



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ**

Διπλωματική Εργασία  
Μοντεσίδης Μιλτιάδης

Επιβλέπων: Μπαργιώτας Δημήτριος, Αν. Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ΒΟΛΟΣ 2020



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ**

Διπλωματική Εργασία  
Μοντεσίδης Μιλτιάδης

Επιβλέπων: Μπαργιώτας Δημήτριος, Αν. Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ΒΟΛΟΣ 2020



**UNIVERSITY OF THESSALY**  
**SCHOOL OF ENGINEERING**  
**DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING**

## **BUILDING ENERGY ANALYSIS**

Diploma Thesis  
MONTESIDIS MILTIADIS

Supervisor: Dimitrios Bargiotas, Associate Professor, University of Thessaly

VOLOS 2020

Copyrights © Miltiadis Montesidis, 2020 All rights reserved

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαίδευσης 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 τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

## ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

«Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ρητά ότι η παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνο και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή /και πηγές άλλων συγγραφέων αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνει στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως ατομικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί διαχρονικά ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής».

Ο Δηλών

(Υπογραφή)

Μοντεσίδης Μιλτιάδης

Φεβρουάριος 2020

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και μηχανικών υπολογιστών του Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Θεωρώ χρέος μου να ευχαριστήσω τα άτομα που με βοήθησαν στην υλοποίηση της.

- Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή μου Δημήτριο Μπαργιώτα για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την βοήθεια που μου έδωσε για την υλοποίηση αυτής της εργασίας.
- Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον συνεπιβλέποντα Καθηγητή Ελευθέριο Τσουκαλά για της σημαντικές υποδείξεις και οδηγίες του που με κατεύθυναν στο σωστό τρόπο σκέψης.
- Ευχαριστώ τον κύριο Δημήτριο Ζημέρη για τις γνώσεις και τις συμβουλές που μου πρόσφερε στον τομέα της ενεργειακής μελέτης και ανάλυσης.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που με στήριζε όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ένα θέμα που απασχολεί τον άνθρωπο εδώ και αρκετά χρόνια. Έτσι, ένας από τους τομείς που επιδιώκει ο άνθρωπος να βελτιώσει είναι η κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού έχουν οριστεί συγκεκριμένοι κανονισμοί και πρότυπα, όπως για παράδειγμα ο ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (Κ.ΕΝ.Α.Κ) σύμφωνα με τον οποίο πραγματοποιείται η ενεργειακή ταξινόμηση κτιρίου αναφορικά με τον βαθμό ενεργειακής απόδοσης, καθώς και με βάση τα πρότυπα της ASHRAE, τα οποία χρησιμοποιούνται από πολλές εταιρίες. Επιπλέον, έχουν δημιουργηθεί και λογισμικά για την επίτευξη προσομοίωσης της λειτουργίας ενός κτιρίου σε καθημερινή βάση όπως γίνεται και στην παρούσα ερευνητική εργασία, χρησιμοποιώντας το λογισμικό της 4M το finenergy. Συγκεκριμένα, η παρούσα ερευνητική εργασία αναφέρεται στην ενεργειακή ανάλυση κτιρίου, η οποία γίνεται με χρήση του λογισμικού που προαναφέρθηκε, στοχεύοντας στην κατασκευή του κελύφους του κτιρίου και στην δοκιμή διάφορων σχεδίων λειτουργίας καθώς και μονάδων κλιματισμού (ψύξη, θέρμανση, αερισμός) με σκοπό την εύρεση της αποδοτικότερης ενεργειακής λειτουργίας του κτιρίου. Τέλος, τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την μελέτη του κτιρίου σε βάθος χρόνου παρουσιάζονται μέσα από σχεδιαγράμματα και πίνακες.

## **ABSTRACT**

Energy saving has been a human's issue for many years. Thus, one of the areas that human seeks to improve is the energy consumption of buildings. To achieve this goal specific regulations and standards have been set out, such as the ENERGY EFFICIENCY REGULATION (KENAK) according to which the energy classification of a building is based on its energy efficiency, and according to ASHRAE standards, used by many companies. In addition, software has been developed to simulate the performance of a building on a daily basis as it is done in the present research, using 4M software finegreen. Specifically, the present research refers to the energy analysis of a building, using the software mentioned above, with the aim of constructing the building shell and testing various operating plans as well as air conditioning units (cooling, heating, ventilation) for the purpose of finding the more energy efficient operation of the building. Finally, the results of the study of the building over the period time are presented through blueprints and tables



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	vii
ABSTRACT .....	viii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....	3
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (Κ.Εν.Α.Κ) .....	3
2.1 Εισαγωγή .....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....	7
AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR - CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE).....	7
3.1 Εισαγωγή .....	7
3.2 Πρότυπο 62.1 .....	8
3.3 Πρότυπο 90.1 .....	8
3.4 Πρότυπο 189.1.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....	10
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	10
4.1 Vrv / vrf.....	10
4.1.1 Εισαγωγή .....	10
4.1.2 Τρόπος λειτουργίας.....	11
4.2 Γεωθερμία .....	13
4.2.1 Εισαγωγή .....	13
4.2.2 Εφαρμογές .....	14
4.2.3 Γεωθερμικό Σύστημα.....	15
4.3 Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα .....	17
4.3.1 Εισαγωγή .....	17
4.3.2 Λειτουργία Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδας.....	18
4.3.3 Από τι αποτελείται.....	19
4.4 Split Units .....	20
4.4.1 Εισαγωγή .....	20
4.4.2 Τρόπος λειτουργίας.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 .....	23
ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	23

<b>5.1 Cor κύκλοι ψύξης</b> .....	23
<b>5.2 Φωτισμός</b> .....	25
<b>5.3 Αερισμός</b> .....	26
5.3.1 Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικού χώρου .....	26
5.3.2 Μηχανικός αερισμός .....	28
5.3.3 Φυσικός αερισμός .....	29
<b>5.4 Κλιματικές ζώνες</b> .....	30
<b>5.5 U factor συντελεστής θερμοπερατότητας</b> .....	31
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</b> .....	33
<b>ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΝΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</b> .....	33
<b>6.1 Η εταιρία 4M</b> .....	33
<b>6.2 Finegreen</b> .....	33
6.2.1 Νέα Μελέτη.....	34
6.2.2 Εισαγωγή σχεδίων .....	35
6.2.3 Μενού προγράμματος .....	39
6.2.4 Σχεδιασμός κελύφους .....	42
6.2.5 Κλιματικά δεδομένα .....	54
6.2.6 Θερμικές ζώνες .....	55
6.2.7 Ηλεκτρολογικά δεδομένα .....	57
6.2.8 Activity data .....	58
6.2.9 Lighting .....	61
6.2.10 HVAC (heating, ventilation and air conditioning) .....	62
6.2.11 DHW ( domestic hot water ).....	64
6.2.12 Zone data .....	65
6.2.13 Electric panels .....	65
6.2.14 Calculation .....	67
6.2.14.1 Heating design.....	68
6.2.14.2 Cooling design .....	70
6.2.14.3 Simulation .....	74
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7</b> .....	79
<b>7.1 Πρώτο σενάριο VRV/VRF</b> .....	79
7.1.1 Cooling + VRV/VRF .....	79
7.1.2 Heating + VRV/VRF .....	82
<b>7.2 Δεύτερο σενάριο + σχέδιο λειτουργίας</b> .....	84

7.2.1 Cooling + schedule .....	85
7.2.2 Heating + schedule .....	88
<b>7.3 Τρίτο σενάριο + Heat recovery.....</b>	<b>91</b>
7.3.1 Cooling + heat recovery .....	91
7.3.2 Heating + heat recovery .....	94
<b>7.4 Τέταρτο σενάριο + Ηλιακοί συλλέκτες.....</b>	<b>97</b>
7.4.1 Cooling + ηλιακοί συλλέκτες .....	97
7.4.2 Heating + ηλιακοί συλλέκτες.....	100
<b>7.5 Εναλλακτικά σενάρια.....</b>	<b>103</b>
7.5.1 Split Units.....	103
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 .....</b>	<b>109</b>
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ .....</b>	<b>109</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>111</b>

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την αρχαιότητα ο άνθρωπος προσπαθεί να εκμεταλλευτεί την ενέργεια που του προσφέρει ο πλανήτης του. Όμως η όλο και αυξανόμενη ζήτηση για ενέργεια που απαιτεί ο άνθρωπος για της καθημερινές του ασχολίες έχει δημιουργήσει πρόβλημα στο περιβάλλον. Θέση σε αυτό το πρόβλημα έχει πάρει η Ευρωπαϊκή Ένωση προσπαθώντας να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση σε διάφορους τομείς, καθώς και την παραγωγή ενέργειας όπου αυτό είναι δυνατόν.

Ένας τομέας ο οποίος διαδραματίζει μεγάλο ρόλο στην κατανάλωση ενέργειας και θα πρέπει να βελτιστοποιηθεί είναι αυτός της καταναλωμένης κτιριακής ενέργειας. Ο τομέας αυτός ευθύνεται για το 40% της συνολικής καταναλωμένης ενέργειας τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και εθνικό επίπεδο. Στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η μείωση κατά 20% της καταναλωμένης ενέργειας των ήδη υπαρχόντων κτιρίων καθώς και ο σχεδιασμός-δημιουργία κτιρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης, τα λεγόμενα ενεργειακά κτίρια. Για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός έχουν δημιουργηθεί ρυθμίσεις σύμφωνα με τον κανονισμό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ) τις οποίες πρέπει να τηρεί κάθε κτίριο για την οικονομικότερη λειτουργία του. Ωστόσο δεν είναι μόνο οι κανονισμοί που καθιστούν ένα κτίριο πιο αποδοτικό και φιλικό προς το περιβάλλον. Ο σχεδιασμός του τρόπου λειτουργίας, τα υλικά, ο κλιματισμός, ο φωτισμός καθώς και άλλοι παράμετροι, θα πρέπει να επιλεγθούν με αρκετή προσοχή. Σε αυτό βοηθάνε τα λογισμικά, τα οποία μέσα από προσομοιώσεις του κτιρίου που μελετάμε μας αποφέρουν αποτελέσματα, τα οποία συμβάλλουν στο να διαπιστώσουμε αν οι επιλογές που κάνουμε για τον τρόπο λειτουργίας και για τα στοιχεία που επιλέξαμε για την κατασκευή του είναι τα βέλτιστα γι' αυτό. Με αυτόν τον τρόπο αυξήσουμε την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου καθώς και βρίσκουμε τη ενεργειακή κατηγορία του.

Κλείνοντας, πρέπει να αναφερθεί ότι το κτίριο της μελέτης βρίσκεται στην πόλη του Βόλου, στεγάζει τρία καταστήματα στο ισόγειο, στον πρώτο και δεύτερο όροφο, και επίσης τα γραφεία εταιρείας τα οποία στεγάζονται στον τρίτο και τέταρτο όροφο. Παρακάτω, γίνεται αναφορά στους κανονισμούς που πρέπει να τηρεί κάθε κτίριο, επίσης αναφέρονται οι μονάδες κλιματισμού και ο τρόπος που μπορεί το κτίριο να παράγει ένα μικρό μέρος από την καθημερινή ενέργεια που καταναλώνει. Ακόμα, γίνεται προσομοίωση σε χειμερινή ημέρα

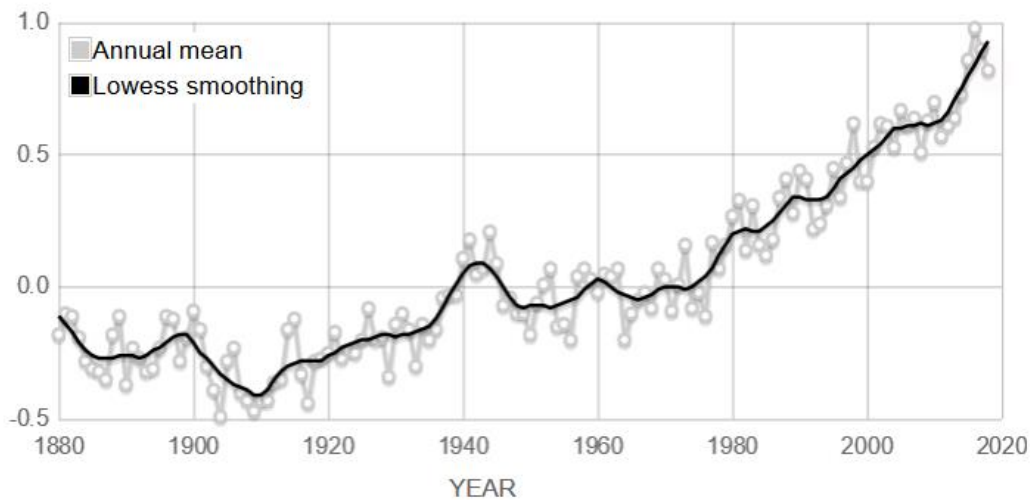
καθώς και σε καλοκαιρινή για να πάρουμε αποτέλεσμα από δυο ακραίες περιπτώσεις. Τέλος, δημιουργείται ένας οδηγός χρήσης του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε στο πρακτικό κομμάτι της εργασίας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (Κ.Εν.Α.Κ)

#### 2.1 Εισαγωγή

Όλο και περισσότερο η ανάγκη για ηλεκτρική ενέργεια αυξάνεται ως αποτέλεσμα να αυξάνεται και η ζήτηση σε ορυκτά καύσιμα, έτσι ώστε να ικανοποιηθούν οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Τα αποτελέσματα αυτών των δραστηριοτήτων είναι η αύξηση συγκεκριμένων αερίων, όπως (π.χ. διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>, μεθάνιο CH<sub>4</sub>, υποξείδιο του αζώτου N<sub>2</sub>O και άλλα). Κατ' επέκταση προκαλείται αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου λόγω της καύσης άνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Γι' αυτό, σήμερα η θερμοκρασία του πλανήτη έχει αυξηθεί σε σύγκριση με τις προηγούμενες δεκαετίες, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 1. [1]



Διάγραμμα 1 Διάγραμμα θερμοκρασίας πλανήτη [2]

Θέση σε αυτό το πρόβλημα έχει πάρει η Ευρωπαϊκή Ένωση προσπαθώντας να αυξήσει τους τρόπους παραγωγής ενέργειας που είναι πιο φιλικό στο περιβάλλον, καθώς και να μειώσει την παραγωγή καυσαερίων, είτε άμεσα είτε έμμεσα σε κάθε τομέα. Ένας από αυτούς τους τομείς είναι αυτός των κτιρίων, του οποίου το ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα φτάνει το 24% αντιπροσωπεύοντας ταυτόχρονα τη συνολική ενέργεια κατανάλωσης στον οικιακό τομέα. Σύμφωνα με μελέτη της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας, το κάθε νοικοκυριό καταναλώνει 13994 KW/H το έτος. Για το λόγο αυτό, η Ευρωπαϊκή Ένωση

υποχρέωσε κάθε κράτος να αποκτήσει καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά με σωστή διαχείριση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Επομένως, το τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ) για να συμβαδίσει με τις απαιτήσεις της ΕΕ δημιούργησε τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Σκοπός του Κ.Εν.Α.Κ. είναι η προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας, η οποία πετυχαίνεται με την ελαχιστοποίηση των απωλειών του κτιρίου, με μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, αλλάζοντας τα μηχανικά μέρη του κτιρίου (π.χ. καυστήρες) καθώς και όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.

Με την χρήση του Κ.Εν.Α.Κ. θεσμοθετείται ένα ενεργειακό εργαλείο στον κτιριακό τομέα με σκοπό να βελτιωθεί η απόδοση της ενέργειας καθώς και η προστασία του περιβάλλοντος. Ο κανονισμός τέθηκε σε εφαρμογή από 1η Οκτωβρίου του 2010. Αυτό επιβάλλει σε κάθε οικοδομική άδεια κτιρίου την ύπαρξη ενεργειακού πιστοποιητικού και την τήρηση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης, ώστε να εντάσσονται τα κτίρια τουλάχιστον στην Β' ενεργειακή κατηγορία. [3]

## **2.2 Το κτίριο αναφοράς**

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ το κτίριο αναφοράς είναι το κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας, καθώς και κλιματικά δεδομένα με το εξεταζόμενο κτίριο. Στην ουσία το κτίριο αναφοράς είναι ένα κτίριο με καθορισμένα όμως τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του όσο και στις εγκαταστάσεις κλιματισμού (Αερισμού/Θέρμανσης/Ψύξης), καθώς και στις εγκαταστάσεις νερού. Για τα κτίρια εκτός κατοικίας, όπως (π.χ. γραφεία, δημόσιες υπηρεσίες, καταστήματα) στο κτίριο αναφοράς υπάρχουν πρόσθετες απαιτήσεις για τη χρήση και το φωτισμό. Τέλος, το κτίριο αναφοράς βρίσκεται στην Β' κατηγορία ενεργειακής κατάταξης, διότι πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις που απαιτεί ο Κ.Εν.Α.Κ. [4]

## **2.3 Ενεργειακό Πιστοποιητικό**

Σύμφωνα με την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου καθορίζεται η κατηγορία της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Για την αναγνώριση της κατηγορία του κτιρίου έχουμε ορίσει ορισμένους δείκτες. Ο δείκτης T ο οποίος είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς EP/R<sub>R</sub>. Με την εκάστοτε τιμή του δείκτη T καθορίζεται η αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης όπως φαίνεται στον Πίνακα 1. [4]

Πίνακας 1. Πίνακας κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης. [4]

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ		
Κατηγορία	Όριο κατηγορίας	Όριο κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
Ε	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

Με την ύπαρξη πλέον της κατηγορίας του κτιρίου δίνεται το ενεργειακό πιστοποιητικό στο οποίο αναγράφονται τα στοιχεία του κτιρίου (Εικόνα 1). Επίσης υπάρχουν οι υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub>, καθώς και οι τιμές της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και του εκάστοτε κτιρίου. Περιπτώσεις όπου υπάρχει μικτή χρήση όπως με το κτίριο που μελετούμε στην παρούσα εργασία, το οποίο στεγάζει 3 καταστήματα καθώς και γραφεία εταιρίας, πρέπει να εκδοθούν πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης για κάθε τομέα χρήσης.



# ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Αρ. Πρωτ.: .....	
<p>ΧΡΗΣΗ: <input type="checkbox"/> Κτίριο <input type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/>                      Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου) .....</p> <p>Κλιματική ζώνη: Διεθνής: .....                      Τ.Κ. ....</p> <p>Πολύ: .....                      Έτος κατασκευής: .....                      Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): ..... Όνομα ιδιοκτήτη: .....</p>	<p>(Φωτογραφία κτιρίου)</p>
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
<p>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (ως ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς)</p> <p>ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ</p> <p><b>A+ ≤ 0,33·RR</b></p> <p>0,33·RR &lt; A ≤ 0,5·RR</p> <p>0,5·RR &lt; B+ ≤ 0,75·RR</p> <p>0,75·RR &lt; B ≤ 1,0·RR</p> <p>1,0·RR &lt; C ≤ 1,41·RR</p> <p>1,41·RR &lt; D ≤ 1,82·RR</p> <p>1,82·RR &lt; E ≤ 2,27·RR</p> <p>2,27·RR &lt; F ≤ 2,73·RR</p> <p>2,73·RR ≤ H</p>	<p>ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m<sup>2</sup>·έτος)]</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em;"><b>B</b></p>
<p>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ</p> <p>ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ [kWh/(m<sup>2</sup>·έτος)]: .....</p>	
<p>ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m<sup>2</sup> θερμανόμενης επιφάνειας [kWh/(m<sup>2</sup>·έτος)]: .....</p>	
<p>ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m<sup>2</sup> θερμανόμενης επιφάνειας [kgCO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>·έτος)]: .....</p>	
<p>ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m<sup>2</sup> θερμανόμενης επιφάνειας [kWh/(m<sup>2</sup>·έτος)]: .....</p>	
<p>ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m<sup>2</sup> θερμανόμενης επιφάνειας [kWh/(m<sup>2</sup>·έτος)]: με βάση την αξιολόγηση της λειτουργίας .....</p>	
<p>ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m<sup>2</sup> θερμανόμενης επιφάνειας [kgCO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>·έτος)]: .....</p>	

Αρ. Πρωτ.: .....				
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ με βάση τους υπολογισμούς				
Πηγή ενέργειας	Τελική χρήση		Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)	
Ηλεκτρική	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> Αερισμός	
	Φωτισμός	<input type="checkbox"/> Συσκεύς	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	
	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	<input type="checkbox"/>	
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	
	Άλλο (προσδιορίστε)	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	
	Θιολόζα	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	
	Γεωθερμία	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	
Άλλο (προσδιορίστε)	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> Φωτισμός	
	Συσκεύς	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	
	Σύνολο			
<p>ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m<sup>2</sup>·έτος)] ανά χρήση με βάση τους υπολογισμούς:</p> <p>Θέρμανση .....</p> <p>Ψύξη .....</p> <p>Αερισμός .....</p> <p>Φωτισμός .....</p> <p>Συσκεύς .....</p> <p>Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ) .....</p>				
ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ				
<p>1. ....</p> <p>2. ....</p> <p>3. ....</p>				
Αριθμός σύστασης	Αρχικό εκτιμώμενο κόστος επένδυσης (€)	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας (kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος))	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [kg/(m <sup>2</sup> ·έτος)]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)
1				
2				
3				
<p>* Η εξοικονομηθείσα ενέργεια αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.</p>				
<p>Ημερομηνία έκδοσης Πιστοποιητικού: .....</p> <p>Όνοματεπώνυμο Επιθεωρητή: .....</p> <p>Α.Μ. Επιθεωρητή: .....</p> <p>Υπογραφή: ..... Σφραγίδα: .....</p>				

Εικόνα 1. Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR - CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE)

#### 3.1 Εισαγωγή

Η American Society of Heating Refrigerating and Air - Conditioning Engineers ή (ASHRAE) είναι μια παγκόσμια εταιρία που ιδρύθηκε το 1894 στη New York. Μέχρι το 1954 ήταν γνωστή ως American Society of Heating Refrigerating and Ventilating Engineers (ASHVE) από εκεί και έπειτα ονομάστηκε American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers (ASHAE), ενώ το σημερινό της όνομα προήλθε από την συγχώνευση της το 1959 με την American Society of Refrigerating and Engineers (ASRE). Η ASHRAE είναι μια εταιρία που προωθεί την ανθρώπινη ευημερία στον τομέα των κτιρίων με βιώσιμη τεχνολογία. Η εταιρία απασχολεί πάνω από 57.000 μέλη σε περισσότερες από 132 χώρες. Τα μέλη απαρτίζονται από ηλεκτρολόγους μηχανικούς, αρχιτέκτονες, εργολάβους, ιδιοκτήτες κτιρίων, κατασκευαστές εξοπλισμού κτιρίων καθώς και με αυτούς που σχετίζονται με τον σχεδιασμό συστημάτων HVAC&R. Στην ουσία η εταιρία ASHRAE επικεντρώνεται στα συστήματα οικοδόμησης, στην ποιότητα του αέρα καθώς και στην ενεργειακή απόδοση.

Το έργο της εταιρίας ASHRAE δεν σταματάει εκεί, καθώς εκδίδει και το εγχειρίδιο της που αποτελείται από 4 τόμους. Αυτοί οι τόμοι αφορούν στις Θεμελιώδεις Αρχές, τις Εφαρμογές HVAC, Συστήματα και Εξοπλισμό HVAC και Ψύξη. Κάθε χρόνο η ASHRAE ενημερώνει έναν από τους τόμους, δημοσιεύοντας επίσης ένα σύνολο προτύπων και οδηγιών σχετικό με τα συστήματα HVAC, τα οποία χρησιμοποιούνται από μηχανικούς, αρχιτέκτονες και κυβερνητικούς οργανισμούς. Όμως, χρόνο η εταιρία επανεξετάζει και αναδημοσιεύει τόσο τους τόμους όσο και τα πρότυπα. Μερικά από τα πρότυπα της ASHRAE είναι:

- **Standard 34:** Ονομασία και ταξινόμηση της ασφάλειας των ψυκτικών μέσων.
- **Standard 55:** Θερμικές περιβαλλοντικές συνθήκες για ανθρώπινη κατοχή.
- **Standard 62.1:** Εξαερισμός για αποδεκτή ποιότητα εσωτερικού αέρα.
- **Standard 62.2:** Εξαερισμός για αποδεκτή ποιότητα εσωτερικού αέρα οικιακών κτιρίων.
- **Standard 90.1:** Ενεργειακό πρότυπο για κτίρια.
- **Standard 90.2:** Ενεργειακά αποδοτικός σχεδιασμός οικιακών κτιρίων.
- **Standard 135:** Πρωτόκολλο επικοινωνίας δεδομένων για δίκτυα αυτοματισμού και ελέγχου κτιρίων.

- **Standard 189.1:** Πρότυπο για το σχεδιασμό πράσινων κτιρίων υψηλής απόδοσης. [5]

### 3.2 Πρότυπο 62.1

Το πρότυπο 62.1 - 2007 είναι η τελευταία έκδοση του standard 62, το οποίο δημοσιεύτηκε για πρώτη φορά το 1973. Η χρήση του αφορά τη βελτίωση του IAQ indoor air quality (ποιότητα εσωτερικού αέρα) σε κτίρια. Σκοπός του προτύπου είναι να προσδιορίσει τους ελάχιστους ρυθμούς αερισμού για την παροχή ποιοτικού αέρα (IAQ) που είναι αποδεκτή από τους ανθρώπους που κατοικούν στο κτίριο, καθώς και μέτρα που αποσκοπούν στην ελαχιστοποίηση των βλαβερών επιπτώσεων στην υγεία των ανθρώπων. Το πρότυπο 62.1 δεν προορίζεται μόνο για νέα κτίρια αλλά και για την καθοδήγηση στην βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα σε υπάρχοντα κτίρια.

Το πρότυπο αναθεωρείται συνεχώς λόγω της προσθήκης νέων γνώσεων από καινούργιες εμπειρίες και γνώσης της εταιρίας, τις οποίες εγκρίνουν η ASHRAE και η ANSI. Το 2004 το πρότυπο αναθεωρήθηκε για πρώτη φορά πλήρως προσθέτοντας τις εξής τρεις διαδικασίες σχεδιασμού, την διαδικασία Ποιότητα Εσωτερικού Αέρα (IAQ) την διαδικασία Εξαερισμού (Ventilation Rate) και την διαδικασία Φυσικού Αερισμού (Natural Ventilation). [6]

### 3.3 Πρότυπο 90.1

Το πρότυπο 90.1 δημοσιεύτηκε για πρώτη φορά το 1975 ως μια προσπάθεια μείωσης της καταναλωμένης ενέργειας των κτιρίων. Αποτελεί σημείο αναφοράς για τους μηχανικούς και άλλους επαγγελματίες που δραστηριοποιούνται στον τομέα της κατασκευής κτιρίων σε όλο τον κόσμο για περισσότερα από 35 χρόνια. Το πρότυπο αυτό παρέχει τις ελάχιστες απαιτήσεις για ενεργειακά αποδοτικό σχεδιασμό των περισσότερων κτιρίων εκτός των κτιρίων χαμηλής απόδοσης. Επίσης, προσφέρει λεπτομερώς τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για το σχεδιασμό και την κατασκευή νέων κτιρίων και των συστημάτων τους, νέων τμημάτων υπάρχοντων κτιρίων και των συστημάτων τους καθώς και νέων συστημάτων και εξοπλισμών που σχετίζονται με τη θέρμανση, τον εξαερισμό, τον κλιματισμό, τη θέρμανσης υδάτων και το φωτισμό υφισταμένων κτιρίων. [7]

### 3.4 Πρότυπο 189.1

Το πρότυπο 189.1 δημοσιεύτηκε από τη ASHRAE σε συνεργασία με την Illuminating Engineering Society of North America (IES) και την US Green Building Council (USGBC). Έχει

συνταχθεί από εμπειρογνώμονες που εκπροσωπούν όλους τους τομείς της βιομηχανίας των κτιρίων, όπως μηχανικοί, αρχιτέκτονες και κατασκευαστές εξοπλισμού. Επιπρόσθετα, το πρότυπο καλύπτει θεματικά πεδία παρόμοια με τα οικολογικά συστήματα αξιολόγησης κτιρίων, όπως τη βιωσιμότητα του χώρου, την αποδοτικότητα της χρήσης νερού, την ενεργειακή απόδοση και τις επιπτώσεις κτιρίου στην ατμόσφαιρα. Σκοπός του είναι μέσω ενός τεράστιου οικολογικού υπόβαθρου που παρέχει, να σχεδιαστούν, να δημιουργηθούν και να λειτουργήσουν πράσινα-οικολογικά κτίρια. Ακόμη, παρέχει τα ελάχιστα κριτήρια που ισχύουν για τα νέα κτίρια και τα συστήματά τους, καθώς και για νέα συστήματα και εξοπλισμό των ήδη υπαρχών κτιρίων. Οι διατάξεις του παρόντος πρότυπου δεν ισχύουν για μονοκατοικίες, πολυκατοικίες τριών ορόφων ή κατοικίες που δεν χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια ή ορυκτά καύσιμα. [8]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

#### 4.1 Vrv / vrf

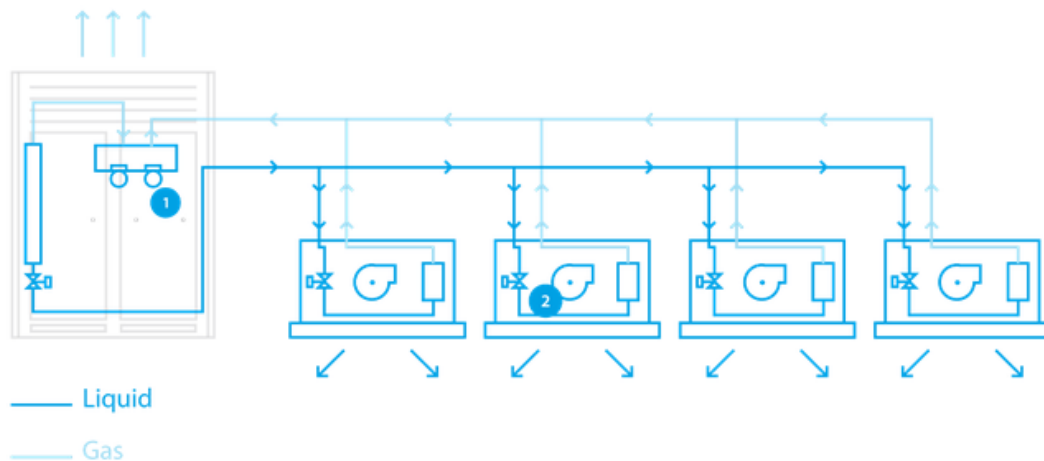
##### 4.1.1 Εισαγωγή

Η τεχνολογία των κλιματισμών VRV/VRF είναι κλιματιστικές μονάδες, οι οποίες αποτελούνται από 2 έως και 64 εσωτερικές μονάδες που τοποθετούνται στους κλιματιζόμενους χώρους και την αντλία θερμότητας που τοποθετείται στον εξωτερικό χώρο, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2. Είναι τεχνολογία στην οποία η ποσότητα ψυκτικού υγρού που οδηγείται σε κάθε εσωτερική μονάδα κλιματισμού είναι απόλυτα ελεγχόμενη και ανάλογη των ψυκτικών φορτίων κάθε κλιματιζόμενου χώρου. Το σύστημα VRV/VRF παρέχει συνθήκες άνεσης στους κλιματιζόμενους χώρους, εξοικονόμηση χώρου μιας και οι διαστάσεις μηχανημάτων και σωληνώσεων είναι αρκετά μικρότερες από τα υπόλοιπα συστήματα κλιματισμού. Ταυτόχρονα, είναι ιδανικά συστήματα για εγκαταστάσεις με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις, όπως για παράδειγμα ξενοδοχεία, καταστήματα, συγκροτήματα γραφείων και διάφορες βιομηχανίες.

Στη συνέχεια, οι δύο όροι που προκύπτουν VRV και VRF είναι ίδιοι τύποι τεχνολογίας HVAC. Το πρώτο σύστημα κλιματισμού τεχνολογίας inverter δημιουργήθηκε από την εταιρία Daikin το 1982 και ως πρωτοπόρα κατοχύρωσε το όνομα VRV ή Variable Refrigerant Volume (μεταβλητός όγκος ψυκτικού). Έτσι, οι υπόλοιπες εταιρίες που ξεκίνησαν να δημιουργούν συστήματα κλιματισμού ίδιας τεχνολογίας inverter χρησιμοποιούν τον όρο VRF ή Variable Refrigerant Flow (μεταβλητή παροχή ψυκτικού).

Το σύστημα αυτό βασίζεται σε ορισμένες αρχές, οι οποίες είναι :

- Μονόψυκτο : Στο σύστημα του ρέει μόνο ψυκτικό υλικό.
- Αρκετές εσωτερικές μονάδες στον ίδιο βρόγχο / κύκλωμα.
- Συμπιεστές full inverter που επιτρέπουν την μείωση της καταναλωμένης ενέργειας ακόμα και σε συνθήκες μερικού φορτίου με πολύ χαμηλή ζήτηση .
- Δυνατότητα αρθρωτής επέκτασης (ισχύει κυρίως για μεγάλα έργα που μπορεί να αναπτυχθούν. [9] [10]



Εικόνα 2. Αναπαράσταση συστήματος VRV/VRF [10]

#### 4.1.2 Τρόπος λειτουργίας

Το σύστημα VRV/VRF λειτουργεί με τον μηχανισμό λειτουργίας του συμπιεστή INVERTER, έχοντας ως δυνατότητα επιλογής κατάλληλης συχνότητας λειτουργίας ανάλογα με τις απαιτήσεις των χώρων. Αυτό σημαίνει, ότι μεταβάλλει τη ψυκτική ή θερμική απόδοση της κλιματιστικής μονάδας ανάλογα με την θερμοκρασία του χώρου. Επομένως, αν η θερμοκρασία του χώρου έχει μεγάλη διαφορά με την επιθυμητή, το σύστημα λειτουργεί σε υψηλές στροφές, ενώ αν η διαφορά είναι μικρή λειτουργεί σε χαμηλές στροφές. Όταν η θερμοκρασία φτάσει στο επιθυμητό η συχνότητα πέφτει. Κάθε μεμονωμένη μονάδα καθορίζει την απόδοση που χρειάζεται βάση της τρέχουσας εσωτερικής θερμοκρασίας και της ζητούμενης θερμοκρασίας. Η συνολική ζήτηση όλων των εσωτερικών μονάδων θα καθορίσει τον τρόπο λειτουργίας της εξωτερικής μονάδας. [11]

Επιπλέον, ένα από τα χρήσιμα χαρακτηριστικά του συστήματος λειτουργίας VRV/VRF είναι η ξεχωριστή λειτουργία κάθε μονάδας από τις υπόλοιπες. Αυτό είναι αποδοτικό με δύο τρόπους πρώτων ότι μπορεί να λειτουργεί μία μόνο εσωτερική μονάδα χωρίς να λειτουργούν οι υπόλοιπες και δεύτερον λόγω inverter επιτρέπει ταυτόχρονη χρήση με κάποιες μονάδες να λειτουργούν για θέρμανση και κάποιες για ψύξη, όπως αποτυπώνεται στην Εικόνα 3.

Ως αποτέλεσμα της λειτουργίας αυτής το σύστημα εξοικονομεί ενέργεια με πολλούς τρόπους καθώς επιτυγχάνει:

- Μείωση της ενέργειας που απαιτείται για την μεταφορά θερμότητας.
- Αποφυγή της ψύξης ή θέρμανσης που πλεονάζει.
- Προηγμένο σύστημα ελέγχου και υψηλό βαθμό απόδοσης ιδιαίτερα σε λειτουργία μερικού φορτίου.
- Ανανέωση αέρα με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας και υγιεινότερο κλιματισμό, λόγω της δυνατότητας ρύθμισης της θερμοκρασίας του χώρου και της σχετικής υγρασίας στον αέρα.
- Κεντρικό έλεγχο και ενεργειακή διαχείριση κλιματιστικής εγκατάστασης.

Υπολογίζεται, ότι με τη λειτουργία του συστήματος στο 50% του φορτίου πετυχαίνεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 40% έναντι των υπολοίπων συστημάτων. [12]



Εικόνα 3. Τρόπος λειτουργίας συστήματος [12]

#### 4.1.3 Εγκατάσταση

Μια εγκατάσταση ψύξης-θέρμανσης χώρου με VRV/VRF αποτελείται από:

- Αντλία θερμότητας με συμπιεστή τεχνολογίας inverter (Εικόνα 4).
- Εσωτερικές μονάδες χώρων (Εικόνα 5).
- Δίκτυο σωληνώσεων χαλκού για τη κυκλοφορία του ψυκτικού μέσου.
- Δίκτυο απορροής των συμπυκνωμάτων των εσωτερικών μηχανημάτων. [12]



*Εικόνα 4. Αντλία θερμότητας [12]*



*Εικόνα 5. Διανομέας θερμότητας [13]*

## **4.2 Γεωθερμία**

### **4.2.1 Εισαγωγή**

Η γεωθερμία είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, που πρωτοεμφανίστηκε στα μέσα του 18ου αιώνα στο Larderello της Ιταλίας. Σκοπός της γεωθερμίας είναι να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης καθώς και περιπτώσεις παραγωγής ενέργειας, εφόσον το κόστος της εκμετάλλευσης αυτής της ενέργειας είναι χαμηλό και δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με

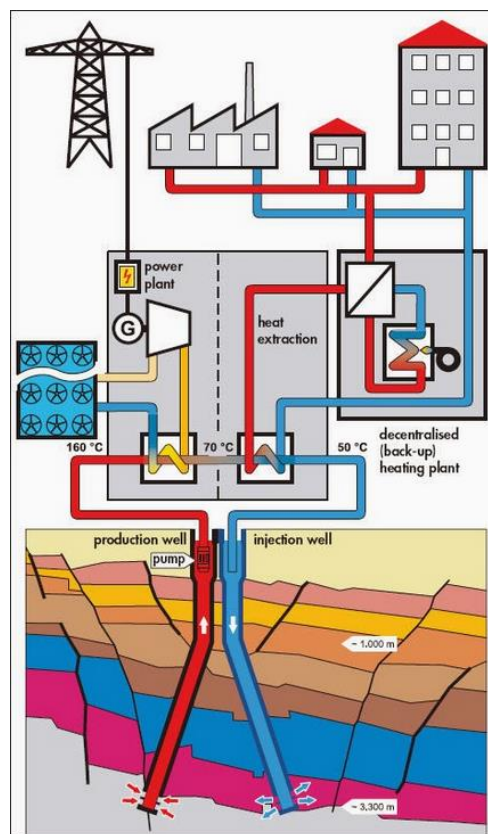


εκπομπές βλαβερών ρύπων. Τα οφέλη της γεωθερμίας αξιοποιούνται από τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, οι οποίες είναι συσκευές που εκμεταλλεύονται τη θερμοκρασία της γης ή τη θερμοκρασία των υδάτων που βρίσκονται σε βαθιά μέρη ή και στην επιφάνεια. Οι αντλίες αυτές είτε αυξάνουν την θερμοκρασία το χειμώνα είτε μειώνουν τη θερμοκρασία κατά την περίοδο του καλοκαιριού. [14]

#### 4.2.2 Εφαρμογές

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλλουν ανάλογα με την θερμοκρασία που ζητάει ο χρήστης αλλά και με τον τόπο που βρίσκεται. Στην Εικόνα 6 μπορεί κανείς να δει τις εφαρμογές της γεωθερμίας, οι οποίες είναι οι εξής:

- Ηλεκτροπαραγωγή: Με θερμοκρασίες άνω των 90 °C παράγεται ηλεκτρική ενέργεια.
- Θέρμανση χώρων: Με θερμοκρασία 60 °C και πάνω για τα καλοριφέρ ενώ για αερόθερμα ζητείται θερμοκρασία μεγαλύτερη των 40 °C.
- Ψύξης και κλιματισμού: Μέσω αντλιών θερμότητας απορρόφησης για θερμοκρασίες άνω των 60 °C ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας για θερμοκρασίες μικρότερες των 30 °C. [15]



Εικόνα 6. Εκμετάλλευση γεωθερμίας [16]

### 4.2.3 Γεωθερμικό Σύστημα

Η γεωθερμική αντλία θερμότητας ή αλλιώς ένα γεωθερμικό σύστημα αποτελείται :

- Από τον γεωεναλλάκτη με πηγή θερμότητας είτε κλειστού βρόγχου (κατακόρυφος βρόγχος υπεδάφους ή οριζόντιου βρόγχου στο υπέδαφος).
- Την αντλία θερμότητας η οποία αυξάνει ή μειώνει την θερμοκρασία ανάλογα με τις ανάγκες του κτιρίου.
- Το σύστημα διανομής του νερού (ενδοδαπέδια θέρμανση, fan coils).

Ο γεωθερμικός εναλλάκτης είναι ένα δίκτυο σωληνώσεων, που τοποθετείτε κάτω από το έδαφος μέσα στον οποίο κυκλοφορεί νερό. Το νερό αυτό τον χειμώνα απορροφά θερμότητα μέσω της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας και τη μεταφέρει στο κτίριο που επιδιώκουμε τη θέρμανση του, ενώ το καλοκαίρι που επιθυμούμε το κτίριο να μειώσει τη θερμοκρασία του με στόχο να δροσιστεί, μεταφέρουμε στη γη το νερό και ως επί το πλείστον τη θερμότητα του κτιρίου.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες συστήματος γεωθερμικού εναλλάκτη. Συγκεκριμένα, η πρώτη είναι το γεωθερμικό σύστημα ανοικτού κυκλώματος, στο οποίο το νερό που είναι το μέσο μεταφοράς θερμότητας αντλείται από γεώτρηση ή πηγάδι ή ακόμα και από λίμνη ή θάλασσα. Το σύστημα αυτό παρότι είναι πιο οικονομικό στην κατασκευή του έχει μικρότερη απόδοση σε σχέση με το δεύτερο σύστημα γεωθερμίας κλειστού κυκλώματος.

Το σύστημα γεωθερμίας κλειστού κυκλώματος το οποίο είναι πιο αποδοτικό έχει δύο τύπους λειτουργίας για την μεταφορά νερού στην αντλία θερμότητας, όπως παρουσιάζονται στην Εικόνα 7. Ο πρώτος είναι τα κλειστά οριζόντια γεωθερμικά συστήματα όπου οι σωληνώσεις του γεωεναλλάκτη τοποθετούνται οριζόντια κάτω από το έδαφος και σε απόσταση 1-2 μέτρα. Για την υλοποίηση αυτού του συστήματος προϋπόθεση είναι ένας αρκετά μεγάλος χώρος και καθόλου βλάστηση. Ο δεύτερος είναι τα κλειστά κάθετα γεωθερμικά συστήματα, τα οποία εφαρμόζονται σε περιπτώσεις μη επαρκούς χώρου στις οποίες οι σωληνώσεις φτάνουν 100 μέτρα βάθος. [17]



Εικόνα 7. Σύστημα γεωθερμίας κλειστού κυκλώματος κάθετο/ οριζόντιο [18]

Η γεωθερμική αντλία (Εικόνα 8) είναι μια μηχανή η οποία χρησιμοποιείται για την μεταφορά θερμότητας στον εναλλάκτη. Λειτουργεί με ηλεκτρικό ρεύμα και καταναλώνει μικρή ποσότητα ενέργειας σε σχέση με αυτήν που προσφέρει. Αυτό οφείλεται στον υψηλό βαθμό απόδοσης COP. Ο βαθμός αυτός εξαρτάται από κάποιες συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία εδάφους και θερμοκρασία νερού). Όσο πιο υψηλή είναι η θερμοκρασία του εδάφους και παράλληλα όσο πιο χαμηλή είναι η θερμοκρασία του νερού στην εγκατάσταση θέρμανσης, τόσο υψηλότερος είναι ο βαθμός απόδοσης. [17]



Εικόνα 8. Γεωθερμική αντλία θερμότητας [19]

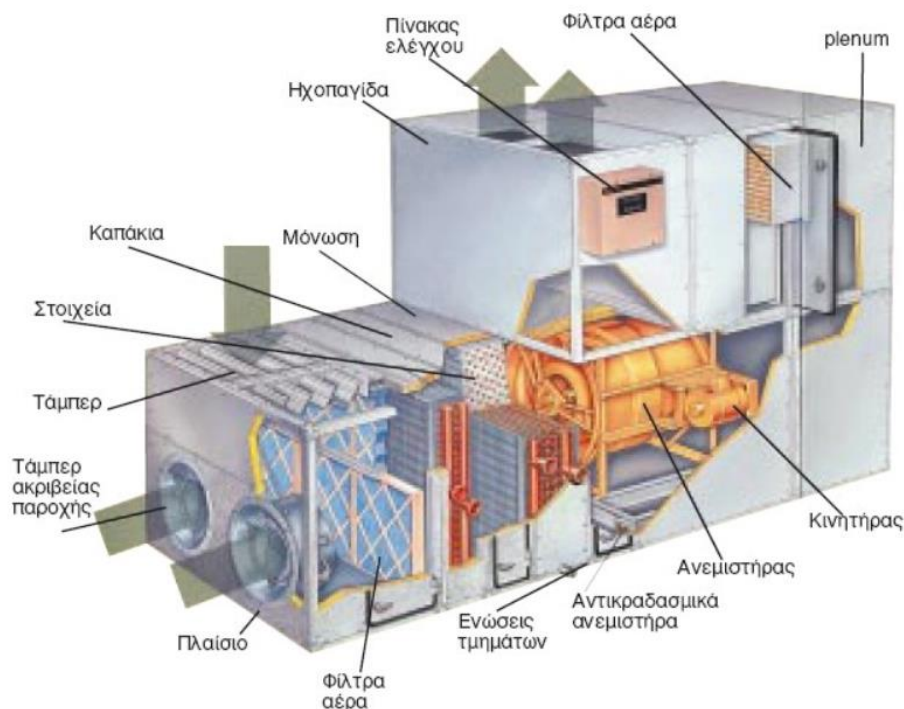
## 4.3 Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα

### 4.3.1 Εισαγωγή

Το επίπεδο άνεσης, η ποιότητα του αέρα και η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελούν τους παράγοντες που καθορίζουν το σχεδιασμό και την αποτελεσματικότητα ενός σύγχρονου συστήματος κλιματισμού σε βιομηχανίες και επαγγελματικές εφαρμογές. Έτσι, έχουν δημιουργηθεί οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (Εικόνα 9). Μία απλή εγκατάσταση κεντρικού κλιματισμού που εξυπηρετεί όλες τις κλιματιστικές μονάδες ολόκληρου κτιρίου. Πρόκειται για μία αρκετά μελετημένη κατασκευή (Εικόνα 10) από θερμομονωτικά υλικά, έτσι ώστε να μην υπάρχουν μεγάλες απώλειες, διότι οι μονάδες επεξεργασίας-κλιματισμού του αέρα τοποθετούνται στην οροφή του κτιρίου. [20]



Εικόνα 9. Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα εξωτερική όψη [20]

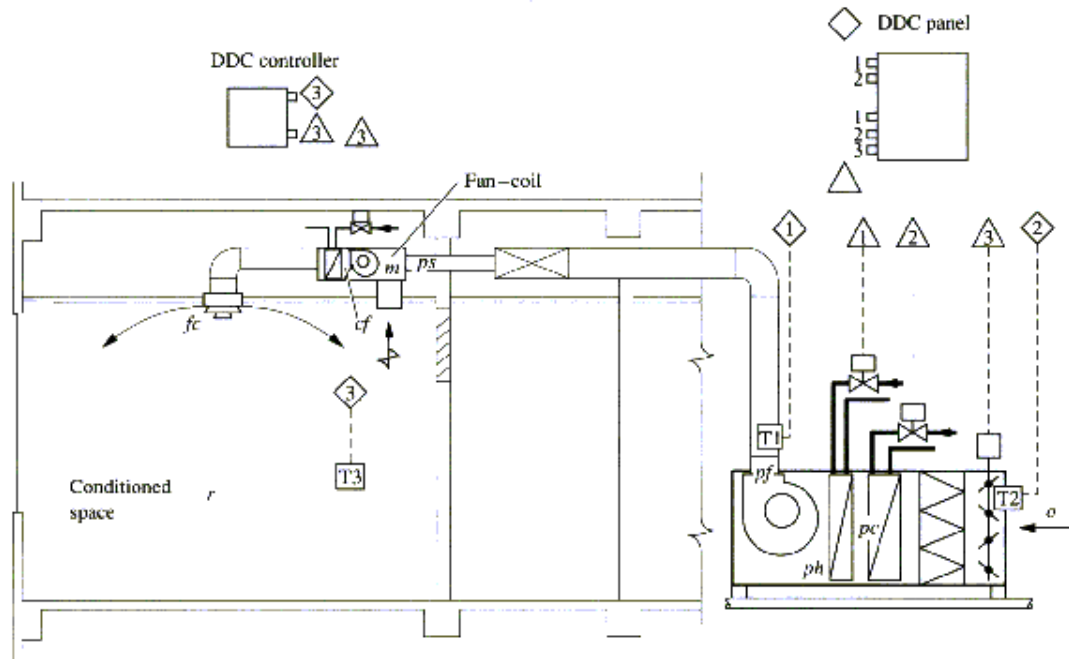


Εικόνα 10. Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα εσωτερική όψη [21]

#### 4.3.2 Λειτουργία Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδας

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση όλων των χαρακτηριστικών μεγεθών που σχετίζονται με τις συνθήκες ενός χώρου. Ρυθμίζουν τη θερμοκρασία, την υγρασία αλλά και την ποιότητα του αέρα. Η ΚΚΜ αποτελείται από προκατασκευασμένες μονάδες που συναρμολογούνται στο εργοστάσιο σε συστοιχίες ανάλογα με τις απαιτήσεις του πελάτη. Οι μονάδες αυτές καλύπτονται από μεταλλικά πλαίσια και υλικά που συμβάλουν στην ηχομόνωση και θερμομόνωση.

Η λειτουργία της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας είναι η επεξεργασία και ο κλιματισμός του αέρα και στην συνέχεια η ομοιόμορφη κατανομή στους χώρους του κτιρίου, όπως ακριβώς αναπαρίσταται στην Εικόνα 11. Η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα (outdoor air) αναμιγνύεται με τον αέρα που επιστρέφει (return air) και στην συνέχεια είτε κλιματίζεται, είτε θερμαίνεται, είτε ψύχεται. Ο κλιματισμένος αέρας (supply air) με την βοήθεια του ανεμιστήρα αποκτά δύναμη και στατική πίεση, που του επιτρέπει να κυκλοφορεί μέσα από τους αεραγωγούς προσαγωγής και να καταλήγει μέσα στα στόμια του αέρα. Εν συνεχεία, έχουμε σταθερή θερμοκρασία στον χώρο, διότι ο αέρας παραμένει σε προκαθορισμένα όρια χάρις στο σύστημα αυτόματου ελέγχου που διαθέτει η ΚΚΜ. [22] [23]



Εικόνα 11. Λειτουργία Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδας [22]

#### 4.3.3 Από τι αποτελείται

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες αποτελούνται από ένα συνδυασμό λειτουργικών κιβωτίων που περιλαμβάνουν :

- Φίλτρα αέρα: Αναλαμβάνουν τον καθαρισμό του νεπού αέρα από σκόνες, ρύπους και άλλα στερεά σωματίδια.
- Υγραντήρας: Αναλαμβάνει την προσθήκη νερού σε μορφή ατμού , με σκοπό την αύξηση της σχετικής υγρασίας του αέρα προσαγωγής εφόσον αυτό απαιτείται.
- Στοιχείο: Ρυθμίζει τη θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής.
- Ανεμιστήρες: Δημιουργούν την απαραίτητη διαφορά πίεσης στο δίκτυο ώστε ο αέρας να φτάνει μέχρι και τον πιο απομακρυσμένο στόμιο με την κατάλληλη ταχύτητα.
- Ηλεκτρικές αντιστάσεις: Χρησιμοποιούνται για την κάλυψη φορτίων αιχμής καθώς και στην κάλυψη μερικού φορτίου εφεδρείας κατά τις φάσεις απόψυξης της κλιματιστικής μονάδας.
- Εξοικονομητές: Μεταφέρουν θερμότητα μεταξύ αέρα προσαγωγής και επιστροφής, επιτυγχάνοντας έτσι μείωση του φορτίου συμπιεστή. Το καλοκαίρι προ-ψύχεται ο

νωπός αέρας ενώ το χειμώνα προθερμαίνεται. Ονομάζονται επίσης και συστήματα ανάκτησης θερμότητας. [20]

## 4.4 Split Units

### 4.4.1 Εισαγωγή

Η κλιματιστική μονάδα split unit είναι κλιματιστικά διαιρούμενου τύπου. Αυτό σημαίνει ότι τα διάφορα στοιχεία της μονάδας δεν βρίσκονται στον ίδιο χώρο όπως φαίνεται στην (Εικόνα 12). Η κλιματιστική μονάδα split unit έχει:

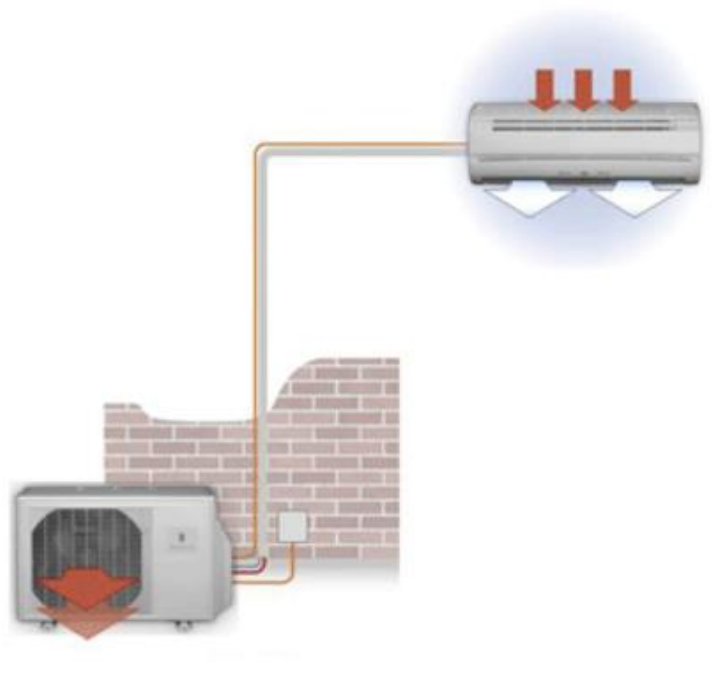
Πρώτον, την εσωτερική μονάδα η οποία αποτελείται από:

- τον εναλλάκτη που λειτουργεί ως εξατμιστής ή ως συμπυκνωτής.
- το φίλτρο αέρα το οποίο προστατεύει και φιλτράρει τον αέρα από μικροοργανισμούς.
- βαλβίδα εκτόνωσης.

Δεύτερον, την εξωτερική μονάδα η οποία απαρτίζεται από:

- τον συμπιεστή.
- βαλβίδα ανατροφοδότησης κύκλου λειτουργίας
- τον συμπυκνωτή.

Τρίτον, η μονάδα κλιματισμού μας αποτελείται επίσης από το σύστημα σωληνώσεων, στο οποίο μεταφέρεται το ψυκτικό υγρό [24] [25].



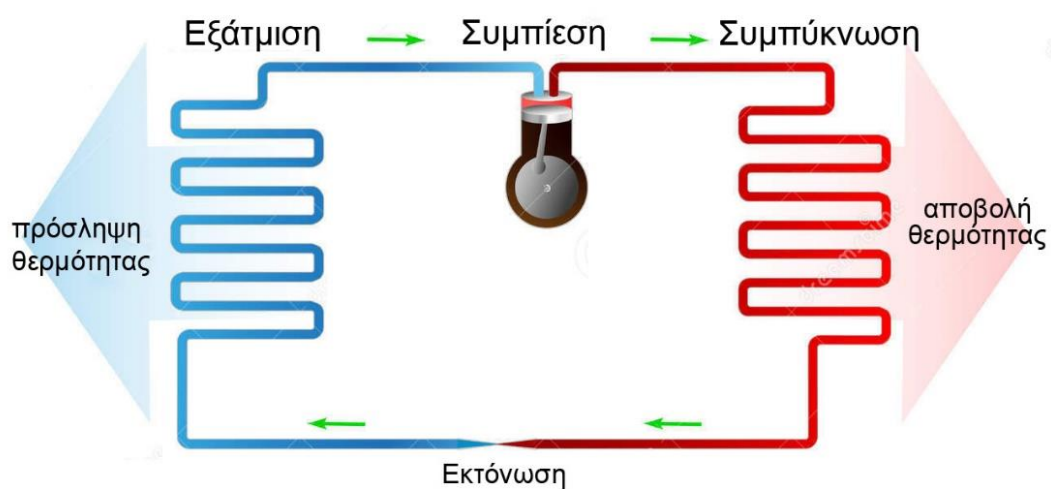
Εικόνα 12. Εξωτερική όψη μονάδας κλιματισμού split unit [24]

#### 4.4.2 Τρόπος λειτουργίας

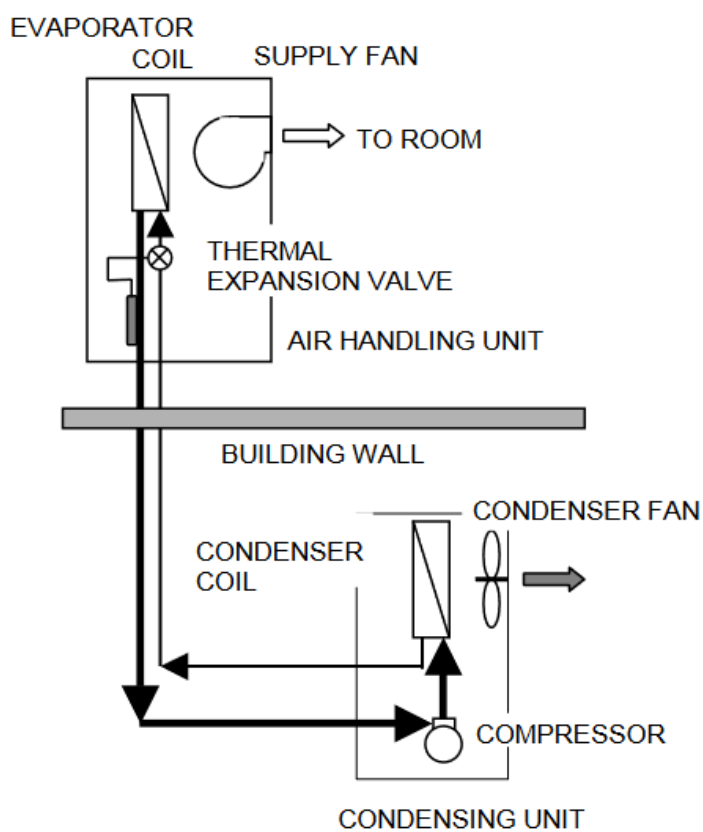
Η αρχή λειτουργίας των split unit βασίζεται στην αντλία θερμότητας αέρα-αέρα κατά τον οποίο το ψυκτικό μέσο - κοινός φρέον - συμπιέζεται στον συμπιεστή (εξωτερική μονάδα) συμπυκνώνεται και υγροποιείται, στην συνέχεια εκτονώνεται στην βαλβίδα εκτόνωσης και αεριοποιείται και πάλι στον εξατμιστή (εσωτερική μονάδα) κάτι το οποίο προβάλλεται στην Εικόνα 13 [23]. Στην Εικόνα 14 μπορεί κανείς να κατανοήσει τον κύκλο λειτουργίας από το εσωτερικό του συστήματος. [24]



## Πως λειτουργεί το κλιματιστικό;



Εικόνα 13. Τρόπος λειτουργίας split unit. [24]



Εικόνα 14. Εσωτερική όψη μονάδας κλιματισμού split unit. [25]

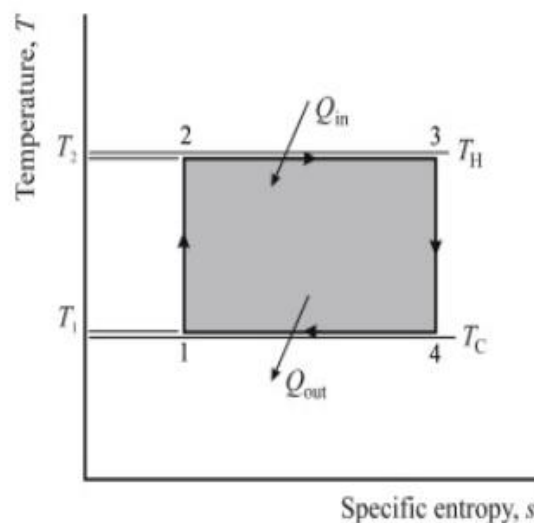
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗ

#### 5.1 Cop κύκλοι ψύξης

Ο ψυκτικός κύκλος είναι ένας θερμοδυναμικός κύκλος που παριστάνει σε ένα διάγραμμα τις μεταβολές που γίνονται στο ψυκτικό μέσον από την στιγμή που συμπιέζεται στον συμπιεστή μέχρι να επιστρέψει σε αυτό. Κατά την διάρκεια του οποίου πραγματοποιείται μεταφορά θερμότητας από το πιο θερμό προς το πιο ψυχρό με την προσφορά έργου από το περιβάλλον στη μονάδα. Μια ψυκτική μηχανή μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για ψύξη αλλά και για θέρμανση. Όταν η ψυκτική μηχανή ψύχει ονομάζεται ψυκτική διάταξη ενώ όταν θερμαίνει ονομάζεται αντλία θερμότητας.

Ένας τέλειος ψυκτικός κύκλος είναι ο κύκλος carnot. Αποτελείται από τέσσερις μεταβολές, δύο ισόθερμες και δύο αδιαβατικές, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2. Πρόκειται για μια θεωρητική συσκευή που έχει την μέγιστη δυνατή απόδοση μεταξύ των μηχανών που λειτουργούν ανάμεσα σε δυο θερμοκρασίες  $T_H$  (θερμοκρασία θερμής μηχανής) και  $T_C$  (θερμοκρασία ψυχρής μηχανής). Η μηχανή εκτελεί μια κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή που ονομάζεται κύκλος carnot. Η απόδοση που μπορεί να προσφέρει αυτός ο κύκλος είναι το ανώτερο θεωρητικό όριο. [26]



Διάγραμμα 2. Κύκλος carnot ανώτατο όριο απόδοσης.

Η απόδοση κάθε κύκλου ψύξης ονομάζεται COP. Ο συντελεστής αυτός είναι η αναλογία μεταξύ της ενέργειας που προσφέρει το σύστημα (θερμότητα ή ψύξη) προς την ενέργεια που καταναλώνει. Ο βαθμός απόδοσης cop (coefficient of performance) επηρεάζεται από τις συνθήκες θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και ως εκ τούτου δεν είναι σταθερές, διότι υπάρχουν διαφορές θερμοκρασίας στον αέρα και στον νερό από γεωγραφική περιοχή σε περιοχή. Υπάρχουν δύο κατηγορίες COP ψύξης και θέρμανσης και υπολογίζονται με τους παρακάτω τύπους (Εξίσωση 1). [27]

$$\text{COP}_{\text{heating}} = \frac{Q_H}{Q_H - Q_C} \quad \text{COP}_{\text{cooling}} = \frac{Q_C}{Q_H - Q_C}$$

$Q_C$  is the heat removed from the cold reservoir.

$Q_H$  is the heat supplied to the hot reservoir.

Εξίσωση 1. Υπολογισμός COP [28]

Σχετικά με την μελέτη ενός κτιρίου πρέπει να πληρούνται οι απαιτήσεις των κλιματιστικών μονάδων στα προγράμματα ενεργειακής μελέτης για μια σωστή λειτουργία του κτιρίου. Οι απαιτήσεις αυτές έχουν δημιουργηθεί από το τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας (TOTEE) και εμφανίζονται στον Πίνακα 2. [4]

Πίνακας 2. Τιμές COP [4]

ΤΥΠΟΣ ΨΥΚΤΗ-ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΨΥΞΗ COP <sub>cool</sub> - EER
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΕΡΑ-ΝΕΡΟΥ	2.8 – 3.2
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΜΕΣΟΥ ΕΚΤΟΝΩΣΕΩΣ – SPLIT TYPE	3.00 – 3.80
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΜΕΣΟΥ ΕΚΤΟΝΩΣΕΩΝ ΤΥΠΟΥ VRV - VRF	3.10 – 4.30
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ	4.00 – 5.00
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΤΥΠΟΥ VRV	4.10 – 4.90
ΤΥΠΟΣ ΨΥΚΤΗ-ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗ COP <sub>heat</sub>
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΕΡΑ-ΝΕΡΟΥ	2.8 – 3.2
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΜΕΣΟΥ ΕΚΤΟΝΩΣΕΩΣ – SPLIT TYPE	3.30 – 4.00
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΜΕΣΟΥ ΕΚΤΟΝΩΣΕΩΝ ΤΥΠΟΥ VRV - VRF	3.70 – 4.55
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ	4.30 – 5.50
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΤΥΠΟΥ VRV	5.10 – 5.80

## 5.2 Φωτισμός

Για να λειτουργεί σωστά και να εξυπηρετεί τις ανάγκες του χρήστη ένα κτίριο πρέπει να παρέχει το σωστό φωτισμό, ώστε να εξασφαλίσει οπτική άνεση, δηλαδή την ύπαρξη της απαιτούμενης ποιότητας και ποσότητας φωτισμού για να μη δημιουργηθούν οπτικά προβλήματα. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού αλλά και για τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας για τον φωτισμό, ο Κ.Εν.Α.Κ καθόρισε την ελάχιστη απαιτούμενη φωτιστική απόδοση στα 55 (lm/W). Ωστόσο, σε κάθε χώρο υπάρχει διαφορετική χρήση, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12464.1:2002 στο οποίο υπάρχουν τα επίπεδα φωτισμού που υποχρεούται να πληροί ο κάθε χώρος. Με βάση τις τιμές του πρότυπου στους παρακάτω πίνακες δίνονται οι τιμές για την ελάχιστη στάθμη γενικού φωτισμού (lx) καθώς και οι τιμές για την εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού (W/m<sup>2</sup>). Οι τιμές της ισχύος που αναγράφονται στους Πίνακες 3,4 είναι οι μέγιστες επιτρεπόμενες για την κάλυψη της μέσης ελάχιστης στάθμης (lx) για ύψος 2.6m στο χώρο [4].

Πίνακας 3. Στάθμη γενικού φωτισμού. [4]

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]*	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m <sup>2</sup> ]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	200	6,4	0,8
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Οικοτροφείο και κοιτώνας	300	9,6	0,8
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	250	8,0	0,8
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	100	3,2	0,5
Εστιατόριο	200	6,4	0,8
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	250	8,0	0,8
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	3,2	0,8
Θέατρο, κινηματογράφος	100	3,2	0,8
Χώρος συναυλιών	100	3,2	0,8
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	200	6,4	0,8
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	500	16,0	0,8
Τράπεζα	500	16,0	0,8
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	300	9,6	0,8
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	300	9,6	0,5
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	200	6,4	0,5
Λουτρό (κοινόχρηστο)	200	6,4	0,5

Πίνακας 4. Στάθμη γενικού φωτισμού [4]

Νηπιαγωγείο	300	9,6	0,8
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	300	9,6	0,8
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	16,0	0,8
Φροντιστήριο, ωδείο	500	16,0	0,8
Νοσοκομείο, κλινική	300	9,6	0,8
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	100	3,2	0,8
Χειρουργείο (τακτικό)	1000	32	0,8
Εξωτερικών ιατρείων	500	16,0	0,8

## 5.3 Αερισμός

### 5.3.1 Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικού χώρου

Για ποιοτική λειτουργία σε επίπεδο αερισμού κάθε χώρου απαραίτητη προϋπόθεση είναι να υπάρχει ανανέωση του αέρα, όπως ορίζουν οι συνθήκες υγιεινής. Με λίγα λόγια είναι αναγκαίο να φιλτράρεται αλλά και να ανανεώνεται με νωπό αέρα του περιβάλλοντος ο εσωτερικός αέρας. Ο καθορισμός για την εύρεση του ποσοστού του νωπού αέρα σε σχέση με τον ήδη υπάρχον στον χώρο εξαρτάται από κάποιες απαιτήσεις οι οποίες αφορούν:

- Τη χρήση του κτιρίου (γραφεία, καταστήματα, νοσοκομεία κλπ ).
- Το πλήθος των χρηστών.
- Τη παραγωγή ρύπων λόγω χρήσης του κτιρίου.

Ως αναφορά στη μελέτη οι απαιτήσεις νωπού αέρα ανά κατηγορία κτιρίου πρέπει να λαμβάνονται, έτσι ώστε να καλύπτουν τον απαιτούμενο αερισμό ( $m^3/h/άτομο$ ) ανάλογα με την πυκνότητα του πληθυσμού ( $άτομα/m^2$ ) ανά χρήση κτιρίου. Στους Πίνακες 5,6,7 και 8 υπάρχουν οι απαιτήσεις για κάθε χρήση κτιρίου σύμφωνα με τον Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86 με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15251.2007 και το πρότυπο ASHRAE 62.1-2010 οι οποίες αφορούν[29]:

- Τον αριθμό ατόμων ανά  $100 m^2$  μεικτής επιφάνειας.
- Τον απαιτούμενο νωπό αέρα ανά άτομο ( $m^3/h/άτομο$ ).
- Τον απαιτούμενο νωπό αέρα ανά μονάδα επιφάνειας δαπέδου.

Αυτές είναι οι οδηγίες που λαμβάνονται υπόψη για κάθε ενεργειακή μελέτη ή ανάλυση ενός κτιρίου. [4]

Πίνακας 5. Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτιρίου. [4]

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m <sup>2</sup> επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
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
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00

Πίνακας 6. Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτιρίου. [4]

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m <sup>2</sup> επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
Οικοτροφείο και κοιτώνας*	10	15	1,50
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	8	15	1,20
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου 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 κολυμβητήριο	75	45	33,75
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	--	--	2,6
Λουτρό (κοινόχρηστο)	--	--	6,00
Νηπιαγωγείο**	50	22	11,00
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης**	50	22	11,00
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας**	50	22	11,00
Φροντιστήριο, ωδείο**	55	22	12,10

Πίνακας 7. Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτιρίου. [4]

Νηπιαγωγείο**	50	22	11,00
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 απόμων 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

Πίνακας 8. Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτιρίου [4]

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m <sup>2</sup> επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
Ινστιτούτο γυμναστικής,	15	45	6,75
Κουρείο, κομμωτήριο	15	30	4,50
Γραφείο	10	30	3,00
Βιβλιοθήκη	22	30	6,60

### 5.3.2 Μηχανικός αερισμός

Ο μηχανικός αερισμός αποτελεί μια βασική αρχή στην κατασκευή ενός κτιρίου τριτογενούς τομέα. Η αναγκαιότητα για μηχανικό αερισμό δημιουργείται λόγω της τοποθέτησης αρκετά παχύτερων στρωμάτων μόνωσης και στεγανών κουφωμάτων για τη μείωση απώλειας ενέργειας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια πολύ καλά μονωμένη κατασκευή αλλά μείωση ποιότητας εσωτερικού αέρα. Υπάρχουν δύο περιπτώσεις μηχανικού αερισμού είτε ένα κεντρικό σύστημα που προσφέρει νωπό αέρα και φιλτράρει τον εσωτερικό αέρα είτε σύστημα μηχανικού

αερισμού συνδεδεμένο με την κλιματιστική μονάδα, με στόχο να προσφέρει εκτός από νωπό αέρα και θέρμανση ή ψύξη στον εσωτερικό χώρο.

Ως αποτέλεσμα της χρήσης μηχανικού αερισμού είναι να επηρεάζεται η ενεργειακή ανάλυση του κτιρίου, διότι υπάρχουν επιδράσεις στα φορτία ψύξης και θέρμανσης. Έτσι, ο μελετητής για την ενεργειακή ανάλυση ενός κτιρίου πρέπει να λαμβάνει υπόψη τους τύπους αερισμού [29]:

- Τον αερισμό μέσω χαραμιάδων
- Τον ελεγχόμενο φυσικό αερισμό από τη χρήση κουφωμάτων και
- Τον μηχανισμό αερισμό μέσω συστημάτων αερισμού/εξαερισμού/κλιματισμού.

Ακόμα, για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου πρέπει να καθορίζονται από το σύστημα μηχανικού αερισμού τα χαρακτηριστικά όπως:

- Η παροχή νωπού αέρα ( $m^3/h$ )
- Η απαγωγή αέρα από τη θερμική ζώνη ( $m^3/h$ )
- Η ειδική ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα προσαγωγής αέρα ( $W/m^3/s$ )
- Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος ανάκτησης ( %)
- Η ειδική ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα απαγωγής αέρα ( $W/m^3/s$ ). [4]

### 5.3.3 Φυσικός αερισμός

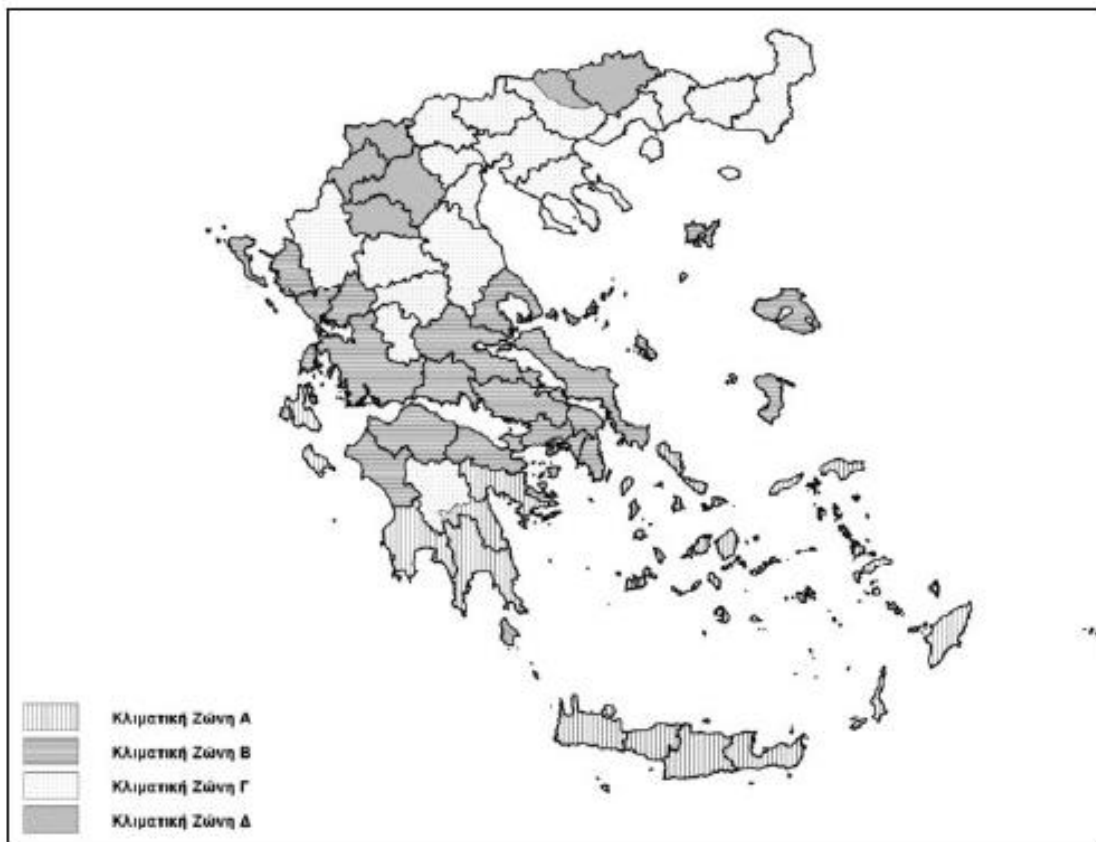
Φυσικό αερισμό κτιρίων ονομάζουμε την εισροή αέρα από το περιβάλλον χωρίς τη χρήση μηχανικού συστήματος αερισμού. Δηλαδή η μόνη μέθοδος αερισμού με νωπό αέρα γίνεται με τη χρήση κατάλληλων ανοιγμάτων (πόρτες, παράθυρα, καπνοδόχους). Ο αερισμός τέτοιου τύπου εφαρμόζεται μόνο στις κατοικίες και όχι σε κτίρια τριτογενούς τομέα. Εάν ένα κτίριο-κατοικία λειτουργεί με φυσικό αερισμό τότε λαμβάνεται το κατώτατο όριο απαιτούμενου νωπού αέρα.

Ο υπολογισμός του συντελεστή χρήσης φυσικού αερισμού που δηλώνει το ρυθμό παροχής φυσικού αερισμού του κτιρίου υπολογίζεται από την ποσότητα απαιτούμενου νωπού αέρα από τους πίνακες Πίνακες 5,6,7 και 8 και την διάρκεια λειτουργίας του κτιρίου (18 ώρες μέσος όρος) και καταγράφεται σε  $m^3/s$ . [4]



## 5.4 Κλιματικές ζώνες

Μια ακόμα απαίτηση της μελέτης ενός κτιρίου είναι η εύρεση της κλιματικής ζώνης. Δηλαδή πρέπει ο μελετητής να βρει σε ποια ζώνη υπάγεται η περιοχή - νομός που κατασκευάζεται το κτίριο. Στην Ελλάδα υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες κλιματικής ζώνης, όπως φαίνονται στην Εικόνα 15. Αυτές είναι η ζώνη Α, Β, Γ και Δ. Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία βρίσκονται (Πίνακα 9). [4]



Εικόνα 15. Απεικόνιση κλιματικών ζωνών στην Ελλάδα [4]

Πίνακας 9. Κατηγορίες κλιματιστικής ζώνης. [4]

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
<b>ΖΩΝΗ Α</b>	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
<b>ΖΩΝΗ Β</b>	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
<b>ΖΩΝΗ Γ</b>	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
<b>ΖΩΝΗ Δ</b>	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.

### 5.5 U factor συντελεστής θερμοπερατότητας

Κατά την επιλογή υλικών για την κατασκευή ενός κτιρίου ο μελετητής πρέπει να είναι αρκετά προσεκτικός και να επιλέξει την κατάλληλη μόνωση που χρειάζεται το κτίριο για να έχει όσο το δυνατόν λιγότερες απώλειες θερμότητας. Ο συντελεστής με τον οποίο μετράμε τις απώλειες θερμότητας ονομάζεται συντελεστής θερμοπερατότητας U factor. Ο συντελεστής αυτός αφορά στην ποσότητα θερμότητας που περνά μέσα από ένα τετραγωνικό μέτρο ενός δομικού στοιχείου πάχους d σε χρονικό διάστημα μιας ώρας. Μετράει δηλαδή πόσο εύκολα περνάει η θερμότητα από το εκάστοτε υλικό (κουφώματα) ή σύνολο υλικών (τοίχους, κολώνες) και μετριέται σε βατ ανά τετραγωνικό και βαθμό κέλβιν ( $W/m^2K$ ) [29]. Ο Πίνακας 10 αποδίδει τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές U ανά κλιματική ζώνη.

Πίνακας 10. Συντελεστής U factor [4]

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,45	0,40	0,35	0,30
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,55	0,45	0,40	0,35
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πλοιά)	0,45	0,40	0,35	0,30
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,10	0,80	0,65	0,60
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,10	0,80	0,65	0,60
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,10	1,90	1,75	1,70

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΝΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

#### 6.1 Η εταιρία 4M

Η 4M δραστηριοποιούνται στο Τεχνικό Λογισμικό από το 1986 με τις προηγμένες λύσεις, που αποτελούν την κορυφαία επιλογή στον χώρο τους. Βασισμένα στην σύγχρονη τεχνολογία BIM (Building Information Modeling) και διαθέτοντας πλήρη σχεδιαστική αυτονομία. Τα προϊόντα FINE, IDEA, ERGA, ADEIA, STRAD, 4M-KENAK, FineGREEN κ.α. έχουν πρώτη θέση στην αγορά και προσφέρονται με την εγγύηση και τη στενή υποστήριξη από την 4M, καθώς υπάρχουν αρκετά εξουσιοδοτημένα κέντρα της σε όλη την Ελλάδα.

Η 4M είναι σταθερά η πρώτη σε μέγεθος εταιρεία τεχνικού λογισμικού στην Ελλάδα με μερίδιο της τάξης του 35% σύμφωνα με έρευνες της εταιρείας Knowsys για το Ελληνικό Τεχνικό Λογισμικό, ενώ επιπλέον τα προϊόντα 4M εξάγονται σήμερα και στις πέντε Ηπείρους, με οργανωμένα κέντρα διανομής και υποστήριξης/εκπαίδευσης 4M σε περισσότερες από 45 χώρες. Το γεγονός, ότι η 4M παράγει Ελληνικό Τεχνικό Λογισμικό διεθνώς ανταγωνιστικό, σημαίνει απλώς ότι εξασφαλίζουμε στον Έλληνα μελετητή τις απόλυτα κορυφαίες λύσεις και με τις καλύτερες προοπτικές για το μέλλον [30].

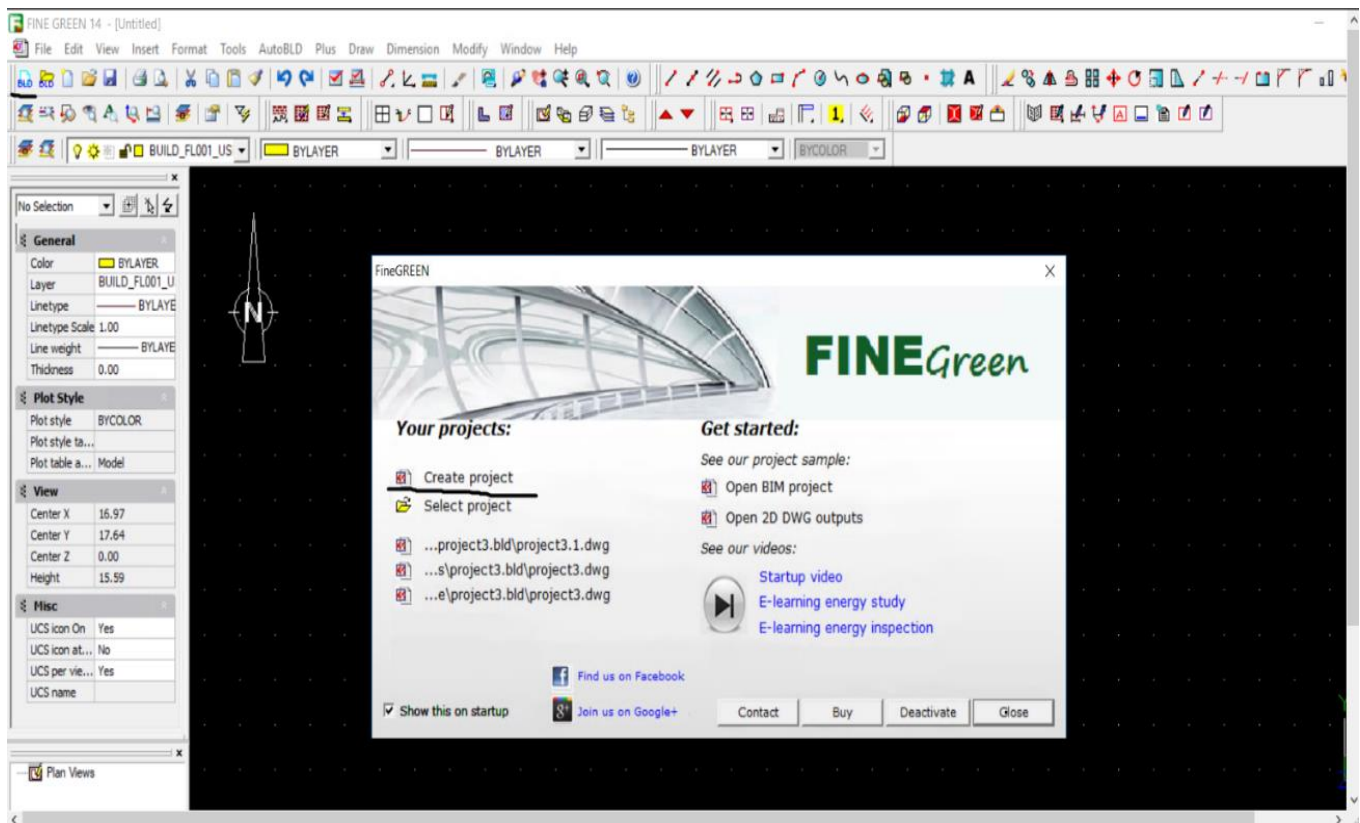
#### 6.2 Finegreen

Αναγνωρισμένο επίσημα και πιστοποιημένο ως GUI του Energy Plus, το FineGREEN αποτελεί αξιόπιστη επιλογή για την ενεργειακή ανάλυση κτιρίων. Αναμφισβήτητα, το EnergyPlus είναι μια διεθνώς αναγνωρισμένη υπολογιστική μηχανή ενεργειακής προσομοίωσης κτιρίων, η οποία αναπτύχθηκε από το υπουργείο ενέργειας των ΗΠΑ με την σφραγίδα του DOE. Πιο συγκεκριμένα, το FINEGREEN είναι ένα εργαλείο, το οποίο καλύπτει όλο το φάσμα για τον πλήρη ενεργειακό σχεδιασμό ενός κτιρίου. Επίσης, προσφέρει ελευθερία στο σχεδιασμό και την υλοποίηση οποιουδήποτε κτιριακού μοντέλου, καθώς και αξιοπιστία αποτελεσμάτων του EnergyPlus και του 4M FINE. Συμπερασματικά, το 4M FineGreen είναι ένα πρόγραμμα ενεργειακής προσομοίωσης κτιρίων το οποίο δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να

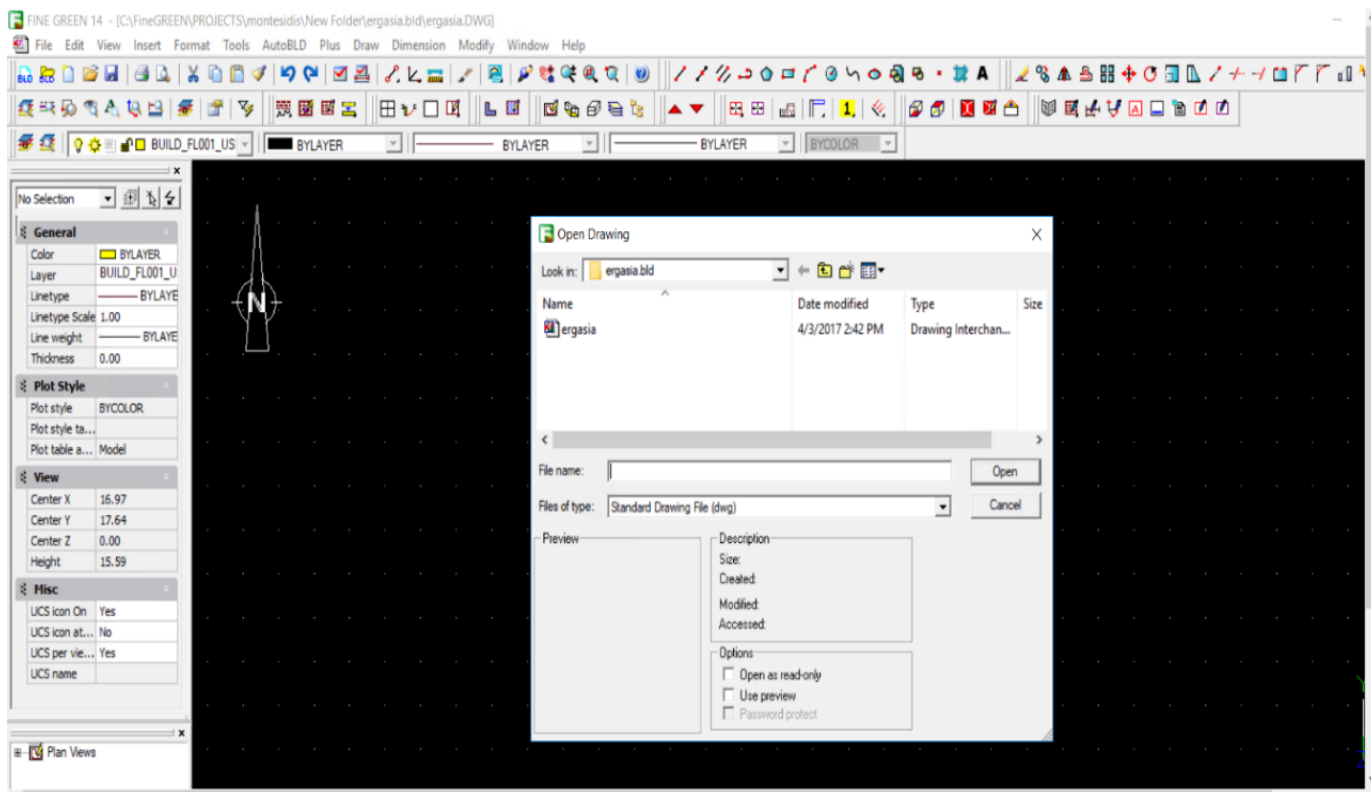
εκμεταλλευτεί αφενός τις δυνατότητες του σχεδιαστικού 4M FINE, αφετέρου την υπολογιστική μηχανή του EnergyPlus [31].

## 6.2.1 Νέα Μελέτη

Μετά την εγκατάσταση του προγράμματος και το άνοιγμα, το πρώτο πράγμα που πρέπει να κάνουμε είναι να δημιουργήσουμε ένα νέο bld αρχείο με το όνομα της εργασίας πατώντας create project όπως δείχνει η Εικόνα 16 και αποθηκεύοντας το ως (.bld) (Εικόνα 17). Εάν η μελέτη υπάρχει και ο χρήστης επιθυμεί να εργαστεί εκ νέου σε αυτήν, τότε απλά πατώντας file->open->όνομα αρχείου.bld ανοίγει την εκάστοτε εργασία.



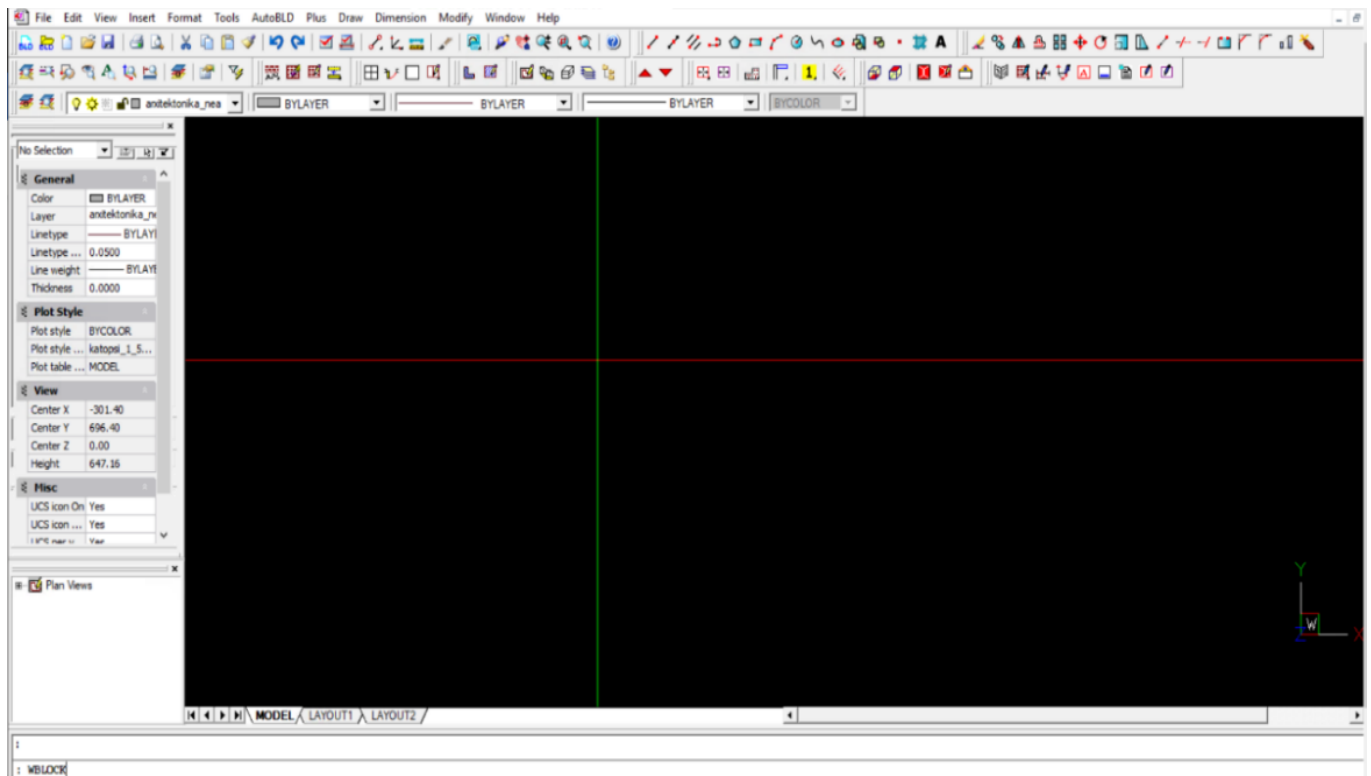
Εικόνα 16. Δημιουργία νέου σχεδίου.



Εικόνα 17. Αποθήκευση νέου σχεδίου (.bld)

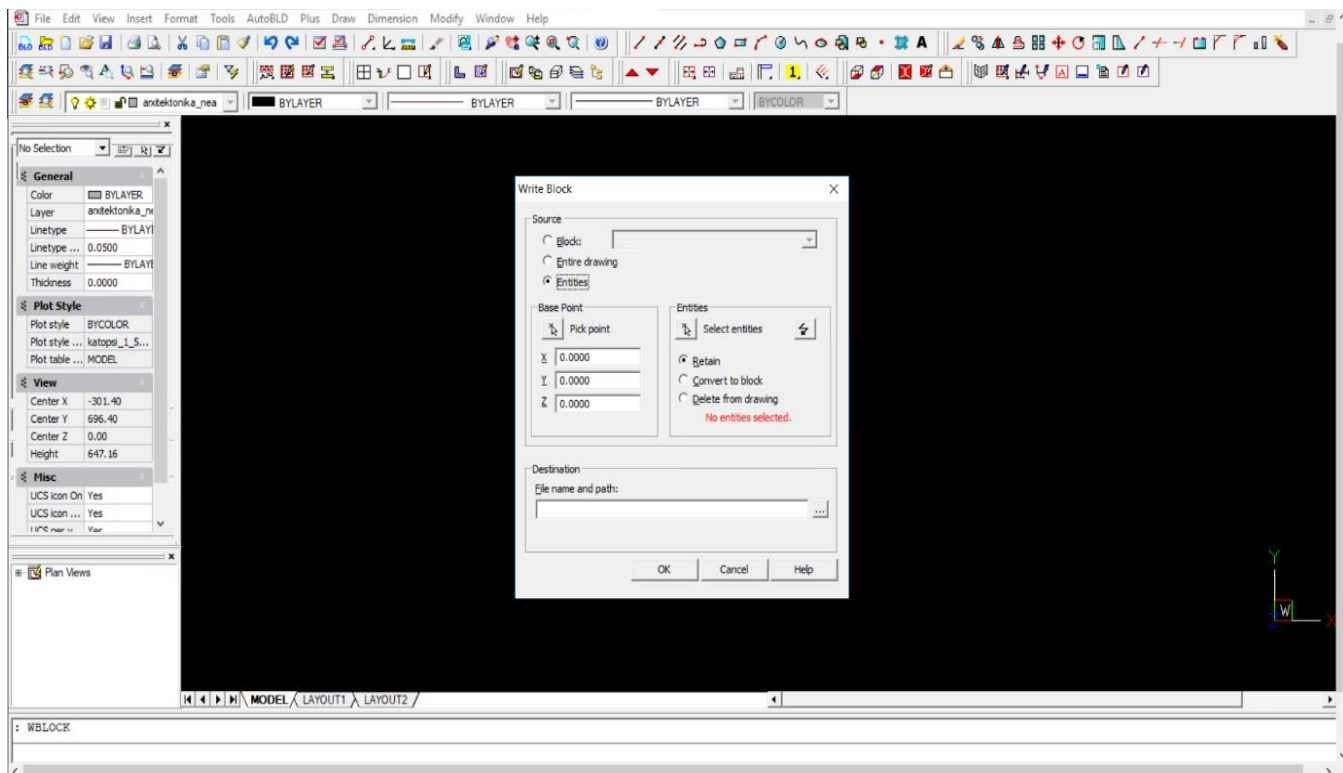
## 6.2.2 Εισαγωγή σχεδίων

Στην συνέχεια, με την εντολή WBLOCK στην μπάρα αναζήτησης εμφανίζεται το παράθυρο (Εικόνα 18), στο οποίο τοποθετούμε τα αρχιτεκτονικά σχέδια. Κάθε αρχιτεκτονική κάτοψη τοποθετείται στο αρχείο σχεδιασμού ως ένα block, η οποία πρέπει να έχει επεξεργαστεί από το πρόγραμμα **autocad**, διότι κάθε όροφος πρέπει να είναι ξεχωριστά αποθηκευμένος και στην κατάλληλη έκδοση για να μπορέσει να εισαχθεί στο πρόγραμμα FINEGREEN.



Εικόνα 18. Εντολή WBLOCK

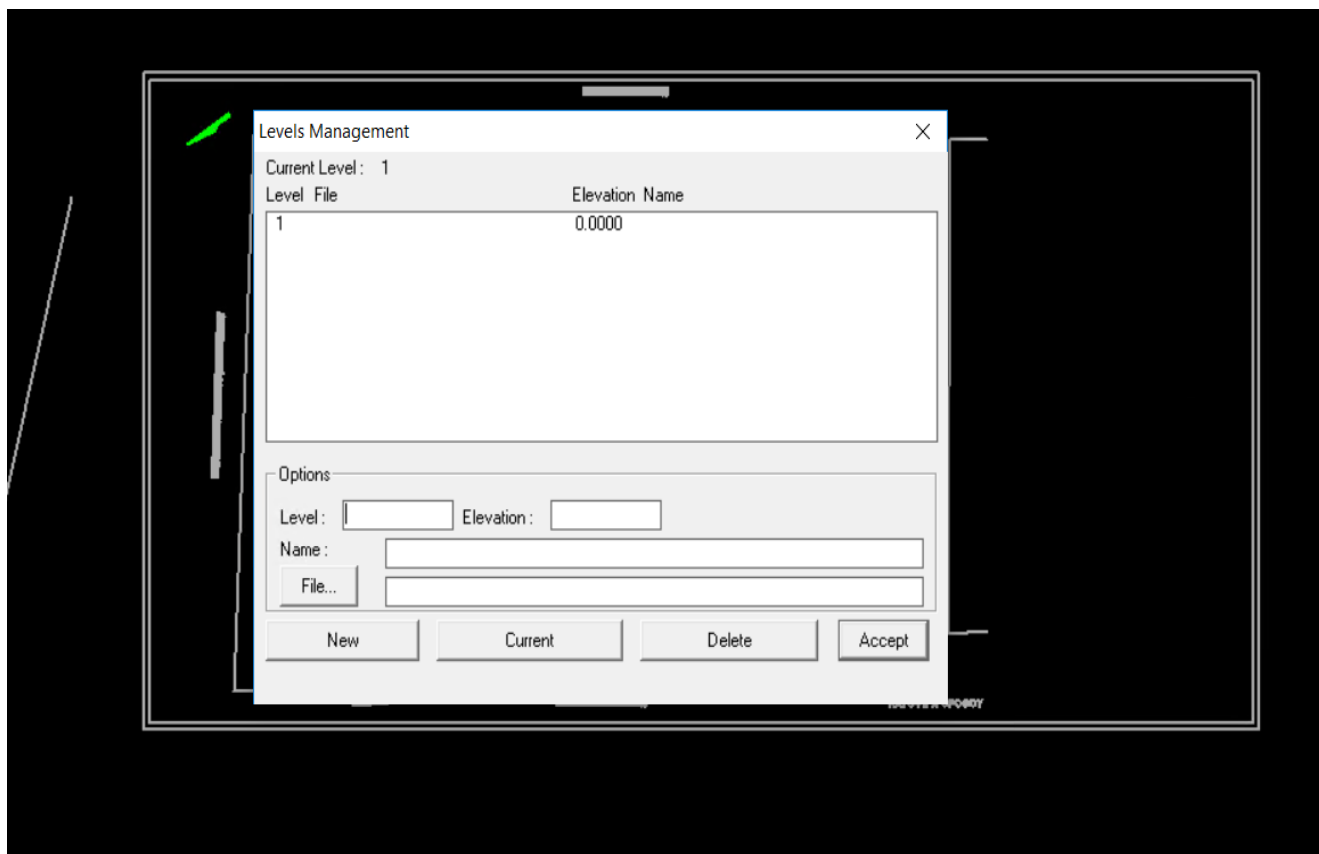
Πρόσθετα, χρειάζεται μεγάλη προσοχή στην επιλογή Pick Point (Εικόνα 19), η οποία δημιουργεί ένα σημείο αναφοράς για όλες τις κατόψεις. Ουσιαστικά, αν δεν υπάρχει σημείο αναφοράς μπορεί πολύ εύκολα κάθε σχέδιο κάτοψης να μην βρίσκεται ακριβώς πάνω από τον προηγούμενο όροφο, με αποτέλεσμα να μη δημιουργηθεί ένα κλειστό κέλυφος κτιρίου και ως εκ τούτου να μην υπάρχει σωστή μελέτη λόγω υπερβολικών απωλειών.



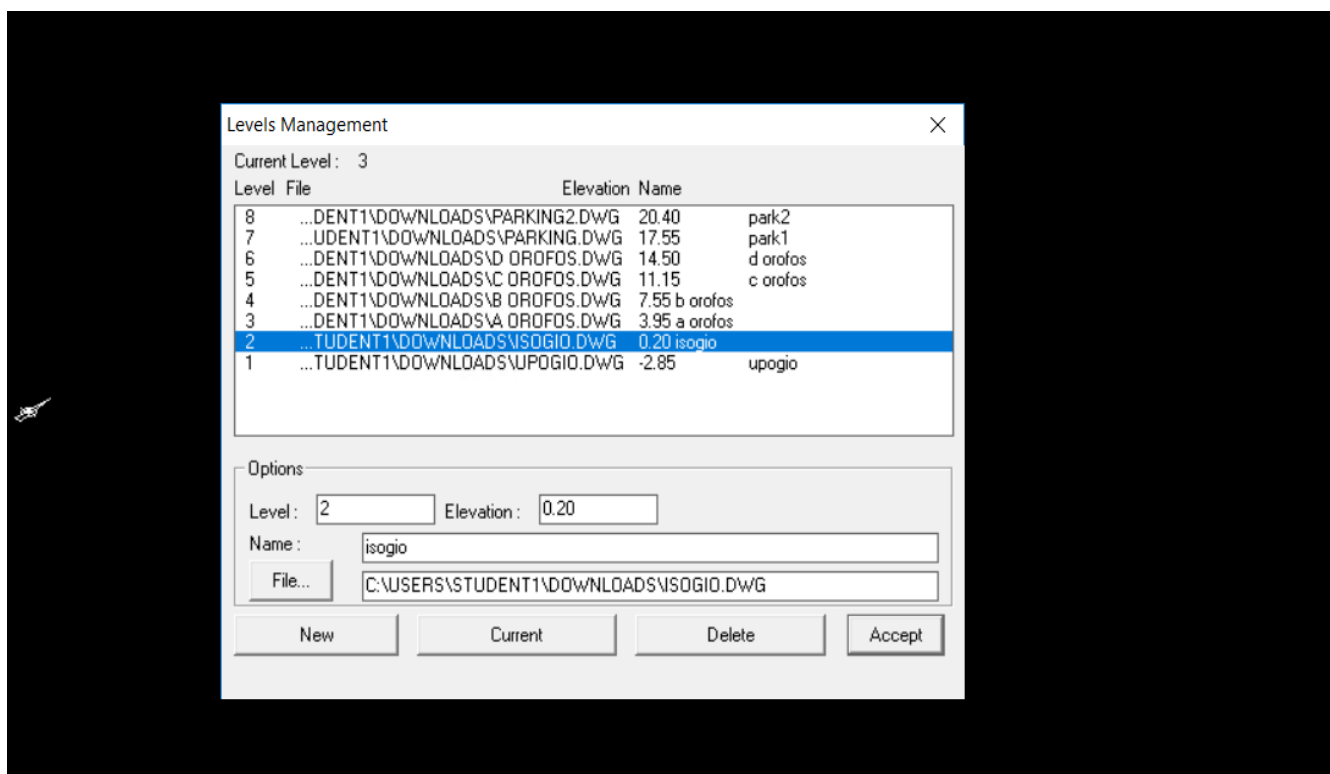
Εικόνα 19. Πλαίσιο εισαγωγής αρχιτεκτονικών σχεδίων

Όταν κάθε κάτοψη έχει εισαχθεί στο σχέδιο, δημιουργούμε τα επίπεδα του κτιρίου μας με την εντολή **AutoBLD -> Building Definition** (Εικόνα 20 και 21). Καταρχάς, επιλέγουμε τον όροφο που θα τοποθετήσουμε από το πεδίο **file** και το ονομάζουμε στο πεδίο **name** με το χώρο που αντιπροσωπεύει (1ος όροφος, 2ος όροφος κ.ο.κ.). Στην συνέχεια, στο πεδίο **level** εισάγουμε το επίπεδο στο οποίο θα βρίσκεται η κάτοψη μας (π.χ. για το υπόγειο θα τοποθετήσουμε τον αριθμό 1, έπειτα το 2 για το ισόγειο κ.ο.κ.). Στο πεδίο **elevation** θα τοποθετήσουμε το ύψος που έχει κάθε όροφος με τον προηγούμενο ξεκινώντας από το ισόγειο με 0.000 m. Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να είμαστε απολύτως ακριβής για την αποφυγή απωλειών. Αφού το δημιουργήσουμε με την εντολή **accept**, αποθηκεύονται οι αλλαγές στην εργασία, ενώ εάν θέλουμε να τοποθετήσουμε νέο επίπεδο, αυτό πραγματοποιείται με την εντολή **new**.





Εικόνα 20. Δημιουργία-ορισμός ορόφων

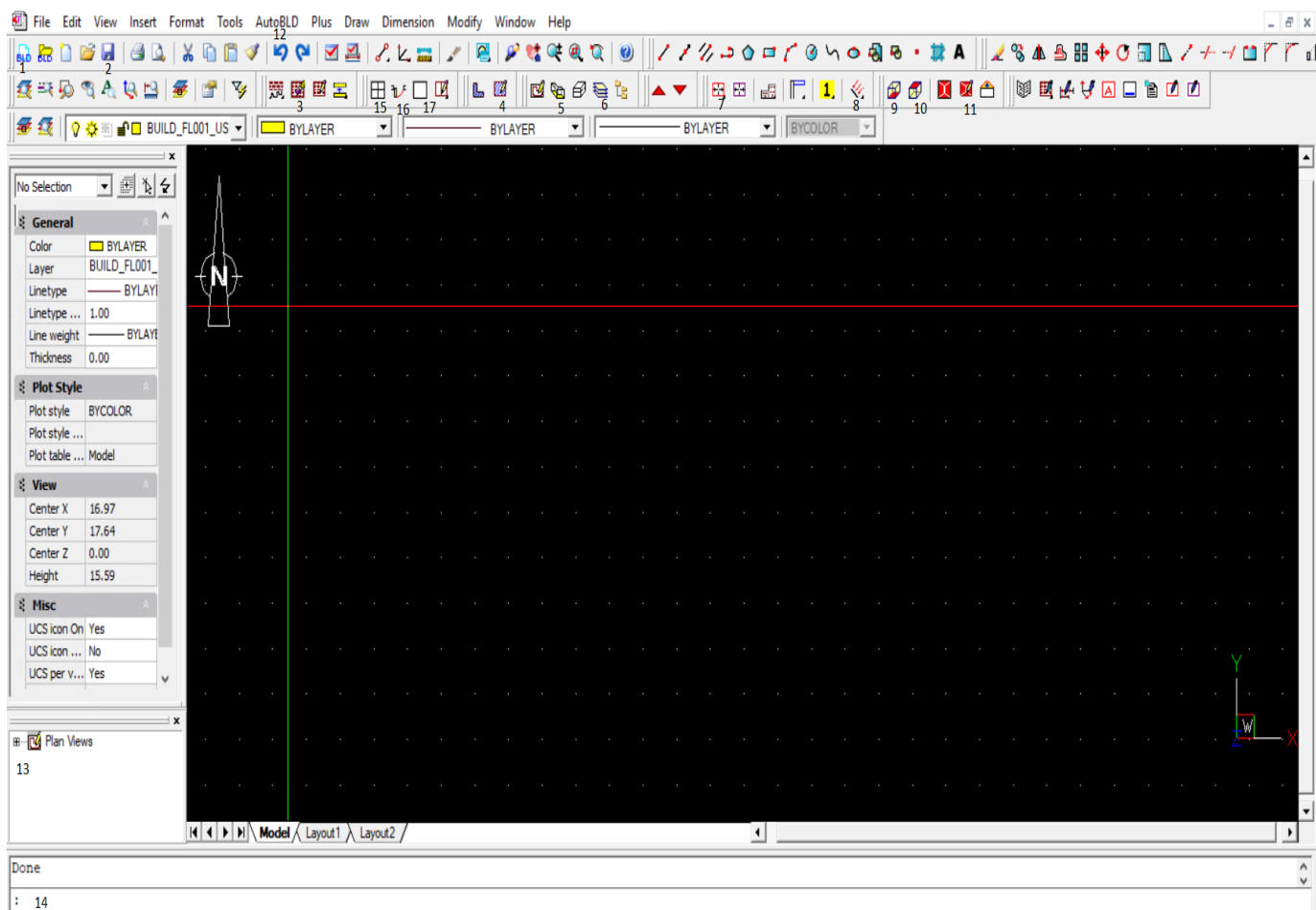


Εικόνα 21. Building definition

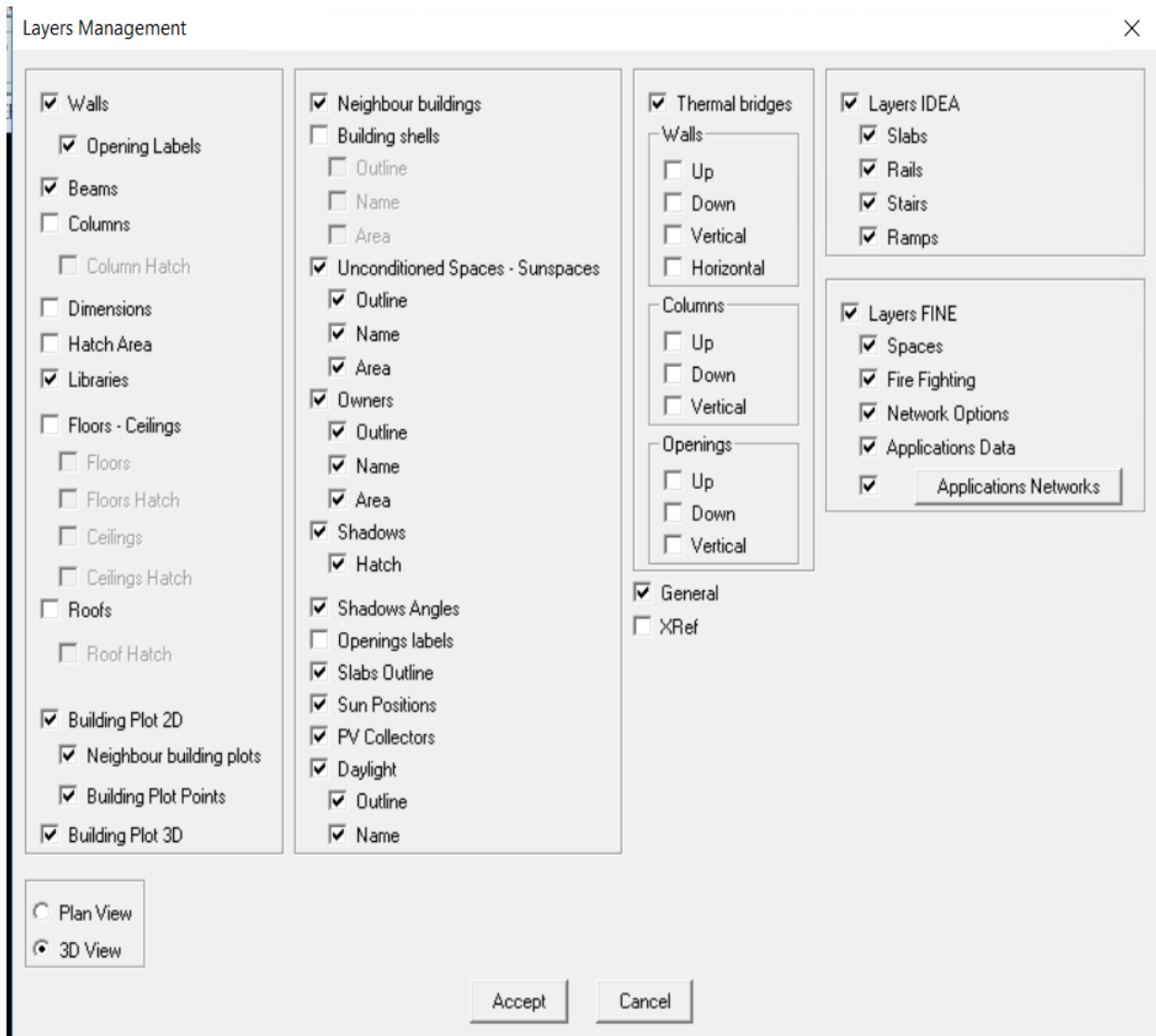
### 6.2.3 Μενού προγράμματος

Σχετικά με το μενού του προγράμματος που παρουσιάζεται στην (Εικόνα 22) :

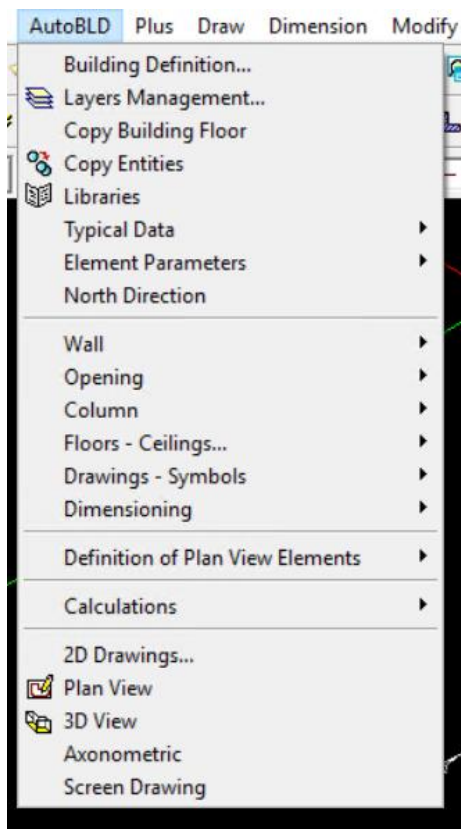
- 1. Δημιουργία νέου σχεδίου
- 2. Αποθήκευση σχεδίου
- 3. Δημιουργία τοίχου
- 4. Δημιουργία κολώνας
- 5. Προβολή 3D του block στο οποίο εργάζεται ο μελετητής
- 6. Πίνακας προβολής ή μη, διαφόρων στοιχείων στο σχέδιο (Εικόνα 23)
- 7. Δημιουργία θερμικής ζώνης
- 8. Προσθήκη ηλιακού panel
- 9. Σχεδιασμός πατώματος ορόφου
- 10. Σχεδιασμός οροφής (ταβάνι ) ορόφου
- 11. Δημιουργία σκεπής κτιρίου
- 12. ΑΥΤΟΒΛΔ επιλογή η οποία περιλαμβάνει μέρος απο το μενού αλλά και ότι σχετίζεται με τις απαιτήσεις ενός κτιρίου (Εικόνα 24)
- 13. Εμφάνιση όλων των ορόφων του σχεδίου και βοήθεια επιλογής ορόφου προς χρήση
- 14. Μενού εντολών
- 15. Δημιουργία παραθύρων
- 16. Δημιουργία πόρτας
- 17. Δημιουργία ανοιγμάτων στο κτίριο.



Εικόνα 22. Μενού προγράμματος



Εικόνα 23. Μενού Layers Management



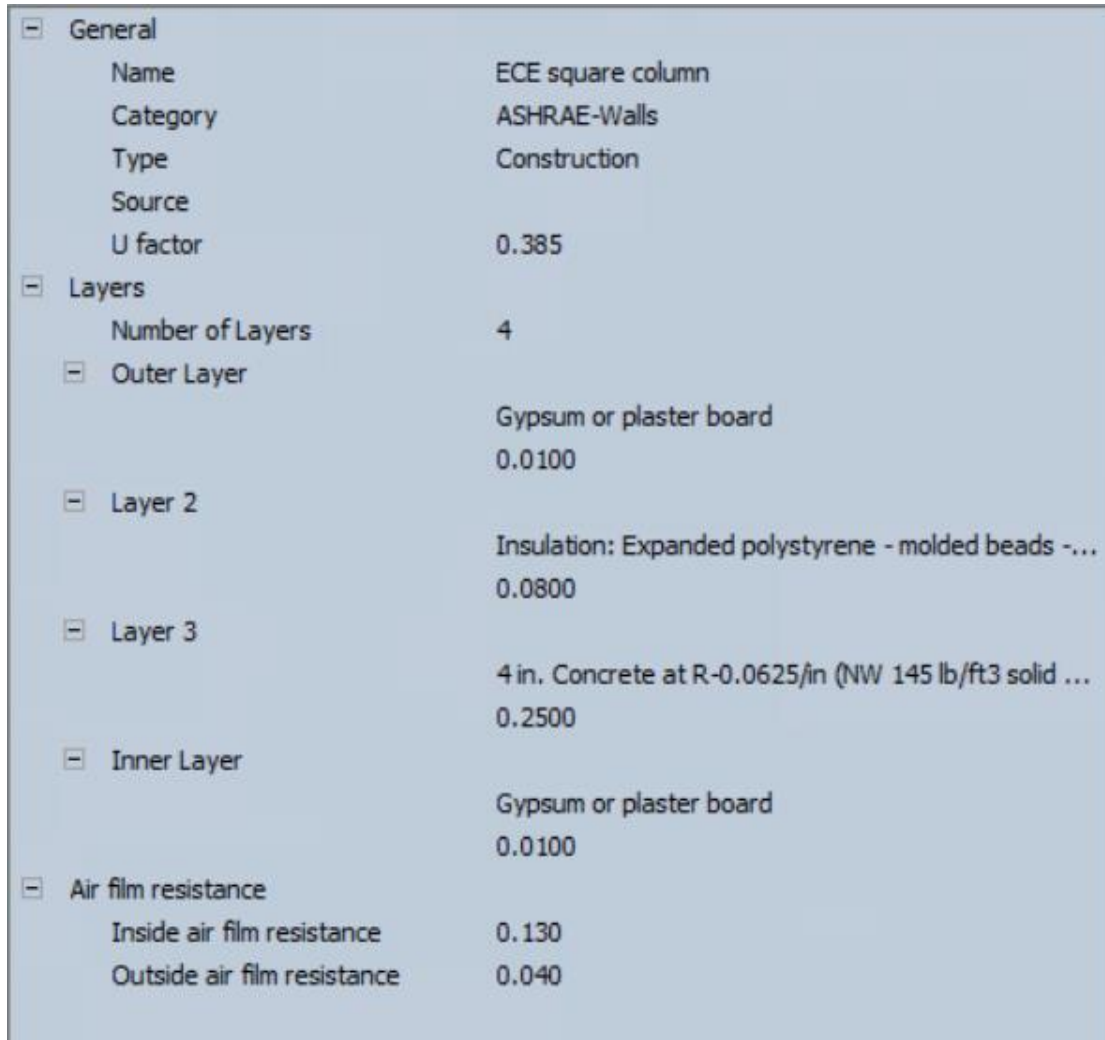
Εικόνα 24. Μενού AutoBLD

Στο μενού **Autobld** εκτός από την δημιουργία των δομικών στοιχείων υπάρχουν οι βιβλιοθήκες στις οποίες υπάρχουν αρκετά στοιχεία προς χρήση από τον μελετητή αλλά και την εντολή calculation μέσω της οποίας εξάγονται τα αποτελέσματα ψύξης/θέρμανσης καθώς και το simulation της χρήσης του κτιρίου.

#### 6.2.4 Σχεδιασμός κελύφους

Ο σχεδιασμός του κελύφους παίζει το σημαντικότερο ρόλο στην ενεργειακή μελέτη ενός κτιρίου, καθώς οποιαδήποτε λάθος τιμή ή σχεδιασμός του θα οδηγήσει σε λανθασμένα αποτελέσματα. Προτού ο μελετητής ξεκινήσει να προσθέτει τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου πρέπει να επιλέξει τα σωστά στοιχεία που ανταποκρίνονται στο συντελεστή θερμοπερατότητας U της κλιματικής ζώνης του κτιρίου. Το πρόγραμμα προσφέρει πολλές επιλογές στοιχείων αλλά και την δυνατότητα να φτιάξει ο χρήστης τα δικά του στοιχεία. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία κατασκευάστηκαν νέα δομικά στοιχεία για να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στο πραγματικό κτίριο.

Ταυτόχρονα, για να επιλέξουμε τα δομικά στοιχεία που ήδη υπάρχουν ή να κατασκευάσουμε καινούρια, ακολουθούμε τις επιλογές AutoBLD -> Libraries -> Constructions. Στις Εικόνες 25,26,27,28,29 και 30 βρίσκονται αναλυτικά τα στοιχεία που έχουν επιλεγθεί.



[-] General	
Name	ECE square column
Category	ASHRAE-Walls
Type	Construction
Source	
U factor	0.385
[-] Layers	
Number of Layers	4
[-] Outer Layer	Gypsum or plaster board 0.0100
[-] Layer 2	Insulation: Expanded polystyrene - molded beads - ... 0.0800
[-] Layer 3	4 in. Concrete at R-0.0625/in (NW 145 lb/ft3 solid ... 0.2500
[-] Inner Layer	Gypsum or plaster board 0.0100
[-] Air film resistance	
Inside air film resistance	0.130
Outside air film resistance	0.040

Εικόνα 25. Στοιχείο βιβλιοθήκης κολώνας

[-] General	
Name	ECE Wall
Category	ASHRAE-Walls
Type	Construction
Source	
U factor	0.328
[-] Layers	
Number of Layers	5
[-] Outer Layer	
	Gypsum or plaster board
	0.0100
[-] Layer 2	
	Brick
	0.1200
[-] Layer 3	
	Insulation: Expanded polystyrene - molded beads - ...
	0.0900
[-] Layer 4	
	Brick
	0.1200
[-] Inner Layer	
	Gypsum or plaster board
	0.0100
[-] Air film resistance	
Inside air film resistance	0.130
Outside air film resistance	0.040

Εικόνα 26. Στοιχείο βιβλιοθήκης τοίχου

[-] General	
Name	ECE Floor to ground
Category	ASHRAE-Floors (ground)
Type	Ground floor
Definition method	Layered
Source	
U factor	0.562
[-] Layers	
Number of Layers	4
[-] Outer Layer	Insulation: Expanded polystyrene - molded beads - ... 0.0500
[-] Layer 2	4 in. Concrete at R-0.0625/in (NW 145 lb/ft3 solid ... 0.2000
[-] Layer 3	Concrete: Cement/lime - mortar - and stucco - 160... 0.0400
[-] Inner Layer	Slate or tile 0.0200
[-] Air film resistance	
Inside air film resistance	0.170
Outside air film resistance	0.000

Εικόνα 27. Στοιχείο βιβλιοθήκης πατώματος



[-] General	
Name	ECE Roof
Category	ASHRAE-Roofs
Type	Construction
Source	
U factor	0.394
[-] Layers	
Number of Layers	5
[-] Outer Layer	
	Gypsum or plaster board 0.0200
[-] Layer 2	
	4 in. Concrete at R-0.0625/in (NW 145 lb/ft <sup>3</sup> solid ... 0.1500
[-] Layer 3	
	Insulation: Expanded polystyrene - molded beads - ... 0.0800
[-] Layer 4	
	Concrete: Cement/lime - mortar - and stucco - 128... 0.0400
[-] Inner Layer	
	Slate or tile 0.0200
[-] Air film resistance	
Inside air film resistance	0.100
Outside air film resistance	0.040

Εικόνα 28. Στοιχείο βιβλιοθήκης οροφής

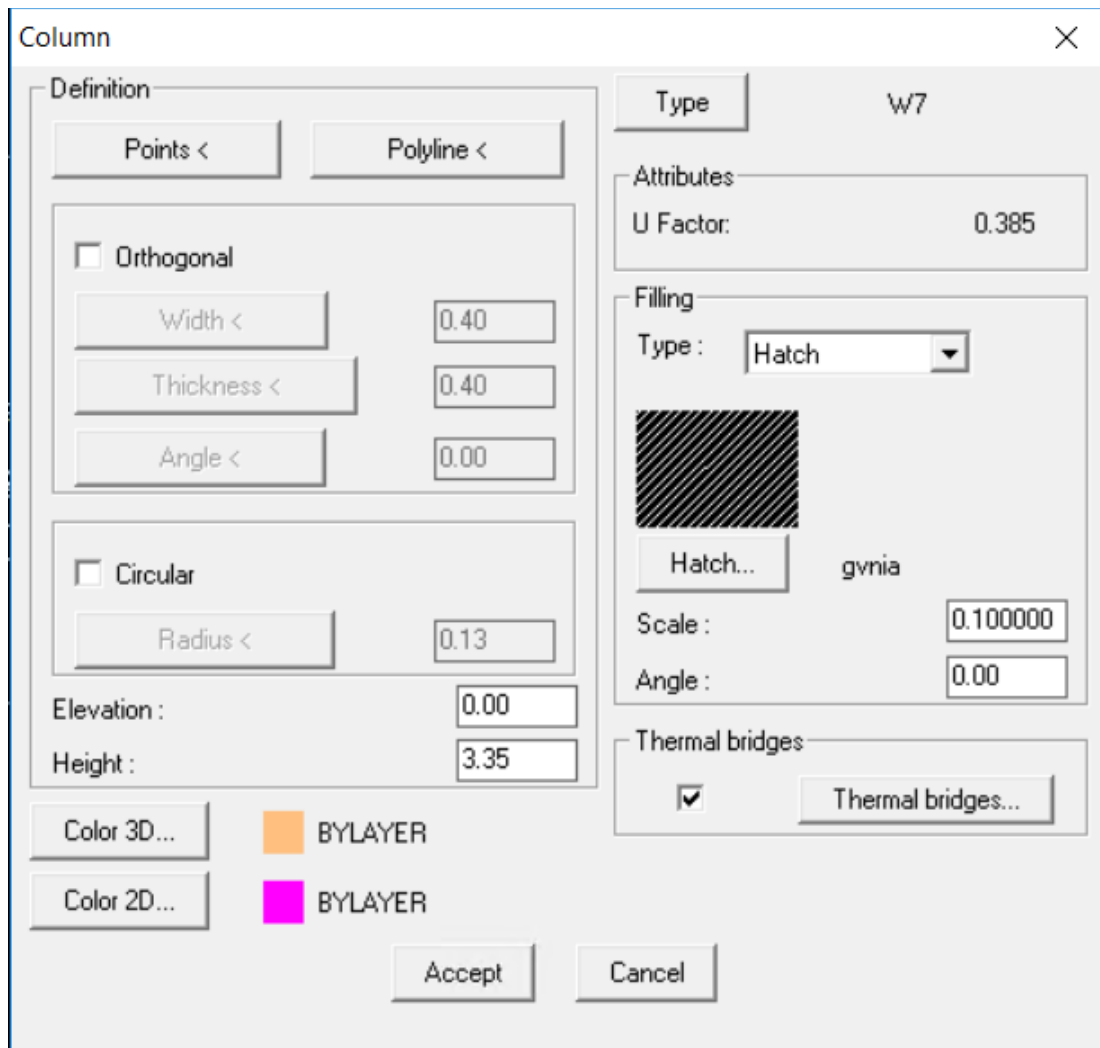
[-] General	
Name	Dbl LoE Elec Ref Bleached 6mm/13mm Arg
Category	e+-Opening (Double Glazing)
Type	Glazing
Definition method	Layered
Source	e+
U factor	1.323
[-] Layers	
Number of Layers	3
[-] Outer Layer	
	ECREF-2 BLEACHED 6MM
	0.0060 <Using default>
[-] Layer 2	
	ARGON 13MM
	0.0130 <Using default>
[-] Inner Layer	
	LoE SPEC SEL CLEAR 6MM Rev
	0.0060 <Using default>

Εικόνα 29. Στοιχείο βιβλιοθήκης παραθύρου

[-] General	
Name	external door
Category	FG-Door
Type	Construction
Source	FINEGREEN
U factor	0.969
[-] Layers	
Number of Layers	2
[-] Outer Layer	
	Metal surface
	0.0020
[-] Inner Layer	
	Insulation board
	0.0254
[-] Air film resistance	
Inside air film resistance	0.120
Outside air film resistance	0.030

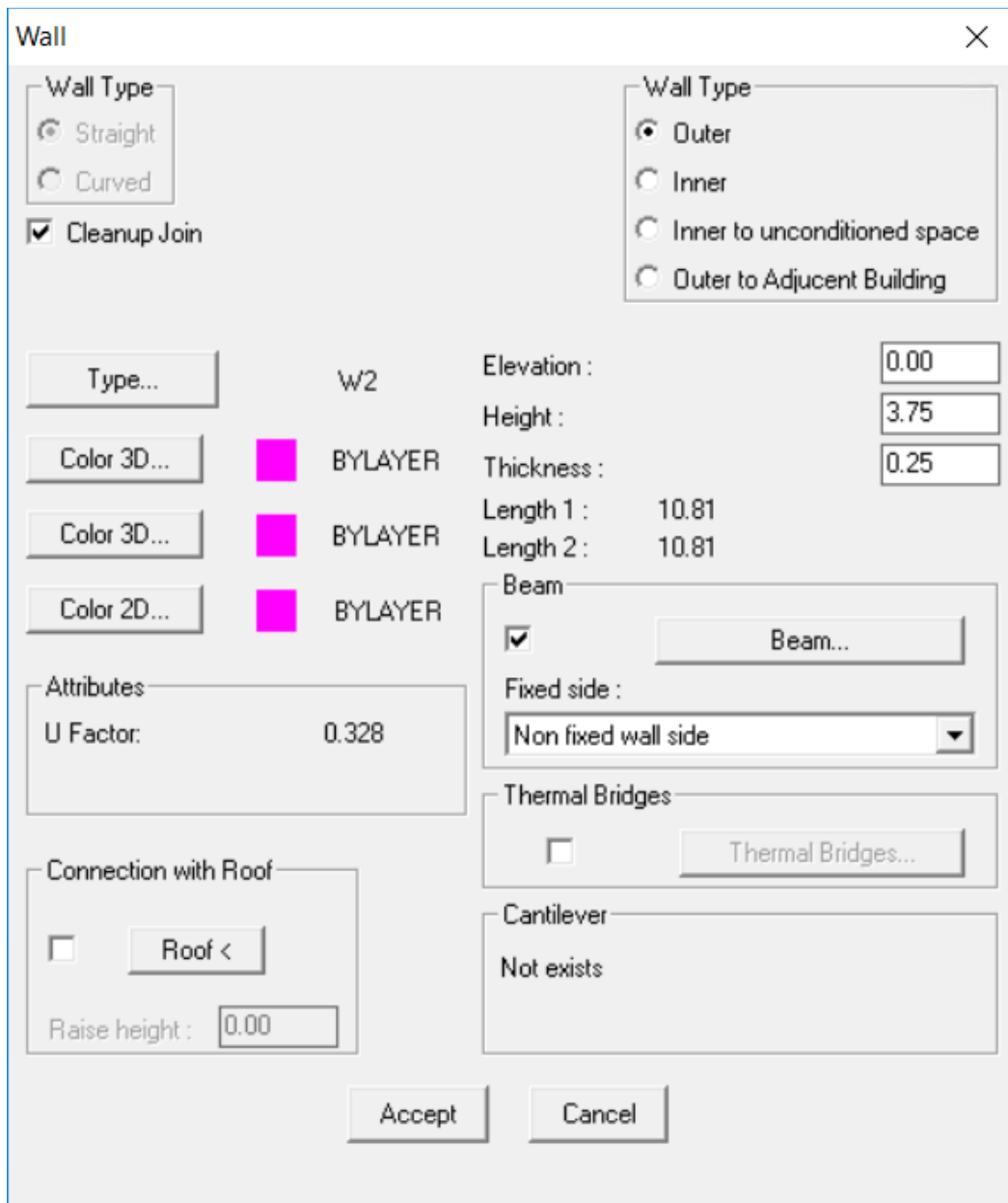
Εικόνα 30. Στοιχείο βιβλιοθήκης πόρτας

Μετά την επιλογή των στοιχείων, ο μελετητής μπορεί να περάσει στην κατασκευή του κάθε δομικού στοιχείου. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας από το μενού την επιλογή **polyline** ή την επιλογή **points** μέσα από το παράθυρο του στοιχείου (Εικόνες 31,32) κατασκευάζει με τον τρόπο που εκείνος επιθυμεί το σχήμα του δομικού στοιχείου.



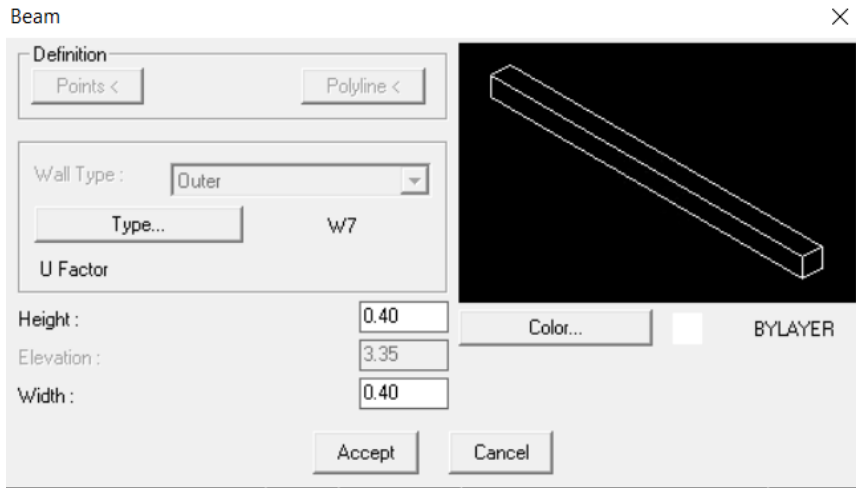
Εικόνα 31. Στοιχείο κολώνας

Επίσης, στα στοιχεία κολώνας πρέπει να τοποθετηθεί στην επιλογή **elevation** το ύψος της κολώνας και το **type** στο οποίο θα επιλεγθεί το στοιχείο που δημιούργησε ή επέλεξε ο μελετητής από την βιβλιοθήκη W7 (Εικόνα 31).



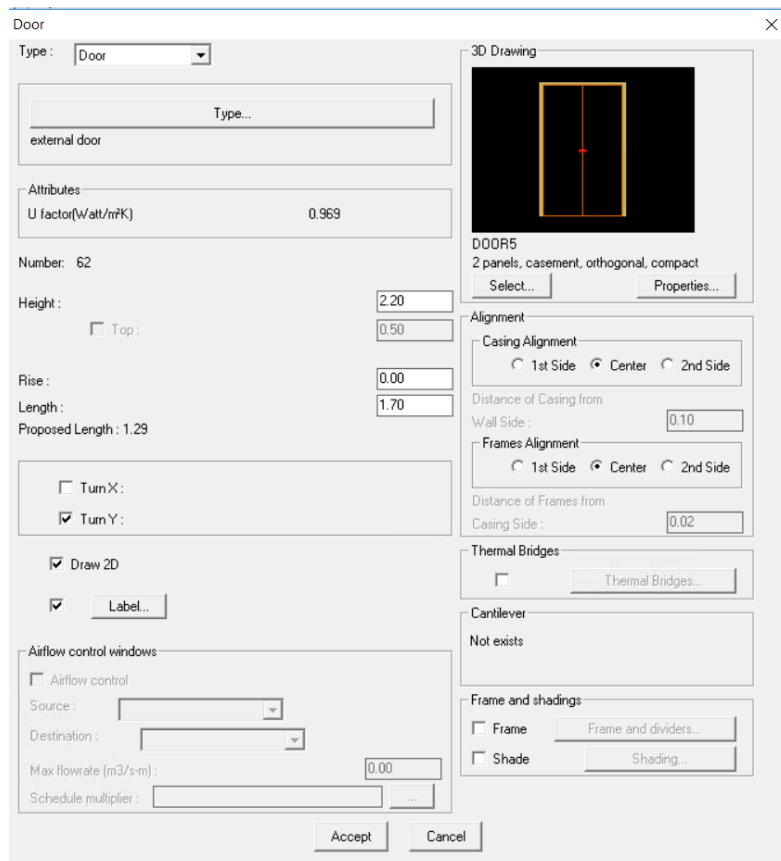
Εικόνα 32. Στοιχείο τοίχου

Ως αναφορά στο στοιχείο του τοίχου, εκτός από το **height** και το **thickness**, πρέπει να ρυθμίσουμε και τις απαιτήσεις του δοκαριού (Εικόνα 33). Με την εντολή **beam** ανοίγει το παράθυρο με τα στοιχεία του δοκαριού. Και σε αυτό το κομμάτι πάλι πρέπει να επιλεχθούν τα κατάλληλα στοιχεία W7 και W2 για το δοκάρι και τον τοίχο αντίστοιχα.

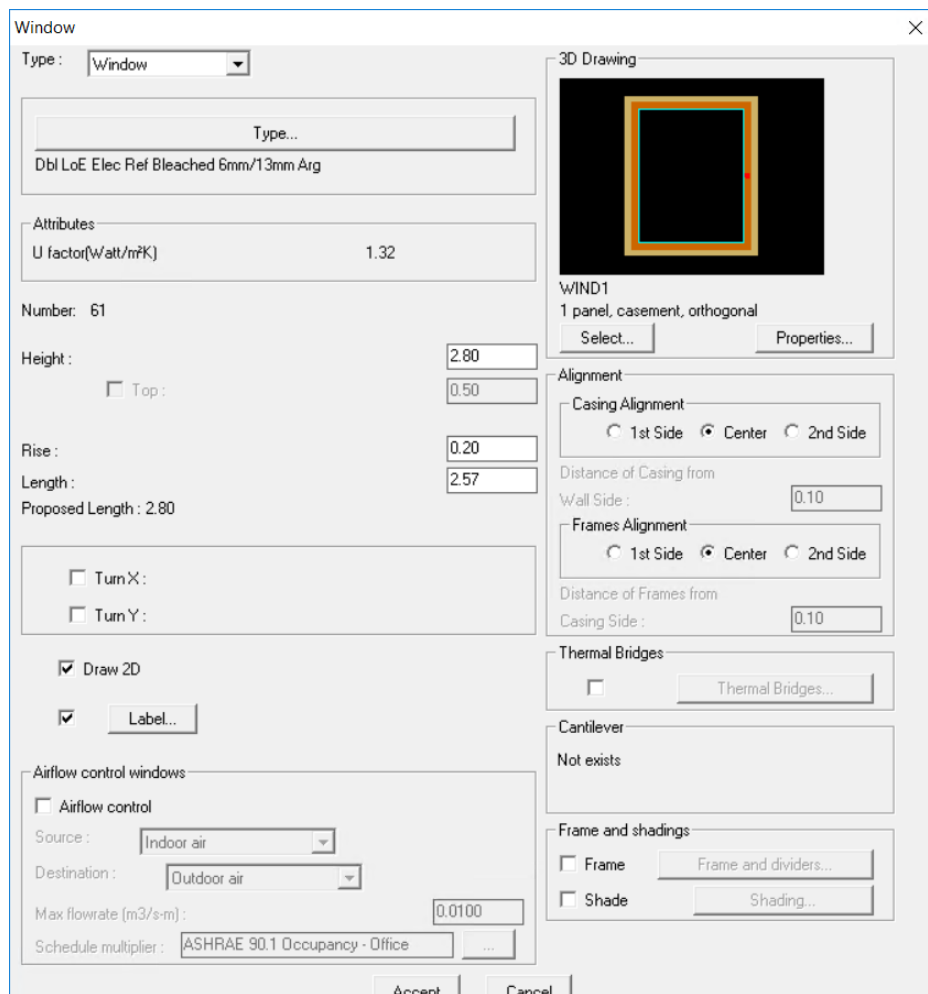


Εικόνα 33. Στοιχείο δοκαριού

Με τον ίδιο τρόπο που επεξεργαστήκαμε τα προηγούμενα δομικά στοιχεία (κολώνες, τοίχοι) επεξεργαζόμαστε και αυτά τα στοιχεία (πόρτες, παράθυρα) εφόσον επιλέξουμε τα κατάλληλα δεδομένα και στη συνέχεια τα τοποθετούμε στο σχέδιο (Εικόνα 34,35). Μια διαφορά που υπάρχει είναι, ότι τόσο στις πόρτες όσο και στα παράθυρα, με την επιλογή **select** μπορεί να βρεί ο μελετητής διάφορους τύπους στοιχείων (διπλές πόρτες, τρίφυλλα παράθυρα κ.α.).

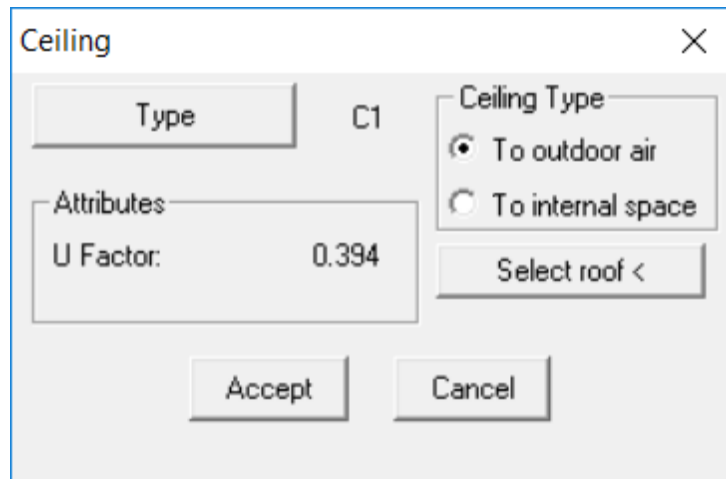


Εικόνα 34. Στοιχείο πόρτας

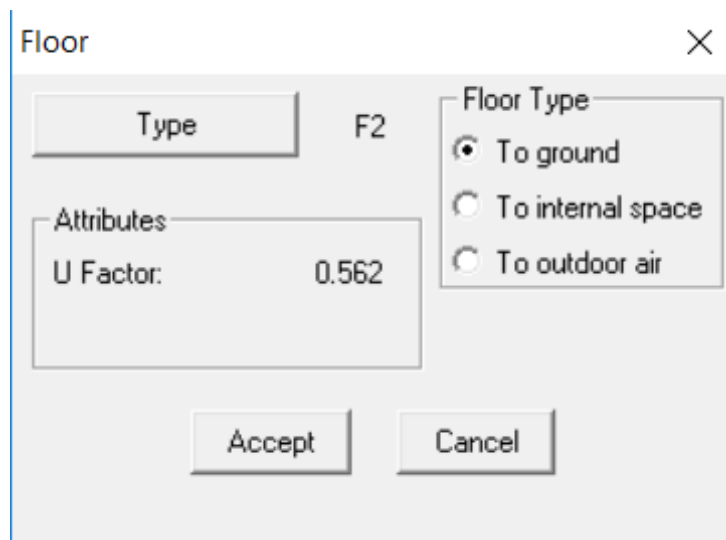


Εικόνα 35. Στοιχεία παραθύρου

Η δημιουργία οροφής και πατώματος ακολουθεί διαφορετική διαδικασία. Διότι πρέπει με την εντολή **polyline** να κλείσεις περιφερειακά όλο τον όροφο. Μόνο τότε μπορεί να δημιουργηθεί είτε η οροφή είτε το πάτωμα του κτιρίου. Σε αυτό το δομικό στοιχείο επίσης πρέπει να γίνει η σωστή επιλογή στοιχείων απο την βιβλιοθήκη C1 και F2, όπως φαίνονται στις Εικόνες 36,37.

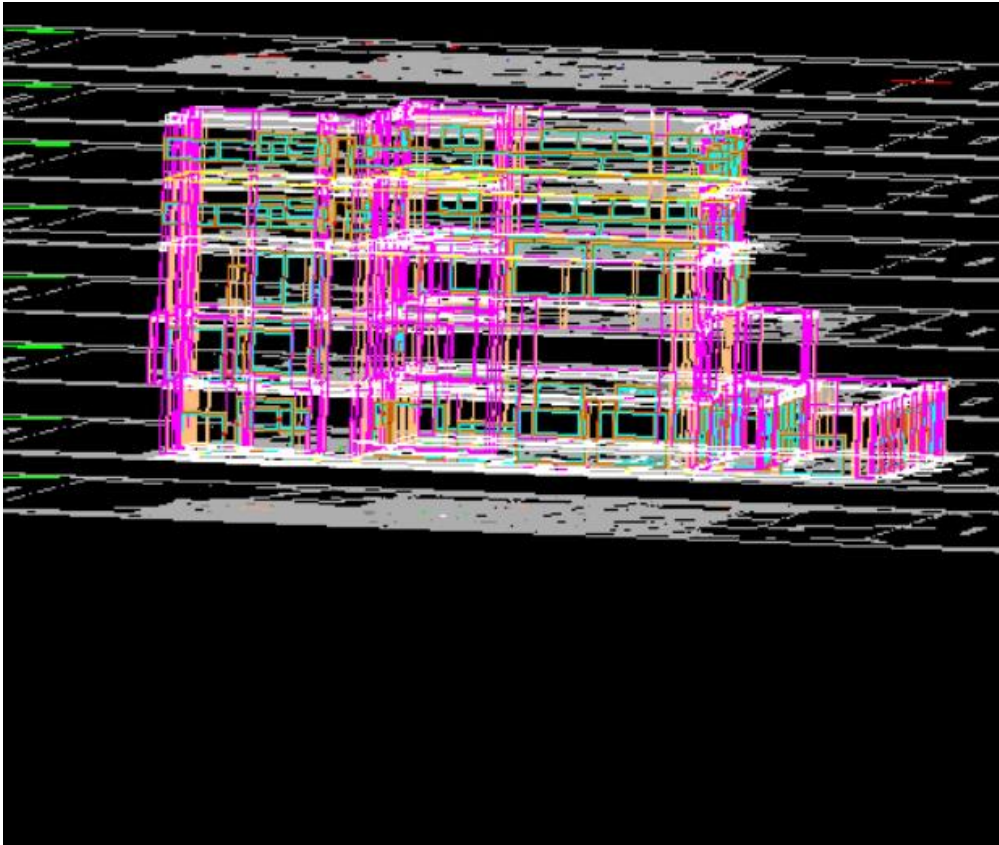


Εικόνα 36. Στοιχείο οροφής

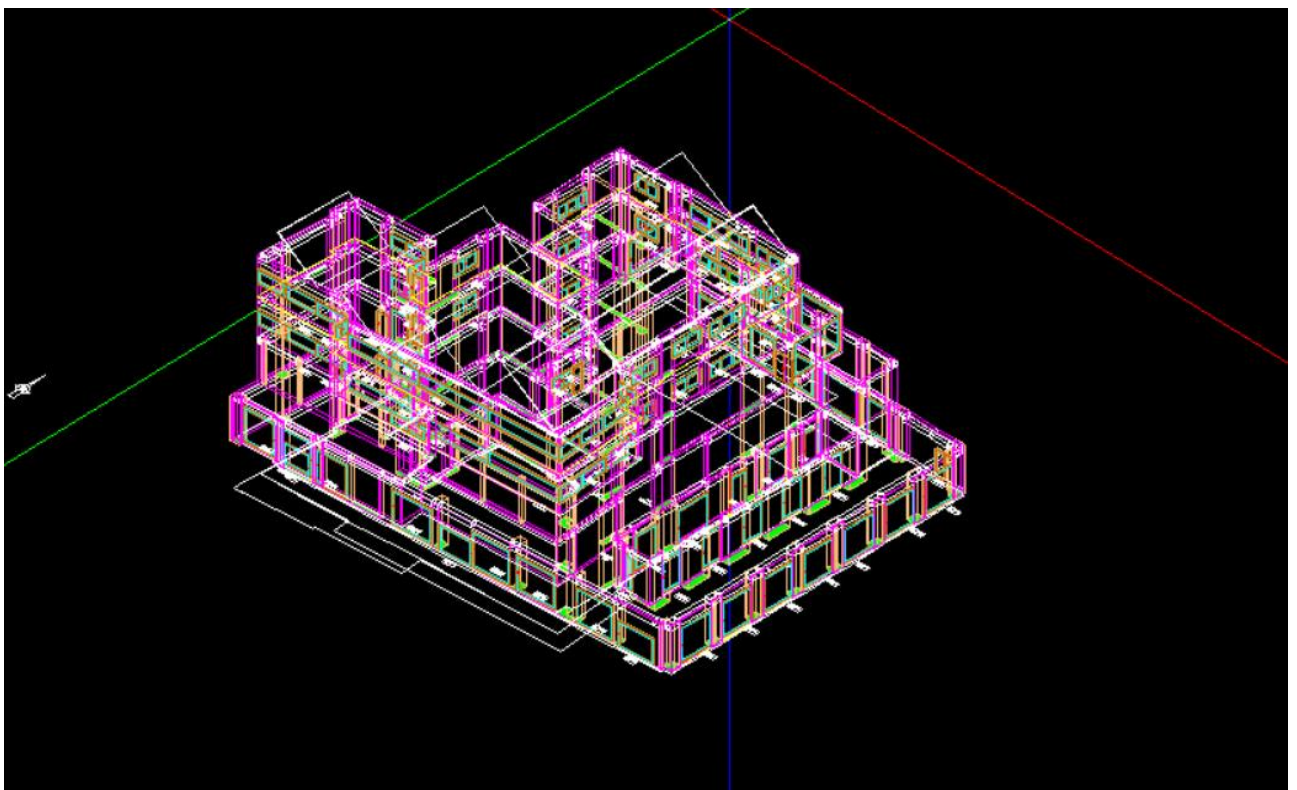


Εικόνα 37. Στοιχείο πατώματος

Τέλος, μόλις δημιουργηθούν όλα τα παραπάνω με την επιλογή 5 (Εικόνα 22) θα εμφανιστεί το κτίριο που έχει κατασκευάσει ο μελετητής, όπως φαίνονται στις Εικόνες 38 και 39. Με αυτόν το τρόπο κατασκευάζεται το κέλυφος του κτιρίου, το οποίο είναι βασικό κομμάτι για εξαγωγή σωστών αποτελεσμάτων.



*Εικόνα 38. Προβολή κτιρίου με τα αρχιτεκτονικά σχέδια*

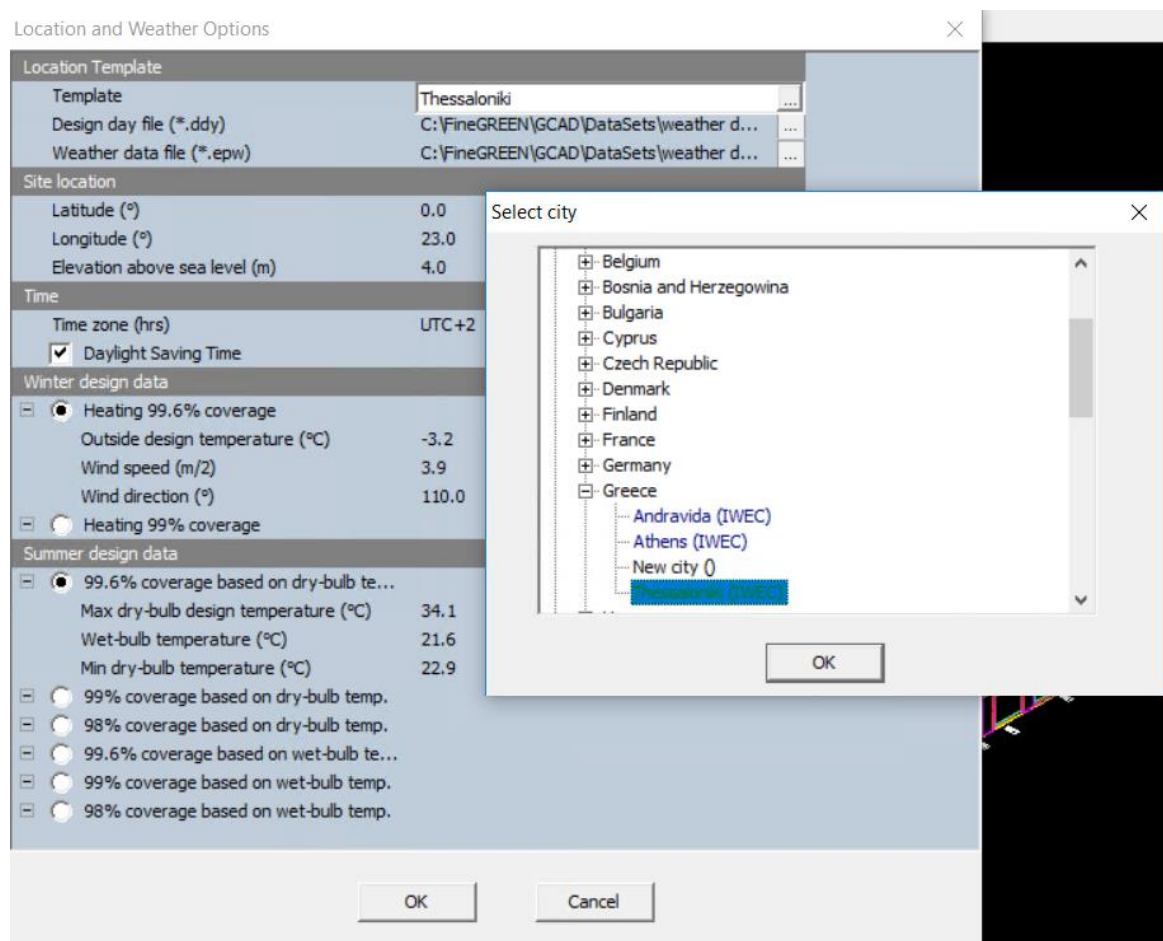


*Εικόνα 39. Προβολή κτιρίου*



## 6.2.5 Κλιματικά δεδομένα

Έχοντας ολοκληρώσει την κατασκευή του κελύφους του κτιρίου, η μελέτη συνεχίζεται τοποθετώντας τα κλιματικά δεδομένα. Ειδικότερα, ρυθμίζουμε την τοποθεσία του κτιρίου εφόσον το πρόγραμμα ανταποκρίνεται σε αρκετές χώρες παγκοσμίως, διότι υπάρχουν διαφορετικά κλιματικά φαινόμενα από χώρα σε χώρα και από τόπο σε τόπο. Έτσι, με τις εντολές **AutoBLD-> Element Parameters -> Other Functions -> EnergyPlus location and weather** εμφανίζεται το παράθυρο (Εικόνα 40) στο οποίο επιλέγουμε την τοποθεσία Θεσσαλονίκη ως την πιο συμβατή στα δεδομένα του Βόλου. Ακόμα, μέσα από το παράθυρο αυτό μπορούμε να αλλάξουμε κάποια βασικά χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα το μέσο όρο μέγιστη θερμοκρασία στους καλοκαιρινούς και το μέσο όρο ελάχιστης θερμοκρασίας κατά το χειμώνα καθώς και άλλα στοιχεία αναφορικά με τον καιρό.

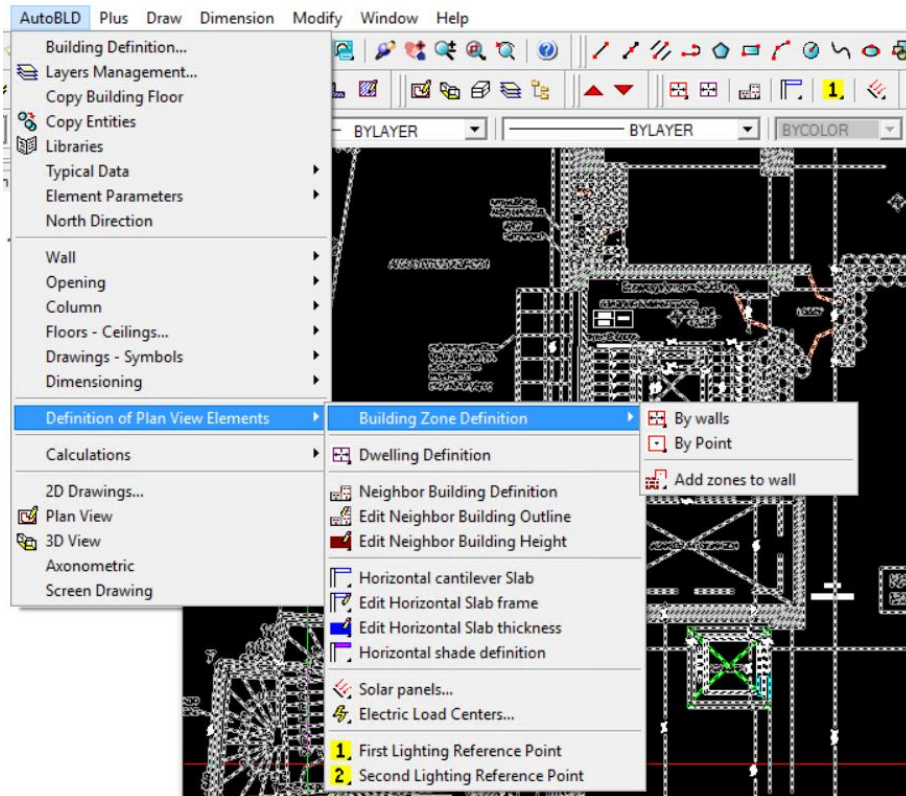


Εικόνα 40. Ρύθμιση τοποθεσίας και θερμοκρασίας

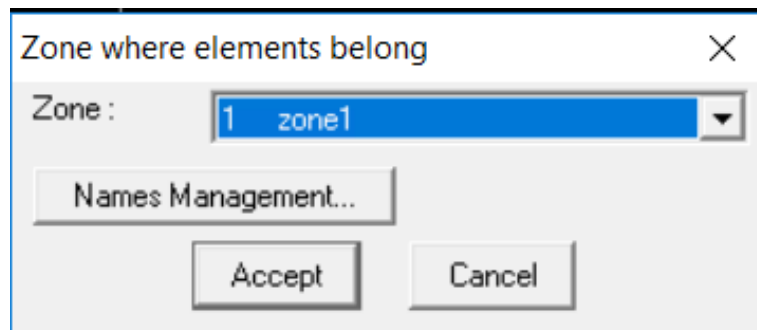
## 6.2.6 Θερμικές ζώνες

Υποθέτοντας, ότι το κέλυφος του κτιρίου έχει δημιουργηθεί σωστά το επόμενο βήμα του μελετητή είναι να δημιουργήσει τις θερμικές ζώνες του κτιρίου. Αν το κέλυφος του κτιρίου έχει κλείσει σωστά, τότε δημιουργώντας τις θερμικές ζώνες του κτιρίου, σε κάθε όροφο πρέπει να εμφανιστούν τα τετραγωνικά του, σε άλλη περίπτωση κάπου θα υπάρχει ένας ανοιχτός τοίχος (άνοιγμα), ο οποίος δεν έχει εφαρμόσει ακριβώς με τον άλλο. Προκειμένου να εντοπιστεί το πρόβλημα, πατώντας την επιλογή 6 (Εικόνα 22) θα εμφανιστεί η Εικόνα 23, απομονώνοντας τους τοίχους και επιτρέποντας να εμφανίζονται στο σχέδιο μόνο αυτοί κάθε αυτοί θα φανούν τα κενά που υπάρχουν μεταξύ τους στο σχέδιο.

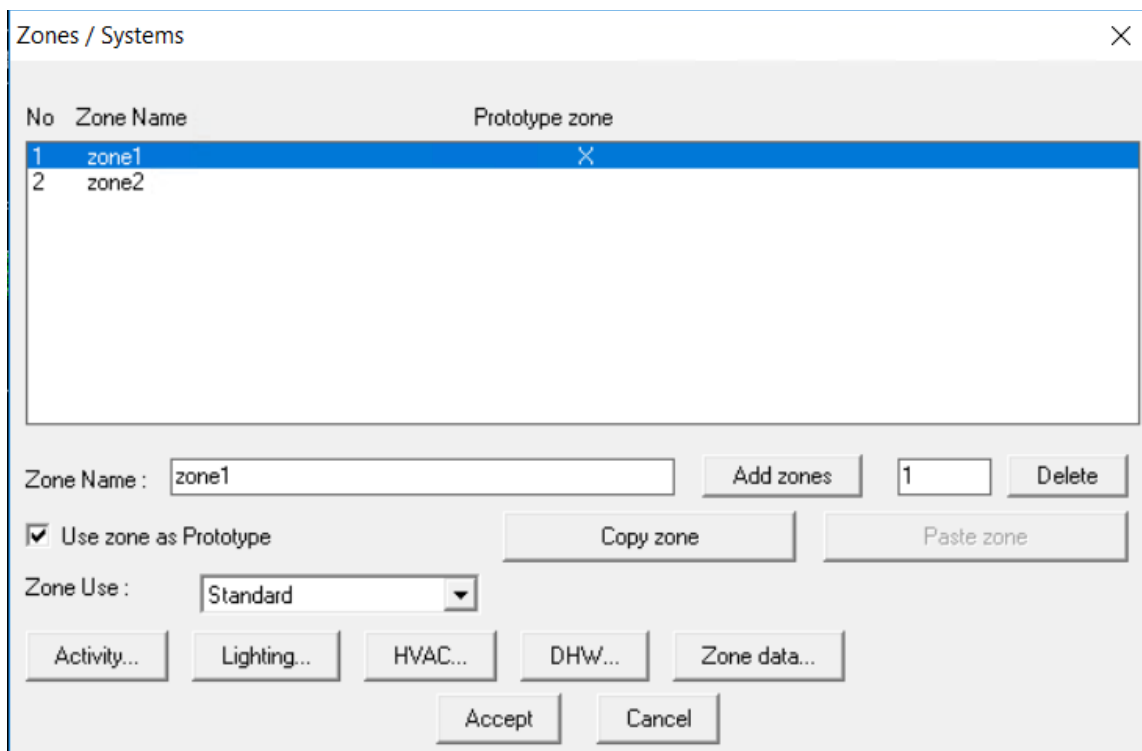
Με σκοπό τη δημιουργία της εκάστοτε ζώνης με την εντολή-μονοπάτι **AutoBLD -> Definition of Plan View Elements -> Building Zone Definition** (Εικόνα 41) εμφανίζονται δύο τρόποι δημιουργίας ζώνης, είτε **by walls** επιλέγοντας τους τοίχους που επιθυμεί ο μελετητής (οι τοίχοι πρέπει να αποτελούν ένα κλειστό κέλυφος και όχι δύο τοίχους του κτιρίου-χώρου) είτε **by point** με δύο κλικ, ένα μέσα στο χώρο που επιθυμούμε τη θερμική ζώνη και ένα έξω από το χώρο. Προτού η ζώνη δημιουργηθεί στο κέλυφος εμφανίζεται ένα παράθυρο (Εικόνα 42) και επιλέγοντας την εντολή **name management** εμφανίζεται ένα ακόμη παράθυρο (Εικόνα 43), όπου δημιουργούμε μια καινούργια θερμική ζώνη με την εντολή **add zone** και την επιλογή **accept** για την εφαρμογή της. Επιλέγοντας, τέλος την επιλογή **use zone as prototype** δεσμεύουμε τα στοιχεία κλιματισμού κ.ά. (**Activity Data, Lighting, HVAC Systems, Domestic Hot Water και Zone Data**) για κάθε όροφο που δε θα δημιουργήσει καινούργια ζώνη αλλά θα επιλέξει μια ήδη υπάρχουσα στην επιλογή (Εικόνα 42) με στόχο οι χώροι να λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο.



Εικόνα 41. Παράθυρο μονοπατιού θερμικής ζώνης



Εικόνα 42. Επιλογή ζώνης



Εικόνα 43. Ρύθμιση-δημιουργία θερμικής ζώνης

Στο συγκεκριμένο κτίριο δημιουργήσαμε δύο ζώνες, διότι στο ισόγειο, Α όροφο και Β όροφο δραστηριοποιούνται καταστήματα, ενώ στον Γ όροφο και Δ όροφο στεγάζονται γραφεία εταιρίας με διαφορετικά ωράρια λειτουργίας.

### 6.2.7 Ηλεκτρολογικά δεδομένα

Μετά τη δημιουργία θερμικών ζωνών, ο μελετητής προχωράει στην επιλογή ηλεκτρολογικών συστημάτων (θέρμανσης/ψύξης, φωτισμός, κλιματιστική μονάδα και τρόπος λειτουργίας κ.ά. ). Με τις επιλογές **AutoBLD -> Element Parameters -> Zones/Systems** εμφανίζεται το παράθυρο (Εικόνα 43), όπου υπάρχουν οι πέντε επιλογές που πρέπει να ρυθμίσει ο μελετητής για τη λειτουργία του κτιρίου, οι οποίες είναι οι εξής:

- **Activity Data**
- **Lighting**
- **HVAC Systems**
- **Domestic Hot Water**
- **Zone Data**

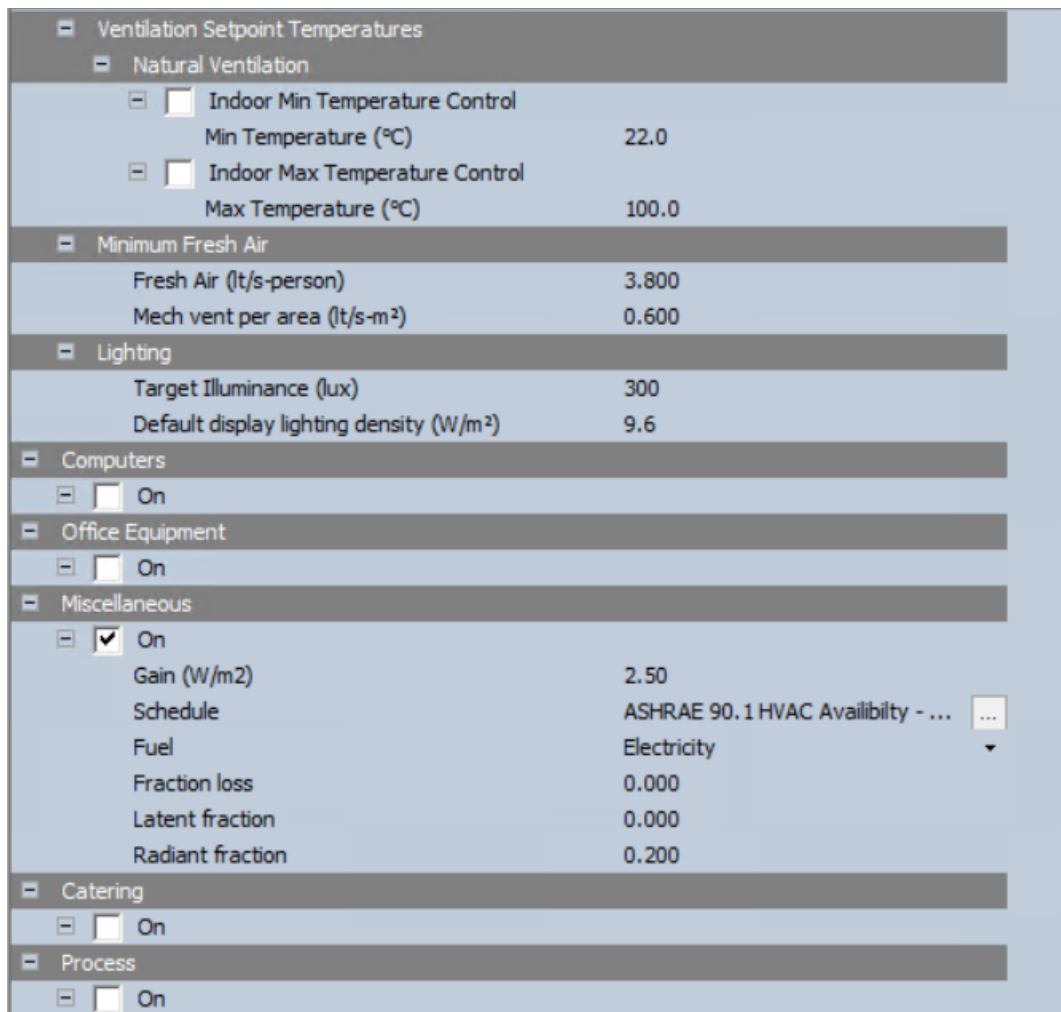
Τα στοιχεία που αναγράφονται στις εικόνες είναι αυτά που χρησιμοποιούνται και σήμερα στο κτίριο που γίνεται η ενεργειακή ανάλυση.

### 6.2.8 Activity data

Με αυτήν την επιλογή ο χρήστης εισάγει όλα τα δεδομένα που έχουν σχέση με τον τρόπο λειτουργίας του κτιρίου, όπως παρουσιάζονται στις Εικόνες 44,45 και 46.

Activity template	
Template	Retail - Sales (other) ...
<input type="checkbox"/> Exclude zone from thermal calculations	
Floor Areas and Volumes	
Floor area (m2)	2212.87
Occupancy	
Density (people/m2)	0.1400
Schedule	ASHRAE 90.1 Occupancy - Retail ...
Metabolic	
Metabolic rate per person (W/person)	90.000 ...
Factor (men=1.00, women=0.85, children=0.75)	1.00
CO2 generation rate (m3/s-W)	0.0000000382
Clothing	
Winter clothing (do)	1.00
Summer clothing (do)	0.50
Generic Contaminant Generation	
<input type="checkbox"/> Generic contaminant generation/removal	
DHW	
Consumption Rate (l/m2-day)	0.000
Environmental Control	
Heating Setpoint Temperatures	
Heating (°C)	20.0
Heating set back (°C)	13.0
Cooling Setpoint Temperatures	
Cooling (°C)	26.0
Cooling set back (°C)	32.0
Humidity Control	
RH Humidification Setpoint (%)	10.0
RH Dehumidification Setpoint (%)	90.0

Εικόνα 44. Activity Data



Εικόνα 45. Activity Data

Mechanical ventilation schedule	ASHRAE 90.1 Occupancy - Retail	...
Auxiliary energy schedule	ASHRAE 90.1 Occupancy - Retail	...
Natural ventilation schedule	ASHRAE 90.1 Occupancy - Retail	...
Heating schedule	shop volos 1	...
Cooling schedule	shop volos 1	...
DHW schedule	Off 24/7	...
General lighting schedule	ASHRAE 90.1 Lighting Receptad...	...
Task and display lighting schedule	7:00 - 18:00 Monday - Friday	...

Εικόνα 46. Activity Data

**Activity template:** στο συγκεκριμένο πεδίο ο μελετητής επιλέγει τη χρήση ζώνης του κτιρίου μέσα από ένα εύρος επιλογών που διαθέτει το λογισμικό της 4M. Με την επιλογή αυτή μερικά από τα χαρακτηριστικά στον τομέα **activity data** συμπληρώνονται αυτόματα, στα οποία ωστόσο δίνεται η δυνατότητα αλλαγής τους ανάλογα με της επιθυμίες του χρήστη. Για

παράδειγμα, στην παρούσα μελέτη έχουμε επιλέξει **sales** για το ισόγειο, Α όροφο και Β όροφο, διότι στεγάζουν καταστήματα ενώ **office** για το Γ, Δ όροφο εφόσον στεγάζουν γραφεία.

**Floor areas:** στο πεδίο αυτό αναγράφονται τα συνολικά τετραγωνικά, τα οποία καλύπτει η εκάστοτε θερμική ζώνη.

**Occupancy:** στο πεδίο **Occupancy->Density** εισάγουμε τον πληθυσμό ανά τετραγωνικό μέτρο, τιμή η οποία προέρχεται από τους πίνακες του Κ.Εν.Α.Κ, ενώ στην επιλογή **Occupancy -> Schedule** επιλέγετε **shop-sales** και **office** για την κάθε ζώνη και αφορά στην πληρότητα χώρου ανά χρήση.

**Metabolic:** σε αυτό το πεδίο εισάγουμε τον τύπο δραστηριότητας της ζώνης (εργασία, περπάτημα, άσκηση).

**Clothing:** επιλογή ρουχισμού ανάλογα με την εποχή του χρόνου.

**Generic contaminant generation/Removal:** το πεδίο αφορά την παραγωγή και αποβολή ρυπών στο χώρο.

**DHW Consumption Rate:** προσδιορίζεται ο μέσος όρος l/m<sup>2</sup> του ζεστού νερού χρήσης.

**Heating και Cooling Set point Temperatures:** στο πεδίο αυτό επεξεργαζόμαστε τις ανώτατες και κατώτατες θερμοκρασίες για την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση της κλιματιστικής μονάδας.

**Humidity Control:** πεδίο ρύθμισης ανώτατου και κατώτατου ορίου υγρασίας.

**Natural Ventilation:** στοιχεία σχετικά με τον φυσικό αερισμό του κτιρίου.

**Minimum Fresh Air:** στο πεδίο αυτό τοποθετούμε την ελάχιστη ποσότητα φρέσκου αέρα που απαιτεί ο κανονισμός για κάθε άτομο στο χώρο, καθώς και το μηχανικό αερισμό που χρειάζεται ένα τετραγωνικό μέτρο του χώρου. Στο συγκεκριμένο πεδίο τα νούμερα υπολογίζονται από τον πίνακα του Κ.Εν.Α.Κ.

**Lighting:** καθορισμός φωτεινότητας χώρου με βάση τους πίνακες του Κ.Εν.Α.Κ.

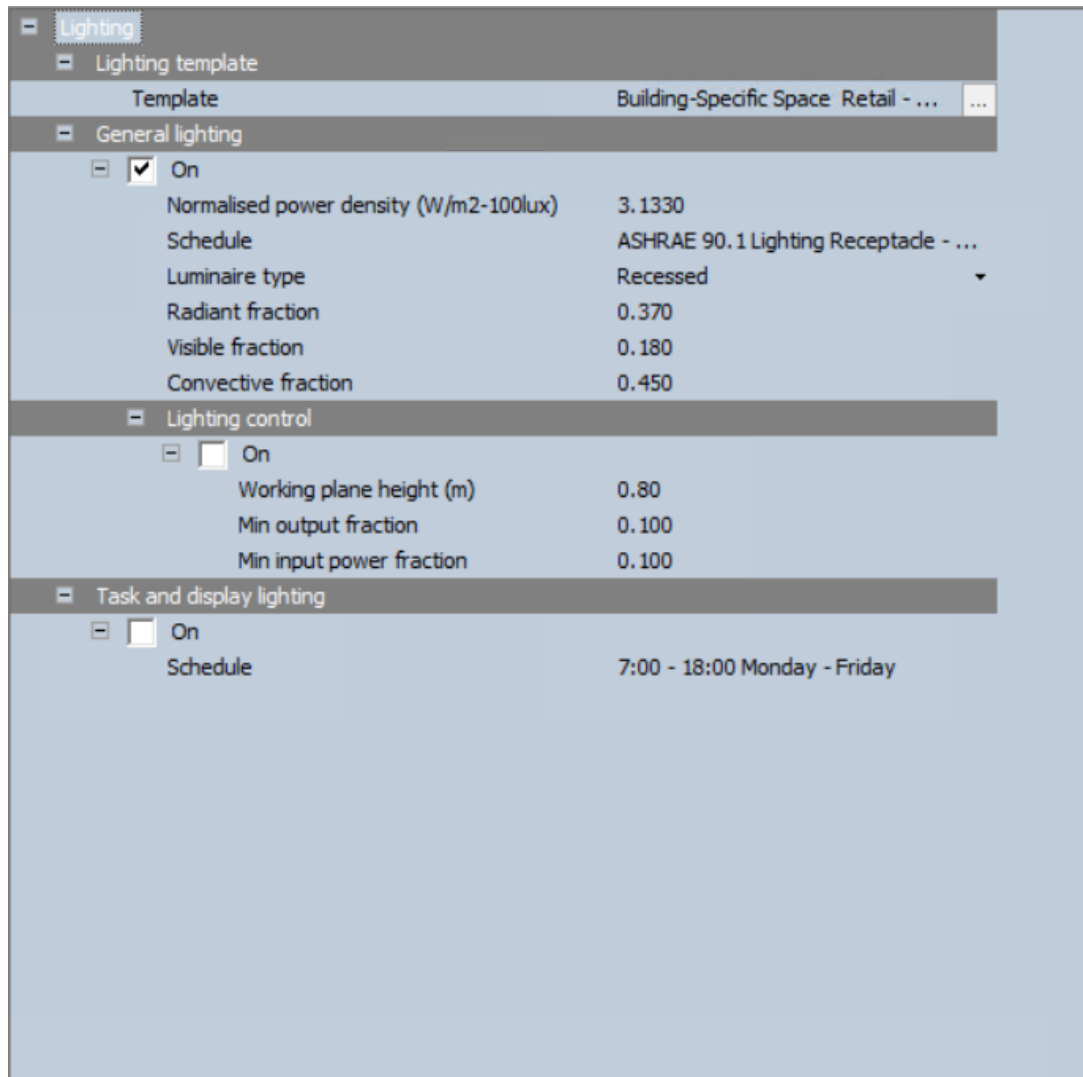
**Computers, Office Equipment, Miscellaneous, Catering και Process:** στα πεδία αυτά εισάγουμε δεδομένα τα οποία έχουν να κάνουν με ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιεί ο χώρος για να υπολογίσουμε τα θερμικά κέρδη που θα έχει το κτίριο.

**Schedules:** το συγκεκριμένο πεδίο αφορά το πρόγραμμα λειτουργίας της κλιματιστικής μονάδας. Εδώ, μπορεί ο μελετητής να εφαρμόσει τον τρόπο και την ώρα που θα λειτουργούν

οι κλιματιστικές μονάδες. Στην παρούσα μελέτη έχουμε δημιουργήσει νέο σχέδιο λειτουργίας και για τα γραφεία και για τα καταστήματα, διότι δε λειτουργούν τις ίδιες μέρες και ώρες.

### 6.2.9 Lighting

Στο συγκεκριμένο πεδίο ο μελετητής εισάγει τα δεδομένα για το φωτισμό που θα συμβάλλουν στην μελέτη τόσο ως ηλεκτρικά φορτία όσο και ως θερμικά κέρδη, όπως φαίνεται στην Εικόνα 47.



Εικόνα 47. Lighting Data

**Lighting Template:** στο πεδίο αυτό καθορίζεται ο τρόπος λειτουργίας φωτισμού.

**General lighting:** αυτό το πεδίο αφορά σε όλες τις παραμέτρους που έχει διαμορφώσει ο μελετητής σε σχέση με το φωτισμό. Σημαντική παρατήρηση είναι, ότι δε γίνεται καμία αλλαγή, διότι οι αλλαγές γίνονται μόνο στο **schedule** στο πεδίο του **Activity data**.



**Lighting control:** σε αυτή την επιλογή δίνεται η ικανότητα στον μελετητή να ρυθμίσει τον φωτισμό σχετικά με τον αυτοματισμό ή όχι με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει κανείς στο χώρο ή όταν τα επίπεδα του ηλιακού φωτός είναι αρκετά για την κάλυψη των απαιτήσεων του χώρου.

**Task and display lighting:** στο πεδίο αυτό υπάρχει η δυνατότητα ενεργοποίησης χρονοπρογράμματος του φωτισμού.

### 6.2.10 HVAC (heating, ventilation and air conditioning)

Στο συγκεκριμένο τομέα γίνονται όλες οι απαραίτητες ρυθμίσεις σχετικά με τον κλιματισμό (ψύξη, θέρμανση του χώρου ) και τον αερισμό που θα χρειαστεί ένα κτίριο για να λειτουργήσει. Πρόκειται για το σημαντικότερο μέρος της μελέτης καθώς το μεγαλύτερο φορτίο κατανάλωσης προέρχεται από τις μονάδες κλιματισμού σε σχέση με τις υπόλοιπες. Στις παρακάτω Εικόνες 48 και 49 παρουσιάζονται όλες οι επιλογές που μπορούν να τροποποιηθούν στον τομέα του HVAC.

HVAC Template	
Template	Split + Mechanical Ventilation
Mechanical ventilation	
<input checked="" type="checkbox"/> On	
Outside Air Definition Method	Min fresh air (per person)
Operation	
Schedule	ASHRAE 90.1 Occupancy - Office
Heat Recovery	
<input checked="" type="checkbox"/> On	
Heat Recovery Type	Sensible
Sensible Heat Recovery effective	0.700
Latent Heat Recovery effective	0.650
Economiser	
Type	None
Auxiliary Energy	
Pump etc. energy (W/m2)	0.0000
Schedule	ASHRAE 90.1 Occupancy - Office
Heating	
<input checked="" type="checkbox"/> Heated	
Fuel	Electricity
Heating system CoP	3.300
Type	
Supply Air Condition	
Maximum supply air temperature	35.00
Maximum supply air humidity	0.0156
HeatingLimitType	LimitCapacity
Operation	
Schedule	Office-volus

Εικόνα 48. HVAC Data

<input checked="" type="checkbox"/>	Cooled	
	Fuel	Electricity
	Cooling system CoP	3.000
<input type="checkbox"/>	Supply Air Condition	
	Minimum Supply Air Temperature	12.00
	Minimum Supply Air Humidity ratio	0.0077
	CoolingLimitType	LimitFlowRateAndCapacity
<input type="checkbox"/>	Operation	
	Schedule	shop volos 1
<input type="checkbox"/>	Humidity Control	
<input type="checkbox"/>	Humidification	
<input type="checkbox"/>	Dehumidification	
<input type="checkbox"/>	Natural Ventilation	
<input checked="" type="checkbox"/>	On	
	Outside Air Definition Method	Min fresh air (per person)
<input type="checkbox"/>	Operation	
	Schedule	ASHRAE 90.1 Occupancy - Retail
<input type="checkbox"/>	Outdoor Temperature Limits	
<input type="checkbox"/>	Outdoor Min Temperature Control	
	Min temperature (°C)	-100.0
<input type="checkbox"/>	Outdoor Max Temperature Control	
	Max temperature (°C)	100.0
<input type="checkbox"/>	Delta T Limits	
<input type="checkbox"/>	Delta T Limit Control	
	Delta T (deltaC)	-100.0
<input type="checkbox"/>	Delta T and Wind Speed Coefficients	
	Constant	1.0
	Temperature	0.0
	Velocity	0.0
	Velocity squared	0.0

Εικόνα 49. HVAC Data

**HVAC Template:** στο συγκεκριμένο πεδίο επιλέγουμε μέσα από τη βιβλιοθήκη το σύστημα κλιματισμού που χρησιμοποιούμε στο κτίριο. Σε αυτήν την μελέτη χρησιμοποιούμε το σύστημα **Slit + Mechanical Ventilation**.

**Mechanical ventilation:** στο πεδίο αυτό καθορίζεται ο τρόπος με τον οποίο θα ανανεώνεται ο αέρας μέσα στον χώρο. Στην συγκεκριμένη περίπτωση έγινε επιλογή **Min fresh air (per person)**, δηλαδή ανανέωση του εσωτερικού αέρα σε σχέση με τα άτομα. Επίσης, υπάρχει η προβολή του σχεδίου αερισμού που έχει ρυθμιστεί από το **Activity data** καθώς και η επιλογή **heat recovery** (ανάκτηση θερμότητας).

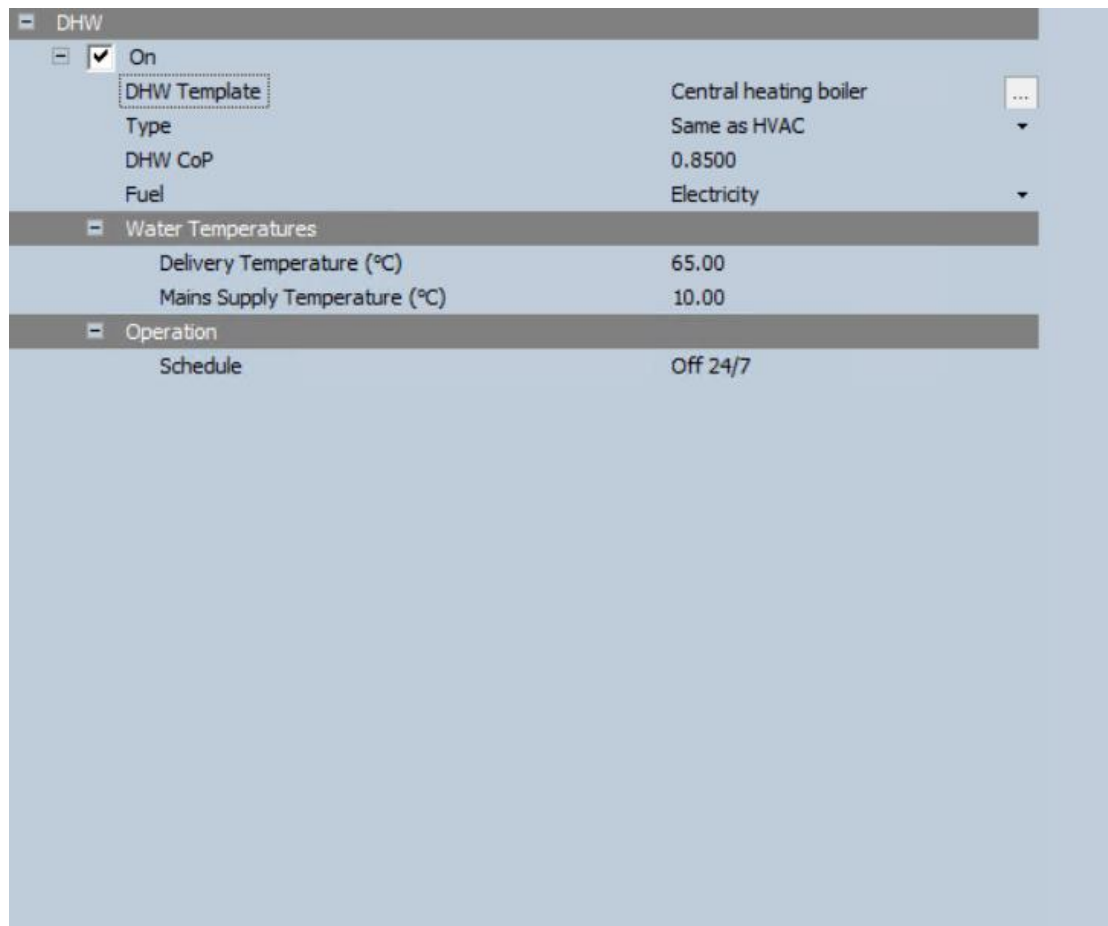
**Heating και Cooling:** στα πεδία αυτά με βάση τους πίνακες του Κ.Εν.Α.Κ. ρυθμίζουμε το κατάλληλο COP για την συγκεκριμένη κλιματιστική μονάδα. Ακόμα, ο μελετητής πρέπει να ρυθμίσει και το καύσιμο της κλιματιστικής μονάδας που στην προκειμένη περίπτωση είναι ηλεκτρικό ρεύμα.

**Humidity Control:** πεδίο επιλογής ύγρανση ή αφύγρανση των χώρων που καλύπτει η θερμική ζώνη.

**Natural Ventilation:** στο πεδίο αυτό εισάγονται στοιχεία που έχουν σχέση με το φυσικό αερισμό.

### 6.2.11 DHW ( domestic hot water )

Στον επόμενο τομέα της θερμικής ζώνης, ο μελετητής πρέπει να συμπληρώσει στοιχεία σχετικά με το ζεστό νερό, με βάση την Εικόνα 50, τα οποία επιφέρουν ηλεκτρικά φορτία. Στη μελέτη αυτή δεν υπήρχε φορτίο από ζεστό νερό, οπότε δεν χρησιμοποιήθηκε κάποιο σχετικό στοιχείο.



DHW	
<input checked="" type="checkbox"/> On	
DHW Template	Central heating boiler
Type	Same as HVAC
DHW CoP	0.8500
Fuel	Electricity
Water Temperatures	
Delivery Temperature (°C)	65.00
Mains Supply Temperature (°C)	10.00
Operation	
Schedule	Off 24/7

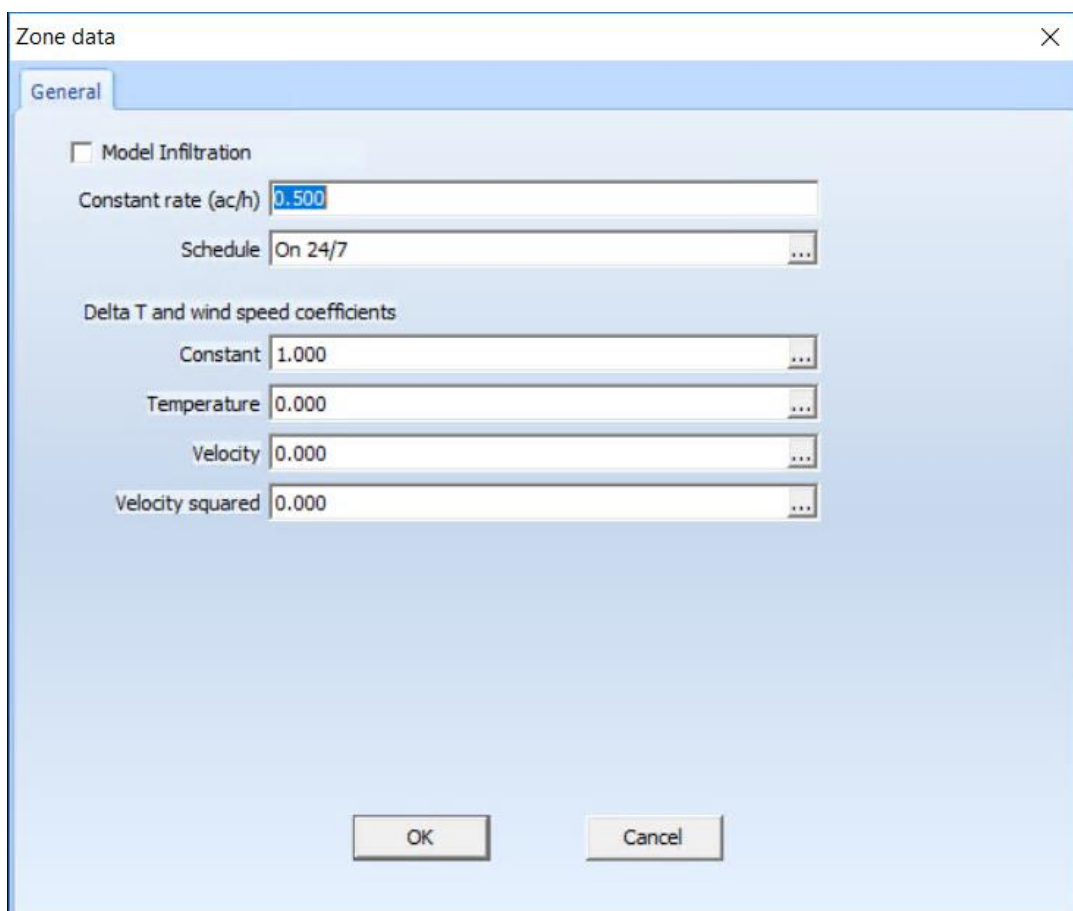
Εικόνα 50. DHW Data

**DHW:** Με την επιλογή αυτή ο μελετητής πρέπει να συμπληρώσει το συντελεστή COP από τον πίνακα Κ.Εν.Α.Κ. , καθώς και το καύσιμο που χρησιμοποιείται για την θέρμανση του νερού.

**Operation schedule:** όπως και στα προηγούμενα πεδία υπάρχει το χρονοπρόγραμμα λειτουργίας ζεστού νερού.

#### 6.2.12 Zone data

Σε αυτόν τον τομέα της θερμικής ζώνης ο μελετητής έχει την δυνατότητα να εισάγει στοιχεία σχετικά με την ποσότητα αθέρητου αέρα από το περιβάλλον στο εσωτερικό κέλυφος, όπως φαίνεται στην Εικόνα 51. Μόλις επιλεγθεί αυτή η επιλογή ο μελετητής εισάγει μερικά στοιχεία ακόμα, όπως η εναλλαγή αέρα ανά ώρα καθώς και το χρονοπρόγραμμα λειτουργίας.



The image shows a software dialog box titled "Zone data" with a close button (X) in the top right corner. The dialog has a "General" tab. Inside the dialog, there is a checkbox labeled "Model Infiltration" which is currently unchecked. Below this checkbox, there is a text input field for "Constant rate (ac/h)" containing the value "0.500". To the right of this field is a dropdown menu for "Schedule" showing "On 24/7". Below these fields, there is a section titled "Delta T and wind speed coefficients" which contains four more text input fields: "Constant" (1.000), "Temperature" (0.000), "Velocity" (0.000), and "Velocity squared" (0.000). At the bottom of the dialog, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

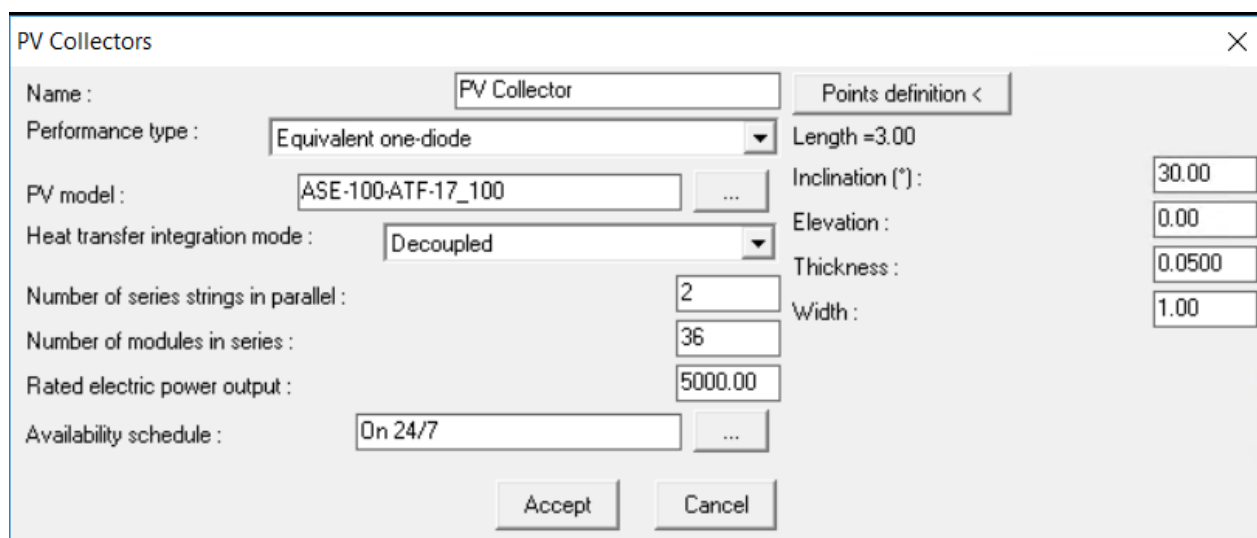
Εικόνα 51. Zone Data

#### 6.2.13 Electric panels

Το λογισμικό της 4M διαθέτει την επιλογή προσθήκης ηλιακού συλλέκτη (panel) και ανεμογεννήτριας. Με την επιλογή αυτή, ο μελετητής μπορεί να επωφεληθεί από την ηλιακή ενέργεια και να μειώσει ένα ποσοστό της κατανάλωσης του κτιρίου. Στην συγκεκριμένη μελέτη

έγινε χρήση μόνο ηλεκτρικών συλλεκτών (panels) στην οροφή του κτιρίου εξαιτίας της απουσίας επιπλέον χώρου, διότι το κτίριο βρίσκεται στο κέντρο του Βόλου και είναι περικυκλωμένο από κτίρια.

Ακολουθώντας την εξής διαδικασία **AutoBLD->Definition of Plan view Elements-> Solar Panels** εμφανίζεται το παρακάτω περιεχόμενο (Εικόνα 52), όπου ο μελετητής δημιουργεί με δύο τρόπους τους ηλεκτρικούς συλλέκτες.



Εικόνα 52. Δημιουργία ηλεκτρικού συλλέκτη

Ο πρώτος τρόπος είναι μέσω της επιλογής **Points definition** κατά τον οποίο ο χρήστης δημιουργεί της διαστάσεις που επιθυμεί για τον ηλιακό συλλέκτη, ενώ ο δεύτερος πραγματοποιείται μέσω των επιλογών elevation, width, thickness, inclination και length =3 μέτρων.

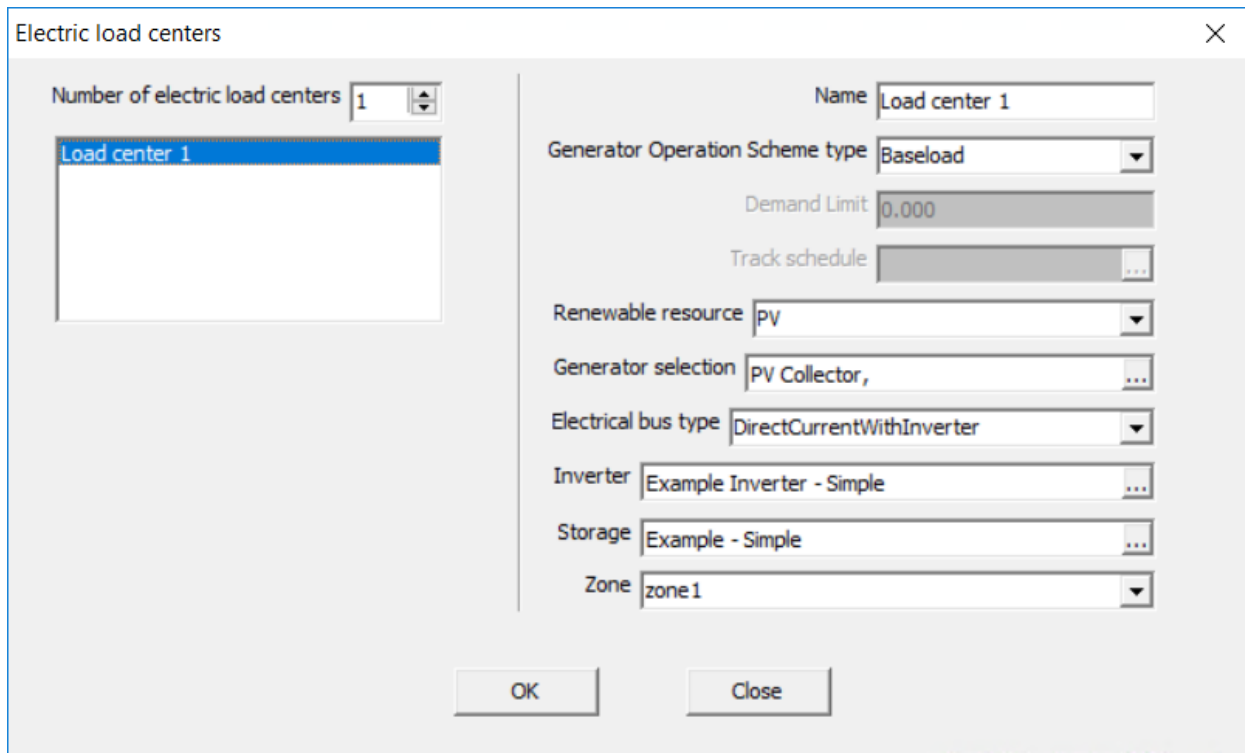
**Accept:** πατώντας accept θα εμφανιστεί ένας έτοιμος ηλιακός συλλέκτης.

**Performance type:** στο πεδίο αυτό ο μελετητής επιλέγει τον τύπο ηλιακού συλλέκτη. Στην συγκεκριμένη εργασία επιλέξαμε **Equivalent One-diode**.

**PV model:** σε αυτό το πεδίο ο χρήστης επιλέγει μέσα από μια μεγάλη βιβλιοθήκη το μοντέλο και την κατασκευαστική εταιρία που προσφέρει αυτό το μοντέλο.

**Availability schedule:** δημιουργία χρονοπρογράμματος λειτουργίας ηλιακών συλλεκτών.

Από τη στιγμή που θα δημιουργηθούν τα ηλιακά panel, ο μελετητής πρέπει να τα συνδέσει με τον ηλεκτρικό σταθμό-κέντρο του κτιρίου, καθώς και με τη θερμική ζώνη του κτιρίου για να μπορέσει το λογισμικό να υπολογίσει τα φορτία που παράχθηκαν. Με τη διαδικασία εντολών **AutoBLD->Definition of Plan view Elements-> Electric Load Centers** εμφανίζεται το παράθυρο (Εικόνα 53) στο οποίο δημιουργούμε το ηλεκτρικό κέντρο.



Εικόνα 53. Electric load center

**Number of electric load center:** δημιουργούμε το ηλεκτρικό κέντρο.

**Renewable resource:** επιλογή ανεμογεννήτριας ή ηλεκτρικού συλλέκτη.

**Generator selection:** σε αυτό το πεδίο επιλέγονται τα ηλεκτρικά panel που θα προσφέρουν ηλεκτρική ενέργεια.

**Zone:** την ζώνη που θα προσφερθεί η ηλεκτρική ενέργεια.

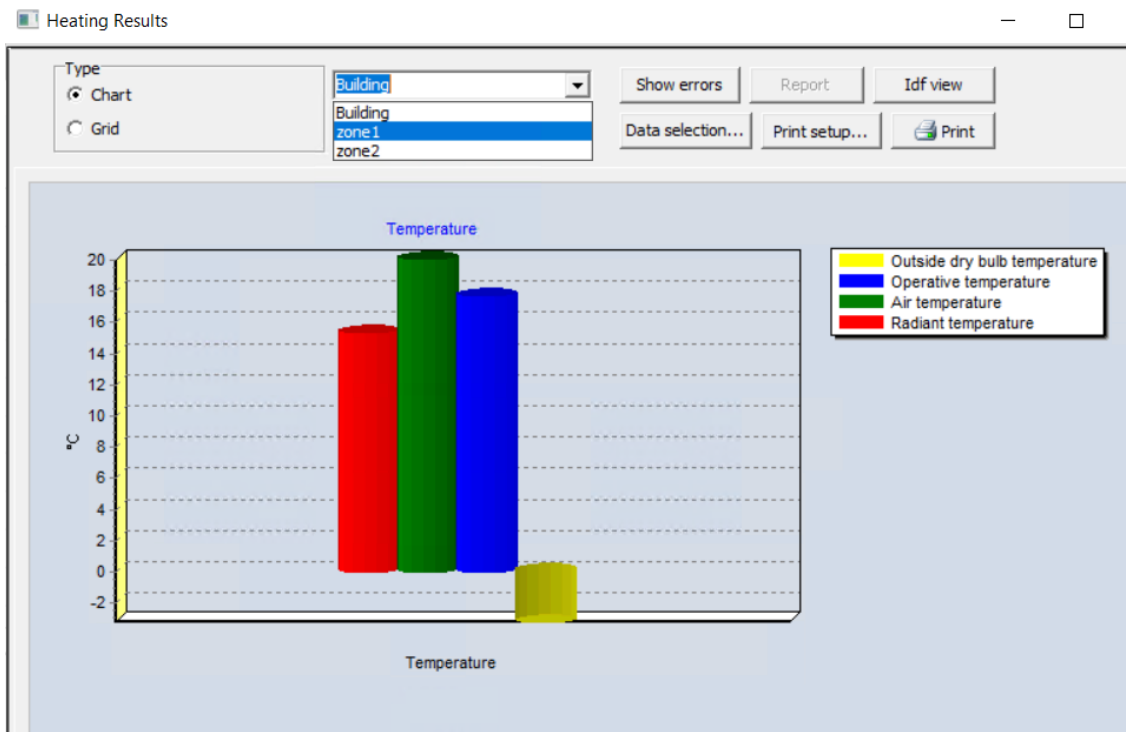
#### 6.2.14 Calculation

Εφόσον, ο χρήστης έχει ορίσει σωστά τις θερμικές ζώνες μπορεί πλέον να προχωρήσει στους υπολογισμούς φορτίων. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί ο κάθε μελετητής να υπολογίσει τον

απαιτούμενο εξοπλισμό που θα χρειαστεί το κτίριο για τις πιο ζεστές ημέρες του καλοκαιριού, καθώς και για τις πιο κρύες ημέρες του χειμώνα. Τα αποτελέσματα από τις προσομοιώσεις, καθώς και τα θερμικά και ψυκτικά αποτελέσματα αποσκοπούν στον καθορισμό της ενεργειακής κλάσης του κτιρίου και παράλληλα στη συμπεριφορά του κτιρίου σε διάστημα ενός ημερολογιακού έτους.

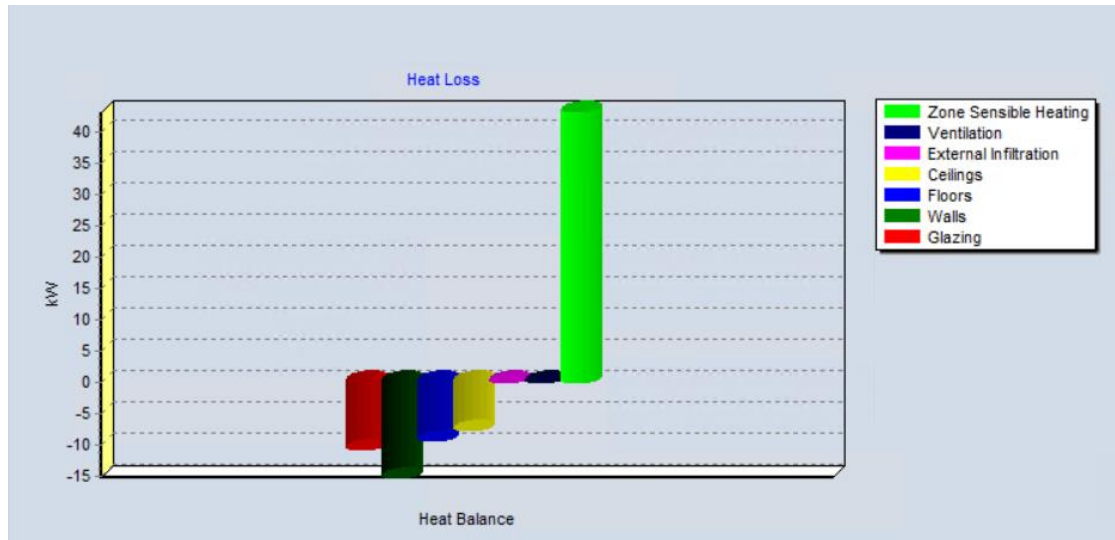
#### 6.2.14.1 Heating design

Για την εξαγωγή θερμικών φορτίων πρέπει ο μελετητής να ακολουθήσει τις εντολές **AutoBLD->Calculations->Heating design**. Εάν το πρόγραμμα δεν εντοπίσει **errors** θα εμφανίσει το παράθυρο (Εικόνα 54) στο οποίο υπάρχουν στοιχεία σχετικά με τη θερμοκρασία του αέρα - μέσα και έξω από το κτίριο -, την ακτινοβολούμενη θερμοκρασία καθώς και την θερμοκρασία λειτουργίας. Επίσης, δίνεται η επιλογή στο μελετητή να εξετάσει τα αποτελέσματα του θερμικού φορτίου και σε κάθε θερμική ζώνη ξεχωριστά, επιλέγοντας συγκεκριμένους παραμέτρους (Εικόνα 54).



Εικόνα 54. Air temperature

Επιπρόσθετα, δημιουργείται ακόμα ένα Διάγραμμα 3, όπου εμφανίζονται οι απώλειες του κτιρίου από κάθε μέσο που χάνει θερμότητα.



Διάγραμμα 3. Heat loss

Ακόμα, το λογισμικό προσφέρει στο μελετητή την επιλογή **grid** κατά την οποία εμφανίζονται τα παραπάνω στοιχεία με αριθμητικά αποτελέσματα καθώς και η συνολική κατανάλωση (Εικόνα 55).

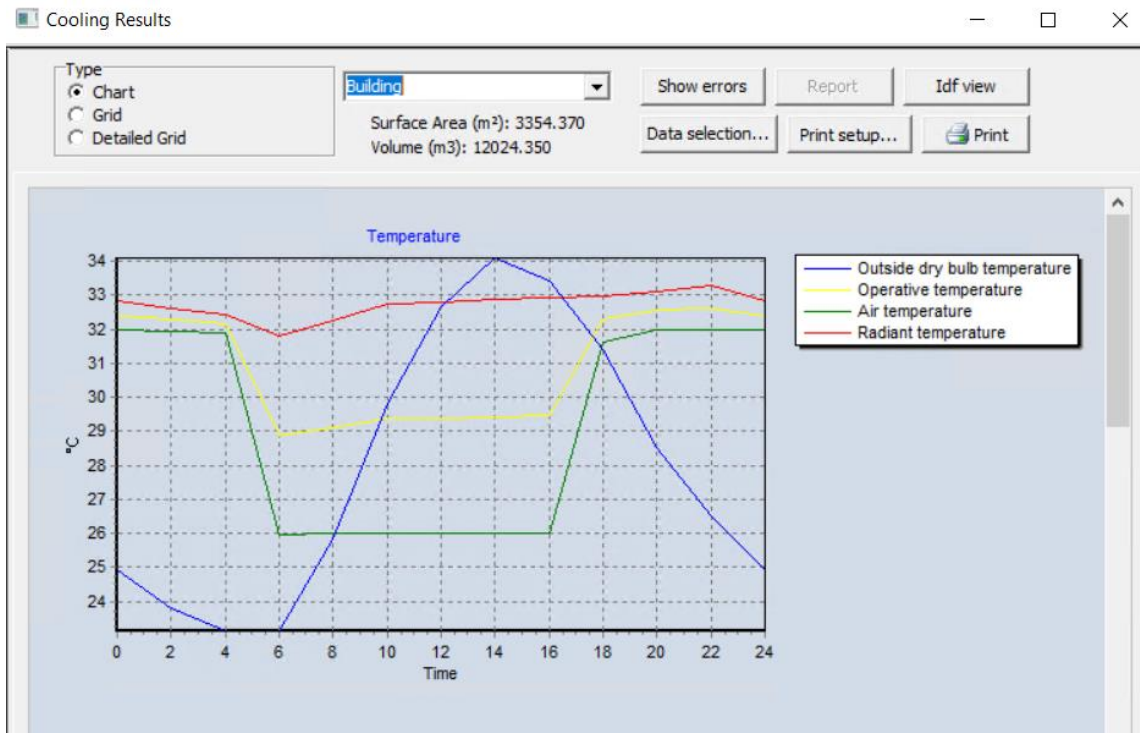


Steady State							
<b>Comfort</b>							
Zone	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)	
zone1	20.000	14.86677	17.43339	-3.20000	20.0145723	0.00000	
zone2	20.000	15.68783	17.84391	-3.20000	20.0145719	0.00000	
<b>Heat loss</b>							
Zone	Glazing (kW)	Walls (kW)	Floors (kW)	Ceilings (kW)	External Infiltration (kW)	Ventilation (kW)	Zone sensi heating (kW)
zone1	-6.8101318	-9.7375561	-9.1275988	-2.2029066		-0.0000000	28.1112586
zone2	-3.9011565	-5.4315145	0.0048819	-5.4770290		-0.0000000	14.8939036
Building total	-10.7112883	-15.1690706	-9.1227169	-7.6799355	0.0000000	0.0000000	43.0051623
<b>Summary</b>							
	Comfort temperature (°C)	Steady state heat loss (kW)	Design capacity (kW)	Design capacity (W/m²)			
	17.638649	43.0051623	53.7564528	16.0257970			

Εικόνα 55. Heating results

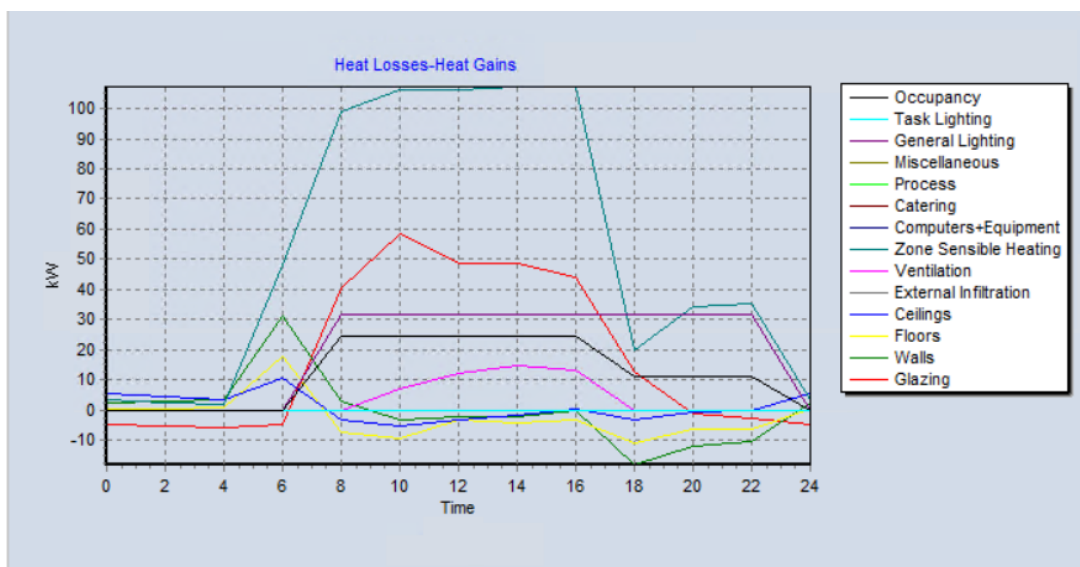
#### 6.2.14.2 Cooling design

Όπως και η επιλογή **heating design** έτσι και η επιλογή **cooling design** δεν διαφέρουν στον τρόπο εκτέλεσης. Ως εκ τούτου ο μελετητής προχωράει στα αποτελέσματα ψύξης. Αν και πάλι δεν υπάρχουν **errors** το πρόγραμμα θα εμφανίσει ένα ίδιο παράθυρο με το **heating** απλώς με στοιχεία ψύξης. Στο παράθυρο (Εικόνα 56) εμφανίζονται οι θερμοκρασίες, όπως και πριν του εξωτερικού και εσωτερικού αέρα, η ακτινοβολούμενη θερμοκρασία και η θερμοκρασία λειτουργίας.

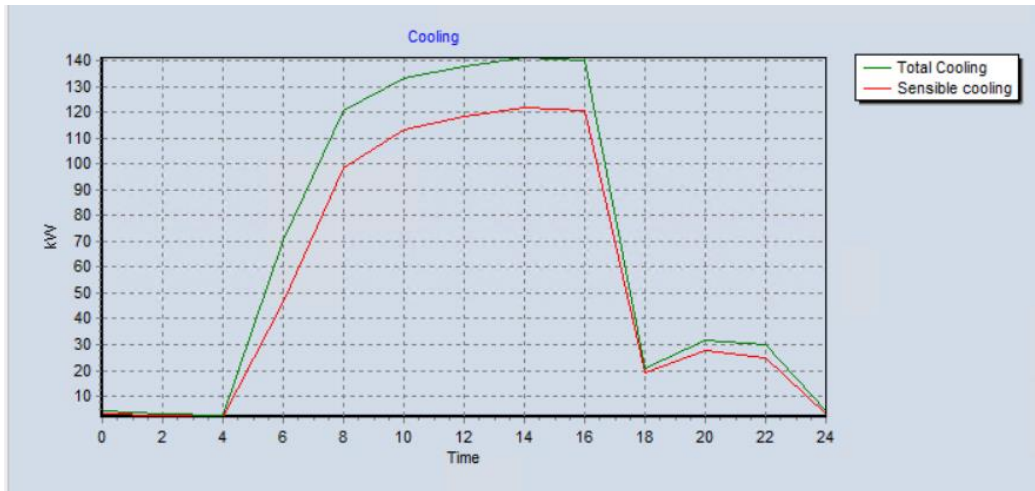


Εικόνα 56. Cooling Temperature

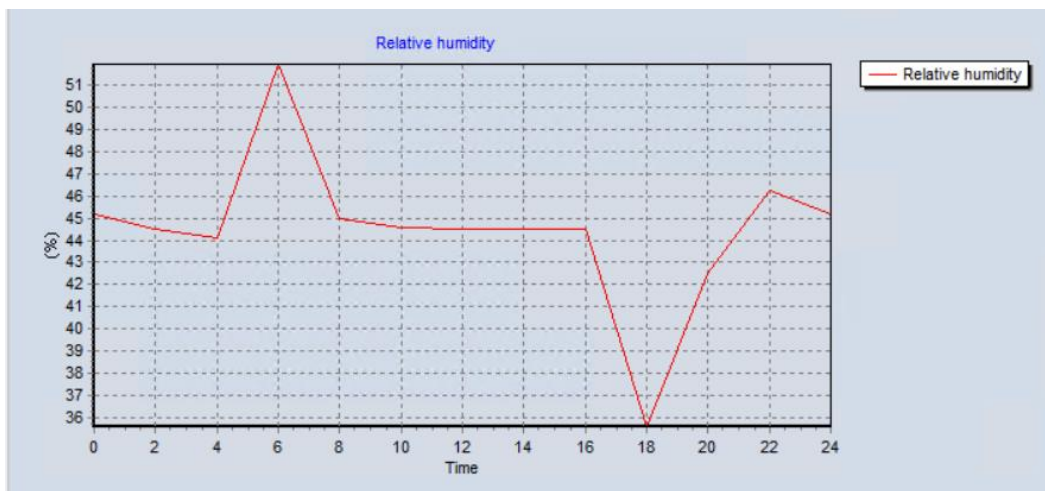
Στον παράθυρο (Διάγραμμα 4) εμφανίζονται οι απώλειες της θερμότητας από το κτίριο, ενώ στα επόμενα δύο παράθυρα (Διάγραμμα 5 και 6) εμφανίζονται στοιχεία σχετικά με την κατανάλωση και τη σχετική υγρασία.



Διάγραμμα 4. Heat loss



Διάγραμμα 5. Cooling load



Διάγραμμα 6. Relative humidity

Τόσο στη μελέτη των θερμικών φορτίων, όσο και σε αυτή των ψυχρών φορτίων δίνεται η δυνατότητα στο μελετητή να εξετάσει τα αποτελέσματα μέσω αριθμητικών δεδομένων με την επιλογή **grid**. Στους πίνακες που παρουσιάζονται μπορεί κανείς να διακρίνει, ότι εμφανίζεται και το χρονοπρόγραμμα που έχει επιλέξει να λειτουργούν τα συστήματα κλιματισμού, καθώς επίσης και τα φορτία που καταναλώνονται εκείνη στην ώρα (Εικόνα 57).

Type		Building		Show errors	Report	Idf view
<input type="radio"/> Chart		Surface Area (m <sup>2</sup> ): 3354.370		Data selection...	Print setup...	
<input checked="" type="radio"/> Grid		Volume (m <sup>3</sup> ): 12024.350				
<input type="radio"/> Detailed Grid						

	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00
<b>Comfort</b>						
<b>Air temperature (°C)</b>	31.94928	31.88470	25.96256	26.00000	26.00000	26.00000
<b>Radiant temperature (°C)</b>	32.62461	32.45381	31.79711	32.23592	32.76401	32.79794
<b>Operative temperature (°C)</b>	32.28695	32.16926	28.87984	29.11796	29.38200	29.39897
<b>Outside dry bulb temperature</b>	23.79600	23.12400	23.12400	25.81200	29.84400	32.64400
<b>Relative humidity (%)</b>	44.4883841	44.1271432	51.9627127	45.0059048	44.6042923	44.5204873
<b>Mech vent + nat vent + Infiltration</b>	0.00000	0.00000	0.00000	0.81384	0.81368	0.81366
<b>Fabric and ventilation, Gains</b>						

Εικόνα 57. Cooling Design

Έπειτα, στον Πίνακα 11 εμφανίζονται οι καταναλώσεις και των υπολοίπων στοιχείων του κτιρίου, καθώς και το συνολικό ψυκτικό φορτίο.

Πίνακας 11. Total cooling load

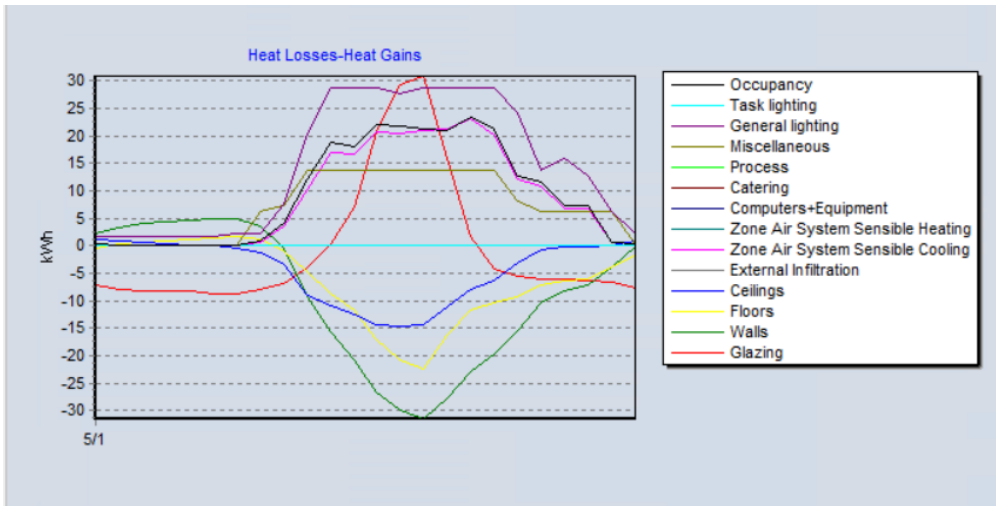
<b>Glazing (kW)</b>	-5.3282726	-5.5859486	-4.8345594	40.6552499	58.3190075	48.5091018
<b>Walls (kW)</b>	2.9847358	3.5033689	31.2458972	2.7879867	-3.4096801	-2.2133175
<b>Floors (kW)</b>	0.3949161	0.6397739	17.9197896	-7.3099673	-9.3631250	-3.0944048
<b>Ceilings (kW)</b>	4.3100948	3.2785160	10.7682484	-3.0206891	-5.1163282	-3.0681993
<b>External Infiltration (kW)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
<b>Ventilation (kW)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	6.9201630	11.9599358
<b>Zone sensible cooling (kW)</b>	2.5522271	2.0259602	48.0486513	98.9356066	106.2014190	106.4454679
<b>Sensible cooling (kW)</b>	2.5522271	2.0259602	46.4498319	98.6504059	113.2123012	118.5132433
<b>Total cooling (kW)</b>	3.2122740	2.4573431	70.3931449	120.8790529	133.1915751	138.0068586
<b>Computers+Equipment (kW)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
<b>Catering (kW)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
<b>Process (kW)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
<b>Miscellaneous (kW)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
<b>General Lighting (kW)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	31.8702274	31.8702274	31.8702274
<b>Task Lighting (kW)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
<b>Occupancy (kW)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	24.4443920	24.4443630	24.4443629
<b>Summary</b>	<b>Design capacity (kW)</b>		<b>Total cooling load (kW)</b>	<b>Sensible (kW)</b>	<b>Latent (kW)</b>	<b>Air temperature (°C)</b>
zone1	124.4250141		108.1956645	45.3130105	62.8826540	25.14672
zone2	47.4895349		41.2952477	28.5267655	12.7684822	25.63033
<b>Building total</b>	<b>171.9145490</b>		<b>149.4909122</b>	<b>73.8397760</b>	<b>75.6511362</b>	<b>25.38852</b>

### 6.2.14.3 Simulation

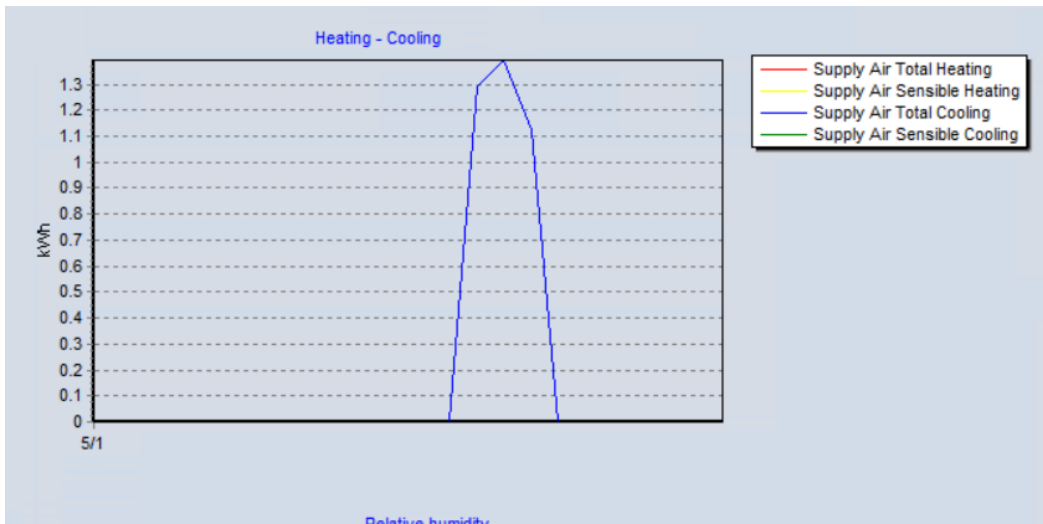
Μόλις ολοκληρωθούν τα στάδια του **heating** και **cooling** το επόμενο και τελευταίο στάδιο είναι αυτό της προσομοίωσης της λειτουργίας του κτιρίου σε ένα έτος. Με τις εντολές **AutoBLD->Calculations->Simulation** θα πραγματοποιηθεί το **simulation** εάν δεν υπάρχει κάποιο **error**. Στο τέλος της προσομοίωσης θα εμφανιστούν στοιχεία σχετικά με τις θερμοκρασίες αέρα, τις απώλειες από κάθε στοιχείο του κτιρίου, το φορτίο κατανάλωσης (ψύξης ή θέρμανσης), το παραγόμενο ηλεκτρικό φορτίο και η υγρασία του κτιρίου αντίστοιχα, όπως αποτυπώνονται στην Εικόνα 58 και στα Διαγράμματα 7,8,9 και 10. Ο μελετητής έχει επίσης την δυνατότητα μεμονωμένης μελέτης της κάθε θερμικής ζώνης.



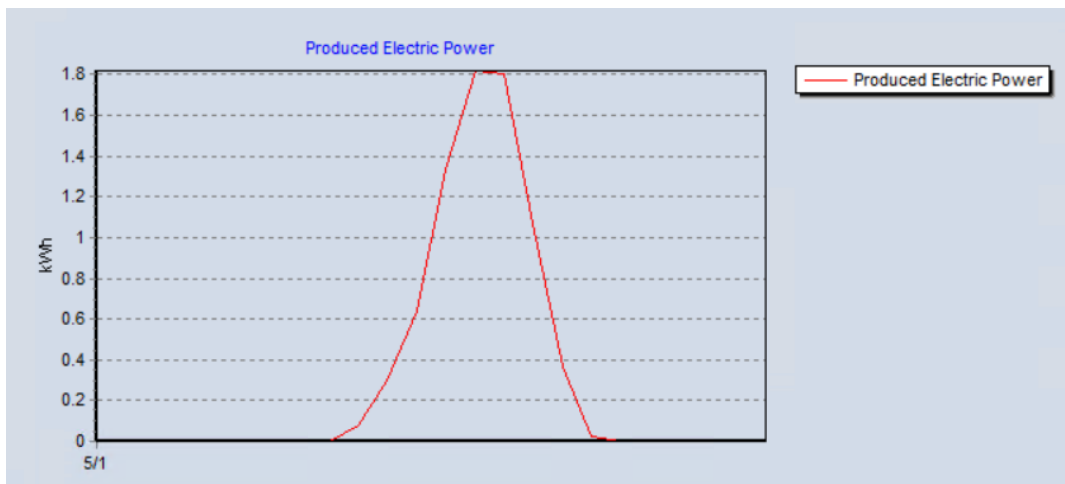
Εικόνα 58. Temperature



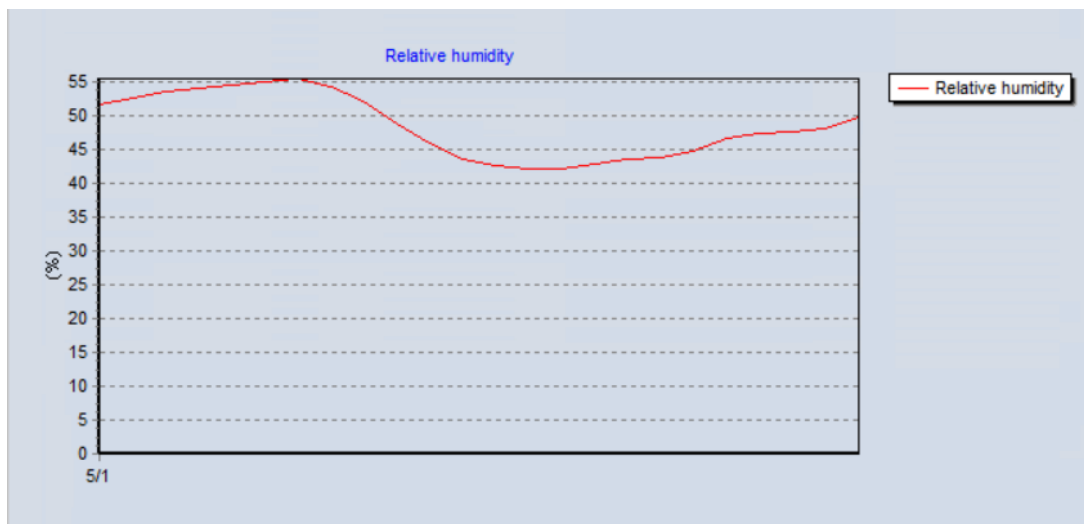
Διάγραμμα 7. Heat loss



Διάγραμμα 8. Heating-Cooling load



Διάγραμμα 9. Produce electric power



Διάγραμμα 10. Relative humidity

Αρκετά αναλυτικά στοιχεία βρίσκονται και στους Πίνακες 12 και 13 αναφορικά με την επιλογή **grid**, όπου εμφανίζονται ποσότητες κατανάλωσης ή παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος θερμοκρασίας και αερισμού ανά μία ώρα, επιλογή η οποία προσδίδει το λογισμικό στον μελετητή. Ακόμα, υπάρχει και η τιμή του συνολικού φορτίου κατανάλωσης του κτιρίου και από τις δυο θερμικές ζώνες.

Πίνακας 12. Simulation results

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)
5/1 00:00	21.92113	21.54876	21.73495	7.92500	51.6790741	0.01371	-7.0860477	2.3355608	-0.4704625	1.1001070
5/1 01:00	21.66245	21.43268	21.54756	5.72500	52.5548822	0.00000	-8.0226299	3.3380063	0.2538262	0.9708306
5/1 02:00	21.35978	21.27212	21.31595	4.85000	53.5207177	0.00000	-8.2815634	3.9927812	0.7373455	0.7601562
5/1 03:00	21.17492	21.13744	21.15618	4.95000	54.1315932	0.00000	-8.1527572	4.3967063	1.0250653	0.4618980
5/1 04:00	21.04333	21.00823	21.02578	5.00000	54.5706392	0.00000	-8.1145691	4.6045203	1.2272965	0.1596045
5/1 05:00	20.90117	20.85333	20.87725	3.65000	55.0486426	0.00000	-8.8442171	4.9714469	1.5473543	-0.0105460
5/1 06:00	20.76178	20.73519	20.74848	3.72500	55.5225868	0.00000	-8.6282330	4.8896462	1.6594289	-0.4699931
5/1 07:00	21.08231	20.66425	20.87328	4.50000	54.2966933	0.02730	-7.9597140	3.6943090	1.0672551	-1.2257510
5/1 08:00	21.57493	20.69785	21.13639	5.22500	52.1765962	0.10710	-6.8645305	-0.4875326	-1.0747232	-3.3755197
5/1 09:00	22.40419	20.93608	21.67014	5.92500	48.8635156	0.36478	-4.0273406	-9.2506401	-4.6445696	-8.9537872
5/1 10:00	23.11248	21.24384	22.17816	6.70000	46.0617921	0.52350	0.2324787	-15.7624548	-8.6183637	-11.0133395
5/1 11:00	23.71373	21.57739	22.64556	7.42500	43.6275366	0.52491	7.1191677	-20.7098884	-11.6296898	-12.5351548
5/1 12:00	24.04771	22.04898	23.04835	7.90000	42.6918074	0.63204	20.6736037	-26.7116788	-16.9773849	-14.2341432
5/1 13:00	24.43469	22.45186	23.44327	8.60000	42.1545498	0.63308	29.3914462	-29.7762222	-20.7385180	-14.5419028
5/1 14:00	24.71362	22.77164	23.74263	9.40000	42.1613830	0.63383	30.8950001	-31.5063593	-22.2708851	-14.2865136
5/1 15:00	24.75282	22.75369	23.75325	9.37500	42.8666783	0.63409	16.0291493	-27.8430544	-16.2431566	-11.1267360
5/1 16:00	24.64910	22.61030	23.62970	9.07500	43.6581985	0.68680	1.8310542	-22.9069842	-11.7854773	-7.8871515
5/1 17:00	24.69304	22.54320	23.61812	9.00000	43.7837212	0.63400	-4.0973835	-19.5946554	-10.2223488	-6.2183453
5/1 18:00	24.33614	22.45624	23.39619	8.92500	44.7991215	0.34637	-5.6015076	-15.3973556	-9.1848423	-3.1541712
5/1 19:00	23.70164	22.29572	22.99868	8.75000	46.5992781	0.29071	-6.0396212	-10.2210718	-7.1548943	-0.6051150
5/1 20:00	23.40750	22.16621	22.78686	8.62500	47.4102624	0.18579	-6.0287344	-8.1577686	-6.4621708	-0.2652559
5/1 21:00	23.32218	22.06409	22.69313	8.45000	47.5840123	0.18574	-6.2000370	-7.1051813	-6.1255186	-0.1760142
5/1 22:00	23.08783	21.92681	22.50732	8.25000	48.1885383	0.02753	-6.5750980	-3.9864684	-4.0073124	0.0209679

Πίνακας 13. Simulation results

External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate (kWh)	Zone air system sensible cooling rate (kWh)	Supply air sensible cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)	Produced Electric Power (kWh)
0.000000	0.000000	0.2661682	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.4280643	1.5935114	0.000000	0.3921357	0.000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.5935114	0.000000	0.000000	0.000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.5935114	0.000000	0.000000	0.000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.5935114	0.000000	0.000000	0.000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.5935114	0.000000	0.000000	0.000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	2.1470842	0.000000	0.000000	0.000000
0.000000	0.000000	0.6111390	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	6.3883053	2.1470842	0.000000	0.8377272	0.000000
0.000000	0.000000	3.4628754	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	7.2444340	7.4811911	0.000000	4.0866481	0.000000
0.000000	0.000000	10.2986110	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	13.6653991	20.3636961	0.000000	12.2372541	0.0807822
0.000000	0.000000	16.8709086	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	13.6653991	28.6832047	0.000000	18.7402249	0.2995431
0.000000	0.000000	16.7231260	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	13.6653991	28.6832047	0.000000	18.0605899	0.6422669
0.000000	0.000000	20.8347602	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	13.6653991	28.6832047	0.000000	22.1846213	1.3387507
0.000000	0.000000	20.3660668	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	13.6653991	27.5760590	0.000000	21.7669070	1.8190867
0.000000	0.000000	21.0066197	1.2890474	1.2890474	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	13.6653991	28.6832047	0.000000	21.2865774	1.8017095
0.000000	0.000000	21.2182366	1.3932799	1.3932799	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	13.6653991	28.6832047	0.000000	21.0544573	1.0696718
0.000000	0.000000	23.2025560	1.1250697	1.1250697	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	13.6653991	28.6832047	0.000000	23.2633051	0.3656090
0.000000	0.000000	20.0846284	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	13.6653991	28.6832047	0.000000	21.2765602	0.0229155
0.000000	0.000000	12.1084331	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	8.1005626	24.2546222	0.000000	12.7498354	0.0000000
0.000000	0.000000	10.7719015	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	6.3883053	13.7208225	0.000000	11.5386849	0.0000000
0.000000	0.000000	6.6663562	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	6.3883053	15.8006996	0.000000	7.3935331	0.0000000
0.000000	0.000000	6.7532532	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	6.3883053	12.6136769	0.000000	7.3632105	0.0000000
0.000000	0.000000	0.5419224	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	6.3883053	6.3740455	0.000000	0.7592797	0.0000000

Τα στοιχεία που αναγράφονται στον πίνακα αντιπροσωπεύουν:

**Air Temperature:** τη μέση θερμοκρασία εσωτερικού χώρου

**Radiant Temperature:** τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας

**Operative Temperature:** τη μέση θερμοκρασία αέρα λειτουργίας

**Outside Dry Bulb Temperature:** θερμοκρασία εξωτερικού αέρα

**Relative Humidity:** σχετική υγρασία

**Mechanical Vent + Nat Vent + Infiltration:** άθροισμα μηχανικού, φυσικού και φιλτραρισμένου αέρα

**Glazing :** το φορτίο που εισέρχεται ή εξέρχεται από τους υαλοπίνακες

**Walls:** το φορτίο που εισέρχεται ή εξέρχεται από τους τοίχους

**Floors :** το φορτίο που εισέρχεται ή εξέρχεται από τα πατώματα

**Ceilings:** το φορτίο που εισέρχεται ή εξέρχεται από τις οροφές

**External Infiltration:** το φορτίο που εισέρχεται ή εξέρχεται από το φιλτραρισμένο αέρα

**Ventilation:** το φορτίο που εισέρχεται ή εξέρχεται από τον αερισμό

**Zone sensible heating:** το φορτίο θέρμανσης του χώρου



**Zone sensible cooling:** το φορτίο ψύξης χώρου

**Supply air sensible cooling:** το αισθητό φορτίο ψύξης συστήματος

**Supply air sensible heating:** το αισθητό φορτίο θέρμανσης συστήματος

**Supply air total cooling:** το συνολικό φορτίο ψύξης συστήματος (αισθητό + λανθάνον)

**Supply air total heating:** το συνολικό φορτίο θέρμανσης συστήματος (αισθητό + λανθάνον)

**Computers + Equipment:** το φορτίο από τη λειτουργία υπολογιστών και εξοπλισμού

**Catering:** τα εσωτερικά θερμικά κέρδη από τη λειτουργία εξοπλισμού εστίασης

**Process:** το εσωτερικό θερμικό κέρδος από την δραστηριότητα του κτιρίου

**Miscellaneous:** Βοηθητική ενέργεια εξοπλισμού

**General Lighting:** το φορτίο που προέρχεται από το φωτισμό (θερμικό κέρδος)

**Task Lighting:** το φορτίο που προέρχεται από τον φωτισμό

**Occupancy:** το φορτίο που προέρχεται από το πλήθος των ατόμων

**Produce electric power:** παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΣΕΝΑΡΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

#### 7.1 Πρώτο σενάριο VRV/VRF

Στο πρώτο σενάριο εφαρμόζουμε μόνο τη μονάδα κλιματισμού που διαθέτει στην πραγματικότητα το ίδιο το φυσικό κτίριο του Βόλου, και μελετούμε τα φορτία κατανάλωσης του κτιρίου στην πιο κρύα ημέρα του χειμώνα καθώς και στην πιο ζέστη μέρα του καλοκαιριού.

##### 7.1.1 Cooling + VRV/VRF

Στους Πίνακες 14 και 15 όσον αφορά στο πρώτο κομμάτι της ψύξης που προκύπτει, παρατηρούμε αρχικά την μείωση της θερμοκρασίας στην επιθυμητή **Air temperature** (26 C) από τις 06:00 – 21:00 η ώρα. Ακόμα, εμφανίζονται οι θερμοκρασίες του εξωτερικού αέρα καθώς και η υγρασία του αέρα. Επίσης, στο δεύτερο κομμάτι της εικόνας παρουσιάζονται τα θερμικά κέρδη και οι απώλειες που έχει το κτίριο από τα δομικά στοιχεία του. Θερμικές απώλειες σε όλα τα δομικά στοιχεία εκτός από ό,τι αποτελείται από γυαλί (πόρτες, παράθυρα και “βιτρίνες”), το οποίο αποφέρει θερμικά κέρδη στο κτίριο, γεγονός που παρουσιάζεται αρκετά μεγάλο ποσοστό κατά τις μεσημεριανές ώρες.

Πίνακας 14. Simulation cooling results 1

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
17/7 00:00	29.71336	30.14911	29.93124	23.32500	37.4765573	0.00000
17/7 01:00	29.99332	30.11308	30.05320	23.02500	36.9728005	0.00000
17/7 02:00	30.05413	30.10965	30.08189	23.00000	36.8520390	0.00000
17/7 03:00	30.06400	30.07780	30.07090	22.17500	36.8287711	0.00000
17/7 04:00	30.03203	30.02788	30.02995	21.00000	36.8954570	0.00000
17/7 05:00	29.98233	29.97519	29.97876	19.87500	37.0013481	0.00000
17/7 06:00	26.03644	29.86744	27.95194	19.37500	45.4089414	0.40979
17/7 07:00	26.00007	29.85812	27.92909	19.07500	44.5071206	1.23508
17/7 08:00	26.00000	30.28288	28.14144	22.60000	49.3291335	4.74554
17/7 09:00	26.00000	30.63488	28.31744	24.70000	56.8897043	6.00085
17/7 10:00	26.00000	30.87057	28.43529	25.82500	60.4628316	6.00809
17/7 11:00	26.00000	31.00158	28.50079	26.92500	59.5341899	6.83463
17/7 12:00	26.00000	31.00988	28.50494	28.02500	57.8748268	6.83596
17/7 13:00	26.00000	31.02504	28.51252	29.20000	52.4868954	6.82521
17/7 14:00	26.00000	31.11028	28.55514	30.32500	46.4521269	6.81648
17/7 15:00	26.00000	31.18493	28.59246	31.50000	42.6187955	7.22223
17/7 16:00	26.00000	31.22990	28.61495	32.70000	37.0864448	6.80185
17/7 17:00	26.00000	31.11474	28.55737	31.95000	34.3119435	3.29603
17/7 18:00	26.00000	30.90177	28.45089	30.40000	40.6089769	2.48076
17/7 19:00	26.00000	30.64391	28.32195	29.25000	45.7169220	1.65735
17/7 20:00	26.00000	30.33031	28.16515	27.80000	46.5328492	1.65771
17/7 21:00	26.00000	30.11127	28.05564	26.35000	45.2441309	0.41343
17/7 22:00	27.92261	30.03582	28.97922	25.25000	40.5906652	0.20717
17/7 23:00	28.83129	30.13631	29.48380	24.25000	38.9995762	0.20816

Πίνακας 15. Simulation cooling results 1

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
17/7 00:00	-4.1713287	2.7661662	0.3663541	3.5814126	0.0000000	0.0000000
17/7 01:00	-4.5195523	1.4521803	-0.2994909	2.7781764	0.0000000	0.0000000
17/7 02:00	-4.5925472	1.3216140	-0.3017336	2.4631991	0.0000000	0.0000000
17/7 03:00	-4.9747144	1.4392491	-0.2007978	2.2952646	0.0000000	0.0000000
17/7 04:00	-5.4666872	1.6695102	-0.0424424	2.1760118	0.0000000	0.0000000
17/7 05:00	-5.8963423	1.7244269	0.0878881	1.8806004	0.0000000	0.0000000
17/7 06:00	-0.4668657	7.5002777	2.5965521	3.4233711	0.0000000	0.0000000
17/7 07:00	16.0441292	7.2333098	-0.1956845	2.3853149	0.0000000	0.0000000
17/7 08:00	35.4821131	-3.8461045	-8.6793723	-3.8788103	0.0000000	0.0000000
17/7 09:00	46.5102993	-9.4602632	-13.8095104	-5.5341617	0.0000000	0.0000000
17/7 10:00	50.4161053	-10.6994710	-13.6129669	-5.7285706	0.0000000	0.0000000
17/7 11:00	47.5121651	-10.6847028	-11.1666864	-5.1143353	0.0000000	0.0000000
17/7 12:00	40.8077350	-8.8953875	-7.2732510	-3.5941322	0.0000000	0.0000000
17/7 13:00	36.9332781	-8.1443209	-5.9934753	-2.8621191	0.0000000	0.0000000
17/7 14:00	37.1870918	-7.9931652	-6.2928643	-2.1521704	0.0000000	0.0000000
17/7 15:00	36.9345821	-7.8977527	-6.7150568	-1.3336986	0.0000000	0.0000000
17/7 16:00	35.5854497	-7.0306992	-6.4045973	-0.2900906	0.0000000	0.0000000
17/7 17:00	30.0463767	-2.1100082	-4.3029997	3.5152858	0.0000000	0.0000000
17/7 18:00	21.8272529	3.4477819	-0.4338769	6.2497803	0.0000000	0.0000000
17/7 19:00	10.3641479	7.0748816	2.4962174	7.7586696	0.0000000	0.0000000
17/7 20:00	-0.5696035	11.5531339	5.6140736	9.3714287	0.0000000	0.0000000
17/7 21:00	-2.2797383	14.1379064	7.1614015	9.3219544	0.0000000	0.0000000
17/7 22:00	-3.0031972	9.8558307	4.5525541	7.1520550	0.0000000	0.0000000
17/7 23:00	-3.6443262	3.8941011	0.9855083	4.3832721	0.0000000	0.0000000

Στο τρίτο κομμάτι της ψύξης (Πίνακας 16) παρουσιάζεται αρκετά μεγάλο φορτίο στην κατανάλωση ψυκτικού φορτίου (**Supply air total cooling**), διότι το σύστημα κλιματισμού λειτουργεί και για τις δυο θερμικές ζώνες από τις 06:00-21:00 η ώρα στο 100% των δυνατοτήτων του ανεξαρτήτως από την ύπαρξη ή μη ατόμων στους χώρους. Το μεγαλύτερο φορτίο καταναλώνεται τις μεσημεριανές ώρες, κατά τις οποίες υπάρχει και η μεγαλύτερη θερμοκρασία στο εξωτερικό περιβάλλον. Το φορτίο αυτό λοιπόν, φτάνει στις 1310 KW/h την ημέρα, με την μεγαλύτερη κατανάλωση στις 158 kW/h στις ώρες λειτουργίας 15:00- 16:00.

Κλείνοντας, στο τελευταίο κομμάτι της ψύξης (Πίνακας 17) εμφανίζονται τα θερμικά κέρδη που προσφέρονται από την παρουσία πληθυσμού, το φωτισμό καθώς και τον εξοπλισμό του κτιρίου.

Πίνακας 16. Simulation cooling results 1

Time	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)
17/7 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 06:00	35.3823503	33.6486919	40.4830922	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 07:00	41.1871660	26.2350586	41.8672672	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 08:00	53.8133711	29.3867180	36.9698453	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 09:00	65.4878113	51.8485259	51.8485259	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 10:00	68.2260023	66.3252650	66.3252650	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 11:00	72.0527780	83.9368252	83.9368252	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 12:00	71.7711572	97.7076824	97.7076824	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 13:00	71.7028420	112.6128709	112.6128709	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 14:00	72.4659061	127.6875816	127.6875816	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 15:00	74.4983375	150.9414371	150.9414371	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 16:00	73.7352686	158.9635217	158.9635217	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 17:00	62.2792302	104.8868798	104.8868798	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 18:00	53.7003086	80.8480139	80.8480139	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 19:00	49.2570375	61.9833279	63.4457417	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 20:00	44.9283853	51.9211781	53.6049265	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 21:00	36.0254647	36.2329220	44.9902709	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 22:00	0.8173742	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 23:00	1.3465519	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 17. Simulation cooling results 1

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
17/7 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	2.1470842	0.0000000	0.0000000
17/7 06:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	2.1470842	0.0000000	0.5184518
17/7 07:00	0.0000000	0.0000000	1.7122574	7.4811911	0.0000000	3.0989592
17/7 08:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	20.3636961	0.0000000	9.7984110
17/7 09:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	15.1679092
17/7 10:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	15.1679107
17/7 11:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 12:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	27.5760590	0.0000000	18.7475704
17/7 13:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 14:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 15:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	20.5374001
17/7 16:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 17:00	0.0000000	0.0000000	2.5683860	24.2546222	0.0000000	10.9129684
17/7 18:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	13.7208225	0.0000000	9.6037553
17/7 19:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	15.8006996	0.0000000	6.0240958
17/7 20:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	12.6136769	0.0000000	6.0240958
17/7 21:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	6.3740455	0.0000000	0.6546065
17/7 22:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	2.1470842	0.0000000	0.2833130
17/7 23:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	1.5935114	0.0000000	0.2296018

## 7.1.2 Heating + VRV/VRF

Τόσο στην εξαγωγή ψυκτικών φορτίων, όσο και στα θερμικά φορτία, ένα από τα πρώτα στοιχεία που βλέπουμε στους Πίνακες 18 και 19 είναι η σταθερή θερμοκρασία που ελέγχει το σύστημα κλιματισμού στον χώρο τις ώρες 06:00- 23:00, παραμένοντας στους 20 βαθμούς C, όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος φτάνει στους -1 C. Ακόμα, παρουσιάζονται τα θερμικά κέρδη που έχει το κτίριο από την προσφορά της ηλιακής ενέργειας από τις 09:00- 17:00 καθώς και οι απώλειες θερμότητας των δομικών στοιχείων.

Πίνακας 18. Simulation heating results 1

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
8/2 00:00	19.22588	19.94456	19.58522	0.20000	18.0430231	0.19657
8/2 01:00	19.55062	19.83000	19.69031	1.65000	17.7366007	0.00000
8/2 02:00	19.75644	19.73371	19.74508	1.60000	17.5630376	0.00000
8/2 03:00	19.63521	19.60051	19.61786	0.72500	17.6885532	0.00000
8/2 04:00	19.48382	19.45347	19.46865	-0.25000	17.8502513	0.00000
8/2 05:00	19.33205	19.30271	19.31738	-1.17500	18.0188944	0.00000
8/2 06:00	19.19204	19.16905	19.18055	-1.47500	18.1763777	0.00000
8/2 07:00	20.10960	19.07908	19.59434	-1.65000	17.1774093	0.39204
8/2 08:00	20.00000	19.25331	19.62666	-1.77500	17.4572342	1.17770
8/2 09:00	20.00000	20.09132	20.04566	-0.07500	18.3929449	4.51562
8/2 10:00	20.00000	20.81279	20.40639	2.30000	20.9687105	5.69690
8/2 11:00	20.00000	21.26995	20.63497	4.62500	24.3873136	5.70127
8/2 12:00	20.00000	21.51453	20.75727	6.02500	25.4626740	6.49388
8/2 13:00	20.00000	21.64633	20.82317	7.20000	23.6597356	6.49749
8/2 14:00	20.00000	21.81965	20.90983	8.32500	22.0664161	6.49672
8/2 15:00	20.00000	21.92583	20.96291	9.20000	21.0550385	6.49997
8/2 16:00	20.00000	21.93377	20.96689	10.00000	20.3615148	6.89454
8/2 17:00	20.00000	21.73282	20.86641	10.80000	20.3128790	6.50521
8/2 18:00	20.00000	21.19964	20.59982	9.42500	19.9156147	3.15460
8/2 19:00	20.02697	20.86233	20.44465	7.25000	18.7185753	2.36535
8/2 20:00	20.00048	20.68020	20.34034	5.12500	18.1418452	1.57662
8/2 21:00	20.00000	20.51955	20.25977	3.62500	17.7273391	1.57648
8/2 22:00	20.00000	20.33402	20.16701	2.40000	17.3387187	0.39409
8/2 23:00	19.67556	20.14411	19.90983	1.12500	17.5694872	0.19684

Πίνακας 19 Simulation heating results 1

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
8/2 00:00	-10.3932869	5.3510554	3.2978952	2.1446626	0.0000000	0.0000000
8/2 01:00	-9.4627878	5.4156893	3.2703259	1.4721356	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	-9.5239613	4.4276977	2.9275062	0.3201875	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	-9.9158053	4.6445491	3.0960354	-0.0624213	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	-10.3318573	4.9931596	3.3368927	-0.2791950	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	-10.7274390	5.3044168	3.5656557	-0.4702757	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	-10.7447275	5.2763532	3.6790048	-0.8748862	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	-10.7920306	3.3276805	2.6975758	-1.7752188	0.0000000	11.1850590
8/2 08:00	0.2689317	-3.3129442	-3.8110216	-4.8585523	0.0000000	6.0054276
8/2 09:00	37.0689415	-18.6913815	-21.8848391	-12.9311301	0.0000000	0.0000000
8/2 10:00	59.7059572	-27.5401597	-33.1059216	-15.6957090	0.0000000	0.0000000
8/2 11:00	65.9425231	-29.7302619	-33.7420791	-15.8609151	0.0000000	0.0000000
8/2 12:00	61.8690061	-29.9802319	-30.6280749	-14.8965806	0.0000000	0.0000000
8/2 13:00	57.4908104	-28.6238878	-27.8159599	-13.2328054	0.0000000	0.0000000
8/2 14:00	54.6914185	-28.2856625	-26.2398584	-12.3869095	0.0000000	0.0000000
8/2 15:00	49.0024900	-26.6716664	-23.5897464	-10.7836566	0.0000000	0.0000000
8/2 16:00	39.3689627	-24.3567707	-19.7600598	-8.6880380	0.0000000	0.0000000
8/2 17:00	20.6599923	-19.1217298	-11.3870403	-5.6975084	0.0000000	0.0000000
8/2 18:00	-2.2150693	-8.7654217	-2.1241607	0.3453430	0.0000000	0.0000000
8/2 19:00	-6.7592499	-3.5821162	0.0086311	2.2671014	0.0000000	0.0000000
8/2 20:00	-7.7208564	-2.6825324	-0.2732060	1.9136468	0.0000000	0.0000000
8/2 21:00	-8.4659700	-1.1757752	0.0032237	1.8898287	0.0000000	0.0000000
8/2 22:00	-9.3415026	1.7975726	1.8711303	1.8702974	0.0000000	0.8684426
8/2 23:00	-10.0488923	3.6455107	2.6540717	2.0353166	0.0000000	0.0000000

Αρκετά μεγάλο και σε αυτήν την περίπτωση είναι το φορτίο κλιματισμού (θέρμανσης) (Πίνακας 20) αλλά και φυσιολογικό, αφενός διότι η θέρμανση δεν σταματάει καθημερινά και στις δυο θερμικές ζώνες εκτός από το σαββατοκύριακα, αφετέρου διότι δεν έχουν ενεργοποιηθεί οι ρυθμίσεις μείωσης και εκμετάλλευσης πόρων. Το συνολικό φορτίο φτάνει στις 1268 KW/h (**Supply air total heating**) στις ώρες 06:00- 22:00. Το μεγαλύτερο φορτίο παρουσιάζεται στις 12:00-13:00, το οποίο φτάνει στις 132 kW/h.

Τέλος, στο τελευταίο κομμάτι του Πίνακα 21 παρουσιάζονται τα φορτία που κερδίζει το κτίριο από την θερμοκρασία του φωτισμού, του εξοπλισμού καθώς και από τον πληθυσμό, διότι οι θερμοκρασία των ατόμων που αποδίδουν στο κτίριο είναι 36.6 C, κάτι αρκετά θετικό στη θέρμανση του κτιρίου.

Πίνακας 20. Simulation heating results 1

Time	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)
8/2 00:00	4.9321892	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	1.4405065	0.0000000	0.0000000	21.8209877	21.8209877	0.0000000
8/2 08:00	3.1806323	0.0000000	0.0000000	49.4175395	49.4175395	0.0000000
8/2 09:00	21.6199737	0.0000000	0.0000000	121.3417157	121.3417157	0.0000000
8/2 10:00	36.4330192	0.0000000	0.0000000	148.5504940	148.5504940	0.0000000
8/2 11:00	39.8956954	0.0000000	0.0000000	120.9208002	120.9208002	0.0000000
8/2 12:00	44.7999843	0.0000000	0.0000000	132.3868552	132.3868552	0.0000000
8/2 13:00	45.3468336	0.0000000	0.0000000	116.8754043	116.8754043	0.0000000
8/2 14:00	46.3744472	0.0000000	0.0000000	101.5336229	101.5336229	0.0000000
8/2 15:00	46.7916447	0.0000000	0.0000000	89.9958903	89.9958903	0.0000000
8/2 16:00	48.1648782	0.0000000	0.0000000	89.5475562	89.5475562	0.0000000
8/2 17:00	44.2833968	0.0000000	0.0000000	72.2200175	72.2200175	0.0000000
8/2 18:00	27.7806495	0.0000000	0.0000000	47.1722103	47.1722103	0.0000000
8/2 19:00	18.8948187	0.0000000	0.0000000	58.3035188	58.3035188	0.0000000
8/2 20:00	15.1083140	0.0000000	0.0000000	41.9771131	41.9771131	0.0000000
8/2 21:00	13.1282582	0.0000000	0.0000000	49.7016905	49.7016905	0.0000000
8/2 22:00	4.7341434	0.0000000	0.0000000	5.2195443	5.2195443	0.0000000
8/2 23:00	4.7969677	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 21. Simulation heating results 1

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
8/2 00:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	1.5935114	0.0000000	0.4566020
8/2 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	2.1470842	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	2.1470842	0.0000000	0.9007398
8/2 08:00	0.0000000	0.0000000	1.7122574	7.4811911	0.0000000	4.3076010
8/2 09:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	20.3636961	0.0000000	13.5795886
8/2 10:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	21.0867098
8/2 11:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	21.0867098
8/2 12:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	26.0914572
8/2 13:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	27.5760590	0.0000000	26.0914572
8/2 14:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	26.0914572
8/2 15:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	26.0914572
8/2 16:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	28.5938309
8/2 17:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	26.0914572
8/2 18:00	0.0000000	0.0000000	2.5683860	24.2546222	0.0000000	15.2197131
8/2 19:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	13.7208225	0.0000000	13.4131698
8/2 20:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	15.8006996	0.0000000	8.4092765
8/2 21:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	12.6136769	0.0000000	8.4097339
8/2 22:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	6.3740455	0.0000000	0.9026149
8/2 23:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	2.1470842	0.0000000	0.4526899

## 7.2 Δεύτερο σενάριο + σχέδιο λειτουργίας

Στο δεύτερο σενάριο δημιουργούμε καινούργια ωράρια λειτουργίας της κλιματιστικής μονάδας, γεγονός που μειώνει τα φορτία κλιματισμού, διότι η κλιματιστική μονάδα δεν θα λειτουργεί

σχεδόν για 24 ώρες την ημέρα. Ακόμα, δημιουργούνται δυο σχέδια λειτουργίας καθότι η κλιματιστική μονάδα τροφοδοτεί δύο θερμοκές ζώνες διαφορετικής λειτουργίας, καθώς η μια εξυπηρετεί καταστήματα και η άλλη γραφεία που έχουν διαφορετικές μέρες και ώρες λειτουργίας.

### 7.2.1 Cooling + schedule

Στους Πίνακες 22 και 23 παρατηρεί κανείς, ότι η απαιτούμενη θερμοκρασία εφαρμόζεται συγκεκριμένες ώρες (08:00-19:00). Και σε αυτήν την περίπτωση υπάρχουν οι θερμοκρασίες εκτός του κτιρίου καθώς και η σχετική υγρασία. Επίσης, υπάρχουν θερμοκά κέρδη και απώλειες από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου, όμως δεν επηρεάζονται από την τροποποίηση του σχεδίου λειτουργίας, οπότε παραμένουν ως έχουν με ελάχιστες διαφορές.

Πίνακας 22. Simulation cooling results 2

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
17/7 00:00	31.18245	31.38288	31.28267	23.32500	36.3217732	0.00000
17/7 01:00	31.25605	31.28187	31.26896	23.02500	36.3023611	0.00000
17/7 02:00	31.24948	31.24918	31.24933	23.00000	36.3434858	0.00000
17/7 03:00	31.20384	31.19441	31.19912	22.17500	36.4356354	0.00000
17/7 04:00	31.13693	31.12528	31.13110	21.00000	36.5733518	0.00000
17/7 05:00	31.06446	31.05608	31.06027	19.87500	36.7245040	0.00000
17/7 06:00	30.49934	31.05774	30.77854	19.37500	38.2000026	0.41714
17/7 07:00	29.47756	31.27212	30.37484	19.07500	41.5420056	1.24539
17/7 08:00	25.87028	31.58646	28.72837	22.60000	51.7693534	4.72744
17/7 09:00	26.00000	31.67629	28.83815	24.70000	57.3095073	6.00114
17/7 10:00	26.00000	31.81409	28.90705	25.82500	60.5883758	6.00834
17/7 11:00	26.00000	31.87579	28.93789	26.92500	59.5352768	6.83463
17/7 12:00	26.00000	31.82848	28.91424	28.02500	57.8773515	6.83596
17/7 13:00	26.00000	31.79593	28.89796	29.20000	52.4880210	6.82521
17/7 14:00	26.00000	31.83851	28.91926	30.32500	46.4518978	6.81648
17/7 15:00	26.00000	31.87479	28.93739	31.50000	42.6188328	7.22223
17/7 16:00	26.00000	31.88505	28.94252	32.70000	37.0864561	6.80185
17/7 17:00	26.00000	31.73860	28.86930	31.95000	34.3290604	3.29604
17/7 18:00	27.94718	31.61114	29.77916	30.40000	35.5691634	2.46913
17/7 19:00	28.72224	31.59047	30.15635	29.25000	37.6433959	1.65402
17/7 20:00	30.17142	31.46549	30.81846	27.80000	35.6945208	1.66396
17/7 21:00	30.60702	31.47788	31.04245	26.35000	35.4324828	0.42021
17/7 22:00	31.02023	31.45437	31.23730	25.25000	35.5528445	0.21073
17/7 23:00	31.04781	31.42675	31.23728	24.25000	36.2310415	0.21112



Πίνακας 23. Simulation cooling results 2

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
17/7 00:00	-4.8042805	1.1073668	-0.4708576	3.8711555	0.0000000	0.0000000
17/7 01:00	-5.0627808	0.9932939	-0.5479549	3.3541651	0.0000000	0.0000000
17/7 02:00	-5.1064298	1.0939281	-0.5119252	2.9711127	0.0000000	0.0000000
17/7 03:00	-5.4758371	1.3858747	-0.3637607	2.7461830	0.0000000	0.0000000
17/7 04:00	-5.9620411	1.7388463	-0.1625094	2.5659222	0.0000000	0.0000000
17/7 05:00	-6.3893487	1.8756461	0.0010131	2.2063992	0.0000000	0.0000000
17/7 06:00	-1.1294535	0.9963349	-1.4387873	1.5917805	0.0000000	0.0000000
17/7 07:00	15.0938382	-3.1867708	-6.7974845	-0.7501191	0.0000000	0.0000000
17/7 08:00	34.7789321	-4.6368645	-9.6901712	-3.5878064	0.0000000	0.0000000
17/7 09:00	46.1577237	-3.5997767	-10.8240775	-2.8257413	0.0000000	0.0000000
17/7 10:00	50.1044243	-5.2195152	-10.9697225	-3.3011016	0.0000000	0.0000000
17/7 11:00	47.2226614	-5.4082351	-8.6990714	-3.0004272	0.0000000	0.0000000
17/7 12:00	40.5365686	-3.7980840	-4.9166146	-1.7699099	0.0000000	0.0000000
17/7 13:00	36.6786248	-3.2206150	-3.7085508	-1.2889652	0.0000000	0.0000000
17/7 14:00	36.9481333	-3.2369588	-4.0518092	-0.7894188	0.0000000	0.0000000
17/7 15:00	36.7097966	-3.3067115	-4.5059542	-0.1471710	0.0000000	0.0000000
17/7 16:00	35.3733163	-2.6104955	-4.2292361	0.7462533	0.0000000	0.0000000
17/7 17:00	29.8399310	2.1244637	-2.1666394	4.4200984	0.0000000	0.0000000
17/7 18:00	21.4666537	2.9728246	0.4450713	4.2742618	0.0000000	0.4351699
17/7 19:00	9.7720540	1.9381803	2.1605513	2.8755804	0.0000000	0.0000000
17/7 20:00	-1.3178814	1.5114606	1.3415776	4.0620703	0.0000000	0.7309914
17/7 21:00	-3.1849374	0.2317133	-0.4144775	4.0019947	0.0000000	0.0000000
17/7 22:00	-3.8807061	0.4805589	-0.5956495	4.2267953	0.0000000	0.0000000
17/7 23:00	-4.3446605	0.7352017	-0.5886715	4.0847990	0.0000000	0.0000000

Στο τρίτο κομμάτι (Πίνακας 24) παρατηρούμε τις ώρες λειτουργίας, καθώς και το φορτίο που καταναλώνει η κλιματιστική μονάδα. Ως αποτέλεσμα της τροποποίησης του ωρολογιακού προγράμματος λειτουργίας (08:00-19:00) της κλιματιστικής μονάδας, δηλαδή ουσιαστικά της ελάττωσης λειτουργίας της κλιματιστικής μονάδας τις ώρες που υπάρχει ελάχιστος κόσμος στο κτίριο, είναι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας από 1310 kW/h σε 1200 kW/h, δηλαδή σημειώθηκε μια μείωση της τάξεως του 8.4 %.

Στο τέταρτο κομμάτι (Πίνακας 25) εμφανίζονται τα θερμικά κέρδη από τον πληθυσμό, φωτισμό και εξοπλισμό που προφανώς και δεν έχουν επηρεαστεί από την αλλαγή σχεδίου της λειτουργίας της κλιματιστικής μονάδας του κτιρίου.

Πίνακας 24. Simulation cooling results 2

Time	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)
17/7 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 06:00	6.1644881	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 07:00	22.5568333	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 08:00	56.5739537	35.8644911	45.1339435	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 09:00	82.3694517	68.7450118	68.7450118	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 10:00	78.5508012	76.6349951	76.6349951	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 11:00	81.6853228	93.5643004	93.5643004	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 12:00	80.8326805	106.7548934	106.7548934	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 13:00	80.2782231	121.1684009	121.1684009	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 14:00	80.6296647	135.8324142	135.8324142	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 15:00	82.2939687	158.7278185	158.7278185	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 16:00	81.1897157	166.3948950	166.3948950	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 17:00	69.3776165	111.9872950	111.9872950	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 18:00	37.4331991	62.0399579	62.0399579	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 19:00	35.0328715	44.9114613	44.9114613	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 20:00	5.0682069	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 21:00	2.8899370	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 22:00	1.7544961	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 23:00	2.0154369	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 25. Simulation cooling results 2

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
17/7 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	2.1470842	0.0000000	0.0000000
17/7 06:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	2.1470842	0.0000000	0.3320792
17/7 07:00	0.0000000	0.0000000	1.7122574	7.4811911	0.0000000	2.1221663
17/7 08:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	20.3636961	0.0000000	8.4417152
17/7 09:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	15.1679131
17/7 10:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	15.1679112
17/7 11:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 12:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	27.5760590	0.0000000	18.7475704
17/7 13:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 14:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 15:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	20.5374001
17/7 16:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 17:00	0.0000000	0.0000000	2.5683860	24.2546222	0.0000000	10.9129684
17/7 18:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	13.7208225	0.0000000	9.4525353
17/7 19:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	15.8006996	0.0000000	5.6941858
17/7 20:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	12.6136769	0.0000000	4.8896917
17/7 21:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	6.3740455	0.0000000	0.3014197
17/7 22:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	2.1470842	0.0000000	0.1519528
17/7 23:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	1.5935114	0.0000000	0.1490584

## 7.2.2 Heating + schedule

Στο δεύτερο σενάριο λειτουργίας του κτιρίου σχετικά με τη θέρμανση παρατηρούμε, όπως και στο στο simulation του cooling, τη θερμοκρασία του κτιρίου να παραμένει σταθερή αλλά με ορισμένη διαφορά στις ώρες (Πίνακας 26). Η θερμοκρασία του κτιρίου δεν είναι στους 20 C από τις 06:00-22:00 η ώρα αλλά από τότε που ο κόσμος επισκέπτεται το κτίριο, δηλαδή από τις 08:00-19:00 η ώρα.

Σαφώς και υπάρχει η εξωτερική θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα, όπως και θερμικά κέρδη ή απώλειες του κτιρίου αλλά δεν επηρεάζονται από τον τρόπο λειτουργίας της κλιματιστικής μονάδας του κτιρίου, όπως φαίνεται στον Πίνακα 27.

Πίνακας 26. Simulation heating results 2

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
8/2 00:00	18.51809	19.40036	18.95923	0.20000	19.1750797	0.19632
8/2 01:00	19.00513	19.40170	19.20341	1.65000	18.6453976	0.00000
8/2 02:00	19.31952	19.32336	19.32144	1.60000	18.3255645	0.00000
8/2 03:00	19.23408	19.20436	19.21922	0.72500	18.4131583	0.00000
8/2 04:00	19.09199	19.06636	19.07918	-0.25000	18.5712141	0.00000
8/2 05:00	18.94922	18.92236	18.93579	-1.17500	18.7364324	0.00000
8/2 06:00	18.81655	18.79433	18.80544	-1.47500	18.8918170	0.00000
8/2 07:00	17.68698	18.63137	18.15918	-1.65000	20.2920154	0.38871
8/2 08:00	15.82339	18.55372	17.18856	-1.77500	22.8842502	1.15864
8/2 09:00	19.91116	19.32178	19.61647	-0.07500	18.3871403	4.50968
8/2 10:00	20.00000	20.27857	20.13929	2.30000	20.9078579	5.69684
8/2 11:00	20.00000	20.79005	20.39502	4.62500	24.3863448	5.70127
8/2 12:00	20.00000	21.06701	20.53351	6.02500	25.4626212	6.49388
8/2 13:00	20.00000	21.22334	20.61167	7.20000	23.6591213	6.49749
8/2 14:00	20.00000	21.41761	20.70880	8.32500	22.0664472	6.49672
8/2 15:00	20.00000	21.54199	20.77100	9.20000	21.0550495	6.49997
8/2 16:00	20.00000	21.56616	20.78308	10.00000	20.3615071	6.89454
8/2 17:00	20.00000	21.37876	20.68938	10.80000	20.3128792	6.50521
8/2 18:00	20.00000	20.85631	20.42815	9.42500	19.9156150	3.15460
8/2 19:00	19.92040	20.52877	20.22458	7.25000	18.8423664	2.36506
8/2 20:00	19.67119	20.34212	20.00666	5.12500	18.5169676	1.57574
8/2 21:00	17.68063	20.05946	18.87004	3.62500	20.6419879	1.55784
8/2 22:00	17.92421	19.69808	18.81114	2.40000	20.0173609	0.39162
8/2 23:00	18.30874	19.54707	18.92791	1.12500	19.4924302	0.19623

Πίνακας 27. Simulation heating results 2

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
8/2 00:00	-10.0016729	6.6701277	4.3498241	2.2946839	0.0000000	0.0000000
8/2 01:00	-9.2165522	5.6848801	3.7345230	1.3586245	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	-9.3088222	4.4529258	3.2646331	0.1992872	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	-9.7166421	4.4712780	3.3195914	-0.1987381	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	-10.1339530	4.7869677	3.5401439	-0.3976775	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	-10.5291326	5.0826897	3.7510237	-0.5677886	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	-10.5519570	5.0425722	3.8419299	-0.9516568	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	-10.4387040	6.4660394	4.3766687	-0.5637674	0.0000000	0.0000000
8/2 08:00	1.0003170	7.9168299	2.2178428	-0.8377232	0.0000000	0.0000000
8/2 09:00	37.7080675	-12.4316113	-18.0048729	-11.0301116	0.0000000	21.4224237
8/2 10:00	59.9052744	-29.4543608	-33.8086606	-16.6632558	0.0000000	0.0000000
8/2 11:00	66.1121276	-31.3962291	-34.2368040	-16.8260247	0.0000000	0.0000000
8/2 12:00	62.0283826	-31.5408941	-31.0373076	-15.7993783	0.0000000	0.0000000
8/2 13:00	57.6425123	-30.1198363	-28.2512228	-14.0314946	0.0000000	0.0000000
8/2 14:00	54.8352796	-29.7327352	-26.7105585	-13.0774345	0.0000000	0.0000000
8/2 15:00	49.1396869	-28.0938185	-24.0913960	-11.3788887	0.0000000	0.0000000
8/2 16:00	39.5012750	-25.7698962	-20.2793437	-9.2080035	0.0000000	0.0000000
8/2 17:00	20.7889489	-20.5064272	-11.8087717	-6.1529187	0.0000000	0.0000000
8/2 18:00	-2.0875982	-10.0963176	-2.5020913	-0.0417587	0.0000000	0.0000000
8/2 19:00	-6.6390933	-4.8034649	-0.4056252	1.9858613	0.0000000	0.0000000
8/2 20:00	-7.5887569	-3.4504133	-0.5746309	1.9448975	0.0000000	0.0000000
8/2 21:00	-8.1062020	4.9506583	4.7605298	3.2668769	0.0000000	0.0000000
8/2 22:00	-8.7177015	10.1349027	7.9333130	3.8451199	0.0000000	0.0000000
8/2 23:00	-9.5355749	7.2980943	4.8284794	3.1651233	0.0000000	0.0000000

Στο τρίτο κομμάτι και στον Πίνακα 28 υπάρχουν διαφορές, διότι έχει ελαττωθεί το φορτίο και οι ώρες λειτουργίας της κλιματιστικής μονάδας. Σε αυτό το σενάριο το φορτίο έχει ελαττωθεί από τις 1270 kW/h στις 1070kW/h με μείωση της τάξεως του 15,75% από το αρχικό φορτίο κλιματισμού.

Αντίθετα, στο τέταρτο κομμάτι του Πίνακα 29 υπάρχουν όπως και στο αρχικό σενάριο έτσι και σε αυτό τα θερμικά κέρδη που προσφέρει ο πληθυσμός, ο φωτισμός και ο εξοπλισμός του κτιρίου, τα οποία παραμένουν σταθερά.

Πίνακας 28. Simulation heating results 2

Time	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)
8/2 00:00	4.8294634	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	9.9237973	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 08:00	37.6857954	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 09:00	39.6036862	0.0000000	0.0000000	127.4520995	127.4520995	0.0000000
8/2 10:00	27.8450532	0.0000000	0.0000000	157.1433784	157.1433784	0.0000000
8/2 11:00	36.8980315	0.0000000	0.0000000	123.9203166	123.9203166	0.0000000
8/2 12:00	42.0615029	0.0000000	0.0000000	135.1247498	135.1247498	0.0000000
8/2 13:00	42.7498452	0.0000000	0.0000000	119.4710721	119.4710721	0.0000000
8/2 14:00	43.8943955	0.0000000	0.0000000	104.0127927	104.0127927	0.0000000
8/2 15:00	44.3956425	0.0000000	0.0000000	92.3912385	92.3912385	0.0000000
8/2 16:00	45.8330146	0.0000000	0.0000000	91.8789388	91.8789388	0.0000000
8/2 17:00	42.1411275	0.0000000	0.0000000	74.3622500	74.3622500	0.0000000
8/2 18:00	25.8034646	0.0000000	0.0000000	49.1485135	49.1485135	0.0000000
8/2 19:00	17.8668752	0.0000000	0.0000000	59.2209033	59.2209033	0.0000000
8/2 20:00	15.5905807	0.0000000	0.0000000	41.1550844	41.1550844	0.0000000
8/2 21:00	50.3939628	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 22:00	8.3626105	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 23:00	4.5917630	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 29. Simulation heating results 2

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
8/2 00:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	1.5935114	0.0000000	0.4566020
8/2 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	2.1470842	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	2.1470842	0.0000000	0.9126026
8/2 08:00	0.0000000	0.0000000	1.7122574	7.4811911	0.0000000	4.5692704
8/2 09:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	20.3636961	0.0000000	13.9157300
8/2 10:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	21.0867098
8/2 11:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	21.0867098
8/2 12:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	26.0914572
8/2 13:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	27.5760590	0.0000000	26.0914572
8/2 14:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	26.0914572
8/2 15:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	26.0914572
8/2 16:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	28.5938309
8/2 17:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	26.0914572
8/2 18:00	0.0000000	0.0000000	2.5683860	24.2546222	0.0000000	15.2197131
8/2 19:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	13.7208225	0.0000000	13.4155064
8/2 20:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	15.8006996	0.0000000	8.4190866
8/2 21:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	12.6136769	0.0000000	8.8490900
8/2 22:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	6.3740455	0.0000000	0.9132039
8/2 23:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	2.1470842	0.0000000	0.4566020

### 7.3 Τρίτο σενάριο + Heat recovery

Προσπαθώντας να μειώσουμε το συνολικό φορτίο και κατά κύριο λόγο τα φορτία κλιματισμού μιας και είναι το βασικό και μεγαλύτερο φορτίο στο κτίριο εν ώρα λειτουργίας, ενεργοποιούμε την επιλογή **heat recovery**. Η επιλογή heat recovery ή αλλιώς ανάκτηση θερμότητας είναι η διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται η αξιοποίηση μέρους της θερμότητας που απορρίπτεται στο περιβάλλον από την μονάδα παραγωγής θερμότητας. Με αυτόν τον τρόπο πραγματοποιείται σημαντική μείωση του απαιτούμενου φορτίου ψύξης ή θέρμανσης.

#### 7.3.1 Cooling + heat recovery

Ρυθμίζοντας την επιλογή ανάκτησης θερμότητας παρατηρούμε επίσης, ότι οι θερμοκρασίες παραμένουν σταθερές στους 26 C, όπως επιθυμούμε (Πίνακας 30). Οι απώλειες παραμένουν σχεδόν στα ίδια επίπεδα, όπως και τα θερμικά κέρδη μιας και δεν υπάρχει κάποια αλλαγή στο κέλυφος του κτιρίου, παρά μόνο στη λειτουργία του κλιματισμού, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 31.

Πίνακας 30. Simulation cooling results 3

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
17/7 00:00	31.18245	31.38288	31.28267	23.32500	36.3217732	0.00000
17/7 01:00	31.25605	31.28187	31.26896	23.02500	36.3023611	0.00000
17/7 02:00	31.24948	31.24918	31.24933	23.00000	36.3434858	0.00000
17/7 03:00	31.20384	31.19441	31.19912	22.17500	36.4356354	0.00000
17/7 04:00	31.13693	31.12528	31.13110	21.00000	36.5733518	0.00000
17/7 05:00	31.06446	31.05608	31.06027	19.87500	36.7245040	0.00000
17/7 06:00	30.49934	31.05774	30.77854	19.37500	38.2000026	0.41714
17/7 07:00	29.47756	31.27212	30.37484	19.07500	41.5420056	1.24539
17/7 08:00	25.87028	31.58646	28.72837	22.60000	51.7693534	4.72744
17/7 09:00	26.00000	31.67629	28.83815	24.70000	57.3095073	6.00114
17/7 10:00	26.00000	31.81409	28.90705	25.82500	60.5883758	6.00834
17/7 11:00	26.00000	31.87579	28.93789	26.92500	59.5352768	6.83463
17/7 12:00	26.00000	31.82848	28.91424	28.02500	57.8773515	6.83596
17/7 13:00	26.00000	31.79593	28.89796	29.20000	52.4880210	6.82521
17/7 14:00	26.00000	31.83851	28.91926	30.32500	46.4518978	6.81648
17/7 15:00	26.00000	31.87479	28.93739	31.50000	42.6188328	7.22223
17/7 16:00	26.00000	31.88505	28.94252	32.70000	37.0864561	6.80185
17/7 17:00	26.00000	31.73860	28.86930	31.95000	34.3290604	3.29604
17/7 18:00	27.94718	31.61114	29.77916	30.40000	35.5691634	2.46913
17/7 19:00	28.72224	31.59047	30.15635	29.25000	37.6433959	1.65402
17/7 20:00	30.17142	31.46549	30.81846	27.80000	35.6945208	1.66396
17/7 21:00	30.60702	31.47788	31.04245	26.35000	35.4324828	0.42021
17/7 22:00	31.02023	31.45437	31.23730	25.25000	35.5528445	0.21073
17/7 23:00	31.04781	31.42675	31.23728	24.25000	36.2310415	0.21112

Πίνακας 31. Simulation cooling results 3

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
17/7 00:00	-4.8042805	1.1073668	-0.4708576	3.8711555	0.0000000	0.0000000
17/7 01:00	-5.0627808	0.9932939	-0.5479549	3.3541651	0.0000000	0.0000000
17/7 02:00	-5.1064298	1.0939281	-0.5119252	2.9711127	0.0000000	0.0000000
17/7 03:00	-5.4758371	1.3858747	-0.3637607	2.7461830	0.0000000	0.0000000
17/7 04:00	-5.9620411	1.7388463	-0.1625094	2.5659222	0.0000000	0.0000000
17/7 05:00	-6.3893487	1.8756461	0.0010131	2.2063992	0.0000000	0.0000000
17/7 06:00	-1.1294535	0.9963349	-1.4387873	1.5917805	0.0000000	0.0000000
17/7 07:00	15.0938382	-3.1867708	-6.7974845	-0.7501191	0.0000000	0.0000000
17/7 08:00	34.7789321	-4.6368645	-9.6901712	-3.5878064	0.0000000	0.0000000
17/7 09:00	46.1577237	-3.5997767	-10.8240775	-2.8257413	0.0000000	0.0000000
17/7 10:00	50.1044243	-5.2195152	-10.9697225	-3.3011016	0.0000000	0.0000000
17/7 11:00	47.2226614	-5.4082351	-8.6990714	-3.0004272	0.0000000	0.0000000
17/7 12:00	40.5365686	-3.7980840	-4.9166146	-1.7699099	0.0000000	0.0000000
17/7 13:00	36.6786248	-3.2206150	-3.7085508	-1.2889652	0.0000000	0.0000000
17/7 14:00	36.9481333	-3.2369588	-4.0518092	-0.7894188	0.0000000	0.0000000
17/7 15:00	36.7097966	-3.3067115	-4.5059542	-0.1471710	0.0000000	0.0000000
17/7 16:00	35.3733163	-2.6104955	-4.2292361	0.7462533	0.0000000	0.0000000
17/7 17:00	29.8399310	2.1244637	-2.1666394	4.4200984	0.0000000	0.0000000
17/7 18:00	21.4666537	2.9728246	0.4450713	4.2742618	0.0000000	0.4351699
17/7 19:00	9.7720540	1.9381803	2.1605513	2.8755804	0.0000000	0.0000000
17/7 20:00	-1.3178814	1.5114606	1.3415776	4.0620703	0.0000000	0.7309914
17/7 21:00	-3.1849374	0.2317133	-0.4144775	4.0019947	0.0000000	0.0000000
17/7 22:00	-3.8807061	0.4805589	-0.5956495	4.2267953	0.0000000	0.0000000
17/7 23:00	-4.3446605	0.7352017	-0.5886715	4.0847990	0.0000000	0.0000000

Ωστόσο, όπως βλέπουμε στον Πίνακα 32 υπάρχει αρκετά μεγάλη αλλαγή στο φορτίο κατανάλωσης της κλιματιστικής μονάδας. Το συνολικό φορτίο κατανάλωσης φτάνει στις 840kW/h από την αρχική κατανάλωση, που ήταν 1310kW/h, δηλαδή υπάρχει μείωση της τάξεως του 35,88% από την αρχική κατανάλωση. Αυτό όμως, δεν προκύπτει μόνο από την ενεργοποίηση της ανάκτησης θερμότητας αλλά και σε συνδυασμό με το βέλτιστο ωράριο λειτουργίας που υπολογίσαμε νωρίτερα.

Τέλος, στο τελευταίο κομμάτι (Πίνακας 33) δεν παρατηρούμε καμία αλλαγή στα θερμικά κέρδη του πληθυσμού, του φωτισμού και του εξοπλισμού, διότι δεν επηρεάζονται καθόλου.

Πίνακας 32. Simulation cooling results 3

Time	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)
17/7 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 06:00	6.1644881	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 07:00	22.5568333	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 08:00	56.5739537	35.8644911	45.1339435	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 09:00	82.3694517	68.7450118	68.7450118	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 10:00	78.5508012	76.2631637	76.2631637	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 11:00	81.6853228	85.2220187	85.2220187	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 12:00	80.8326805	88.5182914	88.5182914	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 13:00	80.2782231	92.4135013	92.4135013	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 14:00	80.6296647	97.0572512	97.0572512	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 15:00	82.2939687	105.1536321	105.1536321	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 16:00	81.1897157	106.5732884	106.5732884	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 17:00	69.3776165	82.2007611	82.2007611	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 18:00	37.4331991	44.7554808	44.7554808	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 19:00	35.0328715	37.2405866	37.2405866	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 20:00	5.0682069	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 21:00	2.8899370	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 22:00	1.7544961	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 23:00	2.0154369	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 33. Simulation cooling results 3

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
17/7 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	2.1470842	0.0000000	0.0000000
17/7 06:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	2.1470842	0.0000000	0.3320792
17/7 07:00	0.0000000	0.0000000	1.7122574	7.4811911	0.0000000	2.1221663
17/7 08:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	20.3636961	0.0000000	8.4417152
17/7 09:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	15.1679131
17/7 10:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	15.1679112
17/7 11:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 12:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	27.5760590	0.0000000	18.7475704
17/7 13:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 14:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 15:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	20.5374001
17/7 16:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 17:00	0.0000000	0.0000000	2.5683860	24.2546222	0.0000000	10.9129684
17/7 18:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	13.7208225	0.0000000	9.4525353
17/7 19:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	15.8006996	0.0000000	5.6941858
17/7 20:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	12.6136769	0.0000000	4.8896917
17/7 21:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	6.3740455	0.0000000	0.3014197
17/7 22:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	2.1470842	0.0000000	0.1519528
17/7 23:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	1.5935114	0.0000000	0.1490584



### 7.3.2 Heating + heat recovery

Όπως και στην ψύξη έτσι και στην θέρμανση του κτιρίου εφαρμόζοντας ανάκτηση θερμότητας δεν περιμένουμε να δούμε αλλαγές στη θερμοκρασία του κτιρίου, διότι αυτές παραμένουν σταθερές τις ώρες που το επιθυμούμε (Πίνακας 34). Επίσης, και τα στοιχεία που αποφέρουν θερμικά κέρδη ή χάνουν θερμότητα ή παραμένουν σταθερά (Πίνακας 35). Αλλαγή αναμένεται στο φορτίο κατανάλωσης της κλιματιστικής μονάδας.

Πίνακας 34. Simulation heating results 3

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
8/2 00:00	18.60704	19.46444	19.03574	0.20000	19.3826200	0.19658
8/2 01:00	18.99691	19.37773	19.18732	1.65000	18.9743163	0.00000
8/2 02:00	19.29186	19.29458	19.29322	1.60000	18.6827026	0.00000
8/2 03:00	19.19978	19.17150	19.18564	0.72500	18.7794012	0.00000
8/2 04:00	19.05551	19.03059	19.04305	-0.25000	18.9423148	0.00000
8/2 05:00	18.91016	18.88429	18.89723	-1.17500	19.1133632	0.00000
8/2 06:00	18.77516	18.75425	18.76471	-1.47500	19.2742723	0.00000
8/2 07:00	17.62512	18.58854	18.10683	-1.65000	20.6687897	0.38913
8/2 08:00	15.83674	18.50952	17.17313	-1.77500	23.1103101	1.15921
8/2 09:00	19.95057	19.28157	19.61607	-0.07500	18.3885755	4.50672
8/2 10:00	20.00002	20.24156	20.12079	2.30000	20.8579696	5.69677
8/2 11:00	20.00000	20.75099	20.37549	4.62500	24.3863060	5.70128
8/2 12:00	20.01965	21.02420	20.52193	6.02500	25.4333552	6.49438
8/2 13:00	20.17628	21.18381	20.68004	7.20000	23.4182652	6.50200
8/2 14:00	20.43076	21.39860	20.91468	8.32500	21.5457359	6.50778
8/2 15:00	20.66799	21.55670	21.11235	9.20000	20.3207178	6.51718
8/2 16:00	20.83151	21.61725	21.22438	10.00000	19.5077123	6.91599
8/2 17:00	20.91820	21.46338	21.19079	10.80000	19.3895020	6.52895
8/2 18:00	20.97589	20.96720	20.97155	9.42500	18.9557550	3.16257
8/2 19:00	20.38591	20.65102	20.51847	7.25000	18.7885328	2.36311
8/2 20:00	20.02775	20.43285	20.23030	5.12500	18.7492009	1.57606
8/2 21:00	17.91164	20.15314	19.03239	3.62500	20.9546554	1.55836
8/2 22:00	18.05461	19.77584	18.91523	2.40000	20.3859184	0.39229
8/2 23:00	18.44510	19.61274	19.02892	1.12500	19.7087740	0.19656

Πίνακας 35. Simulation heating results 3

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
8/2 00:00	-9.9981432	6.3425817	3.7869997	2.5470685	0.0000000	0.0000000
8/2 01:00	-9.1535924	5.5921378	3.3317288	1.6105322	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	-9.2430702	4.4262250	2.9284951	0.4134616	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	-9.6462927	4.4877325	3.0206241	0.0057667	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	-10.0609298	4.8101380	3.2495916	-0.2144672	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	-10.4535294	5.1108235	3.4699139	-0.4015614	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	-10.4758537	5.0759842	3.5727770	-0.8010526	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	-10.3610802	6.5443856	4.1296386	-0.4051698	0.0000000	0.0000000
8/2 08:00	1.0803729	7.9214944	1.8983655	-0.7037423	0.0000000	0.0000000
8/2 09:00	37.7698315	-12.8912505	-18.5360215	-10.8859044	0.0000000	25.1712878
8/2 10:00	59.9539296	-30.0283816	-34.4151414	-16.6155012	0.0000000	0.0000000
8/2 11:00	66.1622848	-31.8387797	-34.7731437	-16.7326038	0.0000000	0.0000000
8/2 12:00	62.0815643	-31.8890226	-31.5232251	-15.6367309	0.0000000	0.0000000
8/2 13:00	57.6858165	-30.6177172	-28.7914000	-13.9622397	0.0000000	0.0000000
8/2 14:00	54.8426902	-30.7375040	-27.4344646	-13.3311581	0.0000000	0.0000000
8/2 15:00	49.1034452	-29.6757971	-25.0170610	-12.0124088	0.0000000	0.0000000
8/2 16:00	39.4311732	-27.7384040	-21.3257900	-10.0984043	0.0000000	0.0000000
8/2 17:00	20.6982459	-22.6975113	-12.9453126	-7.1614119	0.0000000	0.0000000
8/2 18:00	-2.1674813	-12.3436457	-3.6850007	-1.0566885	0.0000000	0.0000000
8/2 19:00	-6.7096165	-6.5060372	-1.3670126	1.4331189	0.0000000	0.0000000
8/2 20:00	-7.6083687	-4.1518541	-1.1840258	2.1510223	0.0000000	0.0000000
8/2 21:00	-8.1263587	3.8348806	3.7375239	3.3460665	0.0000000	0.0000000
8/2 22:00	-8.7120009	9.8925416	7.4537830	4.1288416	0.0000000	0.0000000
8/2 23:00	-9.5217943	7.1934667	4.4019091	3.5124623	0.0000000	0.0000000

Όπως βλέπουμε στον Πίνακα 36 το φορτίο της κλιματιστικής μονάδας έχει ελαττωθεί εσθήτα και αυτό οφείλεται στην ενεργοποίηση της ανάκτησης θερμότητας, καθώς και στο συνδυασμό σχεδίου λειτουργίας. Το φορτίο κατανάλωσης είναι 133 kW/h, μια αρκετά μεγάλη μείωση σε σχέση με το αρχικό φορτίο, το οποίο είναι 1270 kW/h. Ενεργοποιώντας την ανάκτηση θερμότητας μπορεί κανείς πλέον να καταλάβει, πόσο σημαντικά είναι τα θερμικά κέρδη που προκύπτουν από τον πληθυσμό, το φωτισμό, τον εξοπλισμό καθώς και την ηλιακή προσφορά στο κτίριο. Αν προφανώς αφαιρεθούν τα στοιχεία αυτά η κλιματιστική μονάδα θα καταναλώνει μεγαλύτερο φορτίο, το οποίο θα περιλαμβάνει την προσφορά των τεσσάρων αυτών παραγόντων. Τα θερμικά κέρδη παραμένουν στα ίδια επίπεδα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 37.

Πίνακας 36. Simulation heating results 3

Time	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)
8/2 00:00	4.9268026	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	10.0820614	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 08:00	37.6874000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 09:00	19.3273115	0.0000000	0.0000000	54.4548385	54.4548385	0.0000000
8/2 10:00	26.6459390	0.0000000	0.0000000	28.8381223	28.8381223	0.0000000
8/2 11:00	36.1169258	0.0000000	0.0000000	12.1114871	12.1114871	0.0000000
8/2 12:00	41.1686563	0.0000000	0.0000000	12.1867292	12.1867292	0.0000000
8/2 13:00	40.7421781	0.0000000	0.0000000	9.1203371	9.1203371	0.0000000
8/2 14:00	40.4276304	0.0000000	0.0000000	6.1378086	6.1378086	0.0000000
8/2 15:00	39.8723193	0.0000000	0.0000000	3.8951754	3.8951754	0.0000000
8/2 16:00	40.7275752	0.0000000	0.0000000	3.5397690	3.5397690	0.0000000
8/2 17:00	36.8806132	0.0000000	0.0000000	1.0028551	1.0028551	0.0000000
8/2 18:00	20.9848381	0.0000000	0.0000000	2.4569707	2.4569707	0.0000000
8/2 19:00	17.2415501	0.0000000	0.0000000	10.9216645	10.9216645	0.0000000
8/2 20:00	14.8318218	0.0000000	0.0000000	7.7030079	7.7030079	0.0000000
8/2 21:00	50.4416255	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 22:00	8.5947462	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 23:00	4.6776751	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 37. Simulation heating results 3

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
8/2 00:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	1.5935114	0.0000000	0.4566020
8/2 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	2.1470842	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	2.1470842	0.0000000	0.9070920
8/2 08:00	0.0000000	0.0000000	1.7122574	7.4811911	0.0000000	4.5855646
8/2 09:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	20.3636961	0.0000000	13.9157300
8/2 10:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	21.0865940
8/2 11:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	21.0867044
8/2 12:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	26.0914569
8/2 13:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	27.5760590	0.0000000	26.0420250
8/2 14:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	25.9037199
8/2 15:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	25.7315556
8/2 16:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	28.0956725
8/2 17:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	25.5040837
8/2 18:00	0.0000000	0.0000000	2.5683860	24.2546222	0.0000000	15.0180481
8/2 19:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	13.7208225	0.0000000	13.3668077
8/2 20:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	15.8006996	0.0000000	8.4066993
8/2 21:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	12.6136769	0.0000000	8.8450426
8/2 22:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	6.3740455	0.0000000	0.9132039
8/2 23:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	2.1470842	0.0000000	0.4566020

## 7.4 Τέταρτο σενάριο + Ηλιακοί συλλέκτες

Οι ηλιακοί συλλέκτες δίνονται ως επιλογή στο μελετητή για να μειώσει όσο είναι δυνατόν το συνολικό φορτίο του κτιρίου. Στην συγκεκριμένη μελέτη η προσφορά τους ήταν μικρή λόγω του ότι δεν υπάρχει χώρος για να γίνει χρήση περισσότερων panel. Σε αντίθετη περίπτωση όπου υπάρχει αρκετά μεγάλος χώρος, το φορτίο που προσφέρουν στο κτίριο είναι αρκετά ικανοποιητικό.

### 7.4.1 Cooling + ηλιακοί συλλέκτες

Προσθέτοντας ηλιακούς συλλέκτες στην μελέτη του κτιρίου τα στοιχεία που εμφανίζουν οι Πίνακες 38,39,40 και 41 δεν αλλάζουν σε σχέση με το τελευταίο αυτό σενάριο που εμφανίζεται. Όμως, δημιουργείται αυτός ο πίνακας της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Πίνακας 42). Η προσφορά αυτή ανέρχεται στα 44.40 KW/h την ημέρα του καλοκαιριού με μεγαλύτερη παραγωγή στη 13:00 η ώρα, όταν δηλαδή ο ήλιος είναι ακριβώς πάνω από τους ηλιακούς συλλέκτες.

Πίνακας 38. Simulation cooling results 4

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
17/7 00:00	31.18245	31.38288	31.28267	23.32500	36.3217732	0.00000
17/7 01:00	31.25605	31.28187	31.26896	23.02500	36.3023611	0.00000
17/7 02:00	31.24948	31.24918	31.24933	23.00000	36.3434858	0.00000
17/7 03:00	31.20384	31.19441	31.19912	22.17500	36.4356354	0.00000
17/7 04:00	31.13693	31.12528	31.13110	21.00000	36.5733518	0.00000
17/7 05:00	31.06446	31.05608	31.06027	19.87500	36.7245040	0.00000
17/7 06:00	30.49934	31.05774	30.77854	19.37500	38.2000026	0.41714
17/7 07:00	29.47756	31.27212	30.37484	19.07500	41.5420056	1.24539
17/7 08:00	25.87028	31.58646	28.72837	22.60000	51.7693534	4.72744
17/7 09:00	26.00000	31.67629	28.83815	24.70000	57.3095073	6.00114
17/7 10:00	26.00000	31.81409	28.90705	25.82500	60.5883758	6.00834
17/7 11:00	26.00000	31.87579	28.93789	26.92500	59.5352768	6.83463
17/7 12:00	26.00000	31.82848	28.91424	28.02500	57.8773515	6.83596
17/7 13:00	26.00000	31.79593	28.89796	29.20000	52.4880210	6.82521
17/7 14:00	26.00000	31.83851	28.91926	30.32500	46.4518978	6.81648
17/7 15:00	26.00000	31.87479	28.93739	31.50000	42.6188328	7.22223
17/7 16:00	26.00000	31.88505	28.94252	32.70000	37.0864561	6.80185
17/7 17:00	26.00000	31.73860	28.86930	31.95000	34.3290604	3.29604
17/7 18:00	27.94718	31.61114	29.77916	30.40000	35.5691634	2.46913
17/7 19:00	28.72224	31.59047	30.15635	29.25000	37.6433959	1.65402
17/7 20:00	30.17142	31.46549	30.81846	27.80000	35.6945208	1.66396
17/7 21:00	30.60702	31.47788	31.04245	26.35000	35.4324828	0.42021
17/7 22:00	31.02023	31.45437	31.23730	25.25000	35.5528445	0.21073
17/7 23:00	31.04781	31.42675	31.23728	24.25000	36.2310415	0.21112

Πίνακας 39. Simulation cooling results 4

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
17/7 00:00	-4.8042805	1.1073668	-0.4708576	3.8711555	0.0000000	0.0000000
17/7 01:00	-5.0627808	0.9932939	-0.5479549	3.3541651	0.0000000	0.0000000
17/7 02:00	-5.1064298	1.0939281	-0.5119252	2.9711127	0.0000000	0.0000000
17/7 03:00	-5.4758371	1.3858747	-0.3637607	2.7461830	0.0000000	0.0000000
17/7 04:00	-5.9620411	1.7388463	-0.1625094	2.5659222	0.0000000	0.0000000
17/7 05:00	-6.3893487	1.8756461	0.0010131	2.2063992	0.0000000	0.0000000
17/7 06:00	-1.1294535	0.9963349	-1.4387873	1.5917805	0.0000000	0.0000000
17/7 07:00	15.0938382	-3.1867708	-6.7974845	-0.7501191	0.0000000	0.0000000
17/7 08:00	34.7789321	-4.6368645	-9.6901712	-3.5878064	0.0000000	0.0000000
17/7 09:00	46.1577237	-3.5997767	-10.8240775	-2.8257413	0.0000000	0.0000000
17/7 10:00	50.1044243	-5.2195152	-10.9697225	-3.3011016	0.0000000	0.0000000
17/7 11:00	47.2226614	-5.4082351	-8.6990714	-3.0004272	0.0000000	0.0000000
17/7 12:00	40.5365686	-3.7980840	-4.9166146	-1.7699099	0.0000000	0.0000000
17/7 13:00	36.6786248	-3.2206150	-3.7085508	-1.2889652	0.0000000	0.0000000
17/7 14:00	36.9481333	-3.2369588	-4.0518092	-0.7894188	0.0000000	0.0000000
17/7 15:00	36.7097966	-3.3067115	-4.5059542	-0.1471710	0.0000000	0.0000000
17/7 16:00	35.3733163	-2.6104955	-4.2292361	0.7462533	0.0000000	0.0000000
17/7 17:00	29.8399310	2.1244637	-2.1666394	4.4200984	0.0000000	0.0000000
17/7 18:00	21.4666537	2.9728246	0.4450713	4.2742618	0.0000000	0.4351699
17/7 19:00	9.7720540	1.9381803	2.1605513	2.8755804	0.0000000	0.0000000
17/7 20:00	-1.3178814	1.5114606	1.3415776	4.0620703	0.0000000	0.7309914
17/7 21:00	-3.1849374	0.2317133	-0.4144775	4.0019947	0.0000000	0.0000000
17/7 22:00	-3.8807061	0.4805589	-0.5956495	4.2267953	0.0000000	0.0000000
17/7 23:00	-4.3446605	0.7352017	-0.5886715	4.0847990	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 40. Simulation cooling results 4

Time	Zone air system sensible cooling rate	Supply air system cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)
17/7 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 06:00	6.1644881	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 07:00	22.5568333	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 08:00	56.5739537	35.8644911	45.1339435	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 09:00	82.3694517	68.7450118	68.7450118	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 10:00	78.5508012	76.2631637	76.2631637	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 11:00	81.6853228	85.2220187	85.2220187	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 12:00	80.8326805	88.5182914	88.5182914	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 13:00	80.2782231	92.4135013	92.4135013	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 14:00	80.6296647	97.0572512	97.0572512	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 15:00	82.2939687	105.1536321	105.1536321	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 16:00	81.1897157	106.5732884	106.5732884	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 17:00	69.3776165	82.2007611	82.2007611	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 18:00	37.4331991	44.7554808	44.7554808	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 19:00	35.0328715	37.2405866	37.2405866	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 20:00	5.0682069	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 21:00	2.8899370	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 22:00	1.7544961	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 23:00	2.0154369	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 41. Simulation cooling results 4

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
17/7 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
17/7 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	2.1470842	0.0000000	0.0000000
17/7 06:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	2.1470842	0.0000000	0.3320792
17/7 07:00	0.0000000	0.0000000	1.7122574	7.4811911	0.0000000	2.1221663
17/7 08:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	20.3636961	0.0000000	8.4417152
17/7 09:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	15.1679131
17/7 10:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	15.1679112
17/7 11:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 12:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	27.5760590	0.0000000	18.7475704
17/7 13:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 14:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 15:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	20.5374001
17/7 16:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	18.7475704
17/7 17:00	0.0000000	0.0000000	2.5683860	24.2546222	0.0000000	10.9129684
17/7 18:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	13.7208225	0.0000000	9.4525353
17/7 19:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	15.8006996	0.0000000	5.6941858
17/7 20:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	12.6136769	0.0000000	4.8896917
17/7 21:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	6.3740455	0.0000000	0.3014197
17/7 22:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	2.1470842	0.0000000	0.1519528
17/7 23:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	1.5935114	0.0000000	0.1490584

Πίνακας 42. Simulation cooling results 4

Time	Produced Electric Power (kWh)
17/7 00:00	0.0000000
17/7 01:00	0.0000000
17/7 02:00	0.0000000
17/7 03:00	0.0000000
17/7 04:00	0.0000000
17/7 05:00	0.0000000
17/7 06:00	0.5520184
17/7 07:00	1.9122286
17/7 08:00	2.2555242
17/7 09:00	3.1693161
17/7 10:00	4.1451322
17/7 11:00	4.7703596
17/7 12:00	5.1460813
17/7 13:00	5.2152157
17/7 14:00	4.9905379
17/7 15:00	4.4865850
17/7 16:00	3.7198135
17/7 17:00	2.6203230
17/7 18:00	1.4318418
17/7 19:00	0.4475584
17/7 20:00	0.0118377
17/7 21:00	0.0000000
17/7 22:00	0.0000000
17/7 23:00	0.0000000

## 7.4.2 Heating + ηλιακοί συλλέκτες

Ίδια αντιμετώπιση συναντάμε κατά τη χειμερινή ημέρα σχετικά με τα στοιχεία της θερμοκρασίας, καθώς και τα στοιχεία της κατανάλωσης, τα οποία δεν επηρεάζονται από τους ηλιακούς συλλέκτες, όπως φαίνεται στους Πίνακες 43,44,45 και 46. Ο πέμπτος πίνακας (Πίνακας 47) προσφέρει την παραγόμενη ενέργεια που φτάνει 26.6 kW/h. Η ενέργεια παραγωγής σαφώς και είναι μικρότερη από αυτήν του καλοκαιριού, διότι και η ημέρα είναι μικρότερη το χειμώνα αλλά και δεν υπάρχει πάντα αρκετή ηλιοφάνεια, οδηγώντας τους ηλιακούς συλλέκτες να παράγουν περισσότερο φορτίο.

Πίνακας 43. Simulation heating results 4

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
8/2 00:00	18.60704	19.46444	19.03574	0.20000	19.3826200	0.19658
8/2 01:00	18.99691	19.37773	19.18732	1.65000	18.9743163	0.00000
8/2 02:00	19.29186	19.29458	19.29322	1.60000	18.6827026	0.00000
8/2 03:00	19.19978	19.17150	19.18564	0.72500	18.7794012	0.00000
8/2 04:00	19.05551	19.03059	19.04305	-0.25000	18.9423148	0.00000
8/2 05:00	18.91016	18.88429	18.89723	-1.17500	19.1133632	0.00000
8/2 06:00	18.77516	18.75425	18.76471	-1.47500	19.2742723	0.00000
8/2 07:00	17.62512	18.58854	18.10683	-1.65000	20.6687897	0.38913
8/2 08:00	15.83674	18.50952	17.17313	-1.77500	23.1103101	1.15921
8/2 09:00	19.95057	19.28157	19.61607	-0.07500	18.3885755	4.50672
8/2 10:00	20.00002	20.24156	20.12079	2.30000	20.8579696	5.69677
8/2 11:00	20.00000	20.75099	20.37549	4.62500	24.3863060	5.70128
8/2 12:00	20.01965	21.02420	20.52193	6.02500	25.4333552	6.49438
8/2 13:00	20.17628	21.18381	20.68004	7.20000	23.4182652	6.50200
8/2 14:00	20.43076	21.39860	20.91468	8.32500	21.5457359	6.50778
8/2 15:00	20.66799	21.55670	21.11235	9.20000	20.3207178	6.51718
8/2 16:00	20.83151	21.61725	21.22438	10.00000	19.5077123	6.91599
8/2 17:00	20.91820	21.46338	21.19079	10.80000	19.3895020	6.52895
8/2 18:00	20.97589	20.96720	20.97155	9.42500	18.9557550	3.16257
8/2 19:00	20.38591	20.65102	20.51847	7.25000	18.7885328	2.36311
8/2 20:00	20.02775	20.43285	20.23030	5.12500	18.7492009	1.57606
8/2 21:00	17.91164	20.15314	19.03239	3.62500	20.9546554	1.55836
8/2 22:00	18.05461	19.77584	18.91523	2.40000	20.3859184	0.39229
8/2 23:00	18.44510	19.61274	19.02892	1.12500	19.7087740	0.19656

Πίνακας 44. Simulation heating results 4

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
8/2 00:00	-9.9981432	6.3425817	3.7869997	2.5470685	0.0000000	0.0000000
8/2 01:00	-9.1535924	5.5921378	3.3317288	1.6105322	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	-9.2430702	4.4262250	2.9284951	0.4134616	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	-9.6462927	4.4877325	3.0206241	0.0057667	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	-10.0609298	4.8101380	3.2495916	-0.2144672	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	-10.4535294	5.1108235	3.4699139	-0.4015614	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	-10.4758537	5.0759842	3.5727770	-0.8010526	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	-10.3610802	6.5443856	4.1296386	-0.4051698	0.0000000	0.0000000
8/2 08:00	1.0803729	7.9214944	1.8983655	-0.7037423	0.0000000	0.0000000
8/2 09:00	37.7698315	-12.8912505	-18.5360215	-10.8859044	0.0000000	25.1712878
8/2 10:00	59.9539296	-30.0283816	-34.4151414	-16.6155012	0.0000000	0.0000000
8/2 11:00	66.1622848	-31.8387797	-34.7731437	-16.7326038	0.0000000	0.0000000
8/2 12:00	62.0815643	-31.8890226	-31.5232251	-15.6367309	0.0000000	0.0000000
8/2 13:00	57.6858165	-30.6177172	-28.7914000	-13.9622397	0.0000000	0.0000000
8/2 14:00	54.8426902	-30.7375040	-27.4344646	-13.3311581	0.0000000	0.0000000
8/2 15:00	49.1034452	-29.6757971	-25.0170610	-12.0124088	0.0000000	0.0000000
8/2 16:00	39.4311732	-27.7384040	-21.3257900	-10.0984043	0.0000000	0.0000000
8/2 17:00	20.6982459	-22.6975113	-12.9453126	-7.1614119	0.0000000	0.0000000
8/2 18:00	-2.1674813	-12.3436457	-3.6850007	-1.0566885	0.0000000	0.0000000
8/2 19:00	-6.7096165	-6.5060372	-1.3670126	1.4331189	0.0000000	0.0000000
8/2 20:00	-7.6083687	-4.1518541	-1.1840258	2.1510223	0.0000000	0.0000000
8/2 21:00	-8.1263587	3.8348806	3.7375239	3.3460665	0.0000000	0.0000000
8/2 22:00	-8.7120009	9.8925416	7.4537830	4.1288416	0.0000000	0.0000000
8/2 23:00	-9.5217943	7.1934667	4.4019091	3.5124623	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 45. Simulation heating results 4

Time	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)
8/2 00:00	4.9268026	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	10.0820614	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 08:00	37.6874000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 09:00	19.3273115	0.0000000	0.0000000	54.4548385	54.4548385	0.0000000
8/2 10:00	26.6459390	0.0000000	0.0000000	28.8381223	28.8381223	0.0000000
8/2 11:00	36.1169258	0.0000000	0.0000000	12.1114871	12.1114871	0.0000000
8/2 12:00	41.1686563	0.0000000	0.0000000	12.1867292	12.1867292	0.0000000
8/2 13:00	40.7421781	0.0000000	0.0000000	9.1203371	9.1203371	0.0000000
8/2 14:00	40.4276304	0.0000000	0.0000000	6.1378086	6.1378086	0.0000000
8/2 15:00	39.8723193	0.0000000	0.0000000	3.8951754	3.8951754	0.0000000
8/2 16:00	40.7275752	0.0000000	0.0000000	3.5397690	3.5397690	0.0000000
8/2 17:00	36.8806132	0.0000000	0.0000000	1.0028551	1.0028551	0.0000000
8/2 18:00	20.9848381	0.0000000	0.0000000	2.4569707	2.4569707	0.0000000
8/2 19:00	17.2415501	0.0000000	0.0000000	10.9216645	10.9216645	0.0000000
8/2 20:00	14.8318218	0.0000000	0.0000000	7.7030079	7.7030079	0.0000000
8/2 21:00	50.4416255	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 22:00	8.5947462	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 23:00	4.6776751	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000



Πίνακας 46. Simulation heating results 4

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
8/2 00:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	1.5935114	0.0000000	0.4566020
8/2 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	2.1470842	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	2.1470842	0.0000000	0.9070920
8/2 08:00	0.0000000	0.0000000	1.7122574	7.4811911	0.0000000	4.5855646
8/2 09:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	20.3636961	0.0000000	13.9157300
8/2 10:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	21.0865940
8/2 11:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	21.0867044
8/2 12:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	26.0914569
8/2 13:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	27.5760590	0.0000000	26.0420250
8/2 14:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	25.9037199
8/2 15:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	25.7315556
8/2 16:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	28.0956725
8/2 17:00	0.0000000	0.0000000	8.1332225	28.6832047	0.0000000	25.5040837
8/2 18:00	0.0000000	0.0000000	2.5683860	24.2546222	0.0000000	15.0180481
8/2 19:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	13.7208225	0.0000000	13.3668077
8/2 20:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	15.8006996	0.0000000	8.4066993
8/2 21:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	12.6136769	0.0000000	8.8450426
8/2 22:00	0.0000000	0.0000000	0.8561287	6.3740455	0.0000000	0.9132039
8/2 23:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	2.1470842	0.0000000	0.4566020

Πίνακας 47. Simulation heating results 4

Time	Produced Electric Power (kWh)
8/2 00:00	0.0000000
8/2 01:00	0.0000000
8/2 02:00	0.0000000
8/2 03:00	0.0000000
8/2 04:00	0.0000000
8/2 05:00	0.0000000
8/2 06:00	0.0000000
8/2 07:00	0.0000000
8/2 08:00	1.5800784
8/2 09:00	3.7891360
8/2 10:00	2.3762317
8/2 11:00	2.9373108
8/2 12:00	3.4495633
8/2 13:00	3.6031904
8/2 14:00	3.3793131
8/2 15:00	2.7972615
8/2 16:00	1.9042609
8/2 17:00	0.8316643
8/2 18:00	0.0690530
8/2 19:00	0.0000000
8/2 20:00	0.0000000
8/2 21:00	0.0000000
8/2 22:00	0.0000000
8/2 23:00	0.0000000

## 7.5 Εναλλακτικά σενάρια

Η εύρεση του σωστού και βέλτιστου συστήματος που εφαρμόσαμε στο κτίριο προέκυψε από τη σύγκριση μερικών κλιματιστικών συστημάτων. Τα συστήματα αυτά ελέγχθηκαν στην ίδια λειτουργία (σχέδιο λειτουργίας, χωρίς χρήση ανάκτηση θερμότητας) που προσφέρει το λογισμικό για να μετρηθεί το κλιματιστικό φορτίο που καταναλώνουν στην ίδια ημέρα.

### 7.5.1 Split Units

Ένα από τα συστήματα που ελέγχθηκε για την κατανάλωση του είναι το σύστημα των split units. Όπως παρατηρούμε στους Πίνακες 48 και 52 αντίστοιχα για cooling και heating το σύστημα εφαρμόζεται την ίδια ημέρα στις 17/7 και 8/2 αντίστοιχα και λειτουργεί τις ίδιες ώρες που λειτουργούσε η κλιματιστική μονάδα VRV από τις 06:00-21:00 η ώρα, κρατώντας σταθερή

την θερμοκρασία του κτιρίου. Όπως και στα προηγούμενα σενάρια έτσι και σε αυτό οι απώλειες του κτιρίου καθώς και τα θερμικά κέρδη παραμένουν ίδια, διότι δεν επηρεάζεται κανένας παράγοντας από την αλλαγή της κλιματιστικής μονάδας, όπως φαίνονται στους Πίνακες 49 και 53 στην ψύξη και θέρμανση αντίστοιχα. Το μόνο που θα μπορούσε να τα επηρεάσει θα ήταν κάποια αλλαγή στο κέλυφος του κτιρίου είτε από θέμα μεγέθους του κτιρίου είτε από θέμα αλλαγής δομικών υλικών.

Στον τομέα (**Supply air total cooling**) και (**Supply air total heating**) στους Πίνακες 50 και 54 ψύξης και θέρμανσης αντίστοιχα, βρίσκεται ο κύριος λόγος για την αποφυγή αυτού του συστήματος, διότι το φορτίο που καταναλώνει είναι πολύ μεγαλύτερο από την κατανάλωση της κλιματιστικής μονάδας νιν. Το φορτίο αυτό ανέρχεται στις 1868 kW/h για την ψύξη του κτιρίου και στις 1612 kW/h για τη θέρμανση, έναντι των 1310 kW/h και 1270 kW/h αντίστοιχα.

Τέλος, στο τελευταίο κομμάτι που παρουσιάζονται οι προσφορές από τον φωτισμό, τον πληθυσμό και τον εξοπλισμό στους Πίνακες 51 και 55 παραμένουν το ίδιο, διότι δεν έγινε κάποια αλλαγή στις επιλογές του προγράμματος σχετικά με αυτά τα στοιχεία.

Πίνακας 48. Simulation cooling results 5

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
17/7 00:00	29.70931	30.14424	29.92677	23.32500	33.3243018	0.00000
17/7 01:00	29.94709	30.06419	30.00564	23.02500	32.9166863	0.00000
17/7 02:00	30.00751	30.05943	30.03347	23.00000	32.8111524	0.00000
17/7 03:00	30.01613	30.02669	30.02141	22.17500	32.7965216	0.00000
17/7 04:00	29.98295	29.97605	29.97950	21.00000	32.8605321	0.00000
17/7 05:00	29.93249	29.92281	29.92765	19.87500	32.9556991	0.00000
17/7 06:00	26.06677	29.82752	27.94715	19.37500	41.0255487	0.40979
17/7 07:00	26.00006	29.82743	27.91375	19.07500	40.7431915	1.23404
17/7 08:00	26.00000	30.25723	28.12862	22.60000	45.1792553	4.74327
17/7 09:00	26.00000	30.61317	28.30658	24.70000	48.8079892	5.98967
17/7 10:00	26.00000	30.85226	28.42613	25.82500	49.4799393	5.99286
17/7 11:00	26.00000	30.98639	28.49320	26.92500	48.8790191	6.81395
17/7 12:00	26.00000	30.99761	28.49881	28.02500	48.0504624	6.81687
17/7 13:00	26.00000	31.01552	28.50776	29.20000	45.2582995	6.81118
17/7 14:00	26.00000	31.10333	28.55166	30.32500	42.2260551	6.80828
17/7 15:00	26.00000	31.18039	28.59020	31.50000	40.3857775	7.21729
17/7 16:00	26.00000	31.22764	28.61382	32.70000	36.4293109	6.80058
17/7 17:00	26.00000	31.11466	28.55733	31.95000	34.1696758	3.29583
17/7 18:00	26.00000	30.90377	28.45189	30.40000	37.6302693	2.47662
17/7 19:00	26.00000	30.64793	28.32397	29.25000	39.4953546	1.65214
17/7 20:00	26.00000	30.33635	28.16818	27.80000	40.0238579	1.65227
17/7 21:00	26.00000	30.11927	28.05963	26.35000	39.9817205	0.41343
17/7 22:00	27.92209	30.03543	28.97876	25.25000	36.0427465	0.20715
17/7 23:00	28.82956	30.13299	29.48128	24.25000	34.6602864	0.20814

Πίνακας 49. Simulation cooling results 5

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
17/7 00:00	-4.1740804	2.7747324	0.2964578	3.6343798	0.0000000	0.0000000
17/7 01:00	-4.4997740	1.4510740	-0.4069098	2.8599061	0.0000000	0.0000000
17/7 02:00	-4.5723156	1.3251761	-0.4036111	2.5334777	0.0000000	0.0000000
17/7 03:00	-4.9537456	1.4445687	-0.2977125	2.3558230	0.0000000	0.0000000
17/7 04:00	-5.4449314	1.6767608	-0.1325862	2.2287300	0.0000000	0.0000000
17/7 05:00	-5.8738779	1.7332505	0.0045539	1.9266193	0.0000000	0.0000000
17/7 06:00	-0.3594409	6.8998724	2.0730063	3.3172884	0.0000000	0.0000000
17/7 07:00	16.1437920	6.5689336	-0.7399469	2.2454158	0.0000000	0.0000000
17/7 08:00	35.5805065	-4.4883479	-9.1993462	-4.0048198	0.0000000	0.0000000
17/7 09:00	46.6067298	-10.0834161	-14.3128130	-5.6466388	0.0000000	0.0000000
17/7 10:00	50.5115654	-11.3042335	-14.1026045	-5.8290949	0.0000000	0.0000000
17/7 11:00	47.6063251	-11.2720545	-11.6447766	-5.2047743	0.0000000	0.0000000
17/7 12:00	40.9005885	-9.4659318	-7.7409443	-3.6761379	0.0000000	0.0000000
17/7 13:00	37.0248414	-8.6986633	-6.4515157	-2.9371141	0.0000000	0.0000000
17/7 14:00	37.2775885	-8.5313682	-6.7413735	-2.2213260	0.0000000	0.0000000
17/7 15:00	37.0241477	-8.4199911	-7.1540060	-1.3979268	0.0000000	0.0000000
17/7 16:00	35.6742052	-7.5371600	-6.8338109	-0.3500757	0.0000000	0.0000000
17/7 17:00	30.1338809	-2.6008395	-4.7227071	3.4590229	0.0000000	0.0000000
17/7 18:00	21.9135025	2.9714129	-0.8444048	6.1967214	0.0000000	0.0000000
17/7 19:00	10.4494209	6.6118140	2.0941478	7.7082522	0.0000000	0.0000000
17/7 20:00	-0.4856331	11.1016261	5.2192125	9.3229921	0.0000000	0.0000000
17/7 21:00	-2.1966770	13.6969005	6.7733789	9.2749787	0.0000000	0.0000000
17/7 22:00	-3.0099709	9.8887442	4.5149216	7.2135948	0.0000000	0.0000000
17/7 23:00	-3.6480838	3.9007504	0.9136013	4.4443536	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 50. Simulation cooling results 5

Time	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)
17/7 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 06:00	39.6004207	37.9343254	41.6185325	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 07:00	44.9189058	30.0152185	47.4592907	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 08:00	58.0451236	33.7226351	54.3671232	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 09:00	69.7648715	56.3190332	122.5997983	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 10:00	72.5466642	70.9838555	133.9475792	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 11:00	76.4112608	88.6753029	177.9484500	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 12:00	76.1641856	102.4619786	177.5465842	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 13:00	76.1274925	117.3274648	168.5704757	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 14:00	76.9212203	132.3315991	158.8261856	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 15:00	78.9834819	155.5285707	174.1888439	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 16:00	78.2493743	163.5162430	163.5162430	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 17:00	66.8213133	109.4368929	112.1168778	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 18:00	58.2680928	85.4631316	117.4624626	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 19:00	53.8482752	66.7165036	93.3254513	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 20:00	49.5390127	56.6941651	79.1840854	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 21:00	40.6540492	40.8615123	44.6231592	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 22:00	0.8120320	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17/7 23:00	1.3390982	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 51. Simulation cooling results 5

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
17/7 00:00	0.000000	0.000000	0.000000	1.5935114	0.000000	0.000000
17/7 01:00	0.000000	0.000000	0.000000	1.5935114	0.000000	0.000000
17/7 02:00	0.000000	0.000000	0.000000	1.5935114	0.000000	0.000000
17/7 03:00	0.000000	0.000000	0.000000	1.5935114	0.000000	0.000000
17/7 04:00	0.000000	0.000000	0.000000	1.5935114	0.000000	0.000000
17/7 05:00	0.000000	0.000000	0.000000	2.1470842	0.000000	0.000000
17/7 06:00	0.000000	0.000000	6.3883053	2.1470842	0.000000	0.5209104
17/7 07:00	0.000000	0.000000	7.2444340	7.4811911	0.000000	3.0989615
17/7 08:00	0.000000	0.000000	13.6653991	20.3636961	0.000000	9.7984117
17/7 09:00	0.000000	0.000000	13.6653991	28.6832047	0.000000	15.1679094
17/7 10:00	0.000000	0.000000	13.6653991	28.6832047	0.000000	15.1679107
17/7 11:00	0.000000	0.000000	13.6653991	28.6832047	0.000000	18.7475704
17/7 12:00	0.000000	0.000000	13.6653991	27.5760590	0.000000	18.7475704
17/7 13:00	0.000000	0.000000	13.6653991	28.6832047	0.000000	18.7475704
17/7 14:00	0.000000	0.000000	13.6653991	28.6832047	0.000000	18.7475704
17/7 15:00	0.000000	0.000000	13.6653991	28.6832047	0.000000	20.5374001
17/7 16:00	0.000000	0.000000	13.6653991	28.6832047	0.000000	18.7475704
17/7 17:00	0.000000	0.000000	8.1005626	24.2546222	0.000000	10.9129684
17/7 18:00	0.000000	0.000000	6.3883053	13.7208225	0.000000	9.6037553
17/7 19:00	0.000000	0.000000	6.3883053	15.8006996	0.000000	6.0240958
17/7 20:00	0.000000	0.000000	6.3883053	12.6136769	0.000000	6.0240958
17/7 21:00	0.000000	0.000000	6.3883053	6.3740455	0.000000	0.6546065
17/7 22:00	0.000000	0.000000	0.4280643	2.1470842	0.000000	0.2837188
17/7 23:00	0.000000	0.000000	0.4280643	1.5935114	0.000000	0.2304881

Πίνακας 52. Simulation cooling results 5

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
8/2 00:00	19.47776	20.06826	19.77301	0.20000	17.9346702	0.19640
8/2 01:00	19.64597	19.93383	19.78990	1.65000	17.7523401	0.00000
8/2 02:00	19.81960	19.83109	19.82534	1.60000	17.6130048	0.00000
8/2 03:00	19.71226	19.69375	19.70301	0.72500	17.7275870	0.00000
8/2 04:00	19.57738	19.54582	19.56160	-0.25000	17.8741880	0.00000
8/2 05:00	19.42500	19.39436	19.40968	-1.17500	18.0440939	0.00000
8/2 06:00	19.28316	19.25972	19.27144	-1.47500	18.2038697	0.00000
8/2 07:00	20.17308	19.18802	19.68055	-1.65000	17.2330628	0.39199
8/2 08:00	20.00001	19.35336	19.67668	-1.77500	17.5547919	1.17772
8/2 09:00	20.00000	20.18917	20.09459	-0.07500	18.4426485	4.51564
8/2 10:00	20.00000	20.90983	20.45491	2.30000	20.9819096	5.69691
8/2 11:00	20.00000	21.36820	20.68410	4.62500	24.3885182	5.70127
8/2 12:00	20.00000	21.61322	20.80661	6.02500	25.4629368	6.49388
8/2 13:00	20.00000	21.74546	20.87273	7.20000	23.6598349	6.49749
8/2 14:00	20.00000	21.91899	20.95949	8.32500	22.0664169	6.49672
8/2 15:00	20.00000	22.02537	21.01268	9.20000	21.0550384	6.49997
8/2 16:00	20.00000	22.03349	21.01675	10.00000	20.3615152	6.89454
8/2 17:00	20.00000	21.83330	20.91665	10.80000	20.3128783	6.50521
8/2 18:00	20.00000	21.30143	20.65072	9.42500	19.9156147	3.15460
8/2 19:00	20.02680	20.96537	20.49609	7.25000	18.7187630	2.36535
8/2 20:00	20.00047	20.78380	20.39214	5.12500	18.1418464	1.57662
8/2 21:00	20.00000	20.62340	20.31170	3.62500	17.7273320	1.57648
8/2 22:00	20.27973	20.44561	20.36267	2.40000	17.2232713	0.39371
8/2 23:00	20.08832	20.27663	20.18248	1.12500	17.2896155	0.19678

Πίνακας 53. Simulation cooling results 5

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
8/2 00:00	-10.4476107	5.8212272	3.3560610	2.4912498	0.0000000	0.0000000
8/2 01:00	-9.5103381	5.6120859	3.2542914	1.6413547	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	-9.5688502	4.5723164	2.9353107	0.4020258	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	-9.9502278	4.8746724	3.1104181	0.0781568	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	-10.3762176	5.0803214	3.2897631	-0.2386901	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	-10.7747963	5.3760012	3.5341721	-0.4843039	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	-10.7909332	5.3538905	3.6614103	-0.8927988	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	-10.7720996	2.3785256	2.0232922	-2.0505109	0.0000000	8.0988278
8/2 08:00	0.3171184	-3.3330038	-3.9918786	-4.9002589	0.0000000	2.7461471
8/2 09:00	37.1211123	-18.7960554	-22.0807734	-12.9650839	0.0000000	0.0000000
8/2 10:00	59.7590074	-27.7089524	-33.3364633	-15.7476576	0.0000000	0.0000000
8/2 11:00	65.9923929	-29.9722727	-34.0075257	-15.9342449	0.0000000	0.0000000
8/2 12:00	61.9184513	-30.2608360	-30.7870043	-14.9839144	0.0000000	0.0000000
8/2 13:00	57.5385523	-28.9113010	-27.9657665	-13.3343557	0.0000000	0.0000000
8/2 14:00	54.7388649	-28.5530901	-26.3803493	-12.4979453	0.0000000	0.0000000
8/2 15:00	49.0498260	-26.9182665	-23.7253442	-10.8921935	0.0000000	0.0000000
8/2 16:00	39.4162400	-24.5874985	-19.8937358	-8.7813717	0.0000000	0.0000000
8/2 17:00	20.7051888	-19.3549604	-11.5463547	-5.7833739	0.0000000	0.0000000
8/2 18:00	-2.1678870	-9.0163617	-2.3912971	0.2632704	0.0000000	0.0000000
8/2 19:00	-6.7079973	-3.7914858	-0.2593469	2.2197173	0.0000000	0.0000000
8/2 20:00	-7.6683092	-2.9219905	-0.5143744	1.8548870	0.0000000	0.0000000
8/2 21:00	-8.4173937	-1.4224445	-0.2287925	1.8289708	0.0000000	0.0000000
8/2 22:00	-9.3178775	1.1775684	1.4148239	1.7303974	0.0000000	0.0000000
8/2 23:00	-10.1683008	2.8458196	2.0969135	1.9231174	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 54. Simulation cooling results 5

Time	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)
8/2 00:00	6.0350817	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	1.1246116	0.0000000	0.0000000	21.6953575	21.6953575	0.0000000
8/2 08:00	4.9617315	0.0000000	0.0000000	56.0251852	56.0251852	0.0000000
8/2 09:00	26.8206152	0.0000000	0.0000000	151.8818814	151.8818814	0.0000000
8/2 10:00	41.4559997	0.0000000	0.0000000	189.7770442	189.7770442	0.0000000
8/2 11:00	44.7840544	0.0000000	0.0000000	156.2420971	156.2420971	0.0000000
8/2 12:00	49.7440658	0.0000000	0.0000000	171.7394766	171.7394766	0.0000000
8/2 13:00	50.2769410	0.0000000	0.0000000	152.4956101	152.4956101	0.0000000
8/2 14:00	51.3245434	0.0000000	0.0000000	133.5559940	133.5559940	0.0000000
8/2 15:00	51.7698011	0.0000000	0.0000000	119.2111729	119.2111729	0.0000000
8/2 16:00	53.1760845	0.0000000	0.0000000	118.9614666	118.9614666	0.0000000
8/2 17:00	49.2744955	0.0000000	0.0000000	96.3536989	96.3536989	0.0000000
8/2 18:00	32.6484070	0.0000000	0.0000000	61.0411459	61.0411459	0.0000000
8/2 19:00	23.8187555	0.0000000	0.0000000	72.6429985	72.6429985	0.0000000
8/2 20:00	20.0812116	0.0000000	0.0000000	51.2739045	51.2739045	0.0000000
8/2 21:00	18.0501785	0.0000000	0.0000000	60.4868050	60.4868050	0.0000000
8/2 22:00	4.6379120	0.0000000	0.0000000	6.7178717	6.7178717	0.0000000
8/2 23:00	5.9062926	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 55. Simulation cooling results 5

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
8/2 00:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	1.5935114	0.0000000	0.4566020
8/2 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5935114	0.0000000	0.0000000
8/2 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	2.1470842	0.0000000	0.0000000
8/2 07:00	0.0000000	0.0000000	6.3883053	2.1470842	0.0000000	0.9019922
8/2 08:00	0.0000000	0.0000000	7.2444340	7.4811911	0.0000000	4.3075860
8/2 09:00	0.0000000	0.0000000	13.6653991	20.3636961	0.0000000	13.5795884
8/2 10:00	0.0000000	0.0000000	13.6653991	28.6832047	0.0000000	21.0867097
8/2 11:00	0.0000000	0.0000000	13.6653991	28.6832047	0.0000000	21.0867098
8/2 12:00	0.0000000	0.0000000	13.6653991	28.6832047	0.0000000	26.0914572
8/2 13:00	0.0000000	0.0000000	13.6653991	27.5760590	0.0000000	26.0914572
8/2 14:00	0.0000000	0.0000000	13.6653991	28.6832047	0.0000000	26.0914572
8/2 15:00	0.0000000	0.0000000	13.6653991	28.6832047	0.0000000	26.0914572
8/2 16:00	0.0000000	0.0000000	13.6653991	28.6832047	0.0000000	28.5938309
8/2 17:00	0.0000000	0.0000000	13.6653991	28.6832047	0.0000000	26.0914572
8/2 18:00	0.0000000	0.0000000	8.1005626	24.2546222	0.0000000	15.2197131
8/2 19:00	0.0000000	0.0000000	6.3883053	13.7208225	0.0000000	13.4144834
8/2 20:00	0.0000000	0.0000000	6.3883053	15.8006996	0.0000000	8.4097360
8/2 21:00	0.0000000	0.0000000	6.3883053	12.6136769	0.0000000	8.4097360
8/2 22:00	0.0000000	0.0000000	6.3883053	6.3740455	0.0000000	0.9026149
8/2 23:00	0.0000000	0.0000000	0.4280643	2.1470842	0.0000000	0.4539547

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Συνοψίζοντας, μέσω της παρούσας ενεργειακής μελέτης συνειδητοποιούμε, ότι η βέλτιστη λειτουργία ενός κτιρίου εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες, με κύριο στόχο την ικανοποίηση όλων των ενεργειακών απαιτήσεων και των ενεργειακών κανονισμών. Οι παράγοντες αυτοί εξαρτώνται, πρώτον από το κέλυφος του κτιρίου, δηλαδή όσον αφορά στα δομικά στοιχεία του κτιρίου (τοίχος, κολώνες, πόρτες, παράθυρα) και επιπλέον στα υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένο. Δεύτερον, τα κλιματικά δεδομένα, οι περιοχές καθώς και ο προσανατολισμός του κτιρίου διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο. Τρίτον, η κλιματιστική μονάδα που θα λειτουργήσει για να εξυπηρετήσει το κτίριο, καθώς και ότι έχει άμεση σχέση με τον κλιματισμό του κτιρίου επηρεάζουν τη λειτουργία ενός κτιρίου (θερμικές ζώνες, αερισμός, ώρες λειτουργίας κλιματιστικής μονάδας).

Επιπρόσθετα, πρέπει να αναφερθεί, ότι στην παρούσα ενεργειακή μελέτη επιλέχθηκε το σύστημα κλιματισμού VRV/VRF, δηλαδή ένα σύστημα μεταβλητής παροχής ψυκτικού υγρού για την κάλυψη τόσο της θέρμανσης όσο και της ψύξης. Το σύστημα αυτό στην αρχή λειτούργησε με τα ήδη υπάρχοντα στοιχεία που προσφέρει η εταιρία 4M που επιλέχθηκε ως σύστημα αναφοράς, έτσι ώστε να συγκριθεί με τα υπόλοιπα σενάρια. Σε δεύτερο χρόνο αλλάξαμε το σύστημα κλιματισμού σε split units για να εξετάσουμε αν είναι καλύτερο, πράγμα που αποδείχθηκε, όταν τα κλιματιστικά φορτία αυξήθηκαν εσθήτα. Στην συνέχεια, για να βελτιστοποιήσουμε την απόδοση του κτιρίου αλλάξαμε το ωράριο λειτουργίας της κλιματιστικής μονάδας, επιχειρώντας τη λειτουργία του βασικά τις ώρες παρουσίας πληθυσμού στο κτίριο και όχι όλο το εικοσιτετράωρο. Έτσι, καταφέραμε να μειώσουμε το φορτίο σε 8,4% και σε 15,75% για την ψύξη και τη θέρμανση αντίστοιχα. Ακόμα, κατά το επόμενο σενάριο καταφέραμε να μειώσουμε το φορτίο κλιματισμού κατά 35,88% και 89,53% στην ψύξη και θέρμανση αντίστοιχα έναντι του αρχικού σεναρίου, κάνοντας χρήση της επιλογής ανάκτησης θερμότητας. Τέλος, στο τελευταίο σενάριο προσθέσαμε τους ηλιακούς συλλέκτες, που πρόσφεραν στο κτίριο ηλεκτρικό φορτίο της τάξεως των 44,40 kW/h και 26,6 kW/h την ημέρα το καλοκαίρι και το χειμώνα αντίστοιχα.

Συγκεκριρωατικά, στο κτίριο που εφαρμόσαμε την ενεργειακή μελέτη χρησιμοποιήσαμε τη βέλτιστη κλιματιστική μονάδα για το κτίριο και τις εφαρμογές ανάκτησης θερμότητας, τροποποίηση σχεδίου λειτουργίας, καθώς και τους ηλιακούς συλλέκτες με σκοπό να



κατορθώσουμε τη μείωση της κατανάλωσης του κλιματιστικού και να βελτιστοποιήσουμε την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου. Οι επιλογές των συστημάτων, καθώς και επιμέρους εφαρμογές λειτουργούν περιοριστικά, διότι είναι πάρα πολλές έτσι ώστε ο κάθε μελετητής να καταλήξει στη δική του βέλτιστη λύση για το κτίριο που ερευνά. Ωστόσο, στην παρούσα ερευνητική εργασία, λόγω χρόνου και φόρτου και ευελιξίας του Finegreen επιλέχθηκαν ορισμένα σενάρια για μια συνολική παρουσίαση ενεργειακής μελέτης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] E. News, "Πόση ενέργεια ξοδεύουν τα νοικοκυριά στην Ελλάδα;," [Online]. Available: <http://energy.reporter.com.cy/electricity/article/73846/posi-energia-xodevoyn-ta>. [Accessed 10 10 2019].
- [2] CHANGE, Nasa GLOBAL CLIMATE, "Global Temperature," [Online]. Available: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>. [Accessed 15 12 2019].
- [3] Kontoyiannidis, Popi Droutsas Constantinos Balaras Elena Dascalaki A. Gaglia Simon, "An Overview of the New Hellenic Regulation on the Energy Performance of Buildings (KENAK)," Nicosia-Cyprous, 2011.
- [4] Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, "Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την Έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης," Αθήνα, 2017.
- [5] ASHRAE, "ASHRAE History," [Online]. Available: <https://www.ashrae.org/about/mission-and-vision/ashrae-industry-history>. [Accessed 10 10 2019].
- [6] ANSI/ASHRAE, "Standard 62.1, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality," 2016.
- [7] ANSI/ASHRAE, "Standard 90.1, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings," 2016.
- [8] ANSI/ASHRAE, "Standard 189.1, Standard for the Design of High-Performance Green Buildings," 2016.
- [9] N. Tech, "Τα συστήματα VRV – VRF," [Online]. Available: <http://www.noontech.gr/2013/05/vrv-daikin.html>. [Accessed 10 10 2019].
- [10] Daikin, "Μεταβαλλόμενος όγκος ψυκτικού," [Online]. Available: [https://www.daikin.gr/el\\_gr/about/daikin-innovations/variable-refrigerant-volume.html](https://www.daikin.gr/el_gr/about/daikin-innovations/variable-refrigerant-volume.html). [Accessed 10 10 2019].
- [11] E. Ενέργειας, "Σύστημα κλιματισμού μεταβλητού όγκου ψυκτικού μέσου (Variable Refrigerant Volume – VRV)," [Online]. Available: [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/ee\\_vrv.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ee_vrv.htm). [Accessed 10 10 2019].
- [12] ENERGOPLAN, "Αντικατάσταση παλιού συστήματος θέρμανσης / ψύξης με σύστημα κλιματισμού VRV/VRF," [Online]. Available: <http://energoplans.com/vrv/>. [Accessed 10 10 2019].

- [13] HELIOCLIMA, "Daikin FXSQ 15A Κρυφή μονάδα οροφής με μέσο ESP," [Online]. Available: <https://helioclima.gr/daikin-fxsq-15a-krifi-monada-orofis-me-meso-esp-concealed-ceiling-unit-with-medium-ESP.html>. [Accessed 13 10 2019].
- [14] Wikipedia, "Γεωθερμία," [Online]. Available: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B5%CF%89%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%AF%CE%B1>. [Accessed 13 10 2019].
- [15] VENMAN, "Η γεωθερμία στην Ελλάδα," [Online]. Available: <https://www.venman.gr/i-geothermia-stin-ellada/>. [Accessed 13 10 2019].
- [16] VIOSIMI-TZEFERIS, "Γεωθερμία και Γερμανία," [Online]. Available: [http://viosimi.blogspot.com/2014/12/blog-post\\_16.html](http://viosimi.blogspot.com/2014/12/blog-post_16.html). [Accessed 13 10 2019].
- [17] Ανάδραση, "Θέρμανση με Γεωθερμία - Εγκαταστάσεις Γεωθερμίας," [Online]. Available: <https://www.anadrasi.com/geothermia.php>. [Accessed 13 10 2019].
- [18] Π. Θέμα, "Αβαθής γεωθερμία," [Online]. Available: <https://www.protothema.gr/afieromata/thermansit-ton-heimona/article/619522/avathis-geothermia-kato-apo-ta-podia-mas/>. [Accessed 13 10 2019].
- [19] Α. Φοή, "ΝΕΕΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ VIESSMANN ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ," [Online]. Available: [https://www.foiandriana.gr/products/antlies\\_viessmann.html](https://www.foiandriana.gr/products/antlies_viessmann.html). [Accessed 13 10 2019].
- [20] Inclima, "Σχεδίαση - Εγκατάσταση - Συντήρηση Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδας," [Online]. Available: <https://www.inclima.gr/air-conditions-ac/windows-units/>. [Accessed 20 10 19].
- [21] Dalamagkas, «Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.dalamagkas.gr/portfolio/kentrikes-klimatistikes-monades/>. [Πρόσβαση 20 10 2019].
- [22] Tisoft, "Σύστημα Air-Water ή FCUs + Προκλιματισμένος," [Online]. Available: [https://www.tisoft.com/el/support/help/klimacad/projects/psychrometry/categories/klimacad\\_psychrometria\\_kathories\\_systhmatwn\\_klimatismou\\_systhma\\_air\\_water\\_fcu](https://www.tisoft.com/el/support/help/klimacad/projects/psychrometry/categories/klimacad_psychrometria_kathories_systhmatwn_klimatismou_systhma_air_water_fcu). [Accessed 20 10 2019].
- [23] Tisoft, "Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα," [Online]. Available: [https://www.tisoft.com/el/support/help/klimacad/projects/psychrometry/klimacad\\_psychrometria\\_basikes\\_syskeyes\\_basikes\\_syskeyes/klimacad\\_psychrometria\\_basikes\\_syskeyes\\_kentrikh\\_klimatistikh\\_monada](https://www.tisoft.com/el/support/help/klimacad/projects/psychrometry/klimacad_psychrometria_basikes_syskeyes_basikes_syskeyes/klimacad_psychrometria_basikes_syskeyes_kentrikh_klimatistikh_monada). [Accessed 20 10 2019].
- [24] D. Inverter, «Κλιματιστικά Multi - split,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://airconditioninverter.gr/articles/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%>

BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B1-%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%B  
C%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC-  
multi-split. [Πρόσβαση 20 10 2019].

- [25] CARRIER, "SPLIT SYSTEMS," New York, 2000.
- [26] Wikipedia, "Carnot cycle," [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Carnot\\_cycle](https://en.wikipedia.org/wiki/Carnot_cycle). [Accessed 24 11 2019].
- [27] Daikin, "Τι σημαίνουν οι όροι COP και EER;," [Online]. Available: [https://www.daikin.gr/el\\_gr/faq/what-is-meant-by-the-terms-cop-and-eer-.html](https://www.daikin.gr/el_gr/faq/what-is-meant-by-the-terms-cop-and-eer-.html). [Accessed 25 11 2019].
- [28] Wikipedia, "Coefficient of performance," [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Coefficient\\_of\\_performance](https://en.wikipedia.org/wiki/Coefficient_of_performance). [Accessed 25 11 2019].
- [29] ALAFROPATISGLASSOLUTIONS, "Τι είναι το U VALUE; Συντελεστής Θερμοπερατότητας και γιατί έχει σημασία," [Online]. Available: <http://www.alafropatisglass.gr/2017/01/30/u-value-%CF%83%CF%85%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%82-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B1%CF%84%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82/>. [Accessed 25 11 2019].
- [30] 4M, "Εταιρία," [Online]. Available: <https://www.4m.gr>. [Accessed 25 12 2019].
- [31] 4M, "FineGREEN," [Online]. Available: [https://www.4m.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=103&Itemid=200&lang=el](https://www.4m.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=200&lang=el). [Accessed 25 12 2019].