδυτή (Καλιαμπάκος Δαμύγος). Είναι προφανές, ότι οποιοδήποτε επενδυτικό σχέδιο δε συνεπάγεται και οικονομικά οφέλη για τον επενδυτή, αποκλείεται εν τη γενέσει του.

Στην εξεταζόμενη περίπτωση η κερδοφορία θα προκύψει από την εξοικονόμηση της ενεργειακής δαπάνης. Η ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου θα πραγματοποιηθεί βασιζόμενη στο κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης, ενώ θα υπολογισθεί και το Σταθμισμένο Κόστος Ενέργειας.

Τα χαρακτηριστικά της επένδυσης, από τα οποία θα προκύψουν και οι αντίστοιχοι οικονομικοί δείκτες είναι τα εξής :

Κόστος Εγκατάστασης ($K_0 = 76300 \text{ €}$)

Το κόστος κτήσης του εξοπλισμού αλλά και της εγκατάστασής του, έχει μειωθεί δραστικά τα τελευταία χρόνια. Σε αυτό έχει συμβάλει τόσο η τεχνολογική εξέλιξη, μέσω της βελτίωσης της απόδοσης των φωτοβολταϊκών πάνελ, όσο και το άνοιγμα της αγοράς το οποίο οδηγεί σε ένα περισσότερο ανταγωνιστικό περιβάλλον. Είναι ενδεικτικό, ότι το κόστος σε €/Wp, φωτοβολταϊκών πάνελ, ανέρχεται για το 2019 στα 0,33€ (IRENA 2019). Για την ελληνική αγορά, το κόστος εγκατάστασης, με τιμές που συμπεριλαμβάνουν το ΦΠΑ αλλά και τις πιθανές μελέτες, ανέρχεται στα 1000€/kWh (HELAPCO 2020). Είναι προφανές, ότι οι επενδύσεις αυτές ακολουθούν οικονομία κλίμακας, καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η πραγματοποιούμενη εγκατάσταση τόσο μικρότερο το κόστος ανά κιλοβάτ.

Η πραγματοποιούμενη μελέτη, αφορά στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού συνολικής ισχύος 76,3 kWp. Το συνολικό κόστος, το οποίο περιλαμβάνει την αγορά και τοποθέτηση των πάνελ και του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, τη μελέτη και τις αδειοδοτικές διαδικασίες, ανέρχεται στα 76.300€.

Περίοδος Αξιολόγησης (25 Έτη)

Σε ενεργειακές επενδύσεις οι οποίες έχουν ως στόχο την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας, η περίοδος αξιολόγησης, είναι ίση με την περίοδο για την οποία έχει συναφθεί σύμβαση πώλησης με τον αντίστοιχο φορέα.

Στην εξεταζόμενη περίπτωση ο ενεργειακός συμψηφισμός θα διενεργείται για το σύνολο της ζωής της εγκατάστασης το οποίο ανέρχεται σε 25 έτη.

Καθαρές ταμειακές Ροές

Ορίζονται ως το ποσό εξοικονομούμενης ενεργειακής δαπάνης. Η εξοικονόμηση προκύπτει από ενεργειακό συμψηφισμό, επομένως βασικές τιμές υπολογισμού αποτελούν η εγγεόμνη στο δίκτυο ενέργεια (προκύπτει ως ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας) και η αγοραία τιμή της ενέργειας από το δίκτυο. Για τον προσδιορισμό του ύψους της εξοικονόμησης αναφέρονται τα κάτωθι:

1. Ετήσια παραγόμενη, από τα φωτοβολταϊκά ενέργεια. Προσεγγιστικά ορίσαμε αναλογία εγκατάστασης- παραγωγής ίση με 1kWp:1600kWh. Ωστόσο, παρατηρείται μείωση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών στοιχείων, ανά έτος. Το ποσοστό της μείωσης, σε ανάλογες εγκαταστάσεις είναι μικρότερο του 1%. Στην συγκεκριμένη περίπτωση θα οριστεί ίσο με 0,7%.

2. Εγχεόμενη ενέργεια στο δίκτυο. Κατά την παραγωγή και έγχυση της ενέργειας στο δίκτυο παρατηρούνται διαφόρων ειδών απώλειες (απώλειες στον αντιστροφέα, κατά τη μεταφορά κ.α.). Το σύνολο αυτών ορίζεται στο 5%
3. Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας. Η ξενοδοχειακή μονάδα τιμολογείται βάσει του επαγγελματικού τιμολογίου ΒΓ, μέσης τάσης. Η χρέωση χωρίζεται σε δύο ζώνες. Για τις καθημερινές ημέρες λειτουργίας και για ωράριο 07:00 – 23:00 η τιμή ορίζεται στα 0,07045€/kWh, ενώ ορίζεται στα 0,05548€/kWh, για ωράριο λειτουργίας από τις 23:00 έως τις 07:00 τις καθημερινές και καθ' όλη τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου. Λόγω της έλλειψη αναλυτικού λογαριασμού, προσεγγιστικά ορίζεται ως κόστος/κιλοβατώρα, η μέση τιμή των 2, ίση με 0,062965€/kWh. Τονίζεται ότι οι λοιπές ρυθμιζόμενες χρεώσεις παραμένουν σταθερές, καθώς λόγω της φύσης του έργου, οι απαιτήσεις σε ενέργεια από το δίκτυο παραμένουν αμετάβλητες.

Επιτόκιο αναγωγής (1,359%)

Η μεγαλύτερη δυσκολία στην αξιολόγηση επενδυτικών σχεδίων μέσω ΚΠΑ είναι ο υπολογισμός τους επιτοκίου αναγωγής. Είναι από τους πιο σημαντικούς δείκτες της εξίσωσης καθώς επιτρέπει την αναγωγή ενός μελλοντικού ποσού σε σημερινή αξία, ικανή να συγκριθεί με το κόστος της πραγματοποιούμενης επένδυσης (Καλιαμπάκος Δαμίγος 2008). Όταν πρόκειται για επένδυση από ίδιους πόρους, η επιλογή του δείκτη βασίζεται κυρίως στην εμπειρία αλλά και στις επιδιώξεις του επενδυτή. Ορίζεται τιμή ίση με την ελάχιστη απόδοση που κρίνει ο ιδιώτης, για τα κεφάλαιά του, ικανοποιητική (Παπαθανασίου 2012). Τις περισσότερες φορές, οι πραγματοποιούμενες επενδύσεις πραγματοποιούνται με συμμετοχή ιδίων αλλά και δανειακών κεφαλαίων, τα οποία χορηγούνται από κάποιο πιστωτικό ίδρυμα. Για τον προσδιορισμό του επιτοκίου αναγωγής, χρησιμοποιείται ο δείκτης του μέσου σταθμικού κόστος κεφαλαίου (WACC), ο οποίος υπολογίζεται από τον κάτωθι τύπο

$$k_{tot} = P_D * k_D * (1 - \Phi \cdot \Sigma) + P_{eq} * k_{eq} \quad (7.4)$$

Όπου,

- a. $\Phi \cdot \Sigma$, συντελεστής που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του ύψους του καταβλητέου φόρου που προκύπτει από τη φορολόγηση των καθαρών εσόδων της επιχείρησης. Στην εξεταζόμενη περίπτωση, τα έσοδα δεν προκύπτουν ως αυτούσιες χρηματικές ροές, ως εισόδημα, αλλά ως εξοικονόμηση δαπάνης, επομένως ο συντελεστής $1 - \Phi \cdot \Sigma$, παραλείπεται από τον υπολογισμό του WACC.
- b. P_D , το ποσοστό συμμετοχής των δανειακών κεφαλαίων επί του συνολικού ύψους της επένδυσης
- c. k_D , το επιτόκιο δανεισμού
- d. P_{eq} , το ποσοστό συμμετοχής των ιδίων κεφαλαίων επί του συνολικού ύψους της επένδυσης
- e. k_{eq} , το επιτόκιο αναγωγής ορισμένο σύμφωνα με τις επιδιώξεις του επενδυτή

Σε ό,τι αφορά το οριζόμενο επιτόκιο αναγωγής, συνηθίζεται για επενδύσεις σε ΑΠΕ και δη σε συστήματα φωτοβολταϊκών σταθμών, να χρησιμοποιείται τιμή ίση με 7,5% (IRINA 2019). Το επιτόκιο αυτό χρησιμοποιείται για επενδύσεις που αποσκοπούν στην πώληση την ενέργειας και επιδιώκουν περιόδους απόσβεσης αρχικού κεφαλαίου μικρότερες των 10 ετών. Στην εξεταζόμενη περίπτωση, έχει γίνει σαφές ότι η στόχευση είναι διαφορετικής φύσης. Η σύγκριση της επένδυσης θα πραγματοποιηθεί με αντίστοιχου μεγέθους επένδυση στο χρηματοπιστωτικό τομέα. Συνήθης πρακτική, αποτελεί η σύγκριση των οφελών της επένδυσης, με τα αντίστοιχα οφέλη που ανακύπτουν από τα επιτόκια τραπεζικών καταθέσεων. Λόγω της μηδενικής έκθεσης σε κίνδυνο, τα εν λόγω επιτόκια είναι αρκετά χαμηλά. Επιλέγεται τελικώς σύγκριση με αντίστοιχου μεγέθους επένδυση σε Ελληνικά ομόλογα, διάρκειας 20 ετών, τα οποία παρουσιάζουν και τη μεγαλύτερη απόδοση, ίση με 1,51% (περίοδος αναφοράς 29 Μαρτίου 2019) (Τράπεζα της Ελλάδος). Τονίζεται ότι υπάρχει φορολογία 10% επί των κερδών που

προκύπτουν από την ομολογιακή αγορά, επομένως ο πραγματικός δείκτης απόδοσης είναι ίσος με 1,359%. Αυτός είναι και ο δείκτης που θα χρησιμοποιηθεί ως επιτόκιο αναγωγής.

Τα σενάρια τα οποία θα εξεταστούν είναι 3:

1. Επένδυση χρηματοδοτούμενη 100% από ίδια κεφάλαια
2. Επένδυση χρηματοδοτούμενη από ίδια (60%) και δανειακά κεφάλαια (40%) με επιτόκιο ίσο με 6,5% και περίοδο αποπληρωμής τα 10 έτη. Στη συγκεκριμένη περίπτωση θα μελετηθεί η απόσβεση του συνόλου της επένδυσης αλλά του τμήματος που αφορά τα ίδια κεφάλαια της επιχείρησης
3. Επένδυση με επιχορήγηση από το κράτος. Προς το παρόν τέτοιου είδους επιχορηγήσεις δεν είναι υπαρκτές, ωστόσο εντός του έτους αναμένονται πρωτοβουλίες προς αυτή την κατεύθυνση

8.2 Σενάρια Οικονομοτεχνικής μελέτη εγκατάστασης Φ/Β

8.2.1 Χρηματοδότηση από ίδιους πόρους

Για τη μελέτη του τρέχοντος όσο και των υπόλοιπων σεναρίων, τονίζεται ότι οι λειτουργικές δαπάνες που αφορούν κυρίως τη συντήρηση του εξοπλισμού, λαμβάνονται μηδενικές. Στο παρόν σενάριο το κόστος επιβαρύνει εξ ολοκλήρου τον επενδυτή ο οποίος ορίζει το επιθυμητό επιτόκιο αναγωγής ίσο με 1,359% (Απόδοση εικοσαετούς ελληνικού ομολόγου).

Πίνακας 8-1 Τεχνοοικονομική ανάλυση επένδυσης σε συστήματα Φ/Β με χρηματοδότηση από ίδιους πόρους

ΕΤΟΣ	ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ			ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ				
	ΑΠΟΔΟΣΗ Φ/Β (%)	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ Ε-ΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΕΓΧΕΟΜΕΝΗ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΤΙΜΗ Η.Ε (€/kWh)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟ-ΕΞΟΦΛΗΣΗΣ	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ Ε-ΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΚΠΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (€)
1	100,00%	119169	113211	0,062965	1,0136	7128,3023	7032,73	-69267,27
2	99,30%	118335	112418	0,062965	1,0136	7078,4042	6983,50	-62283,77
3	98,60%	117501	111626	0,062965	1,0136	7028,5060	6934,27	-55349,50
4	97,90%	116666	110833	0,062965	1,0136	6978,6079	6885,04	-48464,46
5	97,20%	115832	110041	0,062965	1,0136	6928,7098	6835,81	-41628,65
6	96,50%	114998	109248	0,062965	1,0136	6878,8117	6786,58	-34842,07
7	95,80%	114164	108456	0,062965	1,0136	6828,9136	6737,35	-28104,72
8	95,10%	113330	107663	0,062965	1,0136	6779,0155	6688,12	-21416,59
9	94,40%	112496	106871	0,062965	1,0136	6729,1174	6638,89	-14777,70
10	93,70%	111661	106078	0,062965	1,0136	6679,2192	6589,67	-8188,03
11	93,00%	110827	105286	0,062965	1,0136	6629,3211	6540,44	-1647,60
12	92,30%	109993	104493	0,062965	1,0136	6579,4230	6491,21	4843,61
13	91,60%	109159	103701	0,062965	1,0136	6529,5249	6441,98	11285,59
14	90,90%	108325	102908	0,062965	1,0136	6479,6268	6392,75	17678,34
15	90,20%	107490	102116	0,062965	1,0136	6429,7287	6343,52	24021,86
16	89,50%	106656	101323	0,062965	1,0136	7128,3023	7032,73	-69267,27

ΕΤΟΣ	ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ			ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ				
	ΑΠΟΔΟΣΗ Φ/Β (%)	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ Ε-ΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΕΓΧΕΟΜΕΝΗ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΤΙΜΗ Η.Ε (€/kWh)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟ-ΕΞΟΦΛΗΣΗΣ	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ Ε-ΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΚΠΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (€)
17	88,80%	105822	100531	0,062965	1,0136	6379,8305	6294,29	30316,15
18	88,10%	104988	99738	0,062965	1,0136	6329,9324	6245,06	36561,21
19	87,40%	104154	98946	0,062965	1,0136	6280,0343	6195,83	42757,04
20	86,70%	103320	98154	0,062965	1,0136	6230,1362	6146,60	48903,65
21	86,00%	102485	97361	0,062965	1,0136	6180,2381	6097,37	55001,02
22	85,30%	101651	96569	0,062965	1,0136	6130,3400	6048,15	61049,17
23	84,60%	100817	95776	0,062965	1,0136	6080,4418	5998,92	67048,08
24	83,90%	99983	94984	0,062965	1,0136	6030,5437	5949,69	72997,77
25	83,20%	99149	94191	0,062965	1,0136	5980,6456	5900,46	78898,23

Από την ανάλυση των οικονομικών μεγεθών προκύπτει περίοδος αποπληρωμής ίση με 12 έτη. Η ΚΠΑ της επένδυσης στην εικοσαετία είναι ίση με 54805€, όταν η αντίστοιχη ΚΠΑ της επένδυσης σε ομόλογα ανέρχεται στα 44452€. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης, αρχικά για περίοδο αξιολόγησης ίση με 20 έτη (όσα και η συγκρινόμενη ομολογιακή επένδυση) είναι 6,181%. Εφόσον ο ΕΒΑ προκύπτει μεγαλύτερος από το ορισμένο επιτόκιο αναγωγής, η επένδυση κρίνεται οικονομικά συμφέρουσα. Το σταθμισμένο κόστος παραγωγής ενέργειας (LCOE) ως προς το σύνολο της επένδυσης είναι ίσο με 0,0418€/kWh. Για το σύνολο του κύκλου ζωής της εγκατάστασης, τα 25 έτη, προκύπτει αντίστοιχα εσωτερικός βαθμός απόδοσης 7,68% και σταθμισμένο κόστος ενέργειας ίσο με 0,0352€/kWh.

Σε ενεργειακά έργα σχετιζόμενα με τις ΑΠΕ, επιδιώκεται συνήθως περίοδος αποπληρωμής μικρότερη των δέκα ετών. Όσο μεγαλύτερη είναι η περίοδος αποπληρωμής τόσο πιο εκτεθειμένο σε κίνδυνο είναι το επενδυτικό σχέδιο. Αυτή η θεώρηση, ισχύει κυρίως για έργα που σκοπό έχουν την πώληση της ενέργειας. Ο κίνδυνος έγκειται τόσο στην πιθανότητα αλλαγής της συμφωνηθείσας τιμής πώλησης της παραγόμενης ενέργειας, όσο και στην απόδοση από τεχνικής σκοπιάς της ίδιας της επένδυσης. Στην εξεταζόμενη περίπτωση, ο κίνδυνος στον οποίο εκτίθεται η επένδυση είναι αρκετά μικρός και έχει να κάνει κυρίως με την αγοραία τιμή ηλεκτρικής ενέργειας. Ήδη η τιμή αυτή, για τη μελετώμενη περίπτωση είναι αρκετά μικρή επομένως η πιθανότητα για περεταίρω μείωσή της είναι ελάχιστος.

8.2.2 Χρηματοδότηση με τη συμμετοχή ιδίων και δανειακών κεφαλαίων

Η αξιολόγηση της επένδυσης θα γίνει ως προς τα ίδια κεφάλαια αλλά και ως προς το σύνολό της. Η βασική διαφορά των δύο προσεγγίσεων, έγκειται στο χρησιμοποιούμενο επιτόκιο αναγωγής (Παπαθανασίου 2012). Στην πρώτη περίπτωση, το επιτόκιο ορίζεται σύμφωνα με τις επιδιώξεις του επενδυτή, ενώ στη δεύτερη συνυπολογίζεται και το επιτόκιο δανεισμού της συναφθείσας σύμβασης με το πιστωτικό ίδρυμα. Για τους σκοπούς της εργασίας θα χρησιμοποιηθεί σταθερό επιτόκιο, ύψους 6,5%, διάρκειας 10 ετών και ποσοστό συμμετοχής επί του συνολικού κεφαλαίου ίσο με 40%.

Γίνεται η παραδοχή πληρωμής ισόποσων τοκοχρεωλυσιών (Δανειακής δόσης) ανά έτος. Ο υπολογισμός του ποσού γίνεται με τη χρήση της ακόλουθης σχέσης

$$\Delta\Delta_t = \left(k_d * \frac{k_d}{(1+k_d)^n - 1} \right) * K_d \quad (7.5)$$

Όπου,

$\Delta\Delta_t$ =καταβαλλόμενα τοκοχρεολύσια

k_d = το επιτόκιο δανεισμού το οποίο ορίζει το πιστωτικό ίδρυμα

n = τα συνολικά έτη της δανειακής σύμβασης

K_d = το συνολικό ποσό δανείου

Πρέπει να τονίσουμε το εξής. Η μελέτη αφορά μεμονωμένα την αναμενόμενη οικονομική απόδοση της προτεινόμενης εγκατάστασης. Ο τρόπος λειτουργίας της, με ενεργειακό συμψηφισμό, δεν αποφέρει έσοδα με την έννοια των χρηματικών ροών. Η εξοικονομούμενη δαπάνη, αποτελεί μέρος του συνόλου των εργασιών της εταιρίας που διαχειρίζεται την ξενοδοχειακή εγκατάσταση. Ο υπολογισμός των καταβαλλόμενων φόρων βασίζεται σε γνώση των συνολικών εσόδων και εξόδων της επιχείρησης, στοιχεία τα οποία δεν υπάρχει η δυνατότητα να προμηθευτούμε. Επομένως, αντιμετωπίζοντας και μελετώντας την παρέμβαση μεμονωμένα, τα έσοδα τα οποία προκύπτουν δε μπορούν να θεωρηθούν φορολογητέα. Η γενική σχέση υπολογισμού των Καθαρών Ταμειακών Ροών περιορίζεται στην ισοδυναμία της με την εξοικονομούμενη ενεργειακή δαπάνη. Συνεπώς, τα καταβαλλόμενα τοκοχρεολύσια δεν εμπίπτουν, στις εξεταζόμενες περιπτώσεις, σε κάποιο καθεστώς φορολόγησης, επομένως δεν υπάρχει ανάγκη υπολογισμού των καταβαλλόμενων τόκων. Η συμμετοχή τους αφορά καθαρά τον ισοζύγιο εξοικονόμησης ενέργειας.

8.2.2.1 Αξιολόγηση ως προς τα ίδια κεφάλαια

Εφόσον η αξιολόγηση πραγματοποιείται ως προς την απόδοση των ίδιων κεφαλαίων, το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιείται είναι ίσος με $k = 1,359\%$ και ο συντελεστής προεξόφλησης ίσος με 1,01359. Η συμμετοχή των ίδιων κεφαλαίων γίνεται με ποσοστό 60% και συνολικό ποσό ύψους 45780€. Αντιστοίχως, το ποσοστό συμμετοχής των δανειακών κεφαλαίων ανέρχεται στο 40% και το ύψος του ποσού στα 30520€. Σύμφωνα με τη σχέση 7.5, τα καταβαλλόμενα ανά έτος τοκοχρεολύσια ανέρχονται στο ποσό των 4345,46 €.

Προκύπτει έντοκη περίοδος αποπληρωμής ίση με 14 χρόνια, ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης ισούται με 5,9195%. Η Καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης στην εικοσαετία είναι ίση με 42650€. Η αντίστοιχη ΚΠΑ που προκύπτει από επένδυση ισοδύναμου με των ιδίων κεφαλαίων ποσού σε ομόλογα του Ελληνικού δημοσίου ανέρχεται στα 26672€. Το Σταθμισμένο Κόστος Παραγωγής Ενέργειας είναι ίσος με 0,0352€/kWh εφόσον το συνολικό ποσό της αρχικής επένδυσης παραμένει ίδιο.

Αναμενόμενα, παρατηρείται αύξηση της έντοκης περιόδου αποπληρωμής, λόγω των τοκοχρεωλυσίων που καλείται ο επενδυτής να πληρώσει. Προτιμάται η επένδυση με ίδιους πόρους, εφόσον υπάρχει η απαιτούμενη ρευστότητα. Η χρονική περίοδος αποπληρωμής είναι αρκετά μεγάλη επομένως δεν κρίνεται ωφέλιμη η πραγματοποίηση της επένδυσης με αυτόν τον τρόπο.

Πίνακας 8-2 Τεχνοοικονομική ανάλυση επένδυσης σε συστήματα Φ/Β με χρηματοδότηση από ίδιους και δανειζόμενους πόρους (αξιολόγηση ως προς τα ίδια κεφάλαια)

ΕΤΟΣ	ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ			ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ							
	ΑΠΟΔΟΣΗ Φ/Β (%)	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ Ε-ΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΕΓΧΕΟΜΕΝΗ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΤΙΜΗ Η.Ε (€/kWh)	ΕΠΙΤΟΚΙΟ ΑΝΑΘΩ-ΓΗΣ (%)	ΣΥΝΤΕ/ΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ	ΔΑΝΕΙΑΚΗ ΔΟΣΗ (€)	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥ-ΜΕΝΟΙ ΠΟΡΟΙ	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕ-ΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΚΠΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (€)
1	100,00%	119169	113210,55	0,062965	0,01359	1,01359	4345,36	7128,30	2782,94	2745,63	-43034,37
2	99,30%	118334,817	112418,0762	0,062965	0,01359	1,01359	4345,36	7078,40	2733,04	2696,40	-40337,97
3	98,60%	117500,634	111625,6023	0,062965	0,01359	1,01359	4345,36	7028,51	2683,14	2647,17	-37690,80
4	97,90%	116666,451	110833,1285	0,062965	0,01359	1,01359	4345,36	6978,61	2633,25	2597,94	-35092,86
5	97,20%	115832,268	110040,6546	0,062965	0,01359	1,01359	4345,36	6928,71	2583,35	2548,71	-32544,15
6	96,50%	114998,085	109248,1808	0,062965	0,01359	1,01359	4345,36	6878,81	2533,45	2499,48	-30044,67
7	95,80%	114163,902	108455,7069	0,062965	0,01359	1,01359	4345,36	6828,91	2483,55	2450,25	-27594,42
8	95,10%	113329,719	107663,2331	0,062965	0,01359	1,01359	4345,36	6779,02	2433,65	2401,02	-25193,39
9	94,40%	112495,536	106870,7592	0,062965	0,01359	1,01359	4345,36	6729,12	2383,76	2351,80	-22841,60
10	93,70%	111661,353	106078,2854	0,062965	0,01359	1,01359	4345,36	6679,22	2333,86	2302,57	-20539,03
11	93,00%	110827,17	105285,8115	0,062965	0,01359	1,01359	-	6629,32	6629,32	6540,44	-13998,59
12	92,30%	109992,987	104493,3377	0,062965	0,01359	1,01359	-	6579,42	6579,42	6491,21	-7507,39
13	91,60%	109158,804	103700,8638	0,062965	0,01359	1,01359	-	6529,52	6529,52	6441,98	-1065,41
14	90,90%	108324,621	102908,39	0,062965	0,01359	1,01359	-	6479,63	6479,63	6392,75	5327,34
15	90,20%	107490,438	102115,9161	0,062965	0,01359	1,01359	-	6429,73	6429,73	6343,52	11670,86
16	89,50%	106656,255	101323,4423	0,062965	0,01359	1,01359	-	6379,83	6379,83	6294,29	17965,15
17	88,80%	105822,072	100530,9684	0,062965	0,01359	1,01359	-	6329,93	6329,93	6245,06	24210,21
18	88,10%	104987,889	99738,49455	0,062965	0,01359	1,01359	-	6280,03	6280,03	6195,83	30406,05
19	87,40%	104153,706	98946,0207	0,062965	0,01359	1,01359	-	6230,14	6230,14	6146,60	36552,65

ΕΤΟΣ	<u>ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</u>			<u>ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ</u>							
	ΑΠΟΔΟΣΗ Φ/Β (%)	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΕΓΧΕΟΜΕΝΗ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΤΙΜΗ Η.Ε (€/kWh)	ΕΠΙΤΟΚΙΟ ΑΝΑΓΩΓΗΣ (%)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ	ΔΑΝΕΙΑΚΗ ΔΟΣΗ (€)	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕΝΟΙ ΠΟΡΟΙ	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΚΠΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (€)
20	86,70%	103319,523	98153,54685	0,062965	0,01359	1,01359	-	6180,24	6180,24	6097,37	42650,03
21	86,00%	102485,34	97361,073	0,062965	0,01359	1,01359	-	6130,34	6130,34	6048,15	48698,17
22	85,30%	101651,157	96568,59915	0,062965	0,01359	1,01359	-	6080,44	6080,44	5998,92	54697,09
23	84,60%	100816,974	95776,1253	0,062965	0,01359	1,01359	-	6030,54	6030,54	5949,69	60646,78
24	83,90%	99982,791	94983,65145	0,062965	0,01359	1,01359	-	5980,65	5980,65	5900,46	66547,23
25	83,20%	99148,608	94191,1776	0,062965	0,01359	1,01359	-	5930,75	5930,75	5851,23	72398,46

8.2.2.2 Αξιολόγηση προς το σύνολο της επένδυσης

Τα χρηματοοικονομικά δεδομένα της επένδυσης παραμένουν ίδια με μόνη αλλαγή την αναπροσαρμογή του επιτόκιου προεξόφλησης. Στο επιτόκιο αναγωγής των ιδιωτικών κεφαλαίων ενσωματώνεται το επιτόκιο δανεισμού σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο

$$k_{tot} = P_d * k_d + P_{eq} * k_{eq} \quad (7.6)$$

όπου,

k_d = επιτόκιο δανεισμού

P_d = ποσοστό συμμετοχής δανειακών κεφαλαίων στο σύνολο της επένδυσης

k_{eq} = επιτόκιο αναγωγής ιδίων κεφαλαίων

P_{eq} = ποσοστό συμμετοχής ιδίων κεφαλαίων στο σύνολο της επένδυσης

Προκύπτει συντελεστής προεξόφλησης ίσος με 1,03518.

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται στα 14 έτη με ΕΒΑ ίσο με 6,23%. ωστόσο η ΚΠΑ της επένδυσης, συγκρινόμενη με την ΚΠΑ της αντίστοιχης επένδυσης σε ομόλογα είναι συγκριτικά μικρότερη. Η περίπτωση αυτή απορρίπτεται.

Πίνακας 8-3 Τεχνοοικονομική ανάλυση επένδυσης σε συστήματα Φ/Β με χρηματοδότηση από ίδιους και δανειζόμενους πόρους (αξιολόγηση ως προς το σύνολο της επένδυσης)

ΕΤΟΣ	ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ			ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ							
	ΑΠΟΔΟΣΗ Φ/Β (%)	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΕΓΧΕΟΜΕΝΗ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΤΙΜΗ Η.Ε (€/kWh)	ΕΠΙΤΟΚΙΟ ΑΝΑΘΙΓΗΣ (%)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ	ΔΑΝΕΙΑΚΗ ΔΟΣΗ (€)	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕΝΟΙ ΠΟΡΟΙ	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΚΠΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (€)
1	1	119169	113210,55	0,062965	0,034154	1,034154	4345,36	7128,30	7128,30	6892,88	-69407,12
2	0,993	118334,817	112418,0762	0,062965	0,034154	1,069474496	4345,36	7078,40	7078,40	6618,58	-62788,54
3	0,986	117500,634	111625,6023	0,062965	0,034154	1,106001328	4345,36	7028,51	7028,51	6354,88	-56433,66
4	0,979	116666,451	110833,1285	0,062965	0,034154	1,143775697	4345,36	6978,61	6978,61	6101,38	-50332,28
5	0,972	115832,268	110040,6546	0,062965	0,034154	1,182840212	4345,36	6928,71	6928,71	5857,69	-44474,59
6	0,965	114998,085	109248,1808	0,062965	0,034154	1,223238937	4345,36	6878,81	6878,81	5623,44	-38851,15
7	0,958	114163,902	108455,7069	0,062965	0,034154	1,265017439	4345,36	6828,91	6828,91	5398,28	-33452,87
8	0,951	113329,719	107663,2331	0,062965	0,034154	1,308222845	4345,36	6779,02	6779,02	5181,85	-28271,02
9	0,944	112495,536	106870,7592	0,062965	0,034154	1,352903888	4345,36	6729,12	6729,12	4973,83	-23297,19
10	0,937	111661,353	106078,2854	0,062965	0,034154	1,399110967	4345,36	6679,22	6679,22	4773,90	-18523,29
11	0,93	110827,17	105285,8115	0,062965	0,034154	1,446896203	-	6629,32	6629,32	4581,75	-13941,53
12	0,923	109992,987	104493,3377	0,062965	0,034154	1,496313496	-	6579,42	6579,42	4397,09	-9544,44
13	0,916	109158,804	103700,8638	0,062965	0,034154	1,547418588	-	6529,52	6529,52	4219,62	-5324,82
14	0,909	108324,621	102908,39	0,062965	0,034154	1,600269122	-	6479,63	6479,63	4049,09	-1275,73
15	0,902	107490,438	102115,9161	0,062965	0,034154	1,654924714	-	6429,73	6429,73	3885,21	2609,47
16	0,895	106656,255	101323,4423	0,062965	0,034154	1,711447012	-	6379,83	6379,83	3727,74	6337,22
17	0,888	105822,072	100530,9684	0,062965	0,034154	1,769899773	-	6329,93	6329,93	3576,44	9913,65
18	0,881	104987,889	99738,49455	0,062965	0,034154	1,83034893	-	6280,03	6280,03	3431,06	13344,71
19	0,874	104153,706	98946,0207	0,062965	0,034154	1,892862668	-	6230,14	6230,14	3291,38	16636,09

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο : ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Φ/Β ΣΥΣΤΟΙΧΙΩΝ

ΕΤΟΣ	<u>ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</u>			<u>ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ</u>							
	ΑΠΟΔΟΣΗ Φ/Β (%)	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΕΓΧΕΟΜΕΝΗ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΤΙΜΗ Η.Ε (€/kWh)	ΕΠΙΤΟΚΙΟ ΑΝΑΓΩΓΗΣ (%)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ	ΔΑΝΕΙΑΚΗ ΔΟΣΗ (€)	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕΝΟΙ ΠΟΡΟΙ	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΚΠΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (€)
20	0,867	103319,523	98153,54685	0,062965	0,034154	1,957511499	-	6180,24	6180,24	3157,19	19793,28
21	0,86	102485,34	97361,073	0,062965	0,034154	2,024368347	-	6130,34	6130,34	3028,27	22821,56
22	0,853	101651,157	96568,59915	0,062965	0,034154	2,093508624	-	6080,44	6080,44	2904,43	25725,98
23	0,846	100816,974	95776,1253	0,062965	0,034154	2,165010317	-	6030,54	6030,54	2785,46	28511,44
24	0,839	99982,791	94983,65145	0,062965	0,034154	2,238954079	-	5980,65	5980,65	2671,18	31182,62
25	0,832	99148,608	94191,1776	0,062965	0,034154	2,315423317	-	5930,75	5930,75	2561,41	33744,03

8.3 Αξιολόγηση επένδυσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ΖΝΧ

Στην προκειμένη περίπτωση τα δεδομένα είναι πιο διαυγή. Η επένδυση προσανατολίζεται στο μηδενισμό της χρήσης υγραερίου και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, εξ ολοκλήρου, μέσω ηλιακής ενέργειας. Επιλέχθηκε αγορά υπερσυγκεντρωτικών ηλιακών συλλεκτών, συνολικής επιφάνειας απορρόφησης ίσης με 66 τετραγωνικά μέτρα. Τυπική τιμή αγοράς ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας συλλεκτη ορίζονται τα 187€. Το συνολικό κόστος κτήσης των συλλεκτών ανέρχεται στα 12342€. Στην τιμή αυτή συνοπολογίζεται το κόστος εργασιών και ορίζεται τιμή ίση με το κόστος κτήσης του εξοπλισμού. Η συνολική δαπάνη ανέρχεται στα 24684€.

Η επένδυση θα μελετηθεί μόνο για την περίπτωση πραγματοποίησής της από ίδιους πόρους. Το επιτόκιο προεξόφλησης, ορίζεται όπως και στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών στο 1,51%.

Προκύπτει περίοδος αποπληρωμής στα 5 έτη και καθαρή παρούσα αξία στις εικοσαετία ίση με 75649€. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης ανέρχεται στο 24,47%.

Πίνακας 8-4 Τεχνοοικονομική ανάλυση επένδυσης σε συστήματα παραγωγής ΖΝΧ με χρηματοδότηση από ίδιους πόρους

Τιμή ΥΓΡΑΡΙΟΥ (€/kWh)	ΕΤΟΣ	ΕΠΕΝΔΥΣΗ (€)	ΕΠΙΤΟΚΙΟ ΑΝΑΩ- ΓΗΣ	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΑ- ΠΑΝΗΣ (€)	ΚΠΑ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ (€)	ΚΠΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (€)
0,0701	1	-24684	1,0151	6337,18	6242,91	-18441,09
0,0701	2	0	1,0304	6280,15	6094,70	-12346,39
0,0701	3	0	1,0460	6223,62	5950,00	-6396,39
0,0701	4	0	1,0618	6167,61	5808,74	-587,66
0,0701	5	0	1,0778	6112,10	5670,83	5083,17
0,0701	6	0	1,0941	6057,09	5536,19	10619,37
0,0701	7	0	1,1106	6002,58	5404,76	16024,12
0,0701	8	0	1,1274	5948,56	5276,44	21300,57
0,0701	9	0	1,1444	5895,02	5151,17	26451,73
0,0701	10	0	1,1617	5841,96	5028,87	31480,61
0,0701	11	0	1,1792	5789,39	4909,48	36390,09
0,0701	12	0	1,1970	5737,28	4792,92	41183,01
0,0701	13	0	1,2151	5685,65	4679,13	45862,14
0,0701	14	0	1,2335	5634,48	4568,04	50430,18
0,0701	15	0	1,2521	5583,77	4459,59	54889,77
0,0701	16	0	1,2710	5533,51	4353,71	59243,48
0,0701	17	0	1,2902	5483,71	4250,35	63493,83
0,0701	18	0	1,3097	5434,36	4149,44	67643,27
0,0701	19	0	1,3294	5385,45	4050,92	71694,19
0,0701	20	0	1,3495	5336,98	3954,75	75648,94

8.4 Συμπεράσματα τεχνοοικονομικής ανάλυσης επενδύσεων

Οι ενεργειακές επενδύσεις, όταν αυτές αφορούν την παραγωγή ενέργειας με σκοπό την πώληση, εκτίθενται σε περιβάλλον το οποίο από οικονομικής σκοπιάς διακρίνεται από έντονο ρίσκο. Αλλαγές

στην τιμή πώλησης την ενέργειας, μείωση της απόδοσης της εγκατάστασης ή ακόμα και αλλαγή της ενεργειακή πολιτικής που εφαρμόζει η εκάστοτε κυβέρνηση, είναι μόνο μερικοί από τους κινδύνους στους οποίους εκτίθεται μία τέτοια επένδυση. Συνήθως, επιδιώκονται περίοδοι αποπληρωμής, μικρότερες των δέκα ετών (Tseleris, 2012). Στις εξεταζόμενες περιπτώσεις κύριος σκοπός των επενδύσεων αποτελεί η μείωση του ενεργειακού κόστους.

Σε ό,τι αφορά την επένδυση σε φωτοβολταϊκά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας η περίοδος αποπληρωμής κυμαίνεται από τα 12 έως τα 15 χρόνια, αναλόγως της μορφής της επένδυσης. Για την αξιολόγηση της επένδυσης επιλέχθηκε επιτόκιο αναγωγής ίσο με το επιτόκιο κρατικών ομολόγων εικοσαετίας. Ουσιαστικά γίνεται σύγκριση μεταξύ των δύο μορφών επένδυσης. Παρότι η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης φαντάζει μακρά, εντούτοις χρησιμοποιώντας δείκτες όπως ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης, η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα, ιδιαίτερω αν αναλογιστούμε και το θετικό περιβαλλοντικό της πρόσημο. Το μεγαλύτερο ρίσκο που αντιμετωπίζει αυτή η επένδυση, είναι η πιθανή αλλαγή τιμολογιακής πολιτικής και η μείωση του κόστους κτήσης της ενέργειας.

Σχετικά με την επένδυση σε ηλιοθερμικά συστήματα παραγωγής ζεστού νερού, η περίοδος αποπληρωμής ανέρχεται στα 5 έτη. Τόσο από οικονομικής θεώρησης όσο και από περιβαλλοντικής, η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα και ακραιφνώς κερδοφόρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο κτιριακός τομέας (οικιακός και παροχής υπηρεσιών) προβάλλει ως ένας από τους κατεξοχήν καταναλωτές ενέργειας παγκοσμίως. Η άμεση ή έμμεση χρήση ορυκτών πόρων για την πλήρωση των αναγκών του, οδηγεί στην εκπομπή σημαντικής ποσότητας ρύπων, με τις οποίες συνέπειες αυτοί επιφέρουν στο περιβάλλον. Παγκοσμίως, καταβάλλεται προσπάθεια περιορισμού των αρνητικών αυτών επιπτώσεων, και μέσω νομοθεσιών αλλά και οικονομικών κινήτρων, επιδιώκεται η πραγματοποίηση παρεμβάσεων με απώτερο σκοπό την όσο το δυνατόν φιλικότερη προς το περιβάλλον λειτουργία των κτιρίων αυτών. Αιχμή του δόρατος αποτελεί η ενσωμάτωση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών για παραγωγή της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Στην Ελλάδα, μέσω του κανονισμού θερμοπροστασίας κτιρίων αρχικά, και εν συνεχεία μέσω του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, οι οποίοι βρίσκονταν σε αρμονία με την κοινοτική οδηγία 91/2002/ΕΚ, επιχειρήθηκε η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιριακών εγκαταστάσεων.

Στη χώρα μας, οι ξενοδοχειακές μονάδες, ως υποκατηγορία του συνόλου των κτιριακών εγκαταστάσεων, αποτελούν τον κυριότερο καταναλωτή ενέργειας συγκριτικά με το πλήθος των εγκαταστάσεών τους. Στην παρούσα εργασία επιχειρήθηκε, μέσω συγκεκριμένων προτάσεων, η βελτίωση της ενεργειακής κατανάλωσης εγκαταστάσεων ξενοδοχειακής μονάδας της νήσου Κω. Ιδωμένη τόσο από περιβαλλοντικής θεώρησης όσο και από επιχειρηματικής, παρουσιάστηκαν 3 συγκεκριμένες προτάσεις. Από τη μία προτάθηκε βελτίωση συγκεκριμένων δομικών στοιχείων των κτιρίων, τα οποία δεν πληρούσαν τις οριζόμενες προϋποθέσεις, λόγω παλαιότητας των εγκαταστάσεων. Οι επόμενες δύο προτάσεις οι οποίες λόγω της εντάσεως της επένδυσης αναλύθηκαν και τεχνοοικονομικά, αποτελούσαν την παραγωγή ζεστού νερού, η οποία γίνεται με τη χρήση λέβητα υγραερίου, αλλά και ηλεκτρισμού (με τη λογική του net metering), με τη χρήση ηλιοθερμικών συστημάτων.

Στο σύνολό τους οι παρεμβάσεις οδήγησαν τόσο στη σημαντική μείωση της ενεργειακής δαπάνης (επενδυτική οπτική) όσο και στη μείωση εκπεμπόμενων ρύπων και κυρίως διοξειδίου του άνθρακα (περιβαλλοντική οπτική). Η συνολική ενεργειακή δαπάνη μειώθηκε κατά 42,87%, ήτοι 13844€, ενώ οι εκπομπές CO₂ ελαττώθηκαν κατά 41,06%, περί τα 85412 kg. Το σύνολο της εξοικονομούμενης ενέργειας ανέρχεται στις 262216 kWh.

Η χώρα μας, παρουσιάζει υψηλό δυναμικό εκμετάλλευσης ηλιακής ενέργειας με το οποίο κυμαίνεται από τις 1400kWh/m² έως τις 1800kWh/m². Αποτελεί μία από τις πρωτοπόρες χώρες στον τομέα των ηλιοθερμικών συστημάτων, τα οποία βρίσκουν εφαρμογή κυρίως σε συστήματα θέρμανσης νερού ή χώρων με τη χρήση επίπεδων ηλιακών συλλεκτών [32]. Στην κατεύθυνση της μείωσης των ενεργειακών καταναλώσεων του κτιριακού τομέα, είναι αναγκαία η στροφή στη χρήση ανανεώσιμων πηγών για αυτοπαραγωγή και εν τέλει ιδιοκατανάλωση ενέργειας. Η ηλιακή αποτελεί μία μόνο από τις ήπιες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η οποία δύναται να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη στόχευση αυτή.

Η ενεργειακή πολιτική που ακολουθείται, ιδίως με τις αλλαγές οι οποίες παρατηρούνται και εντείνονται τα τελευταία χρόνια στον τομέα της παραγωγής ενέργειας, τείνουν να μετατρέψουν την Ελλάδα από ενεργειακά αυτόνομη χώρα, σε εισαγωγέα ενέργειας. Η ενεργειακή αυτόνομη είναι για κάθε χώρα στρατηγικής σημασίας, πολλώ μάλλον για τη χώρα μας λόγω της γεωστρατηγικής της θέσης στη Μεσόγειο. Ένα πλάνο εθνικό και απαλλαγμένο από παλινωδίες και άλογες ενέργειες του παρελθόντος, πρέπει να εκπονηθεί με κύρια στόχευση την ομαλή και όχι βεβιασμένη μετάβαση στη μεταλιγνιτική εποχή. Η στροφή στις ανανεώσιμες πηγές, θα πρέπει να αποτελεί μία μόνο από τις συνισταμένες του εγχειρήματος, η οποία θα πραγματοποιηθεί με ευνοϊκούς για τους επενδυτές όρους, όχι όμως αποτελώντας πεδίο παραγωγής υπερκέρδους, σκιωδών και σκαιωδών συναλλαγών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] J. Hanania and J. Donev, "Primary energy - Energy Education," *Energy Education*, 2020. https://energyeducation.ca/encyclopedia/Primary_energy (accessed Apr. 10, 2021).
- [2] International Energy Association, "World energy balances and statistics – Data services - IEA." <https://www.iea.org/subscribe-to-data-services/world-energy-balances-and-statistics> (accessed Apr. 10, 2021).
- [3] D. and S. IEA, "Data & Statistics - IEA," *Electricity Information*, 2021. <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Electricity and heat&indicator=ElecGenByFuel> (accessed Apr. 07, 2021).
- [4] "Home | Εργαστήριο Ατμοκινητήρων & Λεβήτων," *Σημειώσεις μαθήματος "Περιβαλλοντική Τεχνολογία και Διαχείριση."* <http://www.lsbtp.mech.ntua.gr/el> (accessed May 07, 2021).
- [5] D. and S. IEA, "Data & Statistics - IEA," *Electricity Information*, 2021. <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy consumption&indicator=TFCShareBySector> (accessed Apr. 07, 2021).
- [6] Z. Haiwei and X. Wang, "Relationship between corporate citizenship behavior and competitive advantage: An empirical study based on adaptive ability in e-commerce firms," *2009 Int. Conf. Manag. e-Commerce e-Government, ICMecG 2009*, pp. 32–35, 2009, doi: 10.1109/ICMeCG.2009.20.
- [7] NOAA, "Carbon Dioxide | Vital Signs – Climate Change: Vital Signs of the Planet," *Nasa*, 2019. <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/> (accessed Apr. 07, 2021).
- [8] NASA/GISS, "Global Temperature | Vital Signs – Climate Change: Vital Signs of the Planet," *Nasa*. p. 1, 2019, Accessed: Apr. 07, 2021. [Online]. Available: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>.
- [9] R. B. Mitchell *et al.*, "What we know (and could know) about international environmental agreements," *Glob. Environ. Polit.*, vol. 20, no. 1, pp. 103–121, Feb. 2020, doi: 10.1162/glep_a_00544.
- [10] "Montreal protocol on substances that deplete the Ozone layer final act 1987," *J. Environ. Law*, vol. 1, no. 1, pp. 128–136, 1989, doi: 10.1093/jel/1.1.128.
- [11] L. Maizland, "Global Climate Agreements: Successes and Failures | Council on Foreign Relations," 2021. <https://www.cfr.org/backgrounder/paris-global-climate-change-agreements> (accessed Apr. 09, 2021).
- [12] T. Gerden, "The adoption of the kyoto protocol of t he united nations framework convention on climate change," *Prisp. za Novejsjo Zgodovino*, vol. 58, no. 2, 2018, doi: 10.51663/pnz.58.2.07.
- [13] United Nations, "What is the Kyoto Protocol? | UNFCCC," *United Nations Climate Change*. 2019, Accessed: Apr. 09, 2021. [Online]. Available: https://unfccc.int/kyoto_protocol.
- [14] X. Z. Zhong, G. C. Wang, Y. Wang, X. Q. Zhang, and W. C. Ye, "Monomeric indole alkaloids from the aerial parts of *Catharanthus roseus*," *Yaoxue Xuebao*, vol. 45, no. 4, pp. 471–474, 2010.
- [15] IENE, "Ο Ελληνικός Ενεργειακός Τομέας 2019," 2019.
- [16] D. and S. IEA, "Greece - Countries & Regions - IEA," 2021. <https://www.iea.org/countries/greece> (accessed Apr. 08, 2021).
- [17] CRESS, "Energy Efficiency trends and policies in Greece," *Natl. Rep. ODYSSEE-MURE Proj. Plan. Stud. Dep.*, no. January, pp. 1–53, 2018, [Online]. Available: <http://www.odyssee->

- mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-denmark.pdf.
- [18] E. Maleviti, Y. Mulugetta, and W. Wehrmeyer, "Environmental Attitudes and Energy Initiatives within the Greek Hotel Sector," *Smart Innov. Syst. Technol.*, vol. 7, pp. 225–235, 2011, doi: 10.1007/978-3-642-17387-5_23.
- [19] ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, "Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών Και Έλεγχος Της Θερμομονωτικής Επάρκειας Των Κτηρίων," *Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017*, vol. Α' έκδοση, pp. 1–90, 2017, [Online]. Available: <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/totee/ΤΟΤΕΕ-20701-2-Final-%D4%C5%C5....pdf>.
- [20] ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, "ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ," Αθήνα, 2017.
- [21] N. Whitmore, "Getting started in R," in *R for Conservation and Development Projects*, vol. 29, no. 7, 2020, pp. 29–42.
- [22] L. Brackney, A. Parker, D. Macumber, and K. Benne, *Building Energy Modeling with OpenStudio*. 2018.
- [23] Δ.Ε.Η, *Τιμολογιο βγ.* 2019, pp. 2019–2020.
- [24] "Υγραέριο - Ntailianis Gas." <https://ntailianisgas.gr/igraerio/> (accessed Apr. 06, 2021).
- [25] Τομέας Περιβάλλοντος και Χημείας της ΔΕΠΑΝ, 2 0 1 9. 2019.
- [26] Δ.Ε.Η, "2019 | ΔΕΔΔΗΕ." <https://www.deddie.gr/el/themata-tou-diaxeiristi-mi-diasundedemenwn-nisiwn/agora-mdn/stoixeia-ekkathariseon-kai-minaion-deltion-mdn/miniaia-deltia-ape-thermikis-paragogis/minaia-pliroforiaka-deltia-paragogis-2019/> (accessed Apr. 06, 2021).
- [27] S. P. Court, "Search Results: 民事案+交通事故+四川省," vol. 23, no. 2015. pp. 208–212, 2003, Accessed: Apr. 06, 2021. [Online]. Available: https://www.deddie.gr/el/search-results/?search_field=Πληροφοριακο+δελτιο+ΜΔΝ&lang=el#.
- [28] Κ. Α. Αντωνόπουλος, *ΘΕΡΜΙΚΑ - ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ*. Αθήνα, 2011.
- [29] E. Kyriaki, V. Drosou, and A. M. Papadopoulos, "Solar thermal systems for low energy hotel buildings: State of the art, perspectives and challenges," *Energy Procedia*, vol. 78, pp. 1968–1973, 2015, doi: 10.1016/j.egypro.2015.11.385.
- [30] ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ, "Ένας Πρακτικός Οδηγός Για Επενδύσεις Στα Φωτοβολταϊκά," 2020.
- [31] "Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) | EU Science Hub." <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis> (accessed Apr. 06, 2021).
- [32] E. Bellos and C. Tzivanidis, "Solar concentrating systems and applications in Greece – A critical review," *J. Clean. Prod.*, vol. 272, p. 122855, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122855.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ ΤΗΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Πίνακας Παραρτήματος-1 Κατανάλωση ΖΝΧ[20]

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ημερήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.		Ετήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.	
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	ανά δομημένη επιφάνεια [ℓ/μ ² /ημέρα]	ανά υπνοδωμάτιο [μ ³ /υπν./έτος]	ανά δομημένη επιφάνεια [μ ³ /μ ² /έτος]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία	50	--	27,38	----
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	36,5	--
Α' και Β' κατηγορίας	80	--	29,2	--
Γ' κατηγορίας	60	--	21,9	--
θερινής λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	21,23	--
Α' και Β' κατηγορίας	80	--	17	--
Γ' κατηγορίας	60	--	12,74	--
χειμερινής λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	24,27	--
Α' και Β' κατηγορίας	80	--	19,41	--
Γ' κατηγορίας	60	--	14,56	--
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	60	--	21,9	--
θερινής λειτουργίας	60	--	12,74	--
χειμερινής λειτουργίας	60	--	14,56	--
Οικοτροφείο και κοιτώνας	50	--	18,25	--
Εστιατόριο**	8	5,6	--	2,04
Ζαχαροπλαστείο, καφεενείο**	2	1,6	--	0,58
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	3	3	--	0,62
Θέατρο, κινηματογράφος	--	--	--	--
Χώρος συναυλιών	--	--	--	--
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	--	--	--	--
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	--	--	--	--
Τράπεζα	--	--	--	--
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	--	--	--	--
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο**	20	9	--	3,29
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	--	--	--	--

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ημερήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.		Ετήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.	
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	ανά δομημένη επιφάνεια [ℓ/m ² /ημέρα]	ανά υπνοδωμάτιο [m ³ /υπν./έτος]	ανά δομημένη επιφάνεια [m ³ /m ² /έτος]
Λουτρό (κοινόχρηστο)	--	--	--	--
Νηπιαγωγείο	--	--	--	--
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	--	--	--	--
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	--	--	--	--
Φροντιστήριο, ωδείο	--	--	--	--
Νοσοκομείο κάτω των 500 κλινών *	80	--	29,2	--
Νοσοκομείο άνω των 500 κλινών *	120	--	43,9	--
Κλινική*	60	--	22	--
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	5	0,75	--	0,2
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	50	--	18,25	--
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	5	1,25	--	0,3
Αναμορφωτήριο, φυλακή, Κρατητήριο	30	6	--	2,19
Αστυνομική διεύθυνση	--	--	--	--
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	--	--	--	--
Κατάστημα, φαρμακείο,	--	--	--	--
Ινστιτούτο γυμναστικής**	20	15	--	4,68
Κουρείο, κομμωτήριο**	3	2,25	--	0,7
Γραφείο	--	--	--	--
Βιβλιοθήκη	--	--	--	--

Πίνακας Παραρτήματος -2 Στάθμη φωτισμού [20]

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]	Δείκτης θάμβωσης UGR	Ομοιομορφία φωτισμού Uo (min/μέση τιμή)
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	200	0,8	-	-
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	300	0,8	22	0,6
χειμερινής λειτουργίας	300	0,8	22	0,6
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	300	0,8	22	0,6
θερινής λειτουργίας	300	0,8	22	0,6
χειμερινής λειτουργίας	300	0,8	22	0,6
Οικοτροφείο και κοιτώνας	300	0,8	22	0,6
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	250	0,8	-	-
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	100	0,5	28	0,4
Εστιατόριο	200	0,8	-	-
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	250	0,8	-	-
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	0,8	-	-
Θέατρο, κινηματογράφος	100	0,8	25	0,4
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	200	0,8	22	0,4
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	500	0,8	19	0,6
Τράπεζα	500	0,8	19	0,6
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	300	0,8	19	0,6
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	300	0,5	22	0,6
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	100	0	28	0,4
Λουτρό (κοινόχρηστο)	200	0,8	25	0,4
Νηπιαγωγείο	300	0,8	19	0,6
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	300	0,8	19	0,6
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	0,8	19	0,6
Φροντιστήριο, ωδείο	500	0,8	19	0,6
	300	0,8	19	0,6

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]	Δείκτης θάμβωσης UGR	Ομοιομορφία φωτισμού Uo (min/μέση τιμή)
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	100	0,8	19	0,4
Χειρουργείο (τακτικό)	1000	0,8	19	0,6
Εξωτερικών ιατρείων	500	0,8	19	0,6
Αίθουσες αναμονής	200	0,8	22	0,4
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	500	0,8	19	0,6
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	300	0,8	19	0,6
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	300	0,8	22	0,4
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	300	0,8	22	0,4
Αστυνομική διεύθυνση	500	0,8	19	0,6
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	300	0,8	22	0,4
	500	0,8	19	0,6
Ινστιτούτο γυμναστικής	400	0,8	22	0,6
Κουρείο, κομμωτήριο	400	0,8	19	0,6
Γραφείο	500	0,8	19	0,6
Βιβλιοθήκη	500	0,8	19	0,6

Πίνακας Παραρτήματος -3 Αντιστοιχία lux σε W/m² [20]

Ζώνες τεχνητού φωτισμού / Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	Ισχύς για ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτιρίων [W/m ²]
1000	32	28
500	16	14
400	12,8	11,2
300	9,6	8,4
250	8	7
200	6,4	5,6
100	3,2	2,8

Πίνακας Παραρτήματος -4 Ισχύς εξοπλισμού [20]

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m ²]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m ²]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	4	0,5	2	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	3	0,5	1,5	1
θερινής λειτουργίας	3	0,5	1,5	0,58
χειμερινής λειτουργίας	4	0,5	2	0,66
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	3	0,5	1,5	1
θερινής λειτουργίας	3	0,5	1,5	0,58
χειμερινής λειτουργίας	4	0,5	2	0,66
Οικοτροφείο και κοιτώνας	4	0,5	2	1
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	4	0,5	2	0,5
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	2	0,5	1	1
Εστιατόριο	20	0,5	10	0,5
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	20	0,5	10	0,62
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	15	0,5	7,5	0,14
Θέατρο, κινηματογράφος	4	0,3	1,2	0,29
Χώρος συναυλιών	4	0,5	2	0,25
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	4	0,3	1,2	0,25
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	2	0,3	0,6	0,18
Τράπεζα	2	0,3	0,6	0,24
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	4	0,25	1	0,25
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	4	0,25	1	0,58
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	0	0	0	0
Λουτρό (κοινόχρηστο)	0	0	0	0
Νηπιαγωγείο	5	0,15	0,75	0,16
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	5	0,15	0,75	0,18
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	5	0,15	0,75	0,32
Φροντιστήριο, ωδείο	5	0,15	0,75	0,16

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m ²]	Μέσος συντελεστής ε-τερ/σμού	Ετεροχρον. Ι-σχύς εξοπλ. [W/m ²]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	8	0,5	4	0,75
Νοσοκομείο, κλινική	15	0,5	7,5	1
Χειρουργείο (τακτικό)	20	0,5	10	0,24
Εξωτερικών ιατρείων	15	0,5	7,5	0,24
Αίθουσες αναμονής	0	0	0	0,24
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	0,5	7,5	0,36
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	10	0,5	5	1
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	15	0,3	4,5	0,22
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	4	0,2	0,8	1
Αστυνομική διεύθυνση	15	0,2	3	1
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	10	0,25	2,5	0,43
Κατάστημα, φαρμακείο,	10	0,2	2	0,32
Ινστιτούτο γυμναστικής	20	0,3	6	0,43
Κουρείο, κομμωτήριο	20	0,3	6	0,43
Γραφείο	15	0,3	4,5	0,3
Βιβλιοθήκη	2	0,25	0,5	0,18

Πίνακας Παραρτήματος -5 Ορισμός ατόμων/100 m² επιφάνειας δαπέδου και παροχή νωπού αέρα [20]

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	5	15	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
Οικοτροφείο και κοιτώνας*	10	15	1,50
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	8	15	1,20
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικο- τροφείου κ.ά.	25	25	6,25
Εστιατόριο	70	25	17,50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	80	25	20,00
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	45	45,00
Θέατρο, κινηματογράφος	100	25	25,00
Χώρος συναυλιών	100	30	30,00
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	50	20	10,00
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	110	25	27,50
Τράπεζα	20	30	6,00
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	75	30	22,50
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητή- ριο	75	45	33,75
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητι- κοί χώροι	--	--	2,6
Λουτρό (κοινόχρηστο)	--	--	6,00
Νηπιαγωγείο**	50	22	11,00

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης**	50	22	11,00
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας**	50	22	11,00
Φροντιστήριο, ωδείο**	55	22	12,10
Νοσοκομείο, κλινική*	30	35	10,50
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	5,50
Χειρουργείο (τακτικό)	20	150	30,00
Εξωτερικά ιατρεία	10	50	5,00
Αίθουσες αναμονής	55	45	24,75
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	50	7,50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία*	15	25	3,75
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	25	45	11,25
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	22	4,40
Αστυνομική διεύθυνση	10	30	3,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	30	22	6,60
Κατάστημα, φαρμακείο,	14	22	3,08
Ινστιτούτο γυμναστικής,	15	45	6,75
Κουρείο, κομμωτήριο	15	30	4,50
Γραφείο	10	30	3,00

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δα- πέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Βιβλιοθήκη	22	30	6,60

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

The screenshot shows a software interface with the following components:

- Navigation Tabs:** Constructions, Construction Sets, Constructions, Materials (selected).
- Materials List (Left Panel):**
 - ΑΦΡΟΣ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ (selected)
 - ΓΑΡΜΠΛΟΣΚΥΡΟΔΕΜ
 - ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
 - ΚΙΣΣΗΡΟΔΕΜΑ
 - ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ
 - ΠΛΑΚΑ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ
 - ΠΛΑΚΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
 - ΠΛΑΚΕΣ ΑΠΟ ΜΑΡΜΑΡΟ
 - ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ
 - ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ 1
 - 1/2IN Gypsum
 - 1IN Stucco
- Material Properties Form (Right Panel):**
 - Name:** ΑΦΡΟΣ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ
 - Measure Tags (Optional):**
 - Standard: [Dropdown]
 - Standard Source: [Dropdown]
 - Standards Category: [Dropdown]
 - Standards Identifier: [Dropdown]
 - Composite Framing Material: [Dropdown]
 - Composite Framing Configuration: [Dropdown]
 - Composite Framing Depth: [Dropdown]
 - Composite Framing Size: [Dropdown]
 - Composite Cavity Insulation: [Dropdown]
 - Roughness:** Smooth [Dropdown]
 - Thickness:** 0.030000 m
 - Conductivity:** 0.028000 W/m·K
 - Density:** 60.000000 kg/m³
 - Specific Heat:** 1450.000000 J/kg·K
 - Thermal Absorptance:** 0.900000
 - Solar Absorptance:** 0.700000
 - Visible Absorptance:** 0.700000

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΑ 1

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- ΑΦΡΟΣ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ
- ΓΑΡΜΠΙΛΟΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**
- ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
- ΚΙΣΣΗΡΟΔΕΜΑ
- ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ
- ΠΛΑΚΑ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ
- ΠΛΑΚΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
- ΠΛΑΚΕΣ ΑΠΟ ΜΑΡΜΑΡΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ 1
- 1/2IN Gypsum
- 1IN Stucco

Name:
ΓΑΡΜΠΙΛΟΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Standards Category: *Standards Identifier:*

Composite Framing Material: *Composite Framing Configuration:*

Composite Framing Depth: *Composite Framing Size:*

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m·K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg·K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΑ 2

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- ΑΦΡΟΣ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ
- ΓΑΡΜΠΙΛΟΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
- ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ**
- ΚΙΣΣΗΡΟΔΕΜΑ
- ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ
- ΠΛΑΚΑ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ
- ΠΛΑΚΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
- ΠΛΑΚΕΣ ΑΠΟ ΜΑΡΜΑΡΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ 1
- 1/2IN Gypsum
- 1IN Stucco

Name:
ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Standards Category: *Standards Identifier:*

Composite Framing Material: *Composite Framing Configuration:*

Composite Framing Depth: *Composite Framing Size:*

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m·K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg·K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΑ 3

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- ΑΦΡΟΣ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ
- ΓΑΡΜΠΙΛΟΣΚΥΡΟΔΕΜ
- ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
- ΚΙΣΣΗΡΟΔΕΜΑ**
- ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ
- ΠΛΑΚΑ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ
- ΠΛΑΚΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
- ΠΛΑΚΕΣ ΑΠΟ ΜΑΡΜΑΡΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ 1
- 1/2IN Gypsum
- 1IN Stucco

Name:
ΚΙΣΣΗΡΟΔΕΜΑ

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Standards Category: *Standards Identifier:*

Composite Framing Material: *Composite Framing Configuration:*

Composite Framing Depth: *Composite Framing Size:*

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m·K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg·K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΑ 4

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- ΑΦΡΟΣ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ
- ΓΑΡΜΠΙΛΟΣΚΥΡΟΔΕΜ
- ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
- ΚΙΣΣΗΡΟΔΕΜΑ
- ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ**
- ΠΛΑΚΑ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ
- ΠΛΑΚΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
- ΠΛΑΚΕΣ ΑΠΟ ΜΑΡΜΑΡΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ 1
- 1/2IN Gypsum
- 1IN Stucco

Name:
ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Standards Category: *Standards Identifier:*

Composite Framing Material: *Composite Framing Configuration:*

Composite Framing Depth: *Composite Framing Size:*

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m·K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg·K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΑ 5

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- ΑΦΡΟΣ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ
- ΓΑΡΜΠΙΛΟΣΚΥΡΟΔΕΜ
- ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
- ΚΙΣΣΗΡΟΔΕΜΑ
- ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ
- ΠΛΑΚΑ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ
- ΠΛΑΚΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
- ΠΛΑΚΕΣ ΑΠΟ ΜΑΡΜΑΡΟ**
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ 1
- 1/2IN Gypsum
- 1IN Stucco

Name:

Measure Tags (Optional):

Standard:
Standard Source:

Standards Category:
Standards Identifier:

Composite Framing Material:
Composite Framing Configuration:

Composite Framing Depth:
Composite Framing Size:

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m·K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg·K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΑ 6

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- ΑΦΡΟΣ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ
- ΓΑΡΜΠΙΛΟΣΚΥΡΟΔΕΝ
- ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
- ΚΙΣΣΗΡΟΔΕΜΑ
- ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ
- ΠΛΑΚΑ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ**
- ΠΛΑΚΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
- ΠΛΑΚΕΣ ΑΠΟ ΜΑΡΜΑΡΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ 1
- 1/2IN Gypsum
- 1IN Stucco

Name:
 ΠΛΑΚΑ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Standards Category: *Standards Identifier:*

Composite Framing Material: *Composite Framing Configuration:*

Composite Framing Depth: *Composite Framing Size:*

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m·K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg·K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΑ 7

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- ΑΦΡΟΣ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ
- ΓΑΡΜΠΙΛΟΣΚΥΡΟΔΕΜ
- ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
- ΚΙΣΣΗΡΟΔΕΜΑ
- ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ
- ΠΛΑΚΑ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ
- ΠΛΑΚΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**
- ΠΛΑΚΕΣ ΑΠΟ ΜΑΡΜΑΡΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ 1
- 1/2IN Gypsum
- 1IN Stucco

Name:
 ΠΛΑΚΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Standards Category: *Standards Identifier:*

Composite Framing Material: *Composite Framing Configuration:*

Composite Framing Depth: *Composite Framing Size:*

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m·K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg·K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΑ 8

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- ΑΦΡΟΣ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ
- ΓΑΡΜΠΙΛΟΣΚΥΡΟΔΕΜ
- ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
- ΚΙΣΣΗΡΟΔΕΜΑ
- ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ
- ΠΛΑΚΑ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ
- ΠΛΑΚΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
- ΠΛΑΚΕΣ ΑΠΟ ΜΑΡΜΑΡΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ
- ΤΟΥΒΛΟ ΑΠΛΟ 2**
- 1/2IN Gypsum
- 1IN Stucco

Name:

Measure Tags (Optional):

Standard:
Standard Source:

Standards Category:
Standards Identifier:

Composite Framing Material:
Composite Framing Configuration:

Composite Framing Depth:
Composite Framing Size:

Composite Cavity Insulation:

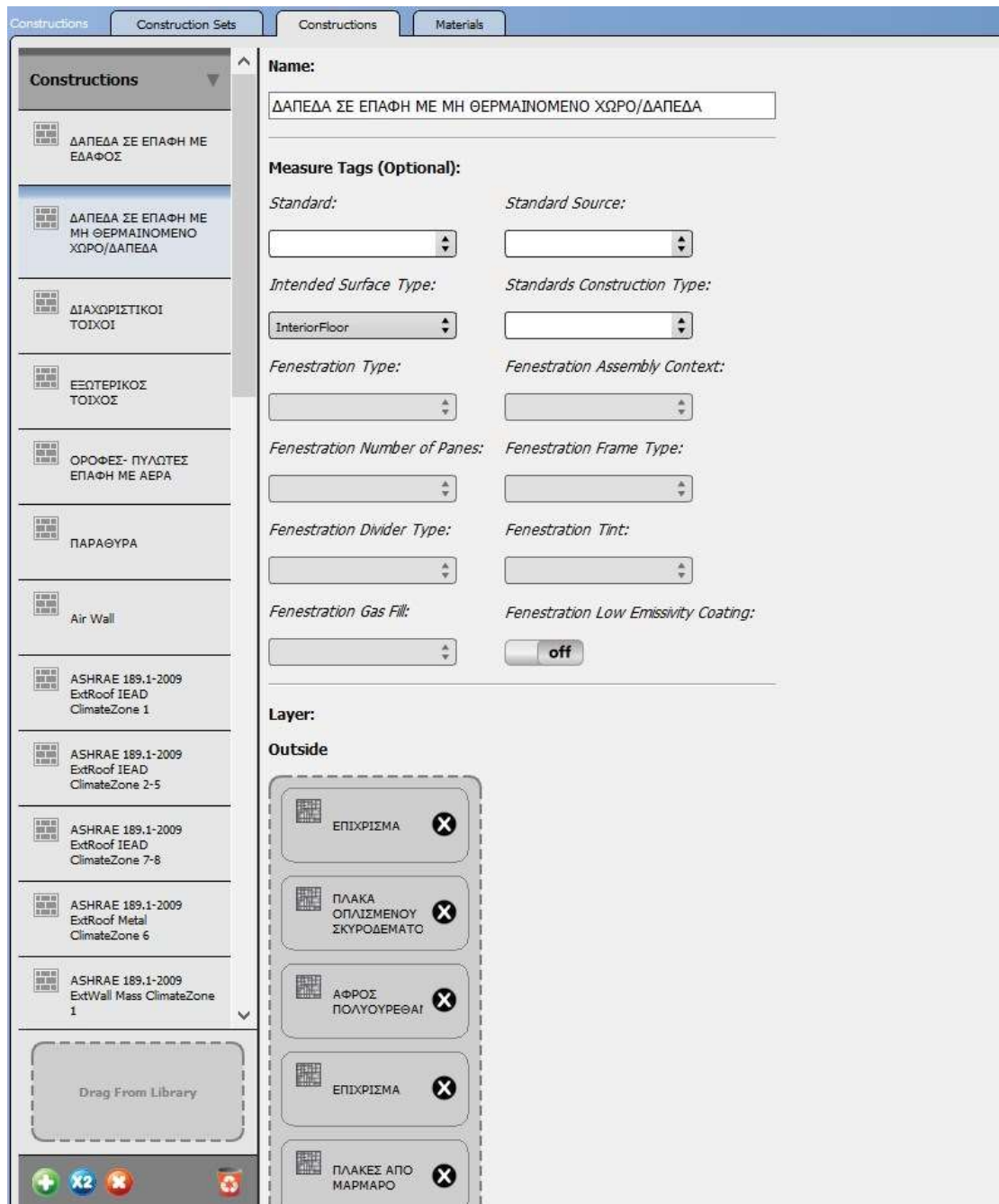
Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m·K **Density:** kg/m³

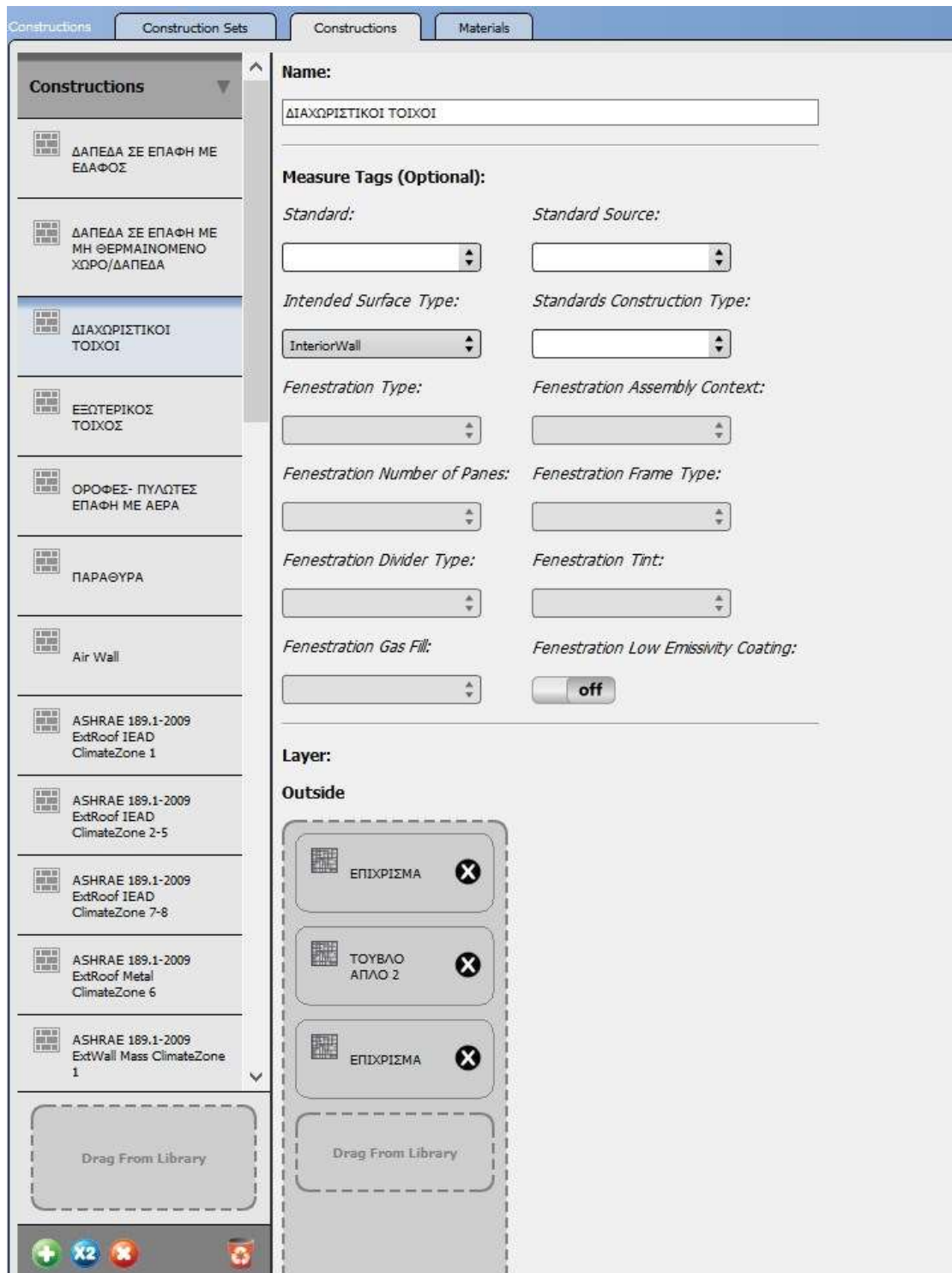
Specific Heat: J/kg·K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

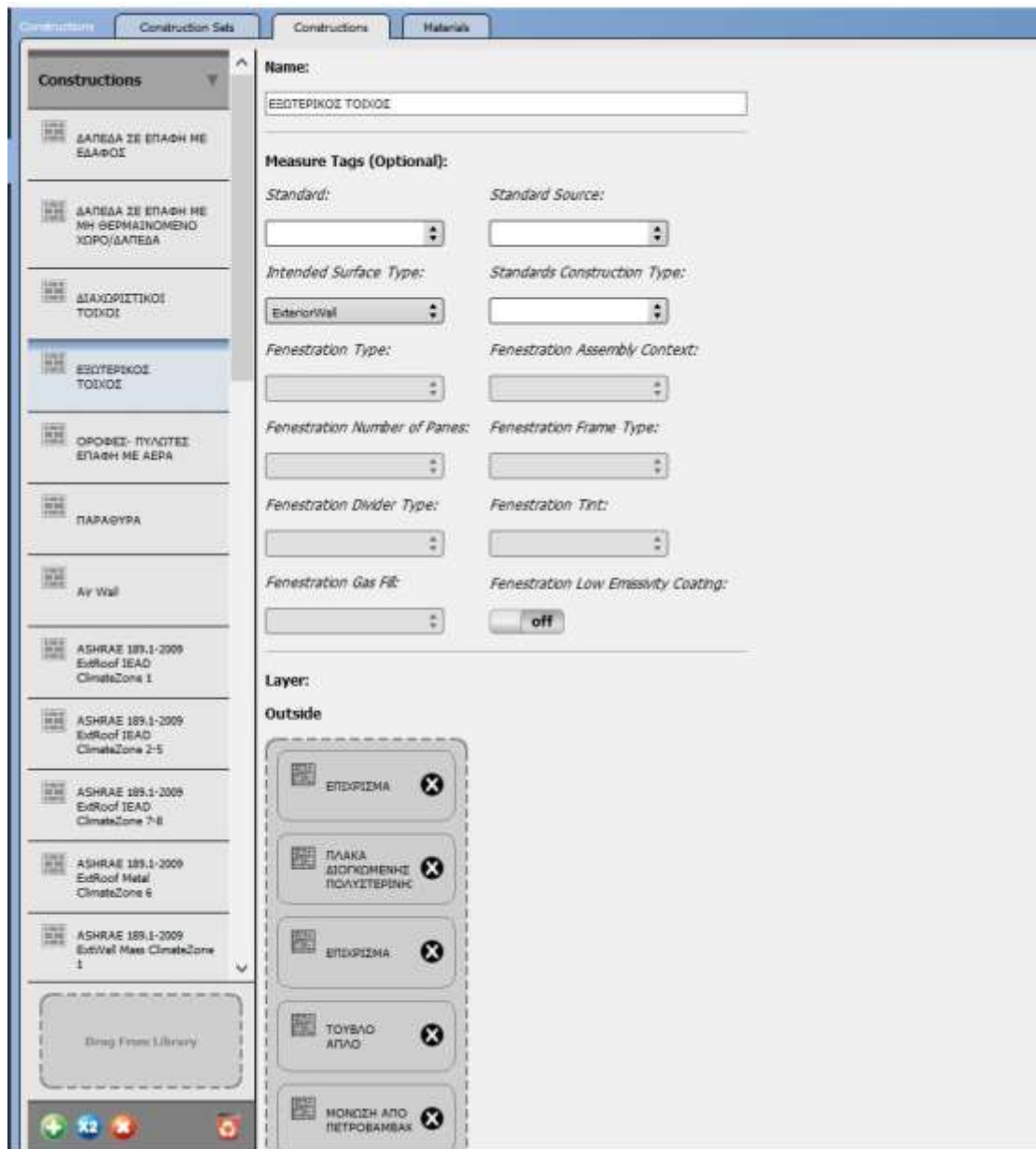
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΑ 9



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΑ 10



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΑ 11



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΑ 12

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Constructions

- ΔΑΠΕΔΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΕΔΑΦΟΣ
- ΔΑΠΕΔΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟ ΧΩΡΟ/ΔΑΠΕΔΑ
- ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ
- ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ
- ΟΡΟΦΕΣ- ΠΥΛΩΤΕΣ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ
- ΠΑΡΑΘΥΡΑ
- Air Wall
- ASHRAE 189.1-2009 ExtRoof IEAD ClimateZone 1
- ASHRAE 189.1-2009 ExtRoof IEAD ClimateZone 2-5
- ASHRAE 189.1-2009 ExtRoof IEAD ClimateZone 7-8
- ASHRAE 189.1-2009 ExtRoof Metal ClimateZone 6
- ASHRAE 189.1-2009 ExtWall Mass ClimateZone 1

Drag From Library

+
x2
+
+

Name:

Measure Tags (Optional):

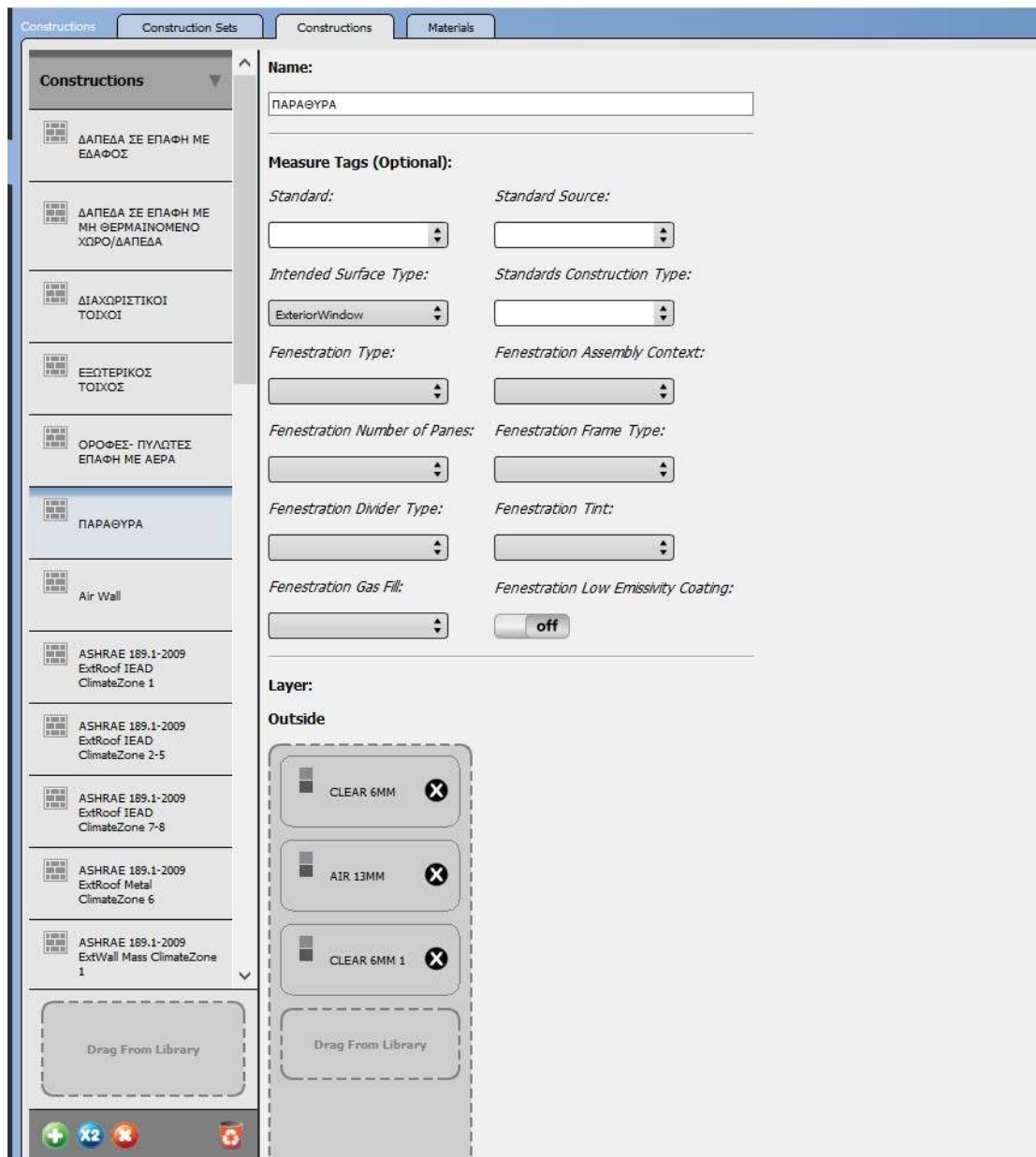
<i>Standard:</i>	<i>Standard Source:</i>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<i>Intended Surface Type:</i>	<i>Standards Construction Type:</i>
<input type="text" value="ExteriorRoof"/>	<input type="text"/>
<i>Fenestration Type:</i>	<i>Fenestration Assembly Context:</i>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<i>Fenestration Number of Panes:</i>	<i>Fenestration Frame Type:</i>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<i>Fenestration Divider Type:</i>	<i>Fenestration Tint:</i>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<i>Fenestration Gas Fill:</i>	<i>Fenestration Low Emissivity Coating:</i>
<input type="text"/>	<input type="button" value="off"/>

Layer:

Outside

- ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ ✕
- ΠΛΑΚΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ✕
- ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚ ✕
- ΚΙΣΣΗΡΟΔΕΜΑ ✕
- ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ ✕

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΑ 13



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΑ 14