



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΥΓΕΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ**

Διπλωματική Εργασία

Μακρυγιάννη Παναγιώτα

Μιχαλόπουλος Απόστολος

Επιβλέπων: Μπαργιώτας Δημήτριος

Βόλος 2019



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΥΓΕΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ**

Διπλωματική Εργασία

Μακρυγιάννη Παναγιώτα
Μιχαλόπουλος Απόστολος

Επιβλέπων: Μπαργιώτας Δημήτριος

Βόλος 2019



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

**ENERGY ANALYSIS OF A HEALTH SERVICES PROVIDING
BUILDING USING SOFTWARE**

Diploma Thesis

Makrygianni Panagiota
Michalopoulos Apostolos

Supervisor : Bargiotas Dimitrios

Volos 2019

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εκπονήθηκε στα πλαίσια των προπτυχιακών σπουδών του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κατά το ακαδημαϊκό έτος 2018- 2019.

Αρχικά αισθανόμαστε την υποχρέωση να ευχαριστήσουμε ορισμένους σημαντικούς ανθρώπους που έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην πραγματοποίησή της.

Πρώτα απ' όλα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής Δημήτριο Μπαργιώτα καθώς και τον καθηγητή Ελευθέριο Τσουκαλά για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση τους κατά τη διάρκεια διεκπεραίωσης της διπλωματικής και της συνολικής ακαδημαϊκής πορείας μας.

Θερμές ευχαριστίες οφείλουμε να δώσουμε επίσης στον κύριο Δημήτριο Ζημέρη για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε και τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε παρέχοντας μας χρήσιμες συμβουλές και γνώσεις που ήταν απαραίτητες για την εκπόνηση της εργασίας.

Τέλος, θα θέλαμε ιδιαίτερα να ευχαριστήσουμε τις οικογένειες μας για την υποστήριξη τους καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μας.

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

«Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου 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, δεν περιέχει έργα/εισφορές 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 μόνον 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 περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, 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/ούσα

(Υπογραφή)

Μιχαλόπουλος Απόστολος/Μακρυγιάννη Παναγιώτα

Ιούλιος 2019

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια οι κλιματικές αλλαγές, οι υπερβολικές εκπομπές CO₂, η συνεχής μείωση των ενεργειακών πόρων σε συνδυασμό με την όλο και αυξανόμενη ζήτηση σε ενέργεια οδήγησαν στην λήψη μέτρων για εξοικονόμηση ενέργειας. Ο κτιριακός τομέας αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας καθώς καταναλώνει σχεδόν το 40% των συνολικών ενεργειακών απαιτήσεων, οπότε τα μέτρα και οι ενεργειακές πολιτικές που αναπτύχθηκαν με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας δεν θα μπορούσαν να τον αφήσουν ανεπηρέαστο. Συγκεκριμένα, σε εθνικό επίπεδο αναπτύχθηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) που αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την ενεργειακή μελέτη των κτιρίων. Στοχεύει λοιπόν στην ενεργειακή αναβάθμιση των νέων ή ανακαινιζόμενων κτιρίων ώστε να επιτυγχάνεται μειωμένη ενεργειακή κατανάλωση. Οι ενεργειακές μελέτες αποτελούν το αρχικό και αναπόσπαστο στάδιο του κτιριακού σχεδιασμού. Η παρούσα διπλωματική αφορά την ενεργειακή μελέτη ενός κτιρίου και συγκεκριμένα μιας κλινικής στην πόλη του Βόλου. Αρχικά, παρουσιάζονται και αναλύονται οι βασικές συνιστώσες μια ενεργειακής μελέτης ώστε να μπορέσει ο αναγνώστης να τις κατανοήσει. Στη συνέχεια μέσω του λογισμικού FINEGREEN της 4M, ενός εργαλείου που επιδιώκει τον σχεδιασμό κτιρίων μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, εκπονείται η μελέτη του συγκεκριμένου κτιρίου και παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της ενεργειακής αυτής προσομοίωσης.

ABSTRACT

In recent years, climate change, excessive CO₂ emissions, continuous reduction in energy resources coupled with the growing demand for energy have led to energy saving measures. The building sector is one of the largest consumers of energy as it consumes almost 40% of the total energy requirements, so energy-saving measures and energy policies that have been developed can not leave it unaffected. Specifically, at national level, the Building Energy Efficiency Regulation (KENAK) was developed, which is an important tool for the energy study of buildings. It therefore aims at energy upgrading of new or renovated buildings in order to achieve reduced energy consumption. Energy studies are the initial and integral stage of building design. This diploma thesis concerns the energy study of a building and in particular of a clinic in the city of Volos. Initially, the basic components of an energy study are presented and analyzed to enable the reader to understand them. Then, through the FINGREEN software of 4M, a tool that aims at designing zero energy buildings, the study of the particular building is prepared and the results of this energy simulation are presented in detail.

Πίνακας περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT.....	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (Κ.Εν.Α.Κ.).....	15
3. ASHRAE.....	17
3.1 ΠΡΟΤΥΠΟ ASHRAE 90.1.....	18
3.2 ΠΡΟΤΥΠΟ ASHRAE 62.....	18
4. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	19
4.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ.....	19
4.2 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ.....	20
4.3 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U-FACTOR.....	21
4.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ – COP.....	23
4.5 ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ.....	25
5. ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΧΩΡΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	27
6. ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	30
6.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ.....	31
6.2 ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	33
6.2.1 ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	33
6.2.2 ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	34
6.3 ΨΥΚΤΙΚΑ/ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ.....	36
6.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ.....	38
6.4.1 ΨΥΚΤΕΣ.....	38
6.4.2 ΛΕΒΗΤΑΣ.....	40
6.4.3 FAN – COILS.....	42
6.4.4 ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	44
6.4.5 Συστήματα VRV ή VRF.....	49
6.4.6 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ.....	50
7. ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ (Ζ.Ν.Χ.).....	54
8. ΠΑΘΗΤΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ.....	56
9. ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ Ν.ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ (ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΜΑΣ).....	57
10. ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ FINEGREEN.....	59

10.1 ΤΟ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	60
10.2 ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	62
10.2.1 ΔΗΜΗΟΥΡΓΙΑ ΝΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	66
10.2.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	67
10.2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ	68
10.2.4 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	85
10.2.5 OTHER FUNCTIONS.....	98
10.2.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ.....	102
11. ΣΕΝΑΡΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	114
11.1 ΒΑΣΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	114
11.2 ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	135
11.3 ΤΡΙΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	144
11.4 ΤΕΤΑΡΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	147
11.5 ΠΕΜΠΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	148
12. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	157
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	159

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων στην Ελλάδα	16
Εικόνα 2 Οι κλιματικές ζώνες της Ελλάδος.....	19
Εικόνα 3 Οι νομοί της Ελλάδος ανά κλιματική ζώνη	20
Εικόνα 4 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας.....	23
Εικόνα 5 Ροή θερμότητας κατά την ύπαρξη θερμογέφυρας	25
Εικόνα 6 Δημιουργία και αποφυγή θερμογέφυρας	26
Εικόνα 7. Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου.....	28
Εικόνα 8 Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m ²) κτηρίου αναφοράς ανάλογα της στάθμης φωτισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης.	29
Εικόνα 9 Οικοδομική τεχνική κυκλοφορίας αέρα	30
Εικόνα 10 Απεικόνιση κεντρικής κλιματιστικής μονάδας.....	35
Εικόνα 11 Ψυκτικός κύκλος ρευστών.....	39
Εικόνα 12 Αερόψυκτος ψύκτης νερού.....	40
Εικόνα 13 Λέβητας υγρού καυσίμου	42
Εικόνα 14 Εξωτερικό και εσωτερικό κέλυφος ενός FCU	44
Εικόνα 15 Απεικόνιση συστήματος με fan – coils.....	44
Εικόνα 16 Λειτουργία αντλίας κατά τη θέρμανση και την ψύξη.....	46
Εικόνα 17 Σύστημα οριζόντιου και κατακόρυφου γεωαναλλάκτη	52
Εικόνα 18 Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (σε θερμοκρασία 45oC) ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας.....	55
Εικόνα 19 Εικόνα Πρόσοψη κτιρίου νευρολογικής κλινικής Παπαγεωργίου	58
Εικόνα 20 Κάτοψη Υπογείου	60
Εικόνα 21 Κάτοψη Α'Ορόφου.....	60
Εικόνα 22 Κάτοψη Β'Ορόφου	61
Εικόνα 23 Κάτοψη Γ'Ορόφου	61
Εικόνα 24 Κάτοψη Δ'Ορόφου	62
Εικόνα 25 Κάτοψη Ε'Ορόφου	62
Εικόνα 26 Αρχικό περιβάλλον λογισμικού	63
Εικόνα 27 Περιοχές του περιβάλλοντος εργασίας.....	63
Εικόνα 28 Επιλογές μέσα από το πεδίο AutoBLD.....	65
Εικόνα 29 Δημιουργία νέας μελέτης.....	67
Εικόνα 30 Παράθυρο καθορισμού επιπέδων κτιρίου.....	67
Εικόνα 31 Τμήμα της βιβλιοθήκης του λογισμικού για την εξωτερική τοιχοποιία	69
Εικόνα 32 Παράθυρο δημιουργίας νέας τοιχοποιίας	70
Εικόνα 33 Εισαγωγή τοιχοποιίας για χρήση της στη μελέτη	70
Εικόνα 34 Επιλογή τοιχοποιίας για σχεδίαση	71
Εικόνα 35 Απεικόνιση τοιχοποιίας	72
Εικόνα 36 Παράθυρο δημιουργίας εξωτερικών κολωνών	73
Εικόνα 37 Επιλογή εξωτερικών κολωνών για σχεδίαση.....	74
Εικόνα 38 Απεικόνιση εξωτερικής κολώνας	75
Εικόνα 39 Παράθυρο δημιουργίας ανοιγμάτων.....	76
Εικόνα 40 Παράθυρο δημιουργίας εξωτερικής πόρτας	76
Εικόνα 41 Επιλογή ανοιγμάτων για σχεδίαση	77
Εικόνα 42 Επιλογή πόρτας για σχεδίαση	78

Εικόνα 43 Απεικόνιση παραθύρου.....	79
Εικόνα 44 Απεικόνιση εξωτερικής πόρτας	80
Εικόνα 45 Παράθυρο δημιουργίας δαπέδου	81
Εικόνα 46 Επιλογή δαπέδου για σχεδίαση.....	82
Εικόνα 47 Απεικόνιση δαπέδου	83
Εικόνα 48 Παράθυρο δημιουργίας οροφών	83
Εικόνα 49 Επιλογή οροφής για σχεδίαση	84
Εικόνα 50 Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου	85
Εικόνα 51 Ορισμός θερμικών ζωνών.....	86
Εικόνα 52 Τμήμα Activity template.....	87
Εικόνα 53 Τμήμα Activity template.....	88
Εικόνα 54 Schedules μέσα από τις βιβλιοθήκες του λογισμικού.....	91
Εικόνα 55 Lighting template.....	92
Εικόνα 56 Τμήμα HVAC template	94
Εικόνα 57 Τμήμα HVAC template (2).....	94
Εικόνα 58 DHW template	96
Εικόνα 59 Zone data template.....	97
Εικόνα 60 Καρτέλα Other functions	98
Εικόνα 61 Κλιματικά δεδομένα	99
Εικόνα 62 Επιλογές εξαγωγής αποτελεσμάτων	100
Εικόνα 63 Επιλογές εξαγωγής αποτελεσμάτων για την προσομοίωση θέρμανσης.....	100
Εικόνα 64 Επιλογές εξαγωγής αποτελεσμάτων για την προσομοίωση ψύξης	101
Εικόνα 65 Επιλογές εξαγωγής αποτελεσμάτων για την ολική προσομοίωση	101
Εικόνα 66 Σχηματική αναπαράσταση Heating design.....	103
Εικόνα 67 Αναπαράσταση αποτελεσμάτων Heating design σε μορφή πίνακα.....	104
Εικόνα 68 Διάγραμμα θερμοκρασιών για το Cooling design	106
Εικόνα 69 Διάγραμμα θερμικών κερδών/απωλειών για το Cooling design.....	107
Εικόνα 70 Διάγραμμα φορτίων ψύξης για το Cooling design	107
Εικόνα 71 Διάγραμμα σχετικής υγρασίας για το Cooling design.....	108
Εικόνα 72 Αποτελέσματα Cooling design σε μορφή πίνακα.....	108
Εικόνα 73 Διαγράμματα αποτελεσμάτων Simulation.....	111
Εικόνα 74 Αποτελέσματα Simulation για την περίοδο 1/1 έως 10/1	112
Εικόνα 75 Καθορισμός παραμέτρων του Activity template για το βασικό σενάριο.....	114
Εικόνα 76 Καθορισμός παραμέτρων του Activity template για το βασικό σενάριο (2).....	115
Εικόνα 77 Καθορισμός παραμέτρων του Lighting template για το βασικό σενάριο	117
Εικόνα 78 Καθορισμός παραμέτρων του HVAC template για το βασικό σενάριο	118
Εικόνα 79 Καθορισμός παραμέτρων του DHW template για το βασικό σενάριο	119
Εικόνα 80 Σχηματική αναπαράσταση Heating design βασικού σεναρίου.....	121
Εικόνα 81 Σχηματική αναπαράσταση Heating design βασικού σεναρίου σε μορφή πίνακα	121
Εικόνα 82 Σχηματική αναπαράσταση Cooling design βασικού σεναρίου.....	124
Εικόνα 83 Σχηματική αναπαράσταση Cooling design βασικού σεναρίου σε μορφή πίνακα	124
Εικόνα 84 Σχηματική αναπαράσταση Simulation βασικού σεναρίου για την 7η Ιανουαρίου.....	126
Εικόνα 85 Σχηματική αναπαράσταση Simulation βασικού σεναρίου για την 7η Ιανουαρίου σε μορφή πίνακα	129
Εικόνα 86 Συνολική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση για το βασικό σενάριο κατά την 7η Ιανουαρίου	131

Εικόνα 87 Συνολική κατανάλωση ενέργειας για ψύξη για το βασικό σενάριο κατά την 7η Ιανουαρίου	131
Εικόνα 88 Σχηματική αναπαράσταση Simulation βασικού σεναρίου για την 15η Ιουλίου.....	133
Εικόνα 89 Σχηματική αναπαράσταση Simulation βασικού σεναρίου για την 15η Ιουλίου σε μορφή πίνακα.....	134
Εικόνα 90 Σχηματική αναπαράσταση Simulation βασικού σεναρίου για την 15η Ιουλίου σε μορφή πίνακα (2).....	135
Εικόνα 91 Σχηματική αναπαράσταση Heating design δεύτερου σεναρίου σε μορφή πίνακα	136
Εικόνα 92 Σχηματική αναπαράσταση Cooling design δεύτερου σεναρίου σε μορφή πίνακα.....	136
Εικόνα 93 Διαγράμματα αποτελεσμάτων simulation του δεύτερου σεναρίου για την 7η Ιανουαρίου. α) διάγραμμα θερμοκρασιών, β) διάγραμμα απωλειών-κερδών.....	137
Εικόνα 94 Διαγράμματα αποτελεσμάτων simulation του δεύτερου σεναρίου για την 7η Ιανουαρίου. γ) φορτίο ψύξης-θέρμανσης, (δ) διάγραμμα σχετικής υγρασίας.....	138
Εικόνα 95 Διαγράμματα αποτελεσμάτων simulation του δεύτερου σεναρίου για την 7η Ιανουαρίου σε μορφή πίνακα	139
Εικόνα 96 Διαγράμματα αποτελεσμάτων simulation του δεύτερου σεναρίου για την 7η Ιανουαρίου σε μορφή πίνακα(2).....	140
Εικόνα 97 Διαγράμματα αποτελεσμάτων simulation του δεύτερου σεναρίου για την 15η Ιουλίου	142
Εικόνα 98 Διαγράμματα αποτελεσμάτων simulation του δεύτερου σεναρίου για την 15η Ιουλίου σε μορφή πίνακα	143
Εικόνα 99 Διαγράμματα αποτελεσμάτων simulation του δεύτερου σεναρίου για την 15η Ιουλίου σε μορφή πίνακα(2).....	144
Εικόνα 100 Καθορισμός παραμέτρων στο HVAC template για το τρίτο σενάριο	145
Εικόνα 101 Συνολική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση για το τρίτο σενάριο κατά την 7η Ιανουαρίου	146
Εικόνα 102 Συνολική κατανάλωση ενέργειας για ψύξη για το τρίτο σενάριο κατά την 7η Ιανουαρίου	146
Εικόνα 103 Έτοιμο schedule κλιματισμού – Δημιουργία ενός νέου schedule κλιματισμού	147
Εικόνα 104 Συνολική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση για το τέταρτο σενάριο κατά την 7η Ιανουαρίου	148
Εικόνα 105 Συνολική κατανάλωση ενέργειας για ψύξη για το τέταρτο σενάριο κατά την 15η Ιουλίου	148
Εικόνα 106 Καθορισμός παραμέτρων για το Activity template του πέμπτου σεναρίου.....	150
Εικόνα 107 Καθορισμός παραμέτρων για το Lighting template του πέμπτου σεναρίου	151
Εικόνα 108 Καθορισμός παραμέτρων για το HVAC template του πέμπτου σεναρίου	152
Εικόνα 109 Καθορισμός παραμέτρων για το DHW template του πέμπτου σεναρίου	153
Εικόνα 110 Σχηματική αναπαράσταση Heating design πέμπτου σεναρίου.....	154
Εικόνα 111 Σχηματική αναπαράσταση Cooling design πέμπτου σεναρίου.....	155
Εικόνα 112 Σχηματική αναπαράσταση Cooling design πέμπτου σεναρίου με τη μορφή πίνακα..	156

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εποχή μας, η εξοικονόμηση της ενέργειας αποτελεί μονόδρομο στο περιορισμό των περιβαλλοντικών προβλημάτων που έχουν γίνει ιδιαίτερα εμφανή εδώ και αρκετά χρόνια. Το μεγαλύτερο μέρος της καταναλισκόμενης ενέργειας εντοπίζεται στον κτιριακό τομέα. Η συμπεριφορά όμως των περισσότερων κτιρίων είναι επιβαρυντική για το περιβάλλον καθώς στηρίζεται στο μεγαλύτερο ποσοστό της στην κατανάλωση ορυκτών καυσίμων που είναι η κύρια πηγή διαταραχής της περιβαλλοντικής ισορροπίας (όπως φαινόμενο του θερμοκηπίου). Συγκεκριμένα στην Ελλάδα όπου η καύση πετρελαίου αποτελεί κύρια πηγή ενέργειας σε συνδυασμό με την παραγωγή ηλεκτρισμού από καύση λιγνίτη κάνουν την λειτουργία του κτιρίου ιδιαίτερα ακριβή και ρυπογόνα. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις σε ενέργεια, που οφείλονται κυρίως στην κατασκευή νέων κτιρίων, στην επισκευή και ανακαίνιση ήδη υπαρχόντων καθώς και στις ποικίλες ηλεκτρικές συσκευές που βελτιώνουν το επίπεδο της ζωής, οδήγησαν τους ανθρώπους στην αναζήτηση μέτρων ώστε η κάλυψη των αναγκών να επιτυγχάνεται με όσο το δυνατόν μειωμένη κατανάλωση ενέργειας.

Η ενέργεια που καταναλώνεται στα κτίρια διατίθεται για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης, αερισμό καθώς και για τη λειτουργία διάφορων μηχανημάτων και συσκευών που απαιτούν οι χρήστες. Οι ανάγκες αυτές καλύπτονται από συστήματα, η επιλογή των οποίων γίνεται από το μελετητή, ο οποίος αφού πρώτα λάβει υπόψιν κάποιες βασικές παραμέτρους όπως οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής όπου βρίσκεται το κτίριο, τον τύπο και τον σχεδιασμό του κτιρίου, τις ανάγκες και τη χρήση του καθώς και τις ώρες λειτουργίας του προχωράει στην επιλογή των καταλληλότερων και αποδοτικότερων για την εκάστοτε περίπτωση συστημάτων.

Η διαδικασία που προαναφέρθηκε αποτελεί μέρος της ενεργειακής μελέτης και ανάλυσης των κτιρίων. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα σύνολο ενεργειών τόσο σε επίπεδο σχεδιασμού του κτιρίου όσο και των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων που το απαρτίζουν που έχουν ως στόχο την εκτίμηση των πραγματικών αναγκών ενός κτιρίου και την κάλυψη τους. Συγκεκριμένα όσον αφορά το σχεδιαστικό κομμάτι του κτιρίου πρέπει να γίνει η επιλογή των κατάλληλων δομικών στοιχείων ώστε το κτίριο να είναι όσο το δυνατόν καλύτερα θερμικά μονωμένο περιορίζοντας τις θερμικές απώλειες. Το στάδιο αυτό είναι πολύ

σημαντικό καθώς η σωστή σχεδίαση του κελύφους συντελεί σε μεγάλο βαθμό στην εξοικονόμηση ενέργειας. Παράλληλα όσον αφορά την επιλογή συστημάτων πρέπει να γίνει μελέτη για το ποια συστήματα είναι πιο αποδοτικά ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες του κτιρίου παρέχοντας θερμική άνεση στο χρήστη.

Στη παρούσα διπλωματική θα παρουσιαστεί η ενεργειακή ανάλυση ενός κτιρίου με τη χρήση ενός λογισμικού, το finegreen. Θα δοθεί αναλυτική περιγραφή του λογισμικού ώστε ο αναγνώστης να μπορεί να κατανοήσει το πώς λειτουργεί καθώς και να το χρησιμοποιήσει. Το λογισμικό αυτό είναι πολύ αξιόπιστο και περιλαμβάνει όλες τις βασικές παραμέτρους που πρέπει να λαμβάνει υπόψιν ένας μελετητής και που επηρεάζουν την απόδοση ενός κτιρίου. Εφόσον πραγματοποιηθεί η μελέτη και καθοριστούν οι παράμετροι αυτοί, το finegreen χάρη στη μηχανή προσομοίωσης energy plus που χρησιμοποιεί προσφέρει στο χρήστη τη δυνατότητα να εξάγει αναλυτικά αποτελέσματα που σχετίζονται με τις απαιτήσεις και τη συμπεριφορά του κτιρίου. Τα αποτελέσματα αυτά εμφανίζονται με τη μορφή γραφημάτων ή πινάκων και σχετίζονται με τις ανάγκες του κτιρίου για ενέργεια κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο. Η δική μας μελέτη αφορά μια κλινική στην περιοχή του Βόλου στην οποία θα εφαρμόσουμε διάφορα σενάρια ώστε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα που θα προκύψουν με στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου μας.

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

Τα τελευταία χρόνια διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως η υπερκατανάλωση των φυσικών πόρων, η αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου και η χρήση ορυκτών καυσίμων έχουν επιφέρει σημαντικές κλιματικές αλλαγές που οδήγησαν στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης. Έτσι, σε παγκόσμιο επίπεδο, έχουν αναπτυχθεί στρατηγικές σε διάφορους τομείς με στόχο την όσο το δυνατόν καλύτερη αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού. Δεν θα μπορούσε λοιπόν να μείνει ανεπηρέαστος ο κτιριακός τομέας καθώς αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους καταναλωτές της ενέργειας.

[2]Στόχος λοιπόν είναι η βελτίωση της απόδοσης του κτιρίου με όσο το δυνατόν χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας. Σημαντικό εργαλείο στην προσπάθεια αυτή, όσον αφορά την Ελλάδα ,αποτελεί ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Με τον Κ.Εν.Α.Κ. επιτυγχάνεται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων συντελώντας στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προστασία του περιβάλλοντος. Στην ουσία μιλάμε για ένα σύνολο κανόνων που πρέπει να πληροί το κτίριο σχετικά με τον σχεδιασμό του, το κέλυφος και τα τεχνικά συστήματα που το απαρτίζουν. [1]Συγκεκριμένα ο Κ.Εν.Α.Κ παρέχει ένα κτίριο αναφοράς το οποίο διαθέτει ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση , προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το πρωτότυπο, ώστε ο μελετητής να μπορεί συγκρίνοντας το με το δικό του να εφαρμόσει τεχνολογίες και πρακτικές δόμησης με στόχο την κάλυψη των ελαχίστων απαιτήσεων του Κ.Εν.Α.Κ. Οι απαιτήσεις αυτές αναφέρονται στη θερμική θωράκιση του κελύφους που επιτυγχάνεται με την επιλογή κατάλληλων μονωτικών δομικών στοιχείων και ανοιγμάτων(παράθυρα, πόρτες κουφώματα κ.α.), στον προσανατολισμό του κτιρίου για την καλύτερη αξιοποίηση των κλιματικών δεδομένων, στην ηλιοπροστασία του κτιρίου και στη χρήση του(γραφείο, κατοικία, κτίριο υγείας κ.α.). Εκτός όμως από τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου σημαντικό ρόλο παίζει και ο σχεδιασμός και η επιλογή των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων. Έτσι ο Κ.Εν.Α.Κ καθορίζει και τις ελάχιστες απαιτήσεις του κτιρίου όσον αφορά τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού, ζεστού νερού χρήσης και φωτισμού.

Με την ολοκλήρωση της κατασκευής ή ανακαίνισης ενός κτιρίου εκπονείται μελέτη ενεργειακής απόδοσης . Εφόσον τηρούνται οι απαιτούμενες προδιαγραφές εκδίδεται πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης με ισχύ δέκα ετών. Όσο καλύτερες είναι οι

προδιαγραφές και η απόδοση του κτιρίου τόσο υψηλότερη είναι η θέση του στην ενεργειακή κατάταξη με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ. (Εικόνα 1).

ΑΔ. 11001, 11000000000000000000	
ΧΡΗΣΗ:	
Κτίριο <input type="checkbox"/>	Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/>
Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου)	
Κλιματική Ζώνη:	
Διεύθυνση:	(Φωτογραφία κτιρίου)
..... Τ.Κ.	
Πόλη:	
Έτος κατασκευής:	
Συνολική επιφάνεια (m ²):	
Όνομα ιδιοκτήτη:	
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (ως ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς)	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m ² ·έτος)]
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ ≤ 0,33·RR	
0,33·RR < A ≤ 0,5·RR	
0,5·RR < B ≤ 0,75·RR	
0,75·RR < C ≤ 1,0·RR	←
1,0·RR < E ≤ 1,41·RR	
1,41·RR < Δ ≤ 1,82·RR	
1,82·RR < E ≤ 2,27·RR	
2,27·RR < Z ≤ 2,73·RR	
2,73·RR ≤ H	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	
Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς : kWh/(m ² ·έτος)	B
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m ² κλιματιζόμενης επιφάνειας [kWh/(m ² ·έτος)]	
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m ² κλιματιζόμενης επιφάνειας [kgCO ₂ /(m ² ·έτος)]	
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΕΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ανά m ² κλιματιζόμενης επιφάνειας [kWh/(m ² ·έτος)]	
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m ² κλιματιζόμενης επιφάνειας [kWh/(m ² ·έτος)] με βάση την αξιολόγηση της λειτουργίας	
Θερμοκρασία περιόδου θέρμανσης (°C):	
Θερμοκρασία περιόδου ψύξης (°C):	

Εικόνα 1 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων στην Ελλάδα

3. ASHRAE

[4] Η ASHRAE είναι μια παγκόσμια επαγγελματική ένωση που ιδρύθηκε το 1894 σε μια συνάντηση μηχανικών στην πόλη της Νέας Υόρκης και διαθέτει περισσότερα από 50.000 μέλη παγκοσμίως, που αποτελούνται από μηχανικούς υπηρεσιών κτιρίων, αρχιτέκτονες, μηχανικούς εργολάβους, ιδιοκτήτες κτιρίων, υπαλλήλους κατασκευαστών εξοπλισμού και άλλους που ασχολούνται με το σχεδιασμό και την κατασκευή συστημάτων (HVAC). Μέχρι το 1954 ήταν γνωστή ως η Αμερικανική Εταιρεία Μηχανικών Θέρμανσης και Εξαερισμού (ASHVE). Το έτος αυτό άλλαξε το όνομά της στην Αμερικανική Εταιρεία Μηχανικών Θέρμανσης και Κλιματισμού (ASHAE). Το σημερινό της όνομα, ASHRAE, προήλθε από τη συγχώνευση της ASHAE και της Αμερικανικής Εταιρείας Ψυκτικών Μηχανικών (ASRE) του 1959. Επιδιώκει να προωθήσει τη σχεδίαση κατάλληλων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, εξαερισμού και κλιματισμού. Συγκεκριμένα παρέχει πρότυπα που βοηθούν στην παραγωγή τέτοιων αγαθών και υπηρεσιών για την κάλυψη περισσότερων αναγκών με πιο αποδοτικό τρόπο και περισσότερο φιλικό προς το περιβάλλον. [3] Παραδείγματα τέτοιων προτύπων είναι τα εξής:

- Πρότυπο 34 - Ονομασία και ταξινόμηση ασφαλείας των ψυκτικών μέσων
- Πρότυπο 55 - Θερμικές περιβαλλοντικές συνθήκες για ανθρώπινη κατοχή
- Πρότυπο 62.1 - Εξαερισμός για αποδεκτή ποιότητα εσωτερικού αέρα
- Πρότυπο 62.2 - Εξαερισμός και αποδεκτή ποιότητα εσωτερικού αέρα σε οικιακά κτίρια χαμηλής κατανάλωσης
- Πρότυπο 90.1 - Ενεργειακό Πρότυπο για Κτίρια
- Πρότυπο 135 - Πρωτόκολλο επικοινωνίας δεδομένων για δίκτυα αυτοματισμού και ελέγχου κτιρίων
- Πρότυπο 189.1 - Πρότυπο για το σχεδιασμό πράσινων κτιρίων υψηλής απόδοσης

3.1 ΠΡΟΤΥΠΟ ASHRAE 90.1

Το πρότυπο 90.1 αναφέρεται στον σχεδιασμό ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων. Συγκεκριμένα προσφέρει λεπτομερώς τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης για το σχεδιασμό και την κατασκευή νέων κτιρίων και των συστημάτων τους, νέων τμημάτων κτιρίων και των συστημάτων τους και νέων συστημάτων και εξοπλισμού σε υφιστάμενα κτίρια, καθώς και κριτήρια για τον προσδιορισμό της συμμόρφωσης με αυτές τις απαιτήσεις. Αποτελεί σημείο αναφοράς για την κατασκευή κτιρίων στις Ηνωμένες Πολιτείες και αποτελεί βασική βάση για κώδικες και πρότυπα σε όλο τον κόσμο για περισσότερα από 35 χρόνια. Πρόκειται λοιπόν για ένα αναπόσπαστο σημείο αναφοράς για τους μηχανικούς και άλλους επαγγελματίες που ασχολούνται με το σχεδιασμό κτιρίων και συστημάτων κτιρίων.

3.2 ΠΡΟΤΥΠΟ ASHRAE 62

Το πρότυπο ASHRAE 62 αναφέρεται στον αερισμό και εξαερισμό του κτιρίου. Με τον όρο αερισμό/εξαερισμό εννοούμε την ανανέωση του εσωτερικού αέρα ώστε να εξασφαλίζεται άνεση στον χρήστη και να περιορίζονται οι ρύποι που δημιουργούνται από τους ανθρώπους, τον εξοπλισμό, τα συστήματα, τον εξωτερικό αέρα κ.α. Με το πρότυπο λοιπόν αυτό καθορίζεται η ποσότητα του εξωτερικού αέρα που πρέπει να δοθεί σε κάθε ζώνη ανάλογα τη χρήση της και ο υπολογισμός της εξωτερικής ροής του αέρα που απομακρύνεται έτσι ώστε η ποσότητα του ποιοτικού εσωτερικού αέρα να είναι επαρκής.

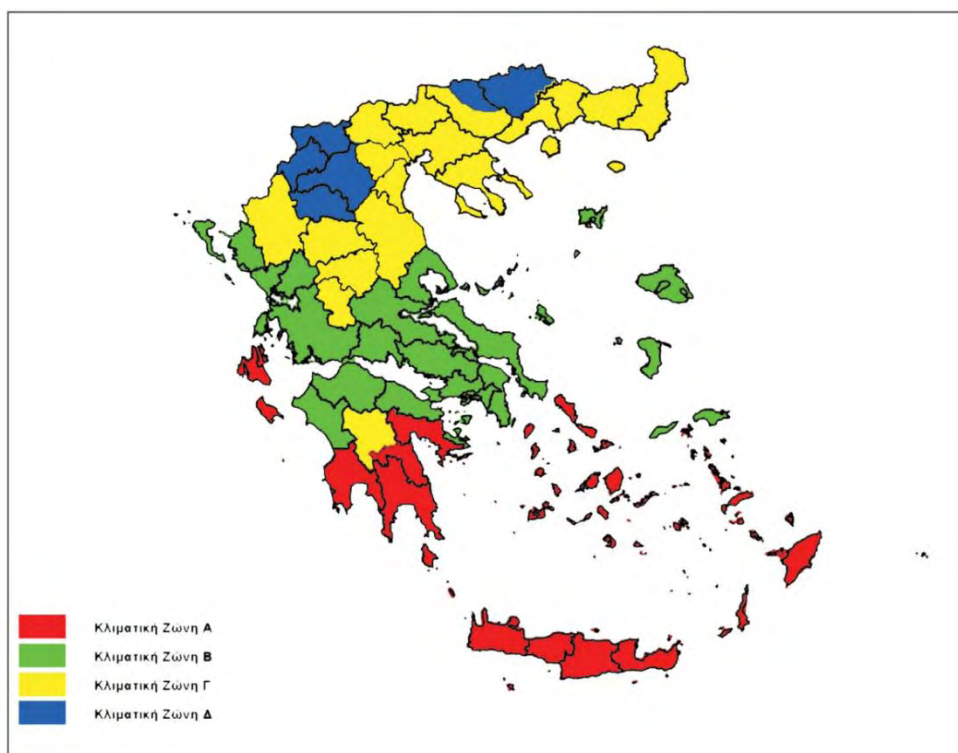
4. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Με την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης ενός κτιρίου επιτυγχάνεται η ανάλυση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου και η εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας και επιλέγονται τα κατάλληλα συστήματα τα οποία θα καλύπτουν τις ανάγκες του κτιρίου όπως θέρμανση, ψύξη, αερισμό, με όσον το δυνατό αποδοτικότερο και φιλικότερο προς το περιβάλλον τρόπο.

Στις παρακάτω ενότητες θα παρουσιαστούν κάποιες από τις βασικές παραμέτρους που πρέπει να λαμβάνει υπόψιν του ένα μελετητής.

4.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

[7]Για την πραγματοποίηση μια ενεργειακής μελέτης ο μελετητής καλείται να εντάξει το κτίριο σε μια κλιματική ζώνη. Στην Ελλάδα υπάρχουν τέσσερις κλιματικές ζώνες ανάλογα με τις βαθμομέρες θέρμανσης (Εικόνα 2).



Εικόνα 2 Οι κλιματικές ζώνες της Ελλάδος

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιίθι, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη
ΖΩΝΗ Β	Κορινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνησία, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα

Εικόνα 3 Οι νομοί της Ελλάδος ανά κλιματική ζώνη

Σε κάθε νομό όμως οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 600 μέτρων εντάσσονται στην αμέσως επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από αυτή που ανήκουν. Η ένταξη του κτιρίου σε μία από τις κλιματικές ζώνες είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό των απωλειών και των απαιτήσεων του κτιρίου καθώς οι εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες επηρεάζουν τα ηλεκτρολογικά συστήματα και κατά συνέπεια και τους υπολογισμούς της μελέτης (Εικόνα 3).

4.2 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Κατά τη μελέτη ενός κτιρίου ο μελετητής καλείται να αποφανθεί αν θα διαχωρίσει το κτίριο σε θερμικές ζώνες και με ποια κριτήρια θα γίνει ο διαχωρισμός αυτός. Με τον όρο θερμική ζώνη εννοούμε τους χώρους στους οποίους χωρίζεται το κτίριο, ανάλογα με τη χρήση τους και τις εσωτερικές τους συνθήκες, ώστε να εκτιμηθεί όσο το δυνατόν καλύτερα η ενεργειακή του απόδοση.

Κατά το σχεδιασμό των θερμικών ζωνών πρέπει να εξεταστεί η χρήση κάθε χώρου, η έκθεση του στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και η ύπαρξη κοινών ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων. Συγκεκριμένα ο καθορισμός ανεξάρτητων θερμικών ζωνών πρέπει να γίνεται όταν η θερμοκρασία των χώρων διαφέρει αισθητά το χειμώνα ή το καλοκαίρι, όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά συστήματα ψύξης ή θέρμανσης, όταν οι χώροι παρουσιάζουν μεγάλες ανταλλαγές ενέργειας(για παράδειγμα σημαντικά είναι τα ηλιακά κέρδη στους χώρους με νότιο προσανατολισμό σε σχέση με τους υπόλοιπους) καθώς και όταν υπάρχουν χώροι με κοινό σύστημα μηχανικού αερισμού που η επιφάνεια τους είναι μικρότερη από το 80% της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου.

Δεν είναι απαραίτητη η διαμέριση του χώρου σε θερμικές ζώνες και για ευκολία στην εκπόνηση της μελέτης ενός κτιρίου συνίσταται ο καθορισμός όσο το δυνατόν μικρότερου αριθμού θερμικών ζωνών. Έτσι, ο μελετητής αφού έχει αποκτήσει ολοκληρωμένη άποψη για την κτιριακή αυτή εγκατάσταση μπορεί να προχωρήσει στην ενεργειακή της ανάλυση με αποδοτικότερο τρόπο. Για παράδειγμα, κτίρια μικρότερης επιφάνειας όπως κατοικίες όπου η θερμική ζήτηση παραμένει σχεδόν σταθερή συνεχώς, μπορούν να καθοριστούν σαν μία ενιαία θερμική ζώνη εφόσον δεν επέρχονται σημαντικές αλλαγές στους υπολογισμούς. Αντιθέτως, κτίρια μεγαλύτερα όπως ξενοδοχεία όπου οι χώροι είναι διαφορετικής χρήσης και θερμικής ζήτησης καθιστούν αναγκαία την ύπαρξη διαφορετικών ζωνών για καλύτερη ανάλυση τους. Επομένως, παραμένει στην κρίση και την εμπειρία του μελετητή ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες ώστε αυτό να λειτουργεί αποδοτικότερα και με ελάχιστο κόστος.

4.3 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U-FACTOR

[6]Για το σχεδιασμό του κτιριακού κελύφους βασικό κριτήριο αποτελεί η επιλογή των κατάλληλων δομικών στοιχείων (τοιχοποιία, παράθυρα, πόρτες, οροφές, δάπεδα). Σημαντικός παράγοντας στην επιλογή αυτή είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U-factor). Με τον όρο θερμοπερατότητα εννοούμε την ποσότητα θερμότητας ανά μονάδα χρόνου που περνά μέσα από ένα τετραγωνικό μέτρο του δομικού αυτού στοιχείου όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών είναι ίση με ένα βαθμό kelvin. Άρα με τον συντελεστή θερμοπερατότητας εκφράζεται ο βαθμός μόνωσης των στοιχείων του κτηρίου.

Όσο καλύτερα μονωμένα είναι τα επιμέρους τμήματά του κτιρίου τόσο χαμηλότερη θερμοπερατότητα έχουν. Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας δίνεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{s_i} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{s_e}}$$

Όπου:

R_t = ολική θερμική αντίσταση ($m^2 * K * W^{-1}$)

R_{s_i} = θερμική αντίσταση εσωτερικής επιφάνειας ($m^2 * K * W^{-1}$)

R_j = θερμική αντίσταση καθενός από τα στρώματα που αποτελούν το στοιχείο ($m^2 * K * W^{-1}$)

R_{s_e} = θερμική αντίσταση εξωτερικής επιφάνειας ($m^2 * K * W^{-1}$)

Ο τύπος υπολογισμού της θερμικής αντίστασης είναι :

$$R_j = \frac{e_j}{\lambda_j}$$

Όπου, e_j = το πάχος της στρώσης j

λ_j = συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (W/mk)

Η θερμική αντίσταση αναφέρεται στη δυσκολία της ροής της θερμότητας διαμέσου ενός υλικού με διαφορά θερμοκρασίας στις δύο επιφάνειές του ίση με ένα βαθμό Κέλβιν. Όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής θερμικής αντίστασης τόσο καλύτερη θερμομόνωση έχει το υλικό.

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας αναφέρεται στην ευκολία μετάδοσης της θερμότητας διαμέσου ενός υλικού και εκφράζει το ποσό θερμότητας που θα περάσει στην απέναντι επιφάνεια ενός υλικού, πάχους ενός μέτρου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας στις δύο επιφάνειες είναι ίση με ένα βαθμό Κέλβιν. Τα υλικά στα οποία η θερμική αγωγιμότητα είναι μεγάλη ονομάζονται θερμικά αγωγά, όπως τα μέταλλα (Εικόνα 4).

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² .K)]			
		Κλιματική ζώνη			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές).	U _{V,D}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	U _{V,W}	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλωτή).	U _{V,DL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	U _{V,G}	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους.	U _{V,WE}	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοιγμάτα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες κ.ά.)	U _{V,F}	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες.	U _{V,GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Εικόνα 4 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας.

4.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ – COP

Ο συντελεστής απόδοσης είναι η βασική παράμετρος καθορισμού της απόδοσης του συστήματος κλιματισμού και αποτελεί το βασικό κριτήριο για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος. Ο COP είναι ο λόγος της ενέργειας που προσφέρει το σύστημα με τη μορφή θερμικής ενέργειας προς την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει. Επομένως μέσω του συντελεστή εκφράζεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτεί ο κινητήρας του συστήματος (συμπιεστής) για να παράξει το επιθυμητό τελικό αποτέλεσμα που είναι η ψύξη/θέρμανση του χώρου.

Ο συντελεστής απόδοσης κυμαίνεται από 2,5 - 7,5 και επομένως είναι πάντα μεγαλύτερος της μονάδας.

Ο υπολογισμός του COP γίνεται με βάση τον τύπο:

$$COP_{heat} = \frac{Q_{αποδ,heat}}{Q_{elec}} \quad (\alpha)$$

$$COP_{cool} = \frac{Q_{αποδ,cool}}{Q_{elec}} \quad (\beta)$$

Ο πρώτος τύπος (α) αναφέρεται στη θερινή περίοδο και εκφράζει την αποδιδόμενη ψυκτική ισχύ στο κτίριο (KW) προς την απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύ από το δίκτυο της ΔΕΗ (KW).

Αντίστοιχα ο δεύτερος τύπος (β) αναφέρεται στην χειμερινή περίοδο και εκφράζει την αποδιδόμενη θερμική ισχύ στο κτίριο (KW) προς την απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύ από το δίκτυο της ΔΕΗ (KW).

Από τον τύπο λοιπόν συμπεραίνουμε ότι όσο μικρότερος είναι ο COP τόσο μεγαλύτερη είναι η απαίτηση ηλεκτρικής ισχύος επομένως το κτίριο έχει περισσότερες ηλεκτρικές απαιτήσεις.

Για παράδειγμα, σε ένα σύστημα που ο συντελεστής απόδοσης είναι 5 σημαίνει ότι το σύστημα χρησιμοποιεί μόνο 1 kwh ηλεκτρικής ενέργειας για να παράγει 5 kwh θερμότητας.

Οι βασικές παράμετροι από τις οποίες εξαρτάται και επηρεάζεται ο συντελεστής απόδοσης είναι η θερμοκρασία εισόδου του αέρα/νερού στην αντλία και η θερμοκρασία εξόδου του αέρα/νερού προς τις τερματικές συσκευές (FCU, split units). Κατά την θερινή περίοδο συγκεκριμένα, όπου είναι απαραίτητη η ψύξη των χώρων, ο υψηλός βαθμός απόδοσης επιτυγχάνεται με χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος (αποβολή θερμότητας) και υψηλές θερμοκρασίες του ψυκτικού μέσου (αέρα ή νερό) στον εξατμιστή. Και αυτό γιατί με μικρότερες θερμοκρασίες του ψυκτικού μέσου και μεγαλύτερες θερμοκρασίες του περιβάλλοντος το έργο που δαπανάται στο συμπιεστή της αντλίας αυξάνεται που σημαίνει περισσότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ισχύος και άρα μικρότερο COP. Αντίθετα, κατά την χειμερινή περίοδο, ο υψηλός βαθμός απόδοσης επιτυγχάνεται με υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος (απορρόφηση θερμότητας) και χαμηλές θερμοκρασίες του ψυκτικού μέσου (αέρα ή νερό) στον συμπυκνωτή. Και αυτό γιατί με μεγαλύτερες θερμοκρασίες ψυκτικού και μικρότερες θερμοκρασίες περιβάλλοντος το έργο που δαπανάται στον συμπιεστή της αντλίας αυξάνεται και άρα έχουμε μικρότερο COP.

Ενδεικτικά στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται οι τιμές του COP για διάφορους τύπους αντλιών θερμότητας (Εικόνα 5).

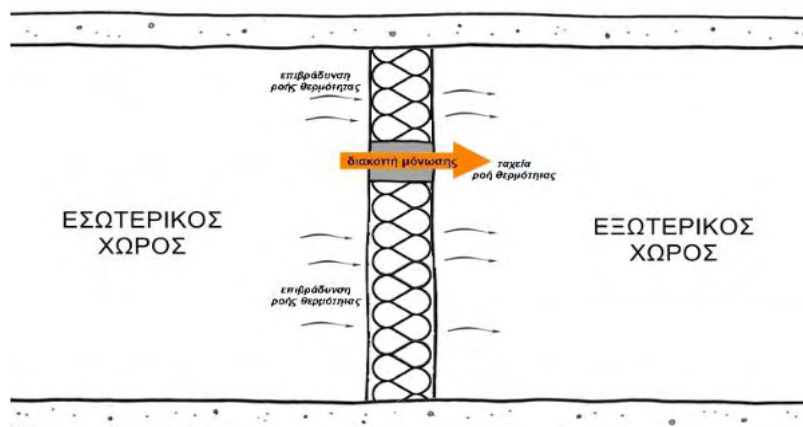
ΤΥΠΟΣ ΨΥΚΤΗ-ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΨΥΞΗ COPcool - EER
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΕΡΑ-ΝΕΡΟΥ	2.8 – 3.2
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΜΕΣΟΥ ΕΚΤΟΝΩΣΕΩΣ – SPLIT TYPE	3.00 – 3.80
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΜΕΣΟΥ ΕΚΤΟΝΩΣΕΩΝ ΤΥΠΟΥ VRV - VRF	3.10 – 4.30
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ	4.00 – 5.00
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΤΥΠΟΥ VRV	4.10 – 4.90

ΤΥΠΟΣ ΨΥΚΤΗ-ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗ COPheat
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

Εικόνα 5 Συντελεστές απόδοσης για διάφορους τύπους αντλιών

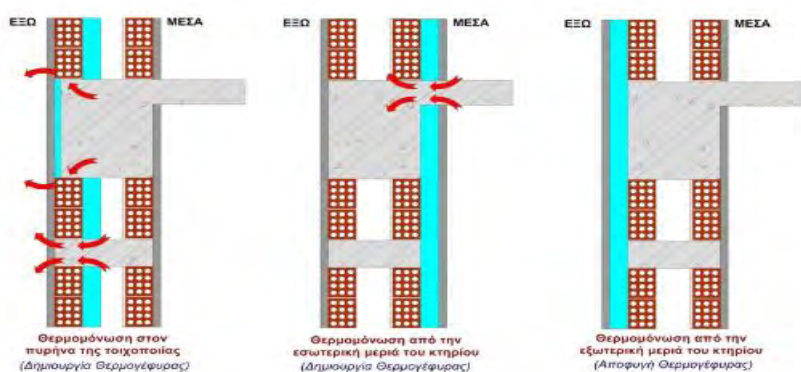
4.5 ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ

Οι θερμογέφυρες είναι μέρη του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου στα οποία παρατηρείται σημαντική διάδοση της θερμότητας από το εσωτερικό προς το εξωτερικό περιβάλλον. Στα σημεία λοιπόν αυτά, η θερμομόνωση είναι μικρότερη και παρουσιάζουν μεγάλες θερμικές απώλειες με αποτέλεσμα να μεταφέρεται ποσό θερμότητας από τα θερμαινόμενα προς τα μη θερμαινόμενα μέρη (Εικόνα 5).



Εικόνα 5 Ροή θερμότητας κατά την ύπαρξη θερμογέφυρας

Οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε κατασκευαστικές και γεωμετρικές. Οι κατασκευαστικές προκύπτουν όταν υλικά με διαφορετική αντίσταση στη διάδοση θερμότητας διακόπτουν μια συνεχή θερμομονωμένη στρώση. Παράδειγμα τέτοιων περιπτώσεων είναι τα κουφώματα, οι πρόβολοι, τα πρέκια κ.α. Οι θερμογέφυρες αυτού του τύπου μπορούν στη συνέχεια να διακριθούν και σε σημειακές ή γραμμικές ανάλογα με το αν επαναλαμβάνονται ή είναι σε ένα συγκεκριμένο σημείο. Όσον αφορά τις γεωμετρικές, αυτές προκύπτουν όταν υπάρχει διαφορά ανάμεσα στο εσωτερικό και εξωτερικό εμβαδό θερμομονωμένης επιφάνειας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου τύπου υπάρχει στις γωνίες όπου οι εσωτερικές επιφάνειες είναι πάντα μικρότερες από τις εξωτερικές. Ωστόσο όμως οι θερμογέφυρες μπορούν να δημιουργηθούν και εξαιτίας ανθρώπινης αμέλειας όπως για παράδειγμα η ύπαρξη κενών ανάμεσα σε θερμομονωτικές πλάκες ή η ανεπαρκής μόνωση γύρω από πόρτες και παράθυρα (Εικόνα 6).



Εικόνα 6 Δημιουργία και αποφυγή θερμογέφυρας

Όπως αντιλαμβανόμαστε λοιπόν οι θερμογέφυρες αποτελούν μια σημαντική παράμετρο που πρέπει να εξετάζεται από κάθε μελετητή για την ορθή υλοποίηση μιας ενεργειακής μελέτης ενός κτιρίου καθώς η ύπαρξη τους αυξάνει το κόστος θέρμανσης. Έτσι είναι σκόπιμο να προσδιορίζονται εξ αρχής οι θέσεις των θερμογεφυρών, δηλαδή στο στάδιο κατασκευής του κτιρίου ώστε να μπορούν να ληφθούν κατάλληλα μέτρα για την αποφυγή τους. Διαφορετικά η προσπάθεια αντιμετώπισης τους σε μεταγενέστερο στάδιο μπορεί όχι μόνο να μην λύσει το πρόβλημα αλλά να κάνει την προσπάθεια αυτή ακόμα πιο δύσκολη.

Καλό λοιπόν είναι κατά τη διαδικασία κατασκευής ενός κτιρίου να υπάρχει πλήρης θερμική προστασία ώστε να μην υπάρχουν θερμογέφυρες. Πρακτικά όμως αυτό είναι αδύνατον καθώς τα δομικά στοιχεία τα οποία απαρτίζουν το κτίριο είναι δύσκολο να μην παρουσιάζουν κάποιες θερμικές απώλειες.

5. ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΧΩΡΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σημαντικό παράγοντα κατά το σχεδιασμό των κτιριακών εγκαταστάσεων αποτελεί ο φωτισμός των εσωτερικών χώρων. Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται φωτισμός που να εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή η ποσότητα και η ποιότητα του να είναι όσο το δυνατόν πιο βέλτιστες έτσι ώστε να καθίσταται ευχάριστη η διαμονή τους στους χώρους αυτούς.

Για το λόγο αυτό η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού στοχεύει στην επίτευξη της οπτικής αυτής άνεσης καθώς κατά τη σχεδίαση των συστημάτων φυσικού φωτισμού οι απαιτήσεις σε φωτισμό καλύπτονται από το φυσικό φως. Έτσι αντιλαμβανόμαστε ότι αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια εξοικονομούμε σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Η επάρκεια του φωτισμού αυτού όμως εξαρτάται από παράγοντες όπως η γεωγραφική θέση του κτιρίου, ο προσανατολισμός του, οι σκιάσεις από γειτονικά κτίρια και διάφορα άλλα. Έτσι, επιτακτική ήταν η ανάγκη για τεχνητό φωτισμό.

Για τον υπολογισμό των απαιτούμενων φωτιστικών για την κάλυψη των αναγκών φωτεινότητας των χώρων απαιτείται φωτοτεχνική μελέτη. Αυτή συνήθως επιτυγχάνεται με διάφορα λογισμικά όπως το dialux που προσδίδουν ακρίβεια στη μελέτη καθώς αυτή γίνεται αυτόματα.

Για τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας ο Κ.Εν.Α.Κ. καθορίζει την ελάχιστη φωτιστική απόδοση των συστημάτων γενικού φωτισμού στα 55 lm/W . Παρέχει επίσης συγκεκριμένους πίνακες ώστε να υπολογίζονται τα επίπεδα φωτισμού και η ένταση του ανάλογα με τη χρήση του εκάστοτε χώρου (Εικόνα 7).

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]	Δείκτης θάμβωσης UGR	Ομοιομορφία φωτισμού Uo (min/μέση πμή)
κ.ά.				
Εστιατόριο	200	0,8	-	-
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	250	0,8	-	-
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	0,8	-	-
Θέατρο, κινηματογράφος	100	0,8	25	0,4
Χώρος συναυλιών	100	0,8	25	0,4
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	200	0,8	22	0,4
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	500	0,8	19	0,6
Τράπεζα	500	0,8	19	0,6
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	300	0,8	19	0,6
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό καλυμπητήριο	300	0,5	22	0,6
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	100	0	28	0,4
Λουτρό (κοινόχρηστο)	200	0,8	25	0,4
Νηπιαγωγείο	300	0,8	19	0,6
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	300	0,8	19	0,6
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	0,8	19	0,6
Φροντιστήριο, ωδείο	500	0,8	19	0,6
Νοσοκομείο, κλινική	300	0,8	19	0,6
Αίθουσα ασθενών (δωμάτια)	100	0,8	19	0,4
Χειρουργείο (τακτικό)	1000	0,8	19	0,6
Εξωτερικών ιατρείων	500	0,8	19	0,6
Αίθουσες αναμονής	200	0,8	22	0,4

Εικόνα 7. Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου

Συγκεκριμένα δίνεται η απαραίτητη στάθμη φωτισμού (lux) ανά χρήση χώρου καθώς και το επίπεδο αναφοράς μέτρησης. Ως επίπεδο αναφοράς εννοούμε την επιφάνεια εκτέλεσης της εκάστοτε εργασίας στην οποία επιθυμούμε να παρέχεται ο περισσότερος φωτισμός. Επίσης ο Κ.Εν.Α.Κ. προβλέπει την μέγιστη ισχύ φωτισμού (w/m^2) την οποία δεν πρέπει να ξεπερνούν τα εγκατεστημένα φωτιστικά κατά την κάλυψη της απαιτούμενης στάθμης φωτισμού (Εικόνα 8).

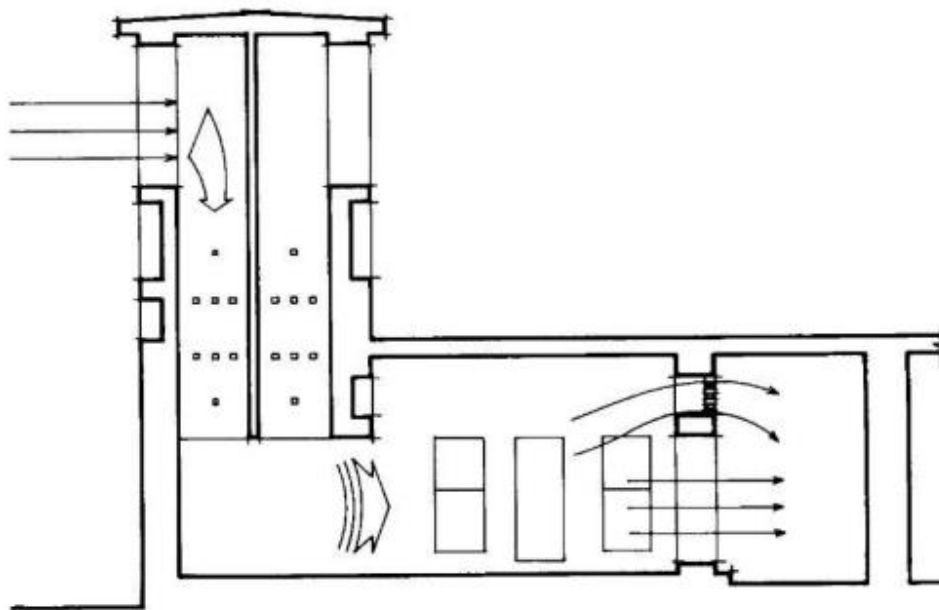
Ζώνες τεχνητού φωτισμού / Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	Ισχύς για ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτιρίων [W/m ²]
1000	32	28,0
500	16	14,0
400	12,8	11,2
300	9,6	8,4
250	8,0	7,0
200	6,4	5,6
100	3,2	2,8

Εικόνα 8 Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m²) κτηρίου αναφοράς ανάλογα της στάθμης φωτισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης.

Τα τελευταία χρόνια η έννοια του αυτοματισμού έχει εισαχθεί και στον τομέα του φωτισμού. Έχουν αναπτυχθεί αποδοτικές συσκευές οι οποίες για παράδειγμα ανάβουν και σβήνουν τα φώτα ανάλογα με το επίπεδο του φυσικού φωτισμού και την ανίχνευση τυχόν παρουσίας στο χώρο. Με τον τρόπο αυτό εξοικονομούμε ενέργεια και μειώνεται η κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος.

6. ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

Από ανέκαθεν ο άνθρωπος προσπαθούσε να προσαρμοστεί στις κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος. Προσπαθούσε δηλαδή να επιβιώσει στις συνθήκες που επικρατούσαν κάνοντάς τες όσο το δυνατόν πιο ευνοϊκές για τον ίδιο. Έτσι αντιμετώπιζε προβλήματα και καταστάσεις όπως ο καύσωνας, η παγωνιά, η ξηρασία και η υγρασία με ό,τι μέσα και τεχνικές υπήρχαν εκείνη την εποχή. Για παράδειγμα εφάρμοζε οικοδομικές τεχνικές συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής με κατάλληλα ανοίγματα, οι οποίες βοηθούσαν στον αερισμό του κτιρίου και στην απομάκρυνση του θερμού αέρα από τον χώρο. Μια άλλη τεχνική που χρησιμοποιούσαν στην αρχαία Ρώμη ήταν η κυκλοφορία νερού (από τα υδραγωγεία) στο εσωτερικό των περιμετρικών τοίχων με αποτέλεσμα την ψύξη τους.



Εικόνα 9 Οικοδομική τεχνική κυκλοφορίας αέρα

Η πρώτη προσπάθεια βιομηχανικής εγκατάστασης κλιματισμού έγινε το 1902 από τον Willis Carrier στη Νέα Υόρκη. Η εγκατάσταση εφαρμόστηκε σε ένα τυπογραφείο και παρείχε θέρμανση, ψύξη, ύγρανση και αφύγρανση στους χώρους του.

Με τον όρο κλιματισμό εννοούμε την τροποποίηση της κατάστασης του αέρα που σχετίζεται με την θερμοκρασία, την υγρασία, την κίνηση και την καθαρότητά του με στόχο την επίτευξη καλύτερων συνθηκών εσωτερικού περιβάλλοντος.

Στη σημερινή εποχή οι όλο και αυξανόμενες απαιτήσεις για άνετη διαβίωση με καλή ποιότητα αέρα οδήγησαν στην ανάπτυξη διαφόρων συστημάτων κλιματισμού.

6.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ

Οι απαιτήσεις των χώρων εκτός από θέρμανση και ψύξη σχετίζονται και με την ποιότητα του εσωτερικού αέρα που υπάρχει μέσα σ' αυτούς. Έτσι, η ανανέωση του εσωτερικού αυτού αέρα είναι απαραίτητη, δηλαδή θα πρέπει να αντικαθίσταται μέρος του με φρέσκο νωπό αέρα περιβάλλοντος. Οι απαιτήσεις νωπού αέρα εξαρτώνται από την χρήση του κτηρίου, τον πληθυσμό χρηστών και την ποσότητα των ρύπων που βρίσκονται στον χώρο και η ελάχιστη ποσότητα νωπού αέρα δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 27 m³/h (7,5 λίτρα/sec). Ο τρόπος υπολογισμού της απαιτούμενης ποσότητας νωπού αέρα ανά ώρα για την διατήρηση της εσωτερικής ποιότητας του αέρα γίνεται με βάση τον αριθμό των ατόμων που βρίσκονται στον χώρο και τη χρήση του. Σε περίπτωση όμως που υπάρχουν και επιπλέον πηγές ρύπων, όπως έπιπλα, οικοδομικά υλικά κ.α., οι απαιτούμενες ποσότητες νωπού αέρα μπορούν να αυξηθούν. Συγκεκριμένα η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα μπορεί να υπολογιστεί από την σχέση:

$$\text{Νωπός αέρας (m}^3\text{/h)} = \text{όγκος χώρου (m}^3\text{)} * \text{εναλλαγές αέρα ανά ώρα (ac/h)}$$

Οι εναλλαγές αέρα μπορούν να υπολογιστούν με βάση του πίνακες του Κ.Εν.Α.Κ.

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

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Οικτροφείο και κοιτώνας*	10	15	1,50
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικτροφείου κ.ά.	8	15	1,20
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικτροφείου κ.ά.	25	25	6,25
Εσπιατόρια	70	25	17,50
Ζαχαροπλαστεία, καφενεία	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, δευτεροβάθμια 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 (δωμάτια)	22	25	5,50
Χειρουργείο (τακτικό)	20	150	30,00
Εξωτερικά ιατρεία	10	50	5,00
Αίθουσες αναμονής	55	45	24,75
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	50	7,50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο*	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
Εμπορικά κέντρα, αγορά και υπεραγορά	30	22	6,60
Κατάστημα, φαρμακείο,	14	22	3,08

Εικόνα 10 Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτηρίου (για χώρους μη καπνίζόντων) για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης

Συγκεκριμένα , οι εναλλαγές αέρα μέσα από τους πίνακες μπορούν εύκολα να υπολογιστούν ως εξής:

$$\text{εναλλαγές αέρα}(ac/h) = \frac{\text{νωπός αέρας ανά τετραγωνικό (m3/h/m2) * τετραγωνικά (m2)}}{\text{όγκος χώρου(m3)}}$$

6.2 ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

6.2.1 ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Φυσικό αερισμό στα κτίρια ονομάζουμε την είσοδο του ατμοσφαιρικού αέρα σε αυτά μέσω των κατάλληλων ανοιγμάτων ώστε να εξασφαλίζεται η ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους καθώς και ο έλεγχος της θερμοκρασίας τους. Αποτελεί ουσιαστικά μια τεχνική ανανέωση του αέρα με φυσικό τρόπο κατά τη διάρκεια της νύχτας ή νωρίς το πρωί όταν η θερμοκρασία που επικρατεί στο περιβάλλον είναι μικρότερη από αυτή στο εσωτερικό του κτιρίου. Η ιδανική ποιότητα του εσωτερικού αέρα ορίζεται ως ο αέρας ο οποίος είναι καθαρός από ρύπους ή επικίνδυνες ουσίες που επιδρούν αρνητικά στην υγεία των ανθρώπων. Έτσι, ο φυσικός αερισμός επιτυγχάνει την απομάκρυνση των ουσιών αυτών και βοηθά στην αντιμετώπιση της υγρασίας κυρίως κατά τους χειμερινούς μήνες.

Ανάλογα με τον τρόπο που επιτυγχάνεται, ο φυσικός αερισμός μπορεί να είναι :

- Διαμπερής, μέσω παραθύρων και ανοιγμάτων
- Κατακόρυφος, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων, καμινάδων ή πύργων αερισμού
- Κατακόρυφος ενισχυμένος από ηλιακή καμινάδα

Ο φυσικός αερισμός από μόνος του δεν χρησιμοποιείται για ψύξη ή θέρμανση των χώρων. Ωστόσο όμως μπορεί να ενισχυθεί με τη χρήση μηχανικών μέσων, όπως ανεμιστήρες οροφής οι οποίοι παράγουν το επιθυμητό αποτέλεσμα και έτσι επιτυγχάνεται και μερική ψύξη του χώρου.

Ήδη από καταγραφές που έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα προκύπτει ότι σε διάφορα κτίρια η μείωση του ψυκτικού φορτίου εξαιτίας του αερισμού είναι πολύ μεγάλη, γεγονός

που σημαίνει ότι προκαλούνται συνθήκες θερμικής άνεσης στους χώρους χωρίς απαραίτητα τη χρήση κάποιου κλιματιστικού συστήματος. Έτσι, είναι κατανοητό ότι ο φυσικός αερισμός μπορεί να εξοικονομεί σημαντικά ποσά ενέργειας και χρήματος.

6.2.2 ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Στη σημερινή εποχή στα κτίρια τοποθετούνται παχύτερα στρώματα μόνωσης και στεγανά κουφώματα με σκοπό τη μείωση των απωλειών ενέργειας. Αυτό όμως, έχει σαν αποτέλεσμα να μην πραγματοποιείται επαρκής ανανέωση του αέρα με φυσικό τρόπο και κατά συνέπεια η θερμική άνεση και ο αερισμός του κτιρίου να πρέπει να εξασφαλιστούν με διαφορετικό τρόπο. Έτσι αναπτύχθηκε η τεχνική του μηχανικού αερισμού κατά την οποία το κτίριο μπορεί και διατηρεί την ποιότητα του εσωτερικού αέρα χωρίς παράλληλα να επηρεάζονται οι εσωτερικές θερμοκρασίες των χώρων κατά την χειμερινή ή θερινή περίοδο.[15]

6.2.2.1 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ

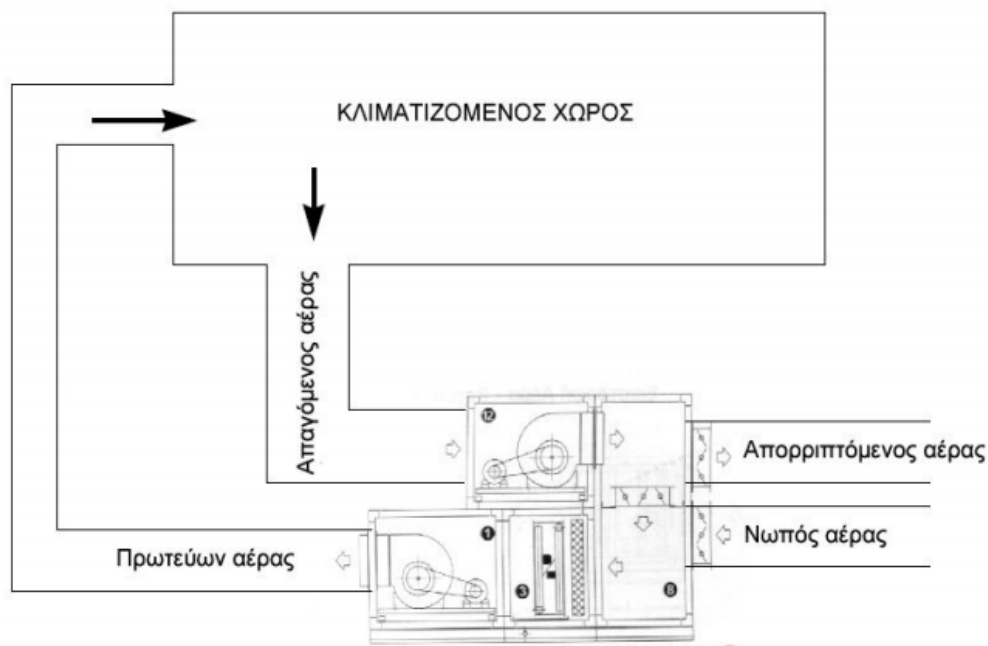
Τα συστήματα μηχανικού αερισμού συνεισφέρουν στην εισαγωγή φρέσκου αέρα, απαλλαγμένο από σκόνη και άλλες βλαβερές ουσίες και μέσω της ανάκτησης θερμότητας που πετυχαίνουν, βοηθούν και στην εξοικονόμηση ενέργειας των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης. Η ανάκτηση ενέργειας που επιτυγχάνεται φτάνει μέχρι και 90%.

Τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται μία μονάδα μηχανικού αερισμού είναι ο ανεμιστήρας απαγωγής αέρα, ο ανεμιστήρας προσαγωγής φρέσκου αέρα, το φίλτρο αέρος, ο εναλλάκτης θερμότητας και το κέλυφος. Ο ανεμιστήρας απαγωγής αποβάλλει αέρα από τις εξερχόμενες ζώνες μέσω ενός δικτύου αεραγωγών απαγωγής ο οποίος αφού διέλθει από τον εναλλάκτη απορρίπτεται στο εξωτερικό περιβάλλον. Από τον ανεμιστήρα προσαγωγής εισέρχεται φρέσκος αέρας από το εξωτερικό περιβάλλον και φιλτράρεται μέσω των ειδικών φίλτρων ώστε να είναι απαλλαγμένος από ρύπους. Στη συνέχεια μέσω του εναλλάκτη θερμότητας ο εισερχόμενος αέρας ανακτά φορτίο από τον απορριπτόμενο αέρα, δηλαδή πραγματοποιείται πρόψυξη ή προθέρμανση του και μέσα από ένα δίκτυο αεραγωγών οδηγείται στις ζώνες εισερχόμενου αέρα. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι οι δύο τύποι αέρα,

δηλαδή ο εισερχόμενος και ο εξερχόμενος, δεν αναμειγνύονται. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας καθώς οι μονάδες κλιματισμού δεν χρειάζεται να πραγματοποιήσουν την ολική ψύξη/θέρμανση του αέρα για να πετύχουν τις ιδανικές εσωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας και άνεσης.

6.2.2.2 ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

Ο μηχανικός αερισμός μπορεί να επιτευχθεί και με την εγκατάσταση μιας κεντρικής κλιματιστικής μονάδας (ΚΚΜ). Η ΚΚΜ χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ποιότητας του αέρα των εσωτερικών χώρων και αποτελεί μέρος ενός συστήματος κλιματισμού καθώς τροφοδοτείται από ένα σύστημα ψύξης και θέρμανσης (ψύκτης - λέβητας ή αντλία θερμότητας) ώστε να πραγματοποιείται η επεξεργασία του κλιματιζόμενου αέρα. Η διάταξη μιας ΚΚΜ μπορεί να είναι όπως αυτή που απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 10 Απεικόνιση κεντρικής κλιματιστικής μονάδας

Συγκεκριμένα η ΚΚΜ μέσω του ανεμιστήρα απαγωγής απομακρύνει αέρα από το χώρο. Ένα μέρος του απαγόμενου αυτού αέρα που ονομάζεται αέρας ανακυκλοφορίας αφού φιλτραριστεί αναμειγνύεται με τον νωπό αέρα (αέρας τροφοδοσίας) και έτσι πραγματοποιείται η πρόψυξη/προθέρμανση του. Το υπόλοιπο μέρος απορρίπτεται στο εξωτερικό περιβάλλον. Το μίγμα αέρα αυτό στη συνέχεια δέχεται επεξεργασία (θέρμανση, ψύξη, ύγρανση) και τροφοδοτεί τους εσωτερικούς χώρους έχοντας πλέον τις κατάλληλες ιδιότητες (πρωτεύων αέρας) μέσω συστημάτων διανομής αέρα.

6.3 ΨΥΚΤΙΚΑ/ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

Για την επιλογή των κατάλληλων συστημάτων κλιματισμού είναι απαραίτητος ο υπολογισμός των ψυκτικών και θερμικών φορτίων του χώρου. Ο υπολογισμός των φορτίων αυτών βασίζεται στους νόμους της φυσικής περί μετάδοσης της θερμότητας και της μεταφοράς της μάζας. Συγκεκριμένα οι θερμικές απώλειες και τα κέρδη ενός θερμαινόμενου χώρου οφείλονται κυρίως στον δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής ο οποίος αναφέρει ότι η θερμότητα ρέει από χώρους ή σώματα υψηλότερης θερμοκρασίας προς χώρους ή σώματα χαμηλότερης θερμοκρασίας.

Για παράδειγμα, τον χειμώνα μέρος της θερμότητας που υπάρχει στον θερμαινόμενο χώρο ρέει προς το εξωτερικό περιβάλλον όπου η θερμοκρασία είναι μικρότερη και έτσι έχουμε θερμικές απώλειες. Αντίθετα το καλοκαίρι, ρέει θερμότητα από το περιβάλλον προς τους χώρους οπότε έχουμε θερμικά κέρδη.

Τα θερμικά κέρδη χωρίζονται σε:

- Εξωτερικά κέρδη(τοίχοι, δάπεδα, ανοίγματα)
- Εσωτερικά θερμικά κέρδη(πληθυσμός, φωτισμός, εξοπλισμός και συσκευές)
- Αερισμό από χαραμάδες (διαρροή αέρα από χαραμάδες και εξωτερικές πόρτες)

Με τον όρο ψυκτικά φορτία εννοούμε την ποσότητα θερμότητας που πρέπει να αφαιρεθεί από τον χώρο το καλοκαίρι με σκοπό τη ψύξη του χώρου και την επικράτηση των εσωτερικών επιθυμητών συνθηκών. Έτσι τα θερμικά κέρδη του χώρου θα πρέπει να αποβάλλονται μέσω του συστήματος κλιματισμού.

Αντίστοιχα, με τον όρο θερμικά φορτία, εννοούμε την ποσότητα θερμότητας που πρέπει να προστεθεί στον χώρο τον χειμώνα με σκοπό τη θέρμανση του χώρου ώστε οι συνθήκες να είναι ιδανικές.

Επομένως σκοπός των φορτίων που παρέχονται από το σύστημα κλιματισμού είναι η διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας και υγρασίας των χώρων ώστε να παρέχεται στον χρήστη θερμική άνεση.

Τα φορτία χώρου διακρίνονται σε :

- Αισθητό φορτίο χώρου, το οποίο σχετίζεται με τη διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ του χώρου και του εξωτερικού περιβάλλοντος και προκύπτει εξαιτίας των απωλειών λόγω θερμοπερατότητας. Κατά κύριο λόγο οφείλεται στο κτιριακό κέλυφος αλλά συγχρόνως συμμετέχουν και ο πληθυσμός του χώρου, οι συσκευές και ο φωτισμός .
- Λανθάνον φορτίο χώρου, το οποίο σχετίζεται με τη διαφορά υγρασίας μεταξύ του χώρου και του εξωτερικού περιβάλλοντος και προκύπτει από τον πληθυσμό του χώρου, τις συσκευές, τον φωτισμό κ.α.
- Ολικό φορτίο το οποίο είναι το άθροισμα του αισθητού και του λανθάνοντος φορτίου.
- Φορτίο αερισμό , δηλαδή το φορτίο που χρησιμοποιείται για ψύξη ή θέρμανση του φρέσκου νωπού αέρα που προορίζεται για τον αερισμό του χώρου. Το φορτίο αερισμού διακρίνεται επίσης σε αισθητό και λανθάνον φορτίο.

Οι παράμετροι που συμμετέχουν στον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων είναι:

- Τα χαρακτηριστικά του κτιρίου(η γεωμετρία και τα δομικά στοιχεία κατασκευής του)
- Η θέση του κτιρίου(προσανατολισμός και σκιάσεις)
- Η κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει το κτίριο(συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος όπως θερμοκρασία, υγρασία, ακτινοβολία)

- Οι εσωτερικές επιθυμητές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, ποιότητα αέρα) που επιλέγουμε με βάση τους πίνακες Κ.Εν.Α.Κ.
- Ο υπολογισμός των θερμικών κερδών
- Η επιλογή της μέρας, ώρας και μήνα

Ο ακριβής υπολογισμός των φορτίων γίνεται μέσω διάφορων λογισμικών υπολογισμού τα οποία χρησιμοποιούν μεθόδους λαμβάνοντας υπόψιν όλες τις παραμέτρους που συμμετέχουν στον καθορισμό τους. Ενδεικτικά, οι κάποιες από τις μεθόδους υπολογισμού είναι η μέθοδος CLTD/CLF της ASHRAE , η Heat Balance (HB) και η Radiant Time Series (RTS).

6.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

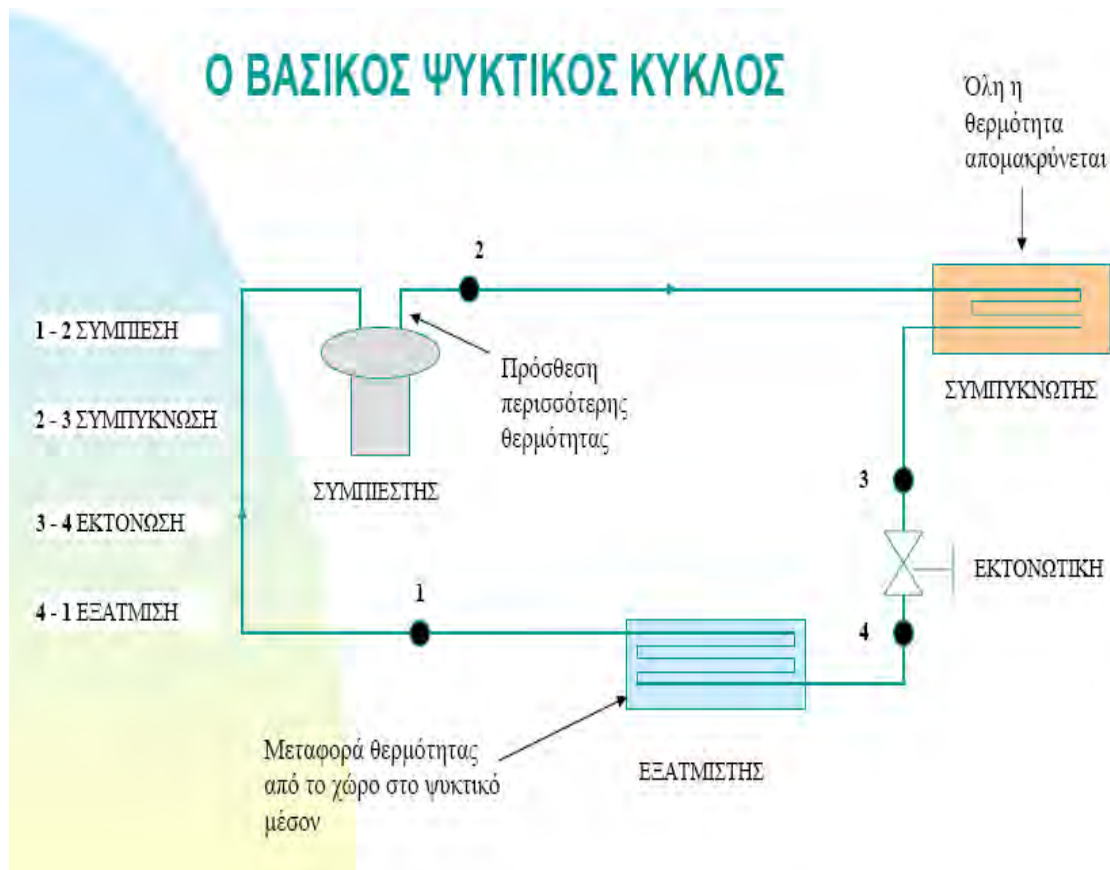
6.4.1 ΨΥΚΤΕΣ

[11]Οι ψύκτες είναι συσκευές που υπάγονται στο υποσύστημα παραγωγής ψύξης και παράγουν ψυχρό νερό με βάση τους ψυκτικούς κύκλους. Το ψυχρό νερό αυτό με τη σειρά του μέσα από τις κατάλληλες σωληνώσεις της εγκατάστασης μεταφέρεται στις τερματικές μονάδες όπου και αποδίδει τη θερμότητα που θα καταναλωθεί στο χώρο για τη ψύξη του. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Στους ψύκτες συμπίεσης ατμών
- Στους ψύκτες απορρόφησης ή προσρόφησης

Στην πρώτη κατηγορία το βασικό κύκλωμα ψύξης αποτελείται από συμπιεστή, εξατμιστή, συμπυκνωτή, τη μονάδα κίνησης του συμπιεστή, τη διάταξη εκτόνωσης του ψυκτικού ρευστού και τη μονάδα ελέγχου. Αρχικά στον εξατμιστή εισέρχεται το μέσο που ψύχεται(συνήθως νερό). Από το μέσο αυτό, το ψυκτικό ρευστό που βρίσκεται στον εξατμιστή απορροφά θερμότητα και εξατμίζεται σε χαμηλή θερμοκρασία. Στη συνέχεια το αέριο πλέον ψυκτικό ρευστό μεταφέρεται στον συμπιεστή και αυξάνεται η πίεση και η θερμοκρασία του έτσι ώστε αφότου ψυχθεί να αποδώσει θερμότητα στον συμπυκνωτή. Τέλος μετά τον συμπυκνωτή το υγρό ψυκτικό ρευστό μέσω της διάταξης εκτόνωσης έχει

μειωμένη πίεση και οδηγείται πάλι πίσω στον εξαμιστή για να επαναληφθεί ο ίδιος κύκλος από την αρχή.



Εικόνα 11 Ψυκτικός κύκλος ρευστών

Η λειτουργία των ψυκτών της δεύτερης κατηγορίας στηρίζεται στην ιδιότητα που διαθέτουν κάποιες ουσίες να απορροφούν ή να προσροφούν ποσότητες ψυκτικού ρευστού (χαμηλές θερμοκρασίες) και να το αποδίδουν σε υψηλές θερμοκρασίες. Διαθέτουν μια διάταξη θερμικής συμπίεσης αντί για μηχανικό συμπιεστή και ο φορέας ψύξης είναι το νερό. Το ψυκτικό ρευστό διαφέρει για ψύκτες απορρόφησης (βρωμιούχο λίθιο, αμμωνία, χλωριούχο λίθιο) και για ψύκτες προσρόφησης (γέλη πυριτίου, ζεόλιθος).

Μια άλλη διάκριση για του ψύκτες γίνεται ανάλογα με το μέσο που απορροφά τη θερμότητα που απορρίπτεται στο συμπυκνωτή. Έτσι, διαχωρίζονται σε:

- Υδρόψυκτους, στους οποίους η θερμότητα απορρίπτεται σε κύκλωμα νερού ψύξης
- Αερόψυκτους, στους οποίους η θερμότητα απορρίπτεται κατευθείαν στον ατμοσφαιρικό αέρα. Αυτοί έχουν τη δυνατότητα με την αναστροφή του κύκλου τους να χρησιμοποιηθούν και ως συσκευές παραγωγής θερμότητας.



Εικόνα 12 Αερόψυκτος ψύκτης νερού

6.4.2 ΛΕΒΗΤΑΣ

Ο λέβητας αποτελεί μέρος ενός συστήματος παραγωγής θερμότητας. Πρόκειται για ένα μεταλλικό δοχείο μέσα στο οποίο νερό ή άλλο υγρό θερμαίνεται. Ουσιαστικά είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας με τον οποίο μεταβιβάζεται θερμότητα από την καύση του χρησιμοποιούμενου καυσίμου στο νερό. Το νερό αυτό με τη σειρά του μέσα από τις κατάλληλες σωληνώσεις μεταφέρεται στις τερματικές μονάδες όπου και αποδίδει τη θερμότητα που θα καταναλωθεί στο χώρο για τη θέρμανσή του. Η βασική διάκριση των

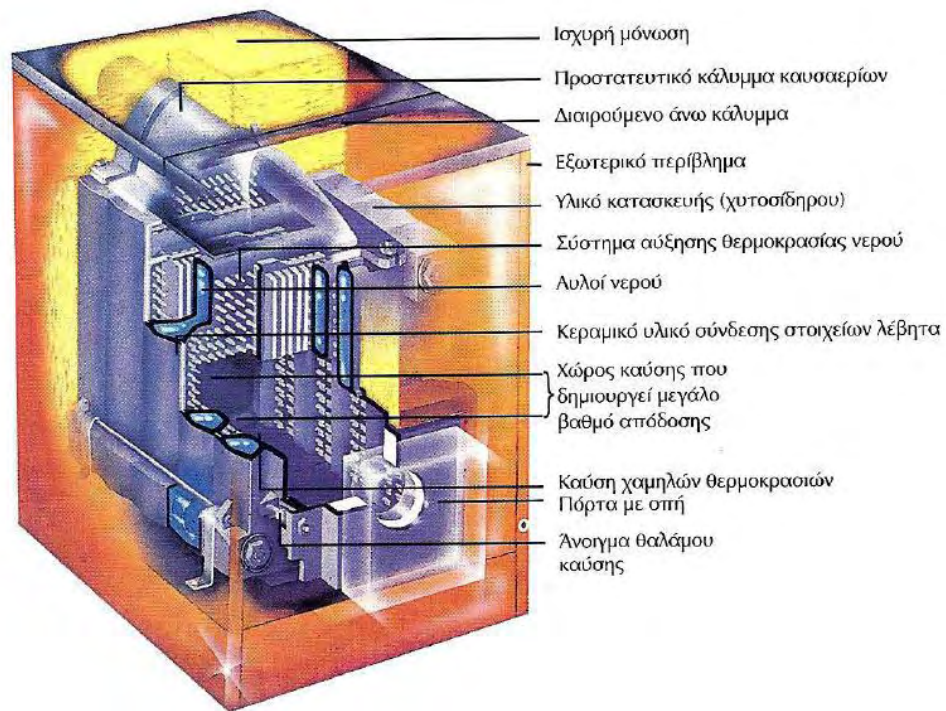
λεβήτων γίνεται ως προς το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιούν. Συγκεκριμένα διαχωρίζονται σε λέβητες:

- Υγρών καυσίμων
- Αέριων καυσίμων
- Στερεών καυσίμων

Οι λέβητες με την μεγαλύτερη χρησιμότητα είναι αυτοί των υγρών καυσίμων και συγκεκριμένα καύσης πετρελαίου. Ένας λέβητας πετρελαίου πάντως με ειδική μετατροπή μπορεί να χρησιμοποιεί και άλλο καύσιμο κατά την καύση.

Τα μέρη που απαρτίζουν έναν λέβητα είναι τα εξής:

- Ο φλογοθάλαμος, μέσα στον οποίο συντελείται η καύση του πετρελαίου
- Το εσωτερικό και εξωτερικό περίβλημα του φλογοθάλαμου . Στο εξωτερικό περίβλημα υπάρχει πόρτα και η οπή προσαρμογής του καυστήρα.
- Οι αυλοί, μέσα από τους οποίους διέρχεται το νερό και δέχεται την θερμότητα από την καύση του καυσίμου(πετρέλαιο)
- Οι αεριοαυλοί, όπου διέρχονται τα αέρια από την καύση του πετρελαίου και μεταδίδουν και αυτοί θερμότητα στο νερό βοηθώντας έτσι στην αύξηση της απόδοσης του λέβητα.
- Η θερμική μόνωση του σώματος, που συνήθως είναι από υαλοβάμβακα και έχει σκοπό τον περιορισμό των απωλειών θερμότητας
- Το εξωτερικό περίβλημα του σώματος που φτιάχνεται από χαλυβδοέλασμα
- Τα στόμια προσαρμογής, από τα οποία πραγματοποιείται η έξοδος του ζεστού νερού και η επιστροφή του κρύου μετά το τέλος της διαδρομής μέσα από της σωληνώσεις της εγκατάστασης θέρμανσης.
- Το στόμιο προσαγωγής του καπναγωγού για την απομάκρυνση των καυσαερίων από την καπνοδόχο



Εικόνα 13 Λέβητας υγρού καυσίμου

6.4.3 FAN – COILS

[17]Τα fan - coils είναι τερματικές μονάδες που τοποθετούνται σε διάφορους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου για θέρμανση ή ψύξη. Τροφοδοτούνται με νερό κατάλληλης θερμοκρασίας(ψυχρό ή θερμό) και μέσω του ψυκτικού/θερμαντικού στοιχείου που διαθέτουν ψύχουν ή θερμαίνουν ανάλογα τον αέρα οποίος θα διανεμηθεί στους χώρους με τη βοήθεια του ανεμιστήρα που περιέχουν. Συγκεκριμένα, το ψυκτικό/θερμαντικό στοιχείο αποτελείται από χάλκινους αγωγούς και σ' αυτό καταλήγει το ψυχρό ή θερμό νερό από την κεντρική μονάδα. Μέσω του στοιχείου λοιπόν πραγματοποιείται η ψύξη και η θέρμανση του αέρα που θα ανακυκλοφορήσει στον χώρο. Στη συνέχεια ο ανεμιστήρας προωθεί στο χώρο τον αέρα που κυκλοφορεί γύρω από το στοιχείο το οποίο πλέον έχει αποκτήσει τις επιθυμητές ιδιότητες με βεβαιωμένη κυκλοφορία. Αναγκαία παράμετρος στην οποία στηρίζεται η λειτουργία τους είναι η απαγωγή του αέρα, δηλαδή η είσοδος του από τον κλιματιζόμενο χώρο στην συσκευή και η επιστροφή του.

Η ψύξη του νερού πραγματοποιείται στις ψυκτικές μονάδες (ψύκτες) ενώ η θέρμανσή του στους λέβητες. Με τη βοήθεια όμως των αντλιών θερμότητας μπορούμε να πετύχουμε θέρμανση/ψύξη του νερού με ένα σύστημα κλιματισμού.

Η διαφορά τους με τα απλά καλοριφέρ είναι ότι σ' αυτά η διανομή της θερμότητας γίνεται με τη χρήση ανεμιστήρα ενώ στα απλά σώματα με φυσικό τρόπο μέσω απαγωγής.

Ανάλογα με το χώρο και την αρχιτεκτονική του υπάρχουν διάφορες μορφές fan-coil όπως τοίχου, δαπέδου, οροφής είτε εμφανή είτε κρυφού τύπου.

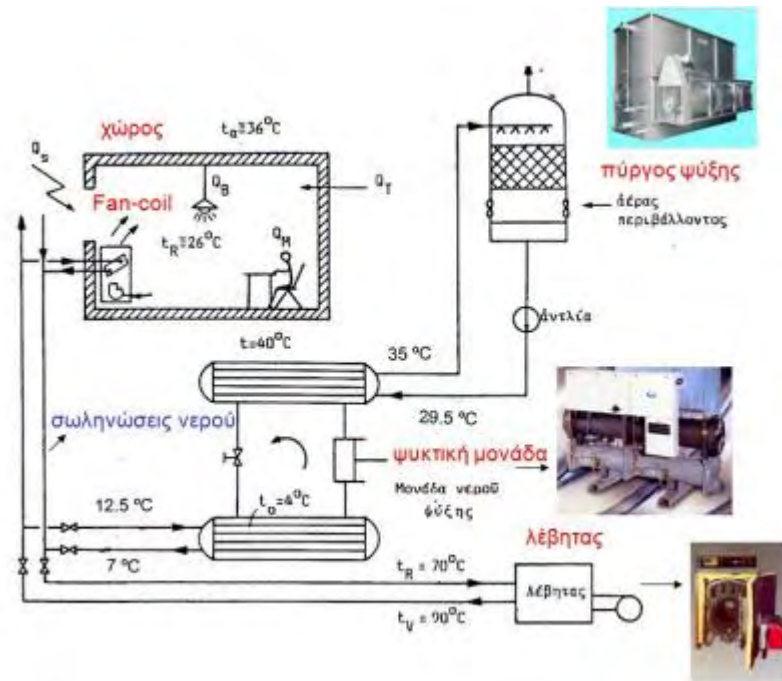
Τα βασικά πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν είναι τα εξής:

- Μικρότερο κόστος και χαμηλότερη κατανάλωση από τα απλά σώματα καλοριφέρ καθώς εξαιτίας της αντλίας θερμότητας με την οποία συνδυάζονται αντικαθίσταται ο λέβητας στον οποίο καταναλώνεται πετρέλαιο.
- Μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα όσον αφορά τις απαιτήσεις του χρήστη στους εσωτερικούς χώρους.
- Ευελιξία στον σχεδιασμό τους (υπάρχουν fan-coil τοίχου, δαπέδου, οροφής είτε εμφανή είτε κρυφού τύπου).
- Δυνατότητα αυτονομίας χώρου καθώς κάθε fcu μπορεί να ελέγχεται αυτόνομα από θερμοστάτη.
- Προσφέρει άνεση και δίνεται η δυνατότητα στο να εφαρμοστεί βοηθητικό σύστημα αερισμού.

Βασικό μειονέκτημα των fan-coils είναι ότι δεν προσφέρουν αερισμό στο κτίριο. Επομένως η παροχή φρέσκου αέρα θα πρέπει να αντιμετωπίζεται από άλλο βοηθητικό σύστημα. Επίσης δεν προσφέρεται ύγρανση στον αέρα που εκπέμπεται στον χώρο.



Εικόνα 14 Εξωτερικό και εσωτερικό κέλυφος ενός FCU



Εικόνα 15 Απεικόνιση συστήματος με fan – coils

6.4.4 ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

[17] Όπως γνωρίζουμε η φυσική ροή της θερμότητας είναι να μεταφέρεται από καταστάσεις υψηλών θερμοκρασιών σε καταστάσεις χαμηλότερων. Οι αντλίες θερμότητας όμως καταφέρνουν να αναστρέψουν την φυσική αυτή ροή. Συγκεκριμένα πρόκειται για συσκευές

που επιτρέπουν την μεταφορά ενέργειας από έναν χώρο χαμηλής θερμοκρασίας σε έναν χώρο υψηλότερης θερμοκρασίας. Έχουν τη δυνατότητα δηλαδή να εναλλάσσουν τη λειτουργία τους στον κύκλο ψύξης με αποτέλεσμα να δίνουν είτε κρύο είτε ζεστό αέρα (ή άλλο μέσο μεταφοράς θερμότητας/ψύχους) ανάλογα με τις ανάγκες του χώρου. Τη θερινή περίοδο για παράδειγμα αφαιρούν θερμότητα από τον κλιματιζόμενο χώρο (ψύξη του χώρου) μεταφέροντας την προς τον θερμότερο εξωτερικό αέρα ενώ τον χειμώνα αποβάλλουν θερμότητα μέσα στον χώρο θερμαίνοντάς τον. Για να γίνει πιο κατανοητή η λειτουργία τους θα μπορούσαμε να την συγκρίνουμε με αυτή των ψυκτικών μηχανημάτων όπως ψυγεία, καταψύκτες με τη διαφορά όμως ότι οι αντλίες θερμότητας μπορούν να αντιστρέφουν τον ψυκτικό τους κύκλο προσφέροντας τόσο ψυκτική όσο και θερμαντική λειτουργία. Η αρχή λειτουργίας λοιπόν στηρίζεται στην ιδιότητα των ψυκτικών ρευστών να απορροφούν θερμότητα κατά την εξάτμισή τους και να αποβάλλουν θερμότητα όταν συμπυκνώνονται.

Τα κατασκευαστικά μέρη από τα οποία αποτελείται μια αντλία θερμότητας είναι τα εξής:

- Εξατμιστής
- Συμπιεστής
- Συμπυκνωτής
- Εκτονωτική βαλβίδα

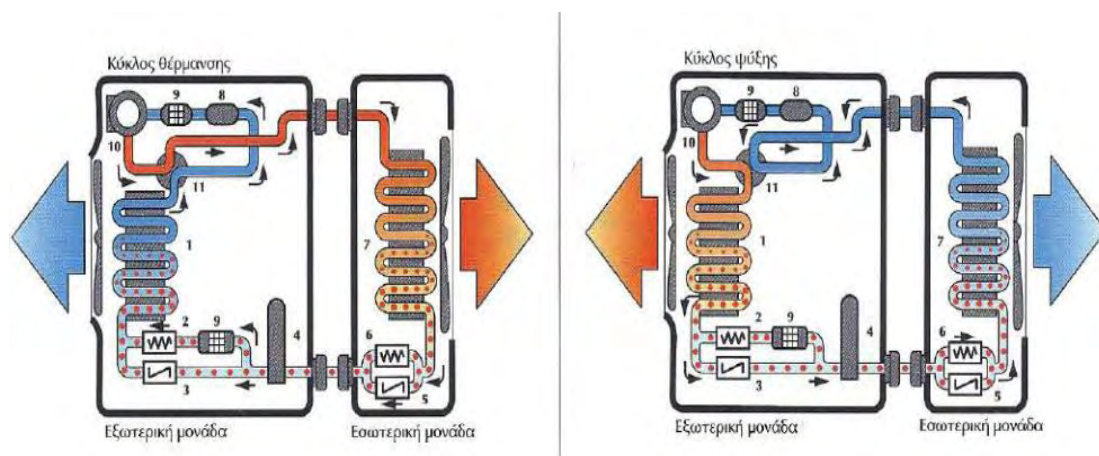
6.4.4.1 Λειτουργία αντλίας θερμότητας κατά τη θερινή περίοδο

Ο εξατμιστής βρίσκεται σε επαφή με τον χώρο τον οποίο θέλουν να ψύξουμε. Μέσα σ' αυτόν, το ψυκτικό ρευστό που βρίσκεται σε χαμηλή θερμοκρασία και πίεση απορροφά θερμότητα και μετατρέπεται σε ατμό (εξάτμιση) χαμηλής θερμοκρασίας και πίεσης. Στη συνέχεια οι ατμοί του ψυκτικού ρευστού αναρροφώνται από τον συμπιεστή ο οποίος αυξάνει την πίεση και τη θερμοκρασία τους. Οι θερμοί τώρα ατμοί του ψυκτικού ρευστού εισέρχονται στον συμπυκνωτή. Ο συμπυκνωτής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας, όπως και ο εξατμιστής, ο οποίος βρίσκεται σε επαφή με το ύπαιθρο, δηλαδή με το χώρο στον οποίο θα απορρίψουμε τη θερμότητα. Μέσα σ' αυτόν, οι θερμοί ατμοί ψύχονται και στη συνέχεια συμπυκνώνονται αποβάλλοντας θερμότητα (στον εξωτερικό χώρο) και έτσι το ψυκτικό ρευστό επανέρχεται στην υγρή φάση έχοντας υψηλή θερμοκρασία και πίεση. Τέλος

μέσω της εκτονωτικής βαλβίδας μειώνεται η πίεση που επικρατεί μετά την έξοδο του συμπυκνωτή και έρχεται στα επίπεδα χαμηλής πίεσης που απαιτεί ο εξατμιστής.

6.4.4.2 Λειτουργία αντλίας θερμότητας κατά τη χειμερινή περίοδο

Ο εξατμιστής τώρα, βρίσκεται σε επαφή με τον εξωτερικό χώρο (ύπαιθρο). Το ψυκτικό ρευστό απορροφά πάλι θερμότητα, που αντλείται από το εξωτερικό χώρο και εξατμίζεται. Το ρευστό στη συνέχεια όντας σε αέρια φάση χαμηλής πίεσης και θερμοκρασίας εισέρχεται στον συμπιεστή ο οποίος αυξάνει την πίεση και τη θερμοκρασία του και καταλήγει στον συμπυκνωτή, ο οποίος βρίσκεται τώρα σε επαφή με τον εσωτερικό χώρο που θέλουμε να θερμάνουμε. Εκεί το αέριο αυξάνει την πίεση και τη θερμοκρασία του, συμπυκνώνεται, αποβάλλει θερμότητα μέσα στο χώρο και μετατρέπεται πάλι σε υγρό. Τέλος πάλι μέσω της εκτονωτικής βαλβίδας μειώνεται η πίεση που επικρατεί μετά την έξοδο του συμπυκνωτή και έρχεται στα επίπεδα χαμηλής πίεσης που απαιτεί ο εξατμιστής.



Εικόνα 16 Λειτουργία αντλίας κατά τη θέρμανση και την ψύξη

6.4.4.3 Τύποι αντλιών θερμότητας

- Αντλία θερμότητας αέρα – αέρα

Είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος αντλιών που προορίζεται για την κάλυψη μικρών εφαρμογών όπως οι κοινές κλιματιστικές μονάδες(split unit). Κατά την θερμαντική

λειτουργία απορροφούν θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον (εξατμιστής) και την αποβάλλουν μέσα στον χώρο (συμπυκνωτής). Κατά την ψυκτική λειτουργία απορροφούν θερμότητα από τον εσωτερικό χώρο (εξατμιστής) και την αποβάλλουν στο εξωτερικό περιβάλλον (συμπυκνωτής).

Βασικό μειονέκτημα των αντλιών αυτού του τύπου είναι η σημαντική μείωση της απόδοσής τους την χειμερινή περίοδο, όταν επικρατούν στο εξωτερικό περιβάλλον πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

- Αντλία θερμότητας αέρα – νερού

Οι αντλίες του συγκεκριμένου τύπου αλληλεπιδρούν με τον εξωτερικό αέρα για την απορρόφηση ή την απόρριψη θερμότητας. Έτσι ως πρωτεύον κύκλωμα διαθέτουν αερόψυκτο εξατμιστή/συμπιεστή. Η επικοινωνία με τον εσωτερικό χώρο, τον οποίο επιθυμούμε να θερμάνουμε ή να ψύξουμε, γίνεται μέσω του δευτερεύοντος κυκλώματος που αποτελείται από υδρόψυκτο εξατμιστή/συμπυκνωτή και τροφοδοτεί ένα δίκτυο σωληνώσεων με ψυχρό/θερμό νερό με τελική κατάληξη τις εσωτερικές μονάδες (π.χ. fan-coils) που αναλαμβάνουν την κάλυψη των αναγκών των χώρων.

- Αντλία θερμότητας νερού – αέρα

Στον συγκεκριμένο τύπο αντλιών η πηγή θερμότητας είναι το νερό(από θάλασσα, ποτάμι, λίμνη κ.α.). Έτσι το πρωτεύον κύκλωμα διαθέτει υδρόψυκτο εξατμιστή/συμπιεστή. Η επικοινωνία με τον εσωτερικό χώρο, τον οποίο επιθυμούμε να θερμάνουμε ή να ψύξουμε, γίνεται μέσω του δευτερεύοντος κυκλώματος(αερόψυκτος εξατμιστής/συμπιεστής) το οποίο τροφοδοτεί ένα δίκτυο αεραγωγών προσαγωγής/απαγωγής. Ο αποδέκτης της θερμότητας δηλαδή είναι ο αέρας την μονάδας ο οποίος θερμαίνει ή ψύχει τον αέρα του εσωτερικού χώρου.

Οι αντλίες του συγκεκριμένου τύπου δεν είναι διαδεδομένες στην Ελλάδα.

- Αντλία θερμότητας νερού – νερού

Στον συγκεκριμένο τύπο αντλιών τόσο το πρωτεύον όσο και το δευτερεύον κύκλωμα διαθέτουν υδρόψυκτους εναλλάκτες. Αρχικά το πρωτεύον κύκλωμα αλληλεπιδρά με το νερό που αποτελεί την πηγή θερμότητας (θαλασσινό νερό ,νερό ποταμών, λίμνης κ.α.) . Η επικοινωνία με τον εσωτερικό χώρο, τον οποίο επιθυμούμε να θερμάνουμε ή να ψύξουμε, γίνεται μέσω του δευτερεύοντος κυκλώματος που συνδέεται με ένα δίκτυο σωληνώσεων στο οποίο μεταφέρεται το ψυχρό/θερμό νερό το οποίο θα αναλάβει την αποβολή/μεταφορά θερμότητας από ή προς τον χώρο για την ψύξη και θέρμανση του αντίστοιχα.

- Αντλία θερμότητας εδάφους – νερού

Οι συγκεκριμένες αντλίες χρησιμοποιούν ως πηγή θερμότητας την αποθηκευμένη ενέργεια (θερμοχωρητικότητα) που βρίσκεται στο έδαφος. Το πρωτεύον κύκλωμα διαθέτει υδρόψυκτο εναλλάκτη καθώς η αλληλεπίδραση με τη θερμοχωρητικότητα του εδάφους , δηλαδή μεταφορά ή απόρριψη θερμότητας, γίνεται μέσω του νερού. Το δευτερεύον κύκλωμα διαθέτει επίσης υδρόψυκτο εναλλάκτη καθώς η επικοινωνία με τον εσωτερικό χώρο γίνεται μέσω ενός δικτύου νερού μέσα στο οποίο μεταφέρεται το ψυχρό ή θερμό νερό για την ανταλλαγή θερμότητας με τον χώρο για την εξασφάλιση των επιθυμητών εσωτερικών συνθηκών.

- Αντλία θερμότητας εδάφους – αέρα

Όπως και στις αντλίες εδάφους – νερού έτσι και εδώ το πρωτεύον κύκλωμα διαθέτει υδρόψυκτο εναλλάκτη. Η διαφορά τους εντοπίζεται στο δευτερεύον κύκλωμα. Συγκεκριμένα στις αντλίες εδάφους – αέρα το δευτερεύον κύκλωμα διαθέτει αερόψυκτο εναλλάκτη καθώς η επικοινωνία με τον εσωτερικό χώρο γίνεται μέσω ενός δικτύου αεραγωγών μέσα στο οποίο μεταφέρεται ο ψυχρός ή θερμός αέρας για την ανταλλαγή θερμότητας με τον χώρο για την επίτευξη της θέρμανσης ή ψύξης του.

6.4.5 Συστήματα VRV ή VRF

Τα συστήματα VRV/VRF αποτελούν ένα σύστημα κλιματισμού. Τα πρώτα συστήματα VRV εφευρέθηκαν τη δεκαετία του 1980 από την Daikin. Ο όρος VRV σημαίνει μεταβλητός όγκος ψυκτικού (Variable Refrigerant Volume) και έχει καταχωρηθεί από την συγκεκριμένη εταιρεία. Όλες οι άλλες εταιρείες που παράγουν παρόμοια συστήματα κλιματισμού χρησιμοποιούν τον όρο VRF (Variable Refrigerant Flow) που σημαίνει μεταβλητή παροχή ψυκτικού. Η συγκεκριμένη τεχνολογία HVAC αποτελείται από μία εξωτερική μονάδα που λειτουργεί ως αντλία θερμότητας και τοποθετείται στο εξωτερικό περιβάλλον, και από πολλές εσωτερικές μονάδες που συνδέονται με την εξωτερική μέσω ενός συστήματος ψυκτικών σωληνώσεων και τοποθετούνται στους κλιματιζόμενους χώρους του κτιρίου εξασφαλίζοντας ιδανικές συνθήκες μέσα σ' αυτούς. Στο σύστημα κυκλοφορεί ψυκτικό μέσο (freon) μέσω του οποίου πραγματοποιείται η μεταφορά και η ανταλλαγή θερμότητας. Οι εσωτερικές μονάδες μπορούν να είναι διαφόρων τύπων όπως κασέτες, επιτοίχιες, κρυφού τύπου, οροφής, δαπέδου κ.α. Η λειτουργία της εξωτερικής μονάδα του συστήματος VRV στηρίζεται στον μηχανισμό λειτουργίας του συμπιεστή INVERTER ο οποίος έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί με μεταβαλλόμενο αριθμό στροφών ανάλογα με τις ανάγκες των χώρων. Έτσι η εξωτερική μονάδα μεταβάλλει την ισχύ λειτουργίας της και ανάλογα με τη ζήτηση όλων των εσωτερικών μονάδων προσαρμόζει τον όγκο του ψυκτικού και τη θερμοκρασία του. Για παράδειγμα, αν λειτουργήσει μία μόνο εσωτερική μονάδα, τότε η εξωτερική μονάδα θα προσαρμόσει την απόδοση και την κατανάλωσή της στο μέγεθος της εσωτερικής. Οι εσωτερικές μονάδες διαθέτουν αισθητήριο που ανιχνεύει τη θερμοκρασία του δωματίου και μέσω ενός καλωδίου ελέγχου τη διαβιβάζει στο σύστημα ελέγχου της μονάδας που δίνει οδηγίες στο σύστημα INVERTER με την επιλογή κατάλληλης συχνότητας. Το σύστημα INVERTER επιλέγει στη συνέχεια την κατάλληλη συχνότητα λειτουργίας του συμπιεστή σύμφωνα με τη θερμοκρασία του χώρου. Δηλαδή μεταβάλλει την ψυκτική ή θερμική απόδοση του κλιματιστικού ανάλογα με τις απαιτήσεις του χώρου. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του χώρου και της επιθυμητής τόσο ο συμπιεστής λειτουργεί σε υψηλές στροφές. Κατά την λειτουργία ψύξης οι εσωτερικές μονάδες λειτουργούν ως εξατμιστές, δηλαδή απορροφούν θερμότητα από τον χώρο ψύχοντάς τον. Αντίθετα, όταν βρίσκονται σε λειτουργία θέρμανσης, λειτουργούν ως συμπυκνωτές αποβάλλοντας θερμότητα στον χώρο επιτυγχάνοντας την θέρμανσή του.

Το συγκεκριμένο σύστημα κλιματισμού παρέχει πολλά πλεονεκτήματα όπως:

- Ανταποκρίνονται άριστα στις διακυμάνσεις των συνθηκών του χώρου. Ο χρήστης επιλέγει τη θερμοκρασία που θέλει να επικρατεί στο δωμάτιο και ρυθμίζεται αυτόματα η ροή του ψυκτικού μέσου από το σύστημα για την κάλυψη των απαιτήσεων του χώρου.
- Καλύπτουν τόσο τις ανάγκες θέρμανσης όσο και ψύξης προσφέροντας θερμική άνεση.
- Συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας καθώς μέσω του συμπιεστή inverter η κατανάλωση ενέργειας μεταβάλλεται ανάλογα με τη ζήτηση των χώρων.
- Τα σύγχρονα συστήματα μπορούν να έχουν εσωτερικές μονάδες οι οποίες μπορούν να λειτουργούν άλλες σε λειτουργία ψύξης και άλλες σε λειτουργία θέρμανσης παρέχοντας έτσι πλήρη αυτονομία στους χώρους.
- Είναι εφικτή η συνεργασία με εναλλάκτες αέρα – αέρα για την επίτευξη και των αναγκών αερισμού/εξαερισμού με απόδοση έως 84%.
- Υπάρχουν διάφοροι τύποι εσωτερικών μονάδων (επιτοίχιες, οροφής, δαπέδου...) ανάλογα με τη διαμόρφωση του χώρου.
- Εύκολα προσαρμοζόμενο τόσο σε νέα κτίρια όσο και σε υφιστάμενα.
- Πολλές εσωτερικές μονάδες συνδέονται με μία εξωτερική που καταλαμβάνει ελάχιστο χώρο

6.4.6 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

[13]Με τον όρο γεωθερμική ενέργεια εννοούμε την ενέργεια που υπάρχει στο εσωτερικό της γης η οποία είναι πολύ μεγάλη και πρακτικά ανεξάντλητη. Την ενέργεια αυτή μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι άνθρωποι με ένα δίκτυο σωληνώσεων για θέρμανση ή ψύξη των χώρων αλλά πολλές φορές και για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση της διαφοράς της θερμοκρασίας μεταξύ της επιφάνειας και του

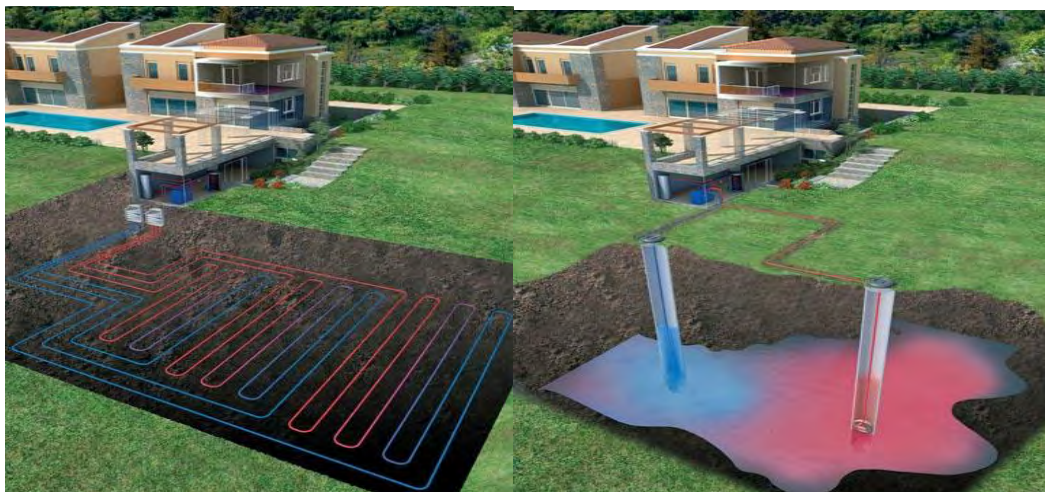
εδάφους με αποτέλεσμα τη χειμερινή περίοδο να θερμαίνουμε το χώρο και να τον ψύχουμε την θερινή. Βασικό στοιχείο της γεωθερμίας αποτελεί το γεγονός ότι η θερμοκρασία εντός του εδάφους παραμένει σταθερή(περίπου 10 έως 16°C). Έτσι, η μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος επιτυγχάνεται με τη χρήση δύο στοιχείων, της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας και του γεωεναλλάκτη.

Το χειμώνα το ρευστό που κυκλοφορεί στον γεωεναλλάκτη απορροφά τη θερμότητα του εδάφους και την αποδίδει στη γεωθερμική αντλία θερμότητας η οποία με τη σειρά της τη μεταφέρει σε μια υψηλότερη θερμοκρασία και την διανέμει στο κτίριο. Αντίθετα, το καλοκαίρι το γεωθερμικό σύστημα μέσω του γεωεναλλάκτη απάγει τη θερμότητα από το κτίριο και την αποδίδει στο έδαφος με αποτέλεσμα την ψύξη του χώρου.

Κατανοητό είναι λοιπόν το γεγονός ότι η γεωθερμία προσφέρει ενέργεια χαμηλού κόστους και διευκολύνει τη θερμική άνεση. Αυτό συμβαίνει γιατί το εν λόγω σύστημα καλείται να θερμάνει ή να ψύξει το χώρο από μια συγκεκριμένη κάθε φορά θερμοκρασία ,αυτή του υπεδάφους και όχι από τη θερμοκρασία του ίδιου του χώρου.

Ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου, τη μορφολογία του και το έδαφος στο οποίο βρίσκεται επιλέγεται ο κατάλληλος τύπος γεωεναλλάκτη. Έτσι έχουμε:

- Σύστημα οριζόντιου γεωεναλλάκτη όπου ένας κατάλληλος χώρος του οικοπέδου σκάβεται σε βάθος 1,20 με 1,50 μέτρα και διαστρώνονται οριζόντια κυκλώματα σωληνώσεων στα οποία ρέει το διάλυμα νερού με αντιψυκτικό υγρό. Τα οριζόντια αυτά συστήματα απαιτούν αρκετό χώρο, πολλές φορές αρκετά μεγαλύτερο από τον θερμαινόμενο χώρο.
- Σύστημα κατακόρυφου γεωεναλλάκτη όπου τα κυκλώματα βρίσκονται 30 έως 100 μέτρα κάθετα στο υπέδαφος με την ίδια λειτουργία όπως στον οριζόντιο γεωεναλλάκτη. Το σύστημα αυτό απαιτεί αισθητά λιγότερο χώρο και χρησιμοποιείται όταν δεν επαρκεί ο εξωτερικός χώρος ή όταν το έδαφος είναι πιο βραχώδες.



Εικόνα 17 Σύστημα οριζόντιου και κατακόρυφου γεωεναλλάκτη

Ανάλογα τώρα με τη θερμοκρασία του υπεδάφους τα γεωθερμικά συστήματα χωρίζονται σε :

- Υψηλής ενθαλπίας: η θερμοκρασία των ρευστών ξεπερνά τους 150°C .
- Μέσης ενθαλπίας: η θερμοκρασία των ρευστών είναι μεταξύ 150°C και 80°C .
- Χαμηλής ενθαλπίας: η θερμοκρασία είναι μεταξύ 80°C και 25°C .

Η γεωθερμική ενέργεια ενώ χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην Ιταλία το 1903 εξαιτίας της μόνιμης παροχής ενέργειας και της μεγάλης εκμετάλλευσης της συνεχίζει να έχει εφαρμογές μέχρι σήμερα σε πολλούς τομείς. Ενδεικτικά, χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για αντιπαγετική προστασία, για βιομηχανικές χρήσεις και για διάφορα άλλα.

Μερικά από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της γεωθερμίας είναι :

- Η γεωθερμική ενέργεια είναι συνεχώς διαθέσιμη όλη τη διάρκεια του χρόνου ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες
- Είναι ιδιαίτερα φιλική προς το περιβάλλον και δεν το επιβαρύνει με εκπομπές βλαβερών ρύπων

- Είναι πλήρως ανανεώσιμη καθώς προέρχεται από τη γη και την ακτινοβολία του ήλιου
- Μπορεί να συνδυαστεί με άλλες τεχνολογίες θέρμανσης/ψύξης όπως πχ τα fan coils

Αν εξαιρέσουμε το υψηλό αρχικό κόστος κατασκευής της, την προϋπόθεση ύπαρξης κατάλληλου χώρου εγκατάστασης και την απαιτητική μελέτη που χρειάζεται για να επιτευχθεί, η γεωθερμία αποτελεί πολύ έξυπνο και καλό τρόπο θέρμανσης και ψύξης.

7. ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ (Z.N.X.)

Η ύπαρξη ζεστού νερού είναι απαραίτητη στα κτίρια και η ζήτησή του εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου και τις δραστηριότητες των ανθρώπων μέσα σ' αυτό. Έτσι κατά την μελέτη ενός κτιρίου είναι αναγκαίος ο καθορισμός της κατανάλωσης του ζεστού νερού χρήσης ανά άτομο όπως προβλέπεται από τους σχετικούς πίνακες του Κ.Εν.Α.Κ. Συγκεκριμένα ο υπολογισμός του Z.N.X. γίνεται με βάση τα τετραγωνικά των χώρων που απαιτούν την ύπαρξή του και όχι για την συνολική επιφάνεια του κτιρίου. Για παράδειγμα οι κοινόχρηστοι χώροι, όπως διάδρομοι, wc κ.α., δεν συνυπολογίζονται στον καθορισμό των απαιτήσεων Z.N.X. είτε ανήκουν σε μία μεγαλύτερη θερμική ζώνη είτε αποτελούν μια ξεχωριστή ζώνη από μόνοι τους.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ημερήσια κατανάλωση Z.N.X.		Ετήσια κατανάλωση Z.N.X.	
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	ανά δομημένη επιφάνεια [ℓ/m ² /ημέρα]	ανά υπνοδωμάτιο [m ³ /υπν./έτος]	ανά δομημένη επιφάνεια [m ³ /m ² /έτος]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία	50	—	27,38	—
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	[ℓ/m ² /ημέρα]	ανά κλίνη [m ³ /κλίνη/έτος]	[m ³ /m ² /έτος]
Ξενοδοχείο ετήσιας	100	—	36,50	—

Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευσης	--	--	--	--
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	--	--	--	--
Φροντιστήριο, ωδείο	--	--	--	--
Νοσοκομείο κάτω των 500 κλινών *	80	--	29,2	--
Νοσοκομείο άνω των 500 κλινών *	120	--	43,9	--
Κλινική*	60	--	22,0	--
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	5	0,75	--	0,2
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	50	--	18,25	--
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	5	1,25	--	0,30
Αναμορφωτήριο, φυλακή, Κρατητήριο	30	6,00	--	2,19
Αστυνομική διεύθυνση	--	--	--	--
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	--	--	--	--
Κατάστημα, φαρμακείο,	--	--	--	--
Ινστιτούτο γυμναστικής**	20	15,00	--	4,68
Κουρείο, κομμωτήριο**	3	2,25	--	0,70
Γραφείο	--	--	--	--
Βιβλιοθήκη	--	--	--	--

Εικόνα 18 Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (σε θερμοκρασία 45οC) ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας

Κύριο μέρος του συστήματος παροχής ζεστού νερού χρήσης αποτελεί ο λέβητας ο οποίος μέσω της καύσης καυσίμου θερμαίνει το νερό. Έπειτα τα δίκτυα διανομής διαθέτοντας κατάλληλη θερμομόνωση μεταφέρουν το νερό στις τερματικές συσκευές χρήσης. Σε όλα τα νέα κτίρια ή στα ριζικά ανακαινιζόμενα είναι απαραίτητη η μερική κάλυψη των αναγκών Ζ.Ν.Χ. από ηλιοθερμικά συστήματα όπου προκαλούν άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε θερμότητα η οποία μεταφέρεται στο νερό θερμαίνοντάς το.

8. ΠΑΘΗΤΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ

Το παθητικό κτίριο είναι ένα κτίριο το οποίο παρέχει εσωτερική θερμική άνεση με όσο το δυνατόν υψηλότερη ενεργειακή απόδοση και φιλικότητα προς το περιβάλλον. Έτσι σε ένα παθητικό κτίριο, στόχος είναι η εξασφάλιση των απαραίτητων εσωτερικών συνθηκών διαβίωσης με τρόπους που έχουν ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις όπως η χρήση της ηλιακής ενέργειας, η εκμετάλλευση των εσωτερικών μονάδων θερμότητας, ο κατάλληλος σχεδιασμός σκίασης και ο φυσικός αερισμός.

Αναπόσπαστο κομμάτι για την δημιουργία αυτού του πρότυπου κτιρίου αποτελεί η θερμομόνωσή του. Συγκεκριμένα, κατά τον σχεδιασμό του κτιριακού κελύφους, πρέπει να επιλέγονται τα κατάλληλα δομικά στοιχεία που να συμβάλλουν στην μόνωση του κτιρίου ώστε να διατηρούνται οι εσωτερικές συνθήκες ανεξάρτητα από τα κλιματικά δεδομένα που επικρατούν. Επιπλέον, η επιλογή σωστά σχεδιασμένων ανοιγμάτων με

μονωμένα κουφώματα συμβάλλει στην βέλτιστη αξιοποίηση των ηλιακών κερδών. Έτσι λοιπόν όταν ένα κτίριο σχεδιαστεί με γνώμονα το παθητικό κτίριο, η διατήρηση των επιθυμητής θερμοκρασίας στο εσωτερικό του μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς τη χρήση ενεργητικής ψύξης ή θέρμανσης.

Τα ενεργειακά κέρδη στα παθητικά κτίρια μπορούν να αγγίξουν το ποσοστό των 80-90 % σε σχέση με τα συμβατικά. Έτσι τα οφέλη που αποκομίζουμε είναι πολλά και σημαντικά και σχετίζονται τόσο με τη θερμική άνεση όσο και με την εξοικονόμηση της ενέργειας.

9. ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ Ν.ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ (ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΜΑΣ)

Το 1937 ο παππούς του νυν ιδιοκτήτη της κλινικής Νικόλαου Ι. Παπαγεωργίου ιδρύει την τότε γνωστή μαιευτική κλινική. Η συγκεκριμένη κλινική στεγάζεται στην οδό Δημητριάδος 221 στο Βόλο. Αρχικά το κτίριο ήταν διώροφο με ημιυπόγειο. Στο ισόγειο υπήρχε το ιατρείο ενώ στον πρώτο όροφο λειτουργούσε η γυναικολογική κλινική με 8 θαλάμους νοσηλείας.

Το 1974 ανέλαβε τη διεύθυνση της κλινικής ο Ιωάννης Παπαγεωργίου γιος του Νικόλαου. Η κλινική τότε απέκτησε την σημερινή της μορφή ως πενταόροφο κτίριο.

Το 2010 το κτίριο αλλάζει χρήση και πλέον λειτουργεί σαν νευρολογική κλινική υπό τη διεύθυνση τώρα του εγγονιού του ιδρυτή επίσης Νικόλαο Παπαγεωργίου.

Η συνολική επιφάνεια της κλινικής ανέρχεται στα 1684.5 τ.μ. και ενδεικτικά περιλαμβάνει τους εξής χώρους:

- 32 θαλάμους με περίπου 74 κλίνες
- Ακτινολογικό και μικροβιολογικό εργαστήριο, εξωτερικό ιατρείο
- Γραφεία υπαλλήλων (γραφείο διευθυντή, γραφείο ιατρών, λογιστήριο κ.α.)
- Διαδρόμους και χώρους αναμονής
- Υπόγειους χώρους(λεβητοστάσιο, μηχανοστάσιο κ.α.)
- Λοιπούς χώρους(αποθήκες, WC, κουζίνα κ.α.)



Εικόνα 19 Εικόνα Πρόσοψη κτιρίου νευρολογικής κλινικής Παπαγεωργίου

10. ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ FINEGREEN

[20]Για την εκπόνηση της συγκεκριμένης μελέτης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Finegreen της 4M. Το Finegreen είναι μια ενεργειακή εφαρμογή BIM της 4M μέσα από την οποία πραγματοποιούνται πιστοποιημένες ενεργειακές μελέτες σε παγκόσμιο επίπεδο. Αποτελεί μια από τις πιο συμφέρουσες επιλογές για την ενεργειακή ανάλυση κτιρίων μέσω της αξιοπιστίας που προσφέρει το EnergyPlus. Το EnergyPlus είναι μια υπολογιστική μηχανή ενεργειακής προσομοίωσης, διεθνώς αναγνωρισμένη, η οποία παρέχει προηγμένες δυνατότητες μοντελοποίησης στον χρήστη με στόχο τον προσδιορισμό ενεργειακά αποδοτικότερων λύσεων κατά τον κτιριακό σχεδιασμό τόσο σε επίπεδο κελύφους όσο και των συστημάτων που ενσωματώνονται μέσα σ' αυτό. Το Finegreen είναι το μόνο λογισμικό BIM που συνδυάζει παράλληλα περιβάλλοντα σχεδίασης 2D-3D και χρησιμοποιεί τη μορφή DWG ως μορφή αρχείου.

Παρά τις πολυάριθμες δυνατότητες του, ο σχεδιασμός του Finegreen το καθιστά εύκολο στη χρήση του. Μέσω του φιλικού περιβάλλοντος σχεδίασης και της συμβατότητας του με μια σειρά προγραμμάτων με ευρεία χρήση όπως το Autocad, το Finegreen αποτελεί μια έξυπνη λύση για την ενεργειακή μελέτη κτιρίων.

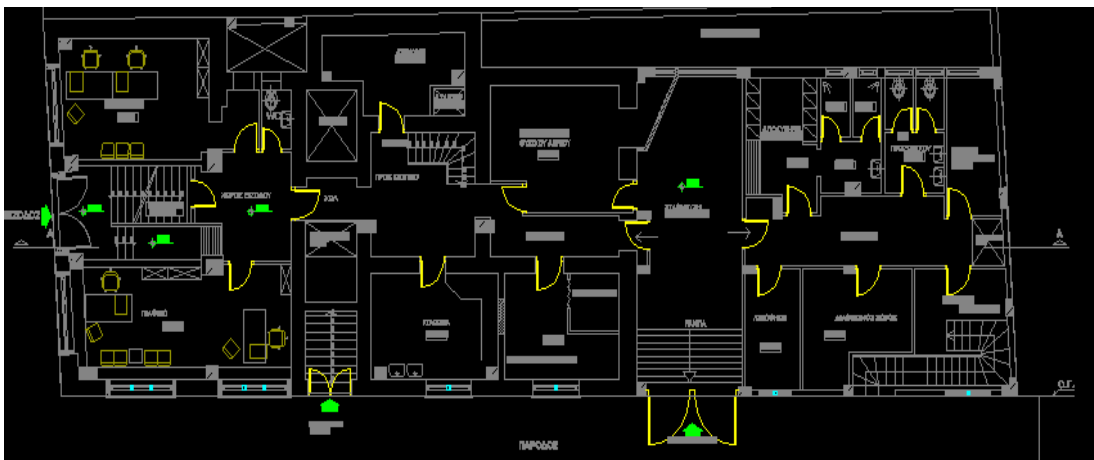
Σε πρώτο στάδιο το λογισμικό επικεντρώνεται στο σχεδιασμό του κτιριακού κελύφους. Δηλαδή, μέσω των πλούσιων βιβλιοθηκών που διαθέτει, δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει τα χαρακτηριστικά που επιθυμεί να έχει το κτίριο. Συγκεκριμένα εισάγει δεδομένα που σχετίζονται με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, τον προσανατολισμό του, τα δομικά στοιχεία του κελύφους και από άλλα συμπληρωματικά δεδομένα που είναι απαραίτητα για τον σχηματισμό μιας ολοκληρωμένης ταυτότητας της κτιριακής εγκατάστασης. Επιπλέον επικεντρώνεται στις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες του κτιρίου που θα εξασφαλίζουν θερμική άνεση στο χρήστη. Έτσι παρέχει διάφορα συστήματα κλιματισμού τα οποία μπορεί να επιλέξει ο χρήστης καθώς επίσης και μια σειρά από άλλες παραμέτρους τις οποίες εισάγει ο χρήστης για την αναλυτική μοντελοποίηση του κτιρίου.

Τέλος μετά το στάδιο της σχεδίασης, το Finegreen είναι έτοιμο να εξάγει τα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Τα αποτελέσματα οργανώνονται σε λεπτομερείς πίνακες, γραφήματα

και γραφικές παραστάσεις προκειμένου να γίνει εύκολη η συγκριτική αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων.

10.1 ΤΟ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Οι κατόψεις του κτιρίου που θα εισαχθούν στο λογισμικό Finegreen για να πραγματοποιηθεί η μελέτη είναι οι εξής:



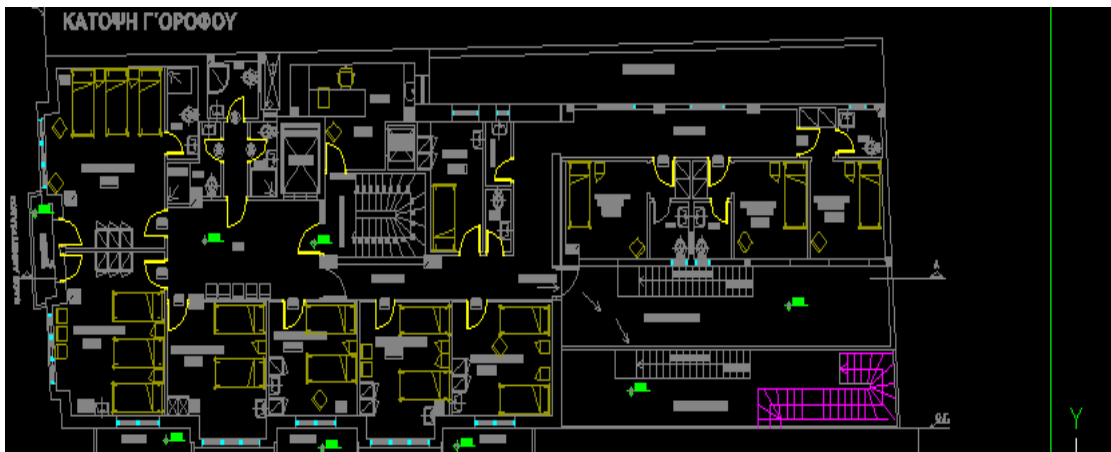
Εικόνα 20 Κάτοψη Υπογείου



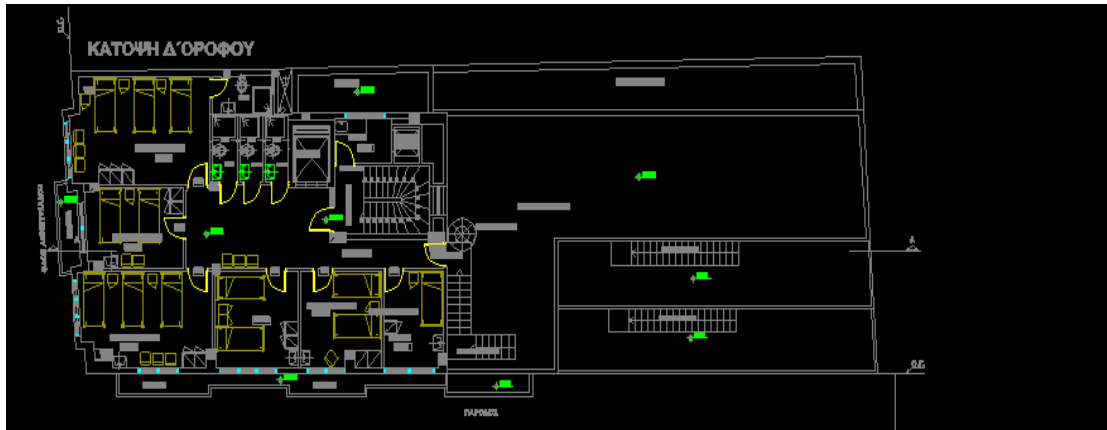
Εικόνα 21 Κάτοψη Α' Ορόφου



Εικόνα 22 Κάτοψη Β' Ορόφου



Εικόνα 23 Κάτοψη Γ' Ορόφου



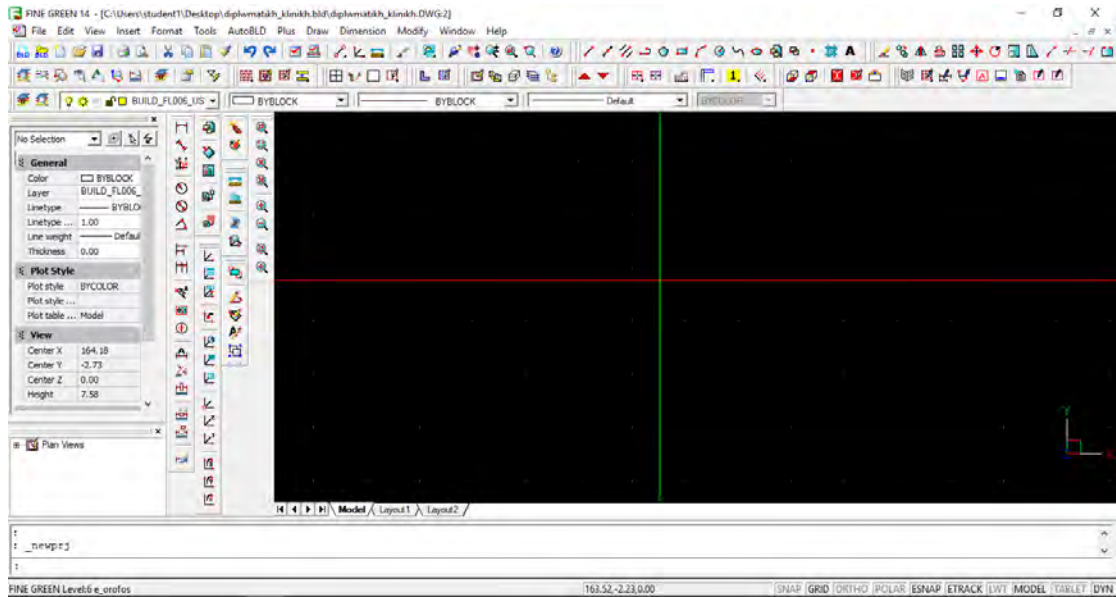
Εικόνα 24 Κάτοψη Δ'Ορόφου



Εικόνα 25 Κάτοψη Ε'Ορόφου

10.2 ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

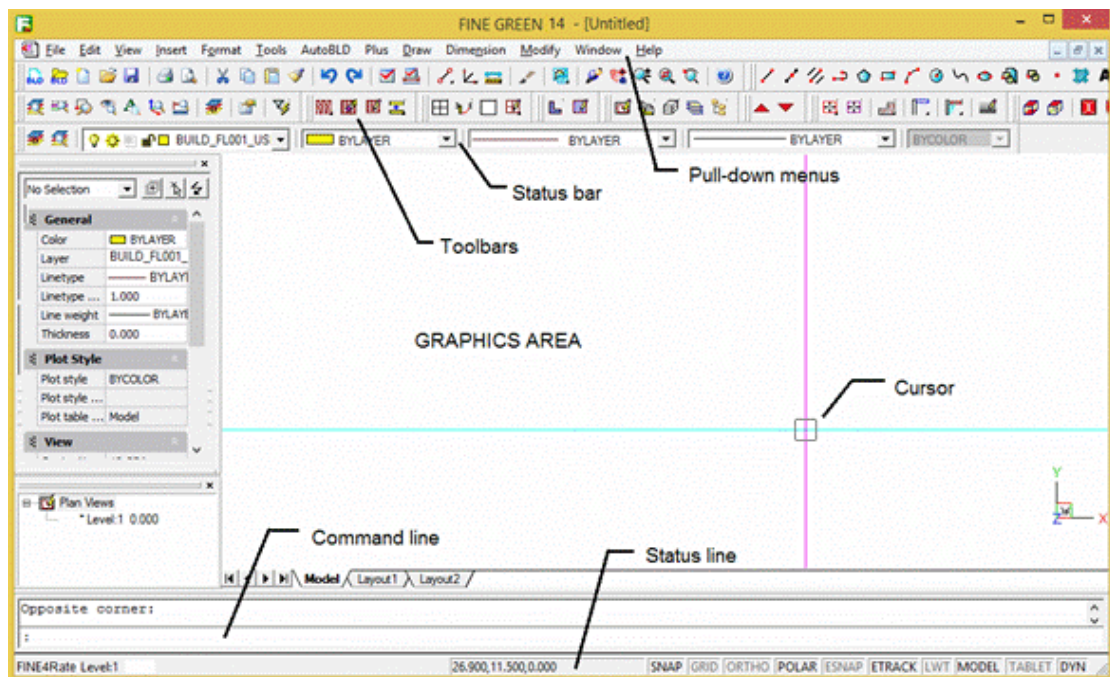
Μετά την σωστή εγκατάσταση του προγράμματος ο χρήστης είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει το λογισμικό. Με το άνοιγμα του προγράμματος εμφανίζεται το κύριο μενού και το αρχικό περιβάλλον όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 26 Αρχικό περιβάλλον λογισμικού

Στο σημείο αυτό είναι σκόπιμο να αναφέρουμε κάποιες βασικές λειτουργίες από το αρχικό περιβάλλον του προγράμματος.

Ενδεικτικά το περιβάλλον εργασίας χωρίζεται στις εξής περιοχές όπως φαίνεται στην εικόνα.



Εικόνα 27 Περιοχές του περιβάλλοντος εργασίας

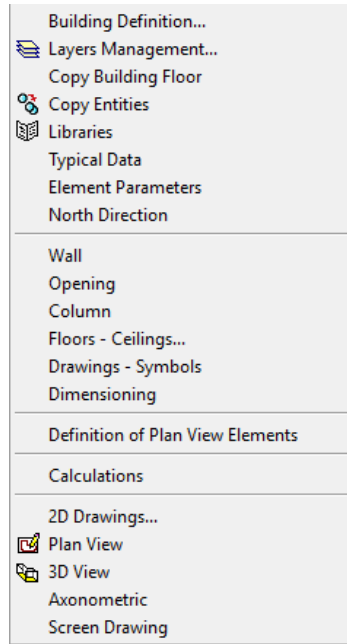
Το **command line** είναι η περιοχή στην οποία εισάγονται οι εντολές που δίνει ο χρήστης και εμφανίζονται τα μηνύματα των εντολών.

Η **GRAPHICS AREA** καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της οθόνης και είναι η περιοχή όπου γίνεται η δημιουργία και η επεξεργασία των σχεδίων.

Ο **cursor**, δηλαδή ο δρομέας χρησιμοποιείται για την σχεδίαση, την επιλογή αντικειμένων και την εκτέλεση εντολών από τα μενού. Ανάλογα με την τρέχουσα εντολή ή ενέργεια, ο δρομέας μπορεί να εμφανιστεί με διάφορες μορφές ανάλογα την εντολή που επιλέχθηκε.

Το **pull-down menus** είναι εκείνο το τμήμα που περιλαμβάνει εντολές οι οποίες όταν επιλεγθούν εμφανίζουν ένα αναπτυσσόμενο μενού που περιέχει μια σειρά παραμέτρων ανάλογα με το είδος της εντολής. Πιο συγκεκριμένα οι εντολές που περιλαμβάνει είναι οι εξής:

- **File:** περιλαμβάνει ενέργειες που σχετίζονται με το project
- **Edit:** περιλαμβάνει επιλογές διόρθωσης (undo, redo) και ενέργειες που σχετίζονται με αντιγραφή δεδομένων (cut, copy)
- **View:** αφορά επιλογές που σχετίζονται με την απεικόνιση του σχεδίου (3D viewpoint)
- **Insert:** παρέχει τη δυνατότητα στον χρήστη να εισάγει δεδομένα
- **Format:** περιλαμβάνει επιλογές διαμόρφωσης διάφορων χαρακτηριστικών (χρώμα, linetype, μονάδες μέτρησης κ.α.)
- **Tools:** περιλαμβάνει βοηθητικές ενέργειες κατά την σχεδίαση
- **AutoBLD:** περιλαμβάνει τις βασικότερες ενέργειες που αφορούν το υπολογιστικό και σχεδιαστικό κομμάτι της μελέτης.



Εικόνα 28 Επιλογές μέσα από το πεδίο AutoBLD

- Plus: είναι μια σειρά επιπρόσθετων εργαλείων με στόχο να βοηθήσουν τον χρήστη κατά την σχεδίαση
- Draw: αφορά εντολές σχεδιασμού διάφορων γραμμών (Line, Polyline, Circle κ.α)
- Dimension: περιλαμβάνει εντολές που σχετίζονται με τη διαστασιολόγηση
- Modify: σχετίζεται με εντολές τροποποίησης (move, rotate, trim κ.α.)
- Window: σχετίζεται με τα παράθυρα εργασίας (new window, close)
- Help: περιλαμβάνει χρήσιμες οδηγίες για να καθοδηγήσει τον χρήστη και να λύσει τυχόν απορίες του

Το **toolbars** περιλαμβάνει εργαλεία που χρησιμοποιούνται κατά τη δημιουργία και επεξεργασία του σχεδίου. Ο χρήστης μπορεί να κανονίσει ποια εργαλεία θέλει να εμφανίζονται στην οθόνη κάθε φορά. Για να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει μια γραμμή εργαλείων, πρέπει να πατήσει δεξί κλικ με το ποντίκι στο τμήμα που υπάρχουν οι γραμμές εργαλείων και να επιλέξει από τη σχετική λίστα αυτές που χρειάζεται.

Η περιοχή **status line** είναι η γραμμή που εμφανίζεται στο κάτω μέρος της οθόνης και αναγράφει το τρέχον επίπεδο, την κατάσταση του σχεδίου και τις τρέχουσες συντεταγμένες

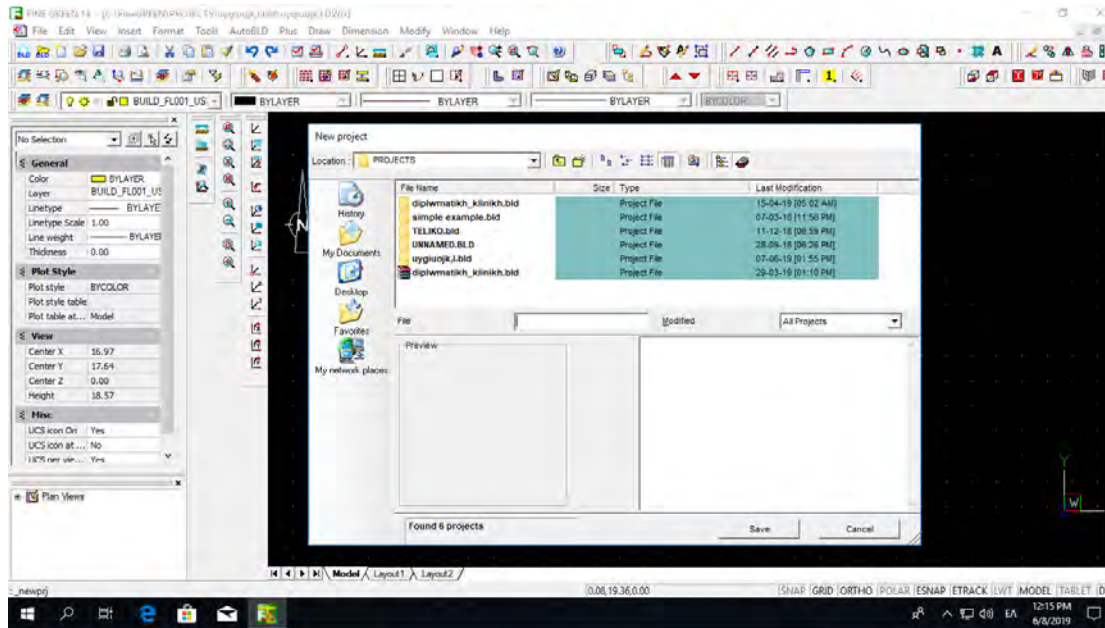
του κέρσορα. Επίσης, από το συγκεκριμένο τμήμα, ο χρήστης μπορεί να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει εργαλεία όπως τα SNAP, GRID, ORTHO , κ.α.

- **SNAP:** Εάν έχει επιλεγεί "Snap", η κίνηση του δρομέα γραφικών μπορεί να μην είναι συνεχής αλλά να ακολουθεί μια συγκεκριμένη αύξηση (ελάχιστη απόσταση κίνησης). Για να αλλάξει ο χρήστης την αύξηση, κάνει δεξί κλικ με το ποντίκι στο "SNAP" και επιλέγει "Ρυθμίσεις". Για να την ενεργοποιήσει ή να την απενεργοποιήσει, κάνει διπλό κλικ στο εικονίδιο "SNAP".
- **GRID:** Το πλέγμα οθόνης είναι ένα σχέδιο κάθετων και οριζόντιων κουκκίδων, οι οποίες τοποθετούνται στα σημεία τομής των αξόνων ενός φανταστικού πλέγματος. Το πλέγμα μπορεί να ενεργοποιηθεί ή να απενεργοποιηθεί κάνοντας κλικ στο αντίστοιχο εικονίδιο ή πατώντας το πλήκτρο F7.
- **ORTHO:** Η λειτουργία "Ortho" περιορίζει τον κέρσορα σε οριζόντια ή κάθετη κίνηση. Η εντολή ενεργοποιείται ή απενεργοποιείται κάνοντας κλικ στο αντίστοιχο εικονίδιο ή πατώντας το πλήκτρο F8.

10.2.1 ΔΗΜΗΟΥΡΓΙΑ ΝΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο χρήστης πατώντας το κουμπί File → New project δημιουργεί την δική του νέα μελέτη. Στη συνέχεια ανοίγει ένα παράθυρο στο οποίο καλείται να δώσει το όνομα της μελέτης και αφού κάνει Save δημιουργείται αυτόματα ένα αρχείο με κατάληξη .bld .

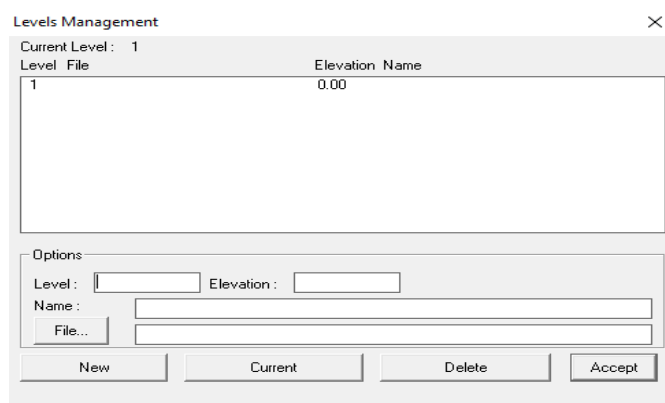
Αν η μελέτη υπάρχει ήδη και ο χρήστης θέλει να την επεξεργαστεί τότε πατώντας στο κουμπί File → Select project ανοίγει την επιθυμητή μελέτη.



Εικόνα 29 Δημιουργία νέας μελέτης

10.2.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Πριν ο χρήστης αρχίσει να δημιουργεί το κέλυφος του κτιρίου, πρέπει να ορίσει τα επίπεδα του εισάγοντας τις κατόψεις μία μία ξεχωριστά. Από το αρχείο στο οποίο βρίσκονται όλες οι κατόψεις κάνοντας ξεχωριστό block την καθεμία, μέσω της εντολής WBLOCK απομονώνει κάθε κάτοψη δημιουργώντας ξεχωριστά αρχεία που στο καθένα υπάρχει μόνο μία. Στη συνέχεια καθορίζουμε τα επίπεδα του κτιρίου. Συγκεκριμένα, από το μενού επιλέγουμε AutoBLD → Building Definition και εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο.



Εικόνα 30 Παράθυρο καθορισμού επιπέδων κτιρίου

Στο πεδίο **Level** ορίζουμε το εκάστοτε επίπεδο του κτιρίου. Η αρίθμηση των επιπέδων αυτών ξεκινάει από το νούμερο 1.

Στο πεδίο **Elevation** ορίζουμε το ύψος που φτάνει κάθε όροφος. Μπορεί να πάρει και αρνητικές τιμές σε περίπτωση που αναφερόμαστε σε επίπεδα κάτω από την στάθμη αναφοράς όπως υπόγεια.

Στο πεδίο **Name** ορίζουμε το όνομα του κάθε ορόφου.

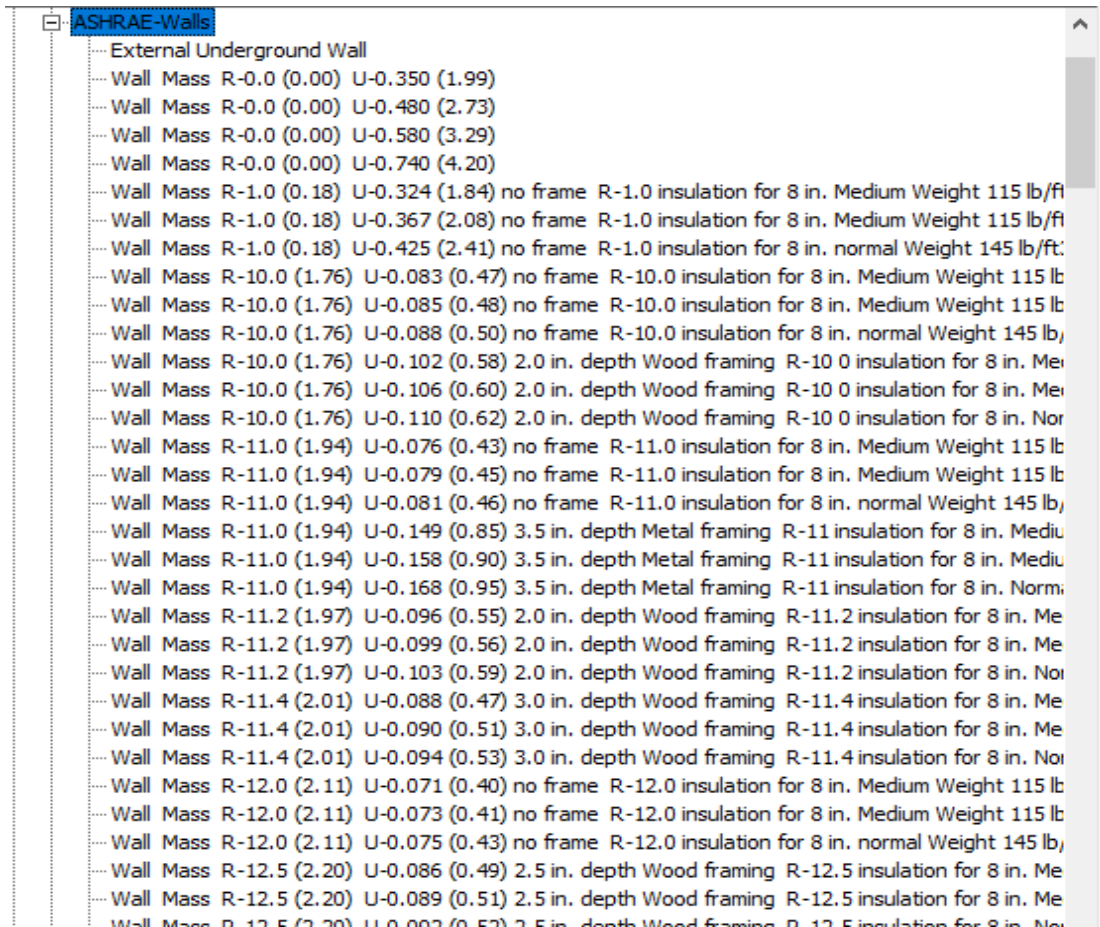
Τέλος στο πεδίο **File** εισάγουμε το σχέδιο DWG που περιέχει την κάτοψη του κάθε ορόφου.

Αφού τελειώσει ο ορισμός ενός ορόφου πατώντας **Accept** αποθηκεύονται τα στοιχεία που δώσαμε και μέσω του κουμπιού New μπορούμε να δημιουργήσουμε το επόμενο επίπεδο επαναλαμβάνοντας τα παραπάνω βήματα.

10.2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Στο στάδιο αυτό, ο χρήστης καλείται να ορίσει τα δομικά στοιχεία από τα οποία θα αποτελούνται οι τοίχοι κατά την δημιουργία του κελύφους. Το πρόγραμμα προσφέρει μέσω των βιβλιοθηκών του μια σειρά από έτοιμες τοιχοποιίες τις οποίες μπορεί ο χρήστης να επιλέξει. Ωστόσο δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργήσει την δική του τοιχοποιία επιλέγοντας τα κατάλληλα δομικά στοιχεία ώστε να εξυπηρετούνται οι ανάγκες της μελέτης. Θα πρέπει όμως να ελέγχεται για κάθε νέα τοιχοποιία ο συντελεστής θερμοπερατότητας ώστε οι τιμές τους να μην ξεπερνούν τα επιτρεπόμενα όρια όπως προβλέπει ο Κ.Εν.Α.Κ.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα τμήμα της βιβλιοθήκης που περιέχει τις ήδη υπάρχουσες εξωτερικές τοιχοποιίες



Εικόνα 31 Τμήμα της βιβλιοθήκης του λογισμικού για την εξωτερική τοιχοποιία

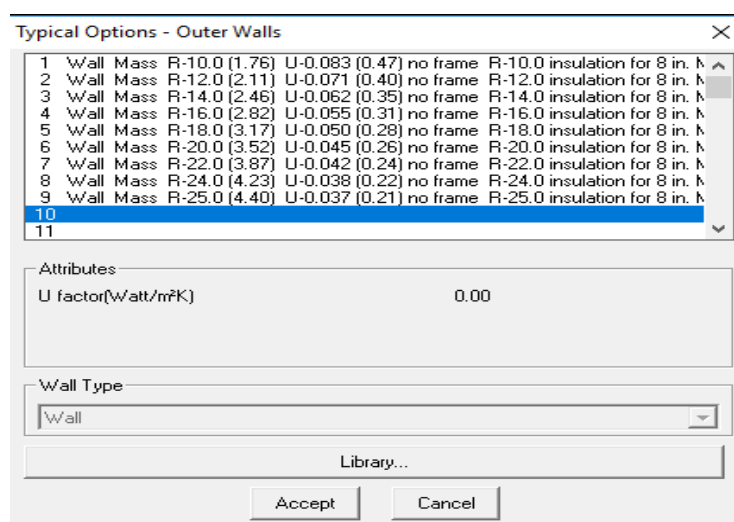
10.2.3.1 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στην δική μας μελέτη δημιουργήσαμε τη δική μας τοιχοποιία με τα χαρακτηριστικά που επιθυμούσαμε. Συγκεκριμένα, η τοιχοποιία έχει πάχος 0,3 εκατοστά και αποτελείται από 5 στρώσεις υλικών (σοβάς, τούβλο, μόνωση, τούβλο, σοβάς) όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 32 Παράθυρο δημιουργίας νέας τοιχοποιίας

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι 0.275 και σύμφωνα με τον σχετικό πίνακα του Κ.Εν.Α.Κ. η τιμή του είναι επιτρεπτή. Αφού έχουμε δημιουργήσει την δική μας τοιχοποιία, πατώντας στο AutoBLD → Typical Data → Outer Wall πρέπει να την προσθέσουμε στην σχετική λίστα με αυτές που αφορούν το project . Συγκεκριμένα, όπως φανερώνει και η παρακάτω εικόνα, επιλέγουμε την τοιχοποιία μέσα από το Library και πατώντας Accept την προσθέτουμε.



Εικόνα 33 Εισαγωγή τοιχοποιίας για χρήση της στη μελέτη

➤ Σχεδιασμός τοιχοποιίας

Ο χρήστης μέσα από το μενού AutoBLD μπορεί να βρει όλες τις εντολές που αφορούν την τοποθέτηση και την επεξεργασία των τοιχοποιιών. Για την σχεδίαση τους πρέπει να πατήσει AutoBLD → Wall → Outer Wall και αυτόματα ανοίγει ένα νέο παράθυρο όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

The image shows a software dialog box titled "Outer Wall". It has a close button (X) in the top right corner. The dialog is divided into several sections:

- Wall Type:** Two radio buttons, "Straight" (selected) and "Curved".
- Cleanup Join:** A checked checkbox.
- Type...:** A button.
- Color 3D...:** A button with a magenta color swatch and the text "BYLAYER".
- Color 3D...:** A button with a magenta color swatch and the text "BYLAYER".
- Color 2D...:** A button with a magenta color swatch and the text "BYLAYER".
- Attributes:** A section with "U Factor: 0.400".
- Connection with Roof:** A section with an unchecked checkbox, a "Roof <" button, and "Raise height: 0.00".
- Wall Type:** Two radio buttons, "Outer" (selected) and "Outer to Adjacent Building".
- Elevation:** A text box with "0.00".
- Height:** A text box with "3.00".
- Thickness:** A text box with "0.25".
- Length 1:** A text box with "0.00".
- Length 2:** A text box with "0.00".
- Beam:** A section with a checked checkbox, a "Beam..." button, and a "Fixed side:" dropdown menu set to "Fixed wall side".
- Thermal Bridges:** A section with an unchecked checkbox and a "Thermal Bridges..." button.
- Cantilever:** A section with an empty text box.

At the bottom of the dialog are "Accept" and "Cancel" buttons.

Εικόνα 34 Επιλογή τοιχοποιίας για σχεδίαση

Στο πεδίο **Wall Type** καθορίζουμε το είδος της τοιχοποιίας. Συγκεκριμένα, επιλέγουμε το straight αν είναι ευθεία ή το curved αν είναι καμπύλη. Επίσης καθορίζουμε αν η τοιχοποιία είναι εξωτερική ή εξωτερική προς γειτονικό κτίριο επιλέγοντας Outer ή Outer to Adjacent Building αντίστοιχα.

Στο πεδίο **Type** επιλέγουμε ποια τοιχοποιία θα χρησιμοποιήσουμε κατά την σχεδίαση. Στην δική μας περίπτωση επιλέγεται το W10 καθώς ήταν η κενή θέση του typical data που προστέθηκε η χρησιμοποιούμενη τοιχοποιία.

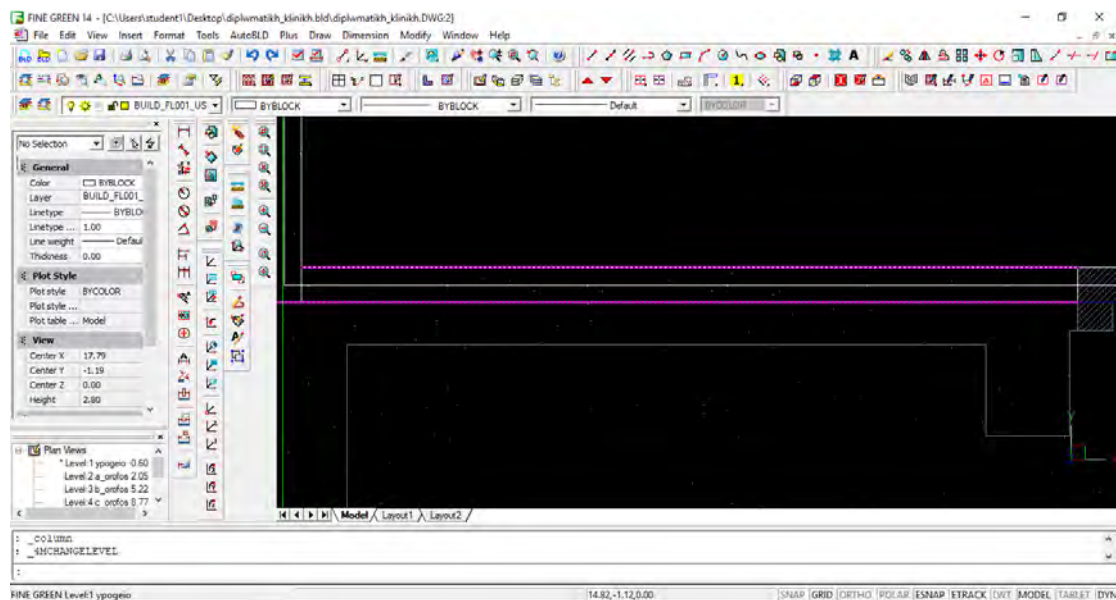
Στα πεδία **Height** και **Thickness** καθορίζουμε τις διαστάσεις της τοιχοποιίας.

Το πεδίο **Beam** αφορά την ύπαρξη ή όχι δοκαριού καθώς και το είδος και τις διαστάσεις του.

Το πεδίο **Thermal Bridges** σχετίζεται με τη ύπαρξη θερμογεφυρών στον τοίχο.

Τέλος πατώντας **Accept** αποθηκεύονται οι ρυθμίσεις και ο χρήστης είναι έτοιμος να προβεί στην σχεδίαση του τοίχου.

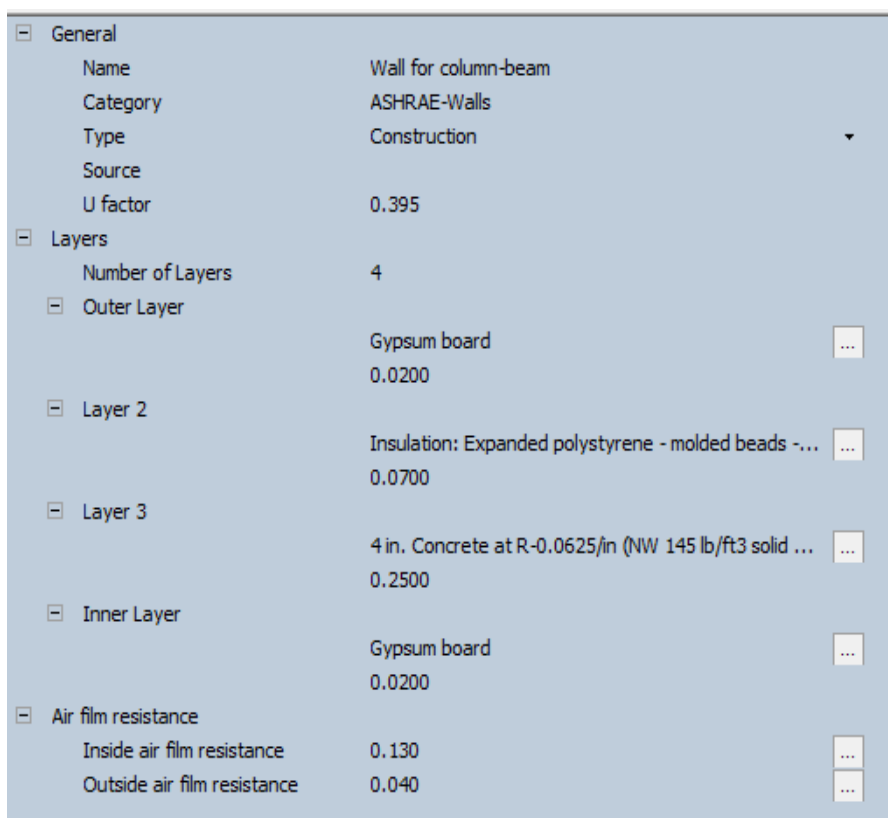
Για την σχεδίαση του τοίχου ο χρήστης καλείται να ορίσει με το ποντίκι το σημείο έναρξης του τοίχου, το σημείο τερματισμού και την κατεύθυνση προς την οποία θα αναπτυχθεί ο τοίχος μέσω ενός πλευρικού σημείου. Μόλις ολοκληρώσει αυτές τις ενέργειες γίνεται αυτόματα η τοποθέτηση του τοίχου πάνω στο σχέδιο.



Εικόνα 35 Απεικόνιση τοιχοποιίας

10.2.3.2 ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΚΟΛΩΝΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Εκτός από την εξωτερική τοιχοποιία, για την ολοκλήρωση του κελύφους του κτιρίου απαραίτητη ήταν η εισαγωγή κολονών. Για αυτό το λόγο χρειάστηκε να δημιουργήσουμε τη δική μας κολόνα με τα χαρακτηριστικά που επιθυμούσαμε. Συγκεκριμένα, η κολόνα που προσθέσαμε στη σχετική βιβλιοθήκη έχει πάχος 0.36 εκατοστά και αποτελείται από 4 στρώσεις υλικών (σοβάς, μόνωση, μετό, σοβάς) όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.

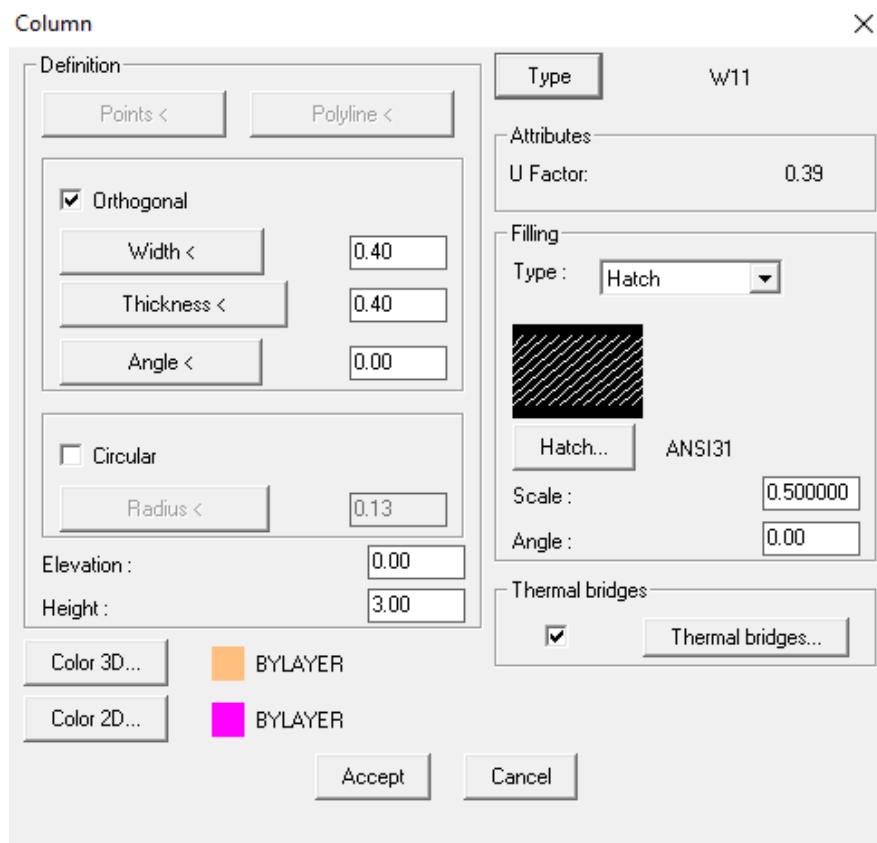


Εικόνα 36 Παράθυρο δημιουργίας εξωτερικών κολονών

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι 0.395 και σύμφωνα με τον σχετικό πίνακα του Κ.Εν.Α.Κ. η τιμή του είναι επιτρεπτή. Αφού έχουμε δημιουργήσει την δική μας κολόνα, πατώντας στο AutoBLD → Typical Data → Outer Wall πρέπει να την προσθέσουμε στην σχετική λίστα με αυτές που αφορούν το project ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί..

➤ Σχεδιασμός κολόνας

Ο χρήστης μέσα από το μενού AutoBLD μπορεί να βρει όλες τις εντολές που αφορούν την τοποθέτηση και την επεξεργασία των κολονών. Για την σχεδίαση τους πρέπει να πατήσει AutoBLD → Column → Placement και αυτόματα ανοίγει ένα νέο παράθυρο όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 37 Επιλογή εξωτερικών κολονών για σχεδίαση

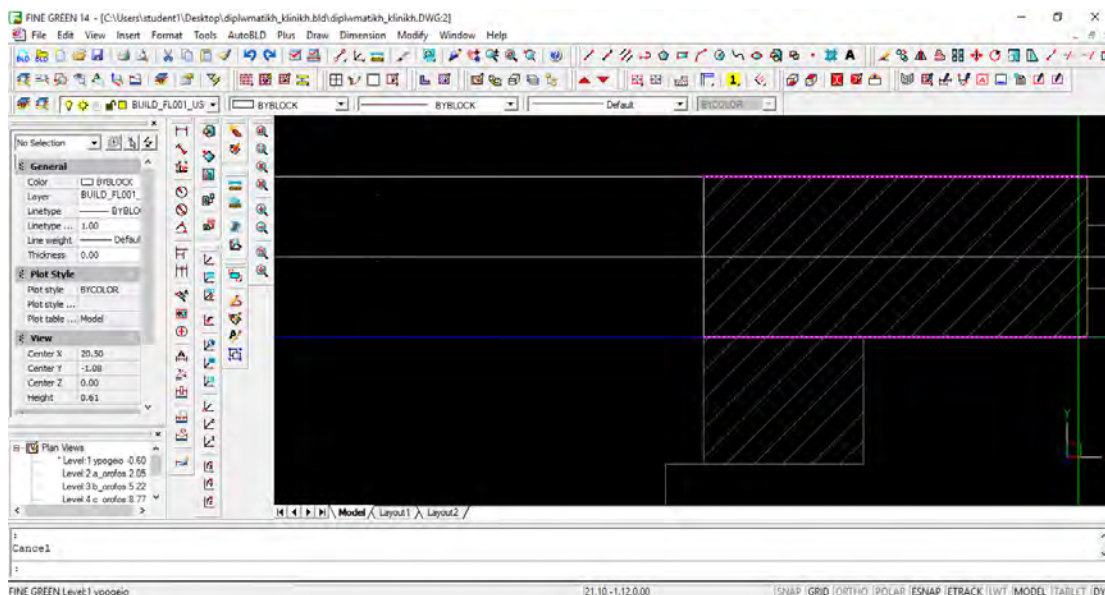
Στο πεδίο **Type** επιλέγουμε ποια κολόνα θα χρησιμοποιήσουμε κατά την σχεδίαση. Στην δική μας περίπτωση επιλέγεται το W11 καθώς ήταν η κενή θέση του typical data που προστέθηκε η χρησιμοποιούμενη κολόνα.

Στα πεδία **Height** και **Thickness** καθορίζουμε τις διαστάσεις της κολόνας.

Το πεδίο **Thermal Bridges** σχετίζεται με τη ύπαρξη θερμογεφυρών στην κολόνα.

Τέλος πατώντας **Accept** αποθηκεύονται οι ρυθμίσεις και ο χρήστης είναι έτοιμος να προβεί στην σχεδίαση της κολόνας.

Κατά την σχεδίαση της κολόνας ο χρήστης επιλέγει με το ποντίκι το σημείο και τη γωνία εισαγωγής της και η κολόνα τοποθετείται στο σχέδιο αυτόματα.

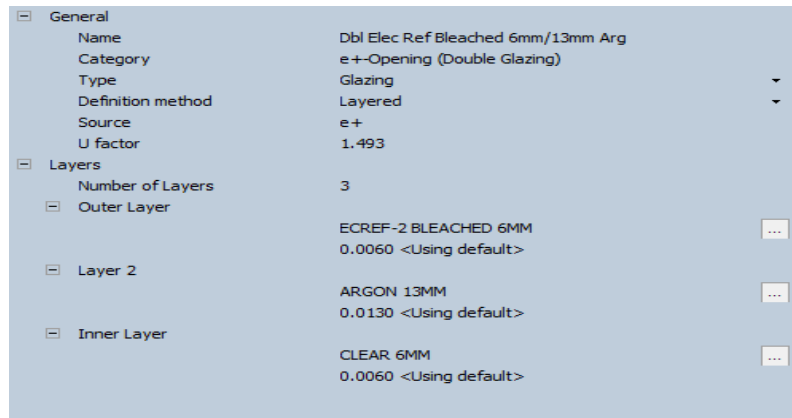


Εικόνα 38 Απεικόνιση εξωτερικής κολόνας

10.2.3.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

Στο στάδιο αυτό ο χρήστης καλείται να επιλέξει τον τύπο ανοιγμάτων που θα χρησιμοποιήσει κατά την μελέτη του. Μέσα από τις βιβλιοθήκες που προσφέρει το Finegreen μπορεί να επιλέξει κάποιο έτοιμο τύπο πόρτας ή παραθύρου ή να δημιουργήσει κάποιο δικό του με τα χαρακτηριστικά που επιθυμεί.

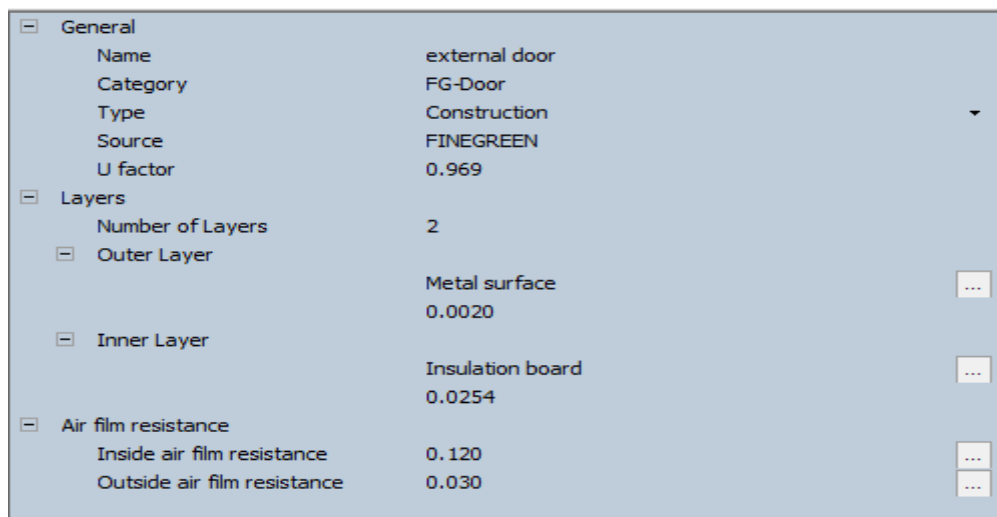
Στη δική μας μελέτη ο τύπος παραθύρου που επιλέχθηκε, ήταν μέσα από τη βιβλιοθήκη του λογισμικού και τα χαρακτηριστικά του δίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 39 Παράθυρο δημιουργίας ανοιγμάτων

Συγκεκριμένα, το παράθυρο αποτελείται από 3 στρώσεις (γυαλί, διάκενο Arg, γυαλί) και ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι 1.493, τιμή η οποία είναι επιτρεπτή.

Όσον αφορά τις εξωτερικές πόρτες που χρησιμοποιήθηκαν, δημιουργήσαμε έναν κατάλληλο τύπο για τη μελέτη αυτή με όνομα external door και τον προσθέσαμε στη βιβλιοθήκη. Στην εικόνα παρουσιάζονται τα υλικά που απαρτίζουν την πόρτα καθώς και ο συντελεστής θερμοπερατότητας που στη συγκεκριμένη περίπτωση έχει τιμή 0.969 .

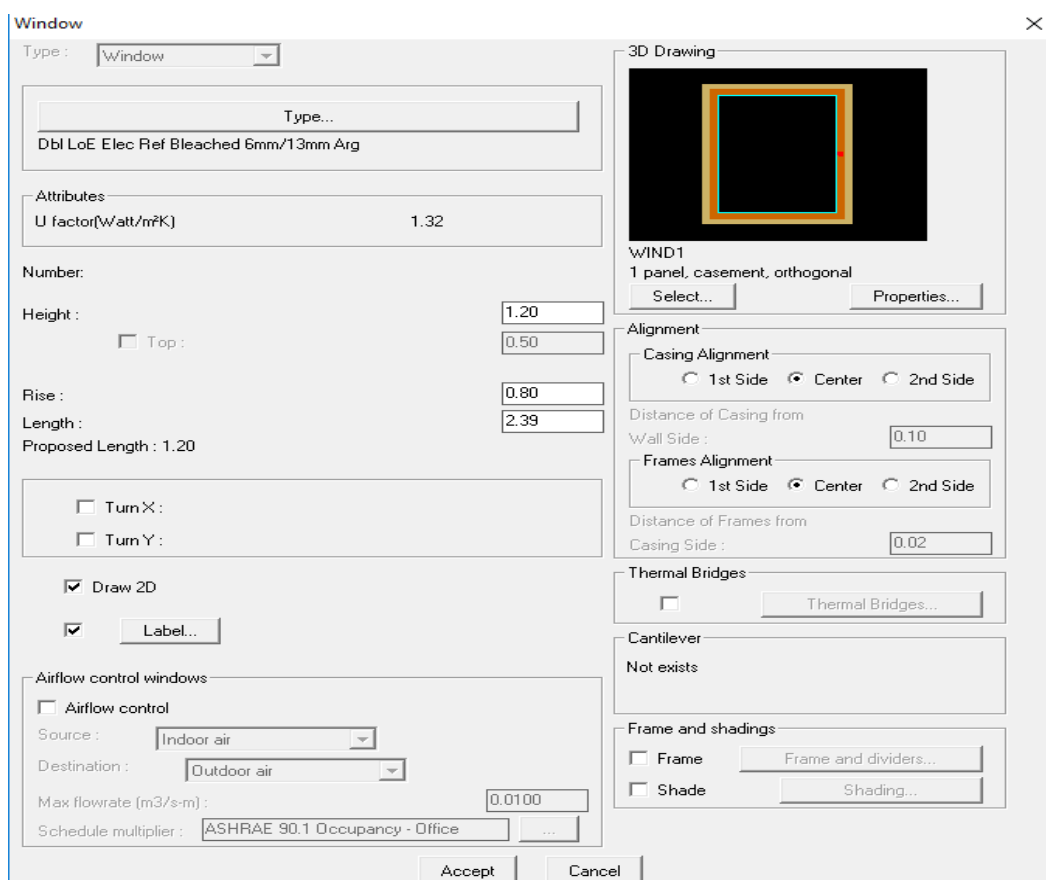


Εικόνα 40 Παράθυρο δημιουργίας εξωτερικής πόρτας

➤ Σχεδιασμός ανοιγμάτων

Η σχεδίαση των ανοιγμάτων γίνεται και αυτή μέσω της επιλογής AutoBLD. Συγκεκριμένα, ο χρήστης επιλέγει AutoBLD → Opening → Window ή AutoBLD → Opening → Door για την σχεδίαση παραθύρων ή πορτών αντίστοιχα.

Στην πρώτη επιλογή, δηλαδή στην σχεδίαση παραθύρων εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο.



Εικόνα 41 Επιλογή ανοιγμάτων για σχεδίαση

Μέσα από το παράθυρο αυτό ο χρήστης καλείται να καθορίσει τις απαραίτητες παραμέτρους που αφορούν την τοποθέτηση των παραθύρων.

Αρχικά μέσα από το πεδίο **Type** επιλέγει τον τύπο του παραθύρου που θα χρησιμοποιήσει.

Επιπλέον τα πεδία **Height**, **Length** και **Rise** καθορίζουν τα διαστάσεις του.

Το πεδίο **Thermal Bridges** σχετίζεται με τη ύπαρξη θερμογεφυρών στα παράθυρα.

Τέλος πατώντας **Accept** αποθηκεύονται οι ρυθμίσεις και ο χρήστης είναι έτοιμος να προβεί στην σχεδίαση.

Στην δεύτερη επιλογή, δηλαδή τη σχεδίαση των εξωτερικών πορτών , εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο.

Εικόνα 42 Επιλογή πόρτας για σχεδίαση

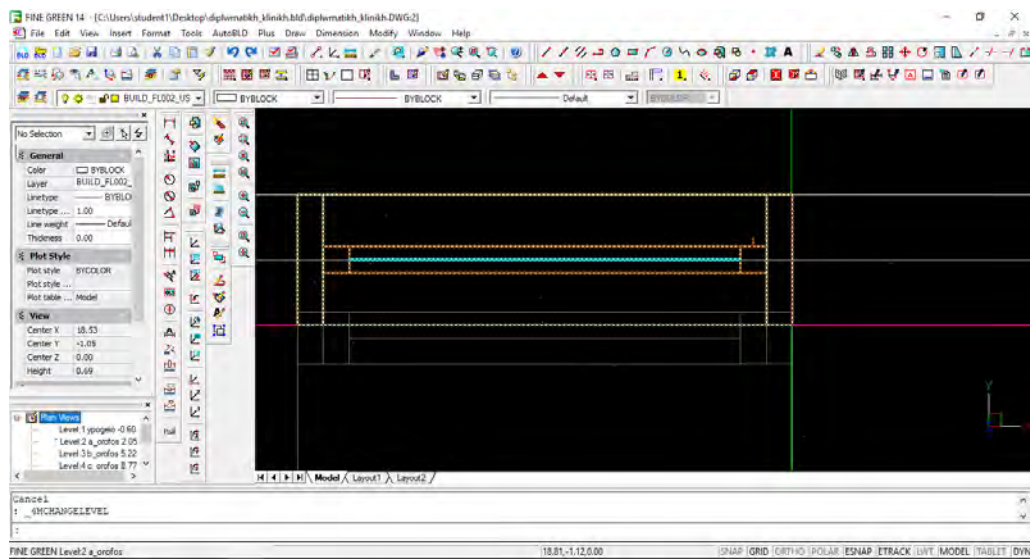
Αρχικά μέσα από το πεδίο **Type** επιλέγεται ο τύπος της πόρτας που θα χρησιμοποιήσει.

Από τα πεδία **Height**, **Length** και **Rise** καθορίζονται οι διαστάσεις της.

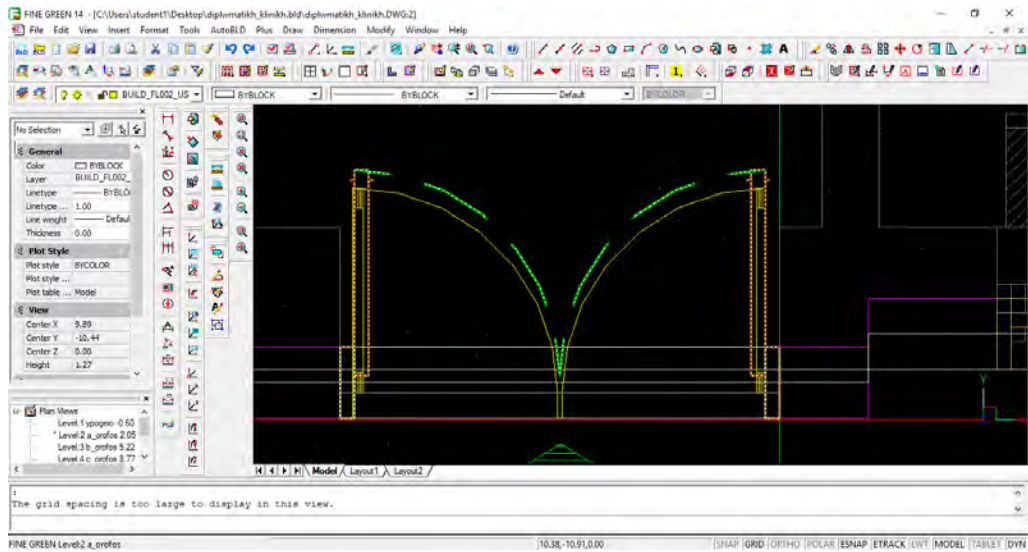
Το πεδίο **Thermal Bridges** σχετίζεται με τη ύπαρξη θερμογεφυρών στις πόρτες.

Τέλος πατώντας **Accept** αποθηκεύονται οι ρυθμίσεις και ο χρήστης είναι έτοιμος να προβεί στην σχεδίαση.

Η σχεδίαση και η τοποθέτηση των ανοιγμάτων πάνω στο σχέδιο είναι πολύ απλή . Ο χρήστης, έχοντας ακολουθήσει πρώτα τα παραπάνω βήματα, το μόνο που καλείται να κάνει είναι να επιλέξει τον τοίχο στον οποίο θα τοποθετηθεί το άνοιγμα και να ορίσει με το ποντίκι το σημείο έναρξης και τερματισμού του. Η διαδικασία αυτή είναι η ίδια είτε το άνοιγμα είναι παράθυρο είτε πόρτα.



Εικόνα 43 Απεικόνιση παραθύρου



Εικόνα 44 Απεικόνιση εξωτερικής πόρτας

10.2.3.4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΑΠΕΔΩΝ

Η εισαγωγή δαπέδων στο σχέδιο είναι απαραίτητη για την εκπόνηση της μελέτης. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει κάποιον έτοιμο τύπο δαπέδου μέσα από τη σχετική βιβλιοθήκη ή να δημιουργήσει έναν δικό του. Στη δική μας μελέτη δημιουργήσαμε ένα καινούργιο τύπο δαπέδου με τα χαρακτηριστικά που επιθυμούσαμε όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

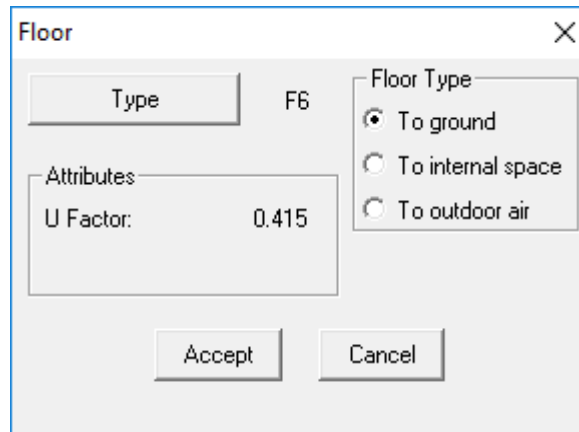
[-] General	
Name	Slab-On-Grade Floor to Heated s
Category	ASHRAE-Floors (ground)
Type	Ground floor
Definition method	Layered
Source	
U factor	0.415
[-] Layers	
Number of Layers	5
[-] Outer Layer	Gypsum board 0.0200
[-] Layer 2	Insulation: Expanded polystyrene - . 0.0500
[-] Layer 3	Concrete block (filled) 0.1500
[-] Layer 4	Stucco 0.0400
[-] Inner Layer	Acoustic tile 0.0200

Εικόνα 45 Παράθυρο δημιουργίας δαπέδου

Συγκεκριμένα το δάπεδο αποτελείται από 5 στρώσεις υλικών (πλακάκι, γύψο, μετό, μόνωση , σοβά) και ο συντελεστής θερμοπερατότητας, που υπολογίζεται αυτόματα, έχει τιμή 0.415 ,τιμή η οποία είναι επιτρεπτή.

➤ Σχεδιασμός δαπέδων

Η σχεδίαση των δαπέδων γίνεται μέσα από την επιλογή AutoBLD. Συγκεκριμένα ο χρήστης επιλέγει το AutoBLD → Floors – Ceilings → Floor και στη συνέχεια εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο.



Εικόνα 46 Επιλογή δαπέδου για σχεδίαση

Στο πεδίο **Type** επιλέγεται το δάπεδο το οποίο θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε.

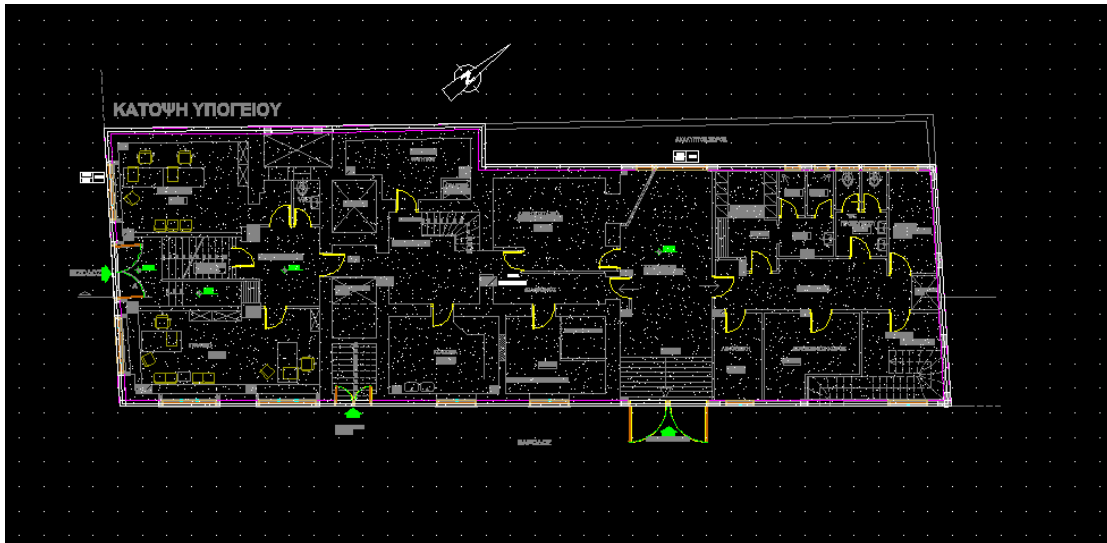
Στο πεδίο **Floor Type** επιλέγεται αν το δάπεδο αναφέρεται σε φυσικό έδαφος και σε θερμαινόμενο ή μη χώρο.

Στη δική μας μελέτη στην κάτοψη του υπογείου κατά την τοποθέτηση του δαπέδου επιλέξαμε την ρύθμιση “ To ground “.

Αντίθετα , στους ενδιάμεσους ορόφους, κατά την τοποθέτηση των δαπέδων επιλέξαμε τη ρύθμιση “ To internal space “ μιας και όλοι οι χώροι είναι θερμαινόμενοι.

Πατώντας **Accept** αποθηκεύονται η ρυθμίσεις και μπορεί να ξεκινήσει η σχεδίαση.

Για την σχεδίασή του, ο χρήστης καλείται να επιλέξει με το ποντίκι τα σημεία τα οποία θα ορίσουν την επιθυμητή επιφάνεια του δαπέδου. Αφού γίνει αυτό, το δάπεδο δημιουργείται αυτόματα.



Εικόνα 47 Απεικόνιση δαπέδου

10.2.3.5 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΟΡΟΦΩΝ

Παράλληλα με την εισαγωγή δαπέδων είναι απαραίτητη και η εισαγωγή οροφών. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει κάποιον έτοιμο τύπο οροφής μέσα από τη σχετική βιβλιοθήκη ή να δημιουργήσει έναν δικό του. Στη δική μας μελέτη δημιουργήσαμε ένα καινούργιο τύπο με τα χαρακτηριστικά που επιθυμούσαμε όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

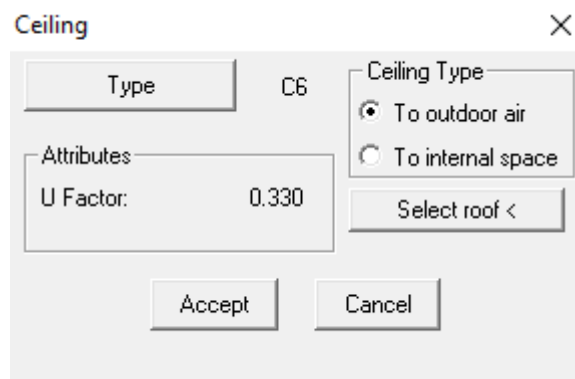
General	
Name	Roof EPAL -5 layers-
Category	ASHRAE-Roofs
Type	Construction
Source	
U factor	0.33
Layers	
Number of Layers	5
Outer Layer	Acoustic tile 0.0200
Layer 2	Stucco 0.0400
Layer 3	Insulation: Expanded polystyrene - molded beads - ... 0.0800
Layer 4	4 in. Concrete at R-0.0625/in (NW 145 lb/ft3 solid ... 0.1500
Inner Layer	Gypsum board 0.0200
Air film resistance	
Inside air film resistance	0.130

Εικόνα 48 Παράθυρο δημιουργίας οροφών

Συγκεκριμένα η οροφή αποτελείται από 5 στρώσεις υλικών (σοβάς, μπετό, μόνωση, γύψος, πλακάκι) και ο συντελεστής θερμοπερατότητας, που υπολογίζεται αυτόματα, έχει τιμή 0.33, τιμή η οποία είναι επιτρεπτή.

➤ Σχεδιασμός οροφής

Η σχεδίαση των οροφών γίνεται μέσα από την επιλογή AutoBLD. Συγκεκριμένα ο χρήστης επιλέγει το AutoBLD → Floors – Ceilings → Ceiling και στη συνέχεια εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο.



Εικόνα 49 Επιλογή οροφής για σχεδίαση

Στο πεδίο **Type** επιλέγεται η οροφή που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε.

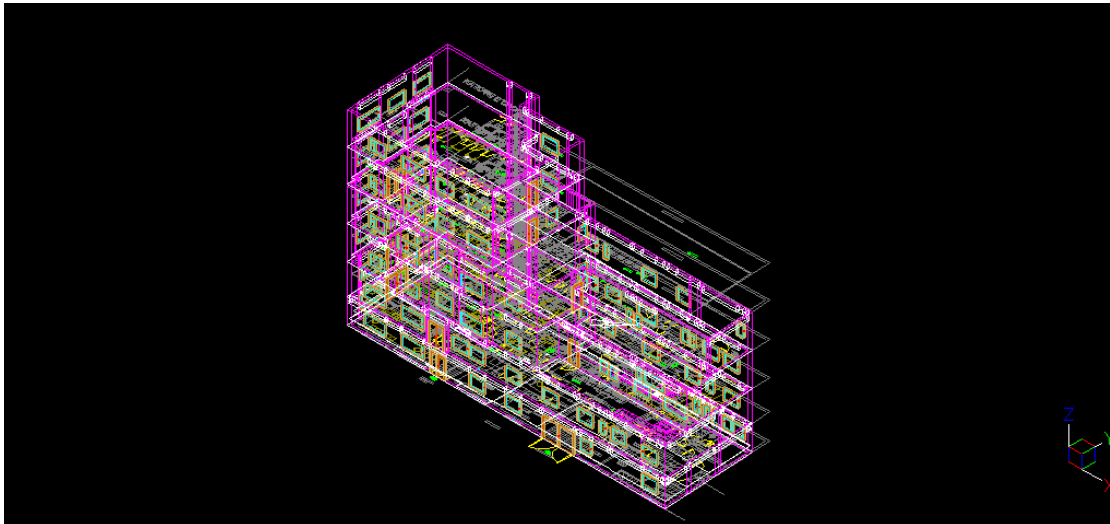
Στο πεδίο **Ceiling Type** επιλέγεται αν η οροφή αναφέρεται σε εξωτερικό ή εσωτερικό χώρο.

Στη δική μας μελέτη οροφές βάλαμε στον τελευταίο όροφο καθώς επίσης και στα τμήματα των ενδιάμεσων επιπέδων τα οποία ήταν εκτεθειμένα στον ατμοσφαιρικό αέρα καθώς ο από πάνω όροφος στα αντίστοιχα σημεία ήταν εξωτερικός χώρος. Επομένως και στις δύο περιπτώσεις επιλέξαμε τη ρύθμιση “ To outdoor air “ .

Δεν χρειάστηκε να βάλουμε οροφές ανάμεσα στα θερμαινόμενα τμήματα των ενδιάμεσων επιπέδων καθώς η σύνδεσή τους έγινε μέσω της τοποθέτησης του σχετικού δαπέδου.

Τέλος, πατώντας **Accept** αποθηκεύονται οι ρυθμίσεις και μπορεί να γίνει η σχεδίαση της οροφής.

Για την σχεδίασή της, ο χρήστης καλείται να επιλέξει με το ποντίκι τα σημεία τα οποία θα ορίσουν την επιθυμητή επιφάνεια της οροφής. Αφού γίνει αυτό, η οροφή δημιουργείται αυτόματα.

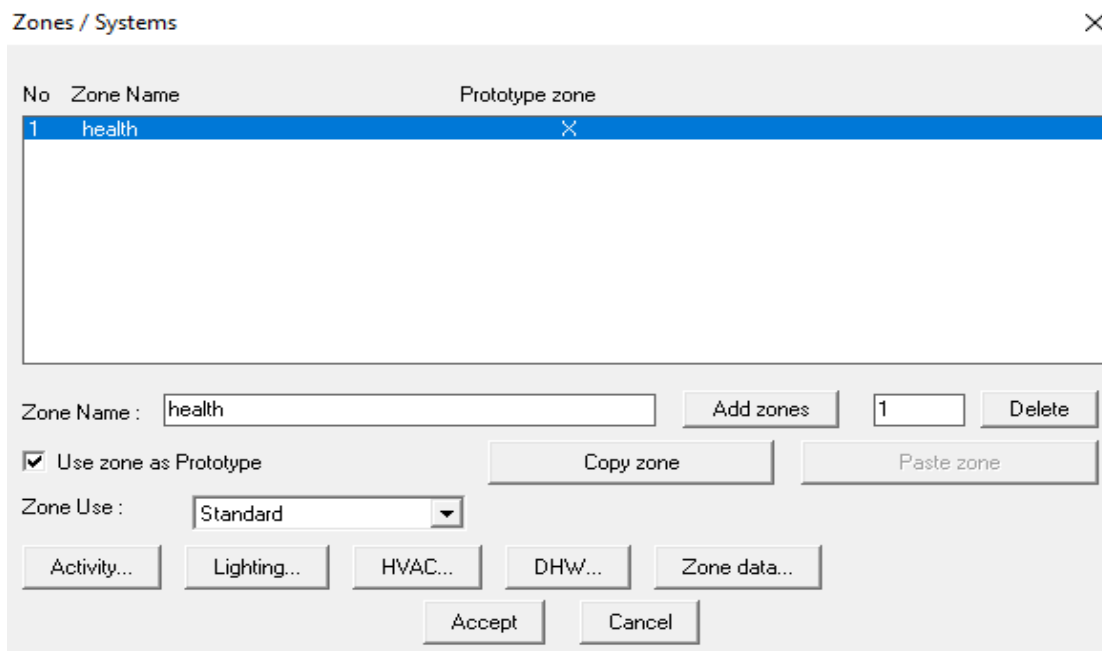


Εικόνα 50 Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου

10.2.4 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Ο καθορισμός θερμικών ζωνών αποτελεί βασικό στάδιο για την εκπόνηση μιας ενεργειακής μελέτης ενός κτιρίου καθώς μέσα από αυτές προσδιορίζονται διάφοροι παράμετροι που αφορούν το κτίριο. Στη δική μας μελέτη, ορίσαμε όλο το κτίριο σαν μία ενιαία θερμική ζώνη καθώς όλοι οι χώροι έχουν παρόμοια χρήση.

Για τη δημιουργία θερμικών ζωνών ο χρήστης επιλέγει τη λειτουργία AutoBLD → Element Parameters → Zones/Systems και εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο.



Εικόνα 51 Ορισμός θερμικών ζωνών

Μέσα από το πεδίο **Add zones** μπορεί να προστεθούν περισσότερες θερμικές ζώνες .

Στο πεδίο **Zone Name** δίνεται το όνομα της ζώνης που δημιουργήθηκε.

Το πεδίο **Zone Use** αφορά τη χρήση της ζώνης και μπορεί να επιλεχθεί μία από τις επιλογές Standard (ο χώρος θερμαίνεται ή ψύχεται), Semi exterior unconditioned (η ζώνη δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης/ψύξης), Cavity, Plenum και Semiheated (η ζώνη θερμαίνεται σε χαμηλή στάθμη). Στη μελέτη μας χρησιμοποιήσαμε την επιλογή Standard μιας και υπάρχουν συστήματα θέρμανσης και ψύξης.

Τέλος τα πεδία **Activity**, **Lighting**, **HVAC**, **DHW**, **Zone data** αφορούν σημαντικές παραμέτρους που χαρακτηρίζουν κάθε θερμική ζώνη και θα αναλυθούν παρακάτω.

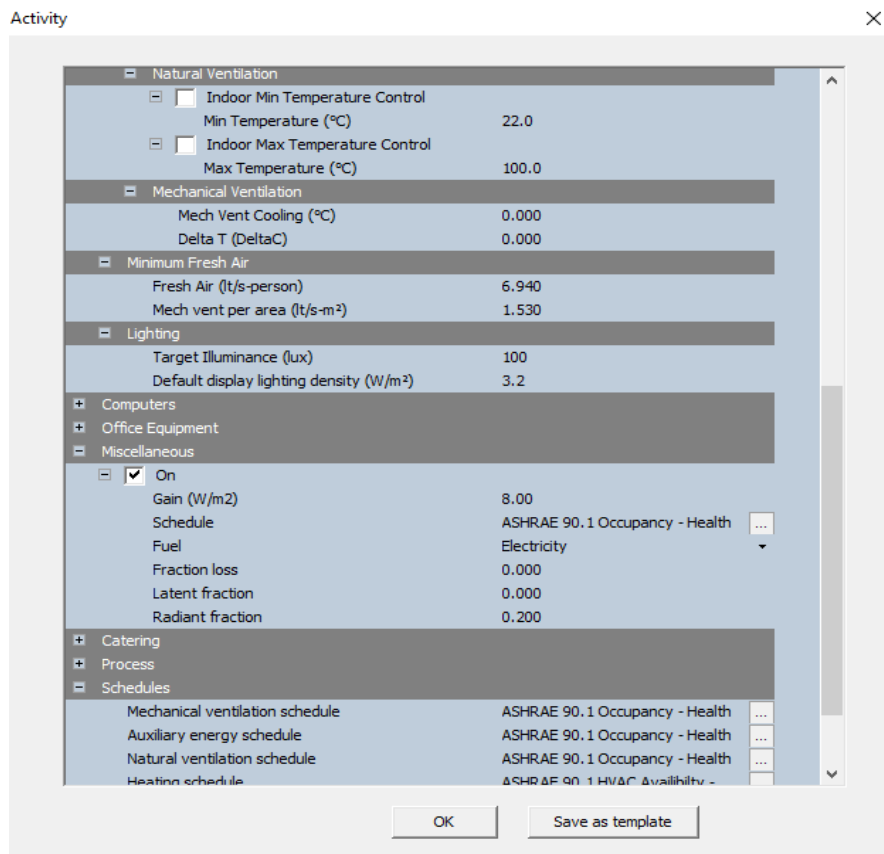
Προκειμένου ο χρήστης να εισάγει τις θερμικές ζώνες στο σχέδιο πρέπει να επιλέξει την λειτουργία AutoBLD → Definition of Plan View Elements → Building Zone Definition. Η σχεδίαση μπορεί να γίνει με δύο τρόπους , είτε επιλέγοντας όλους τους περιμετρικούς τοίχους χωρίς την παρουσία ενδιάμεσων κενών είτε με την επιλογή ενός σημείου. Στη δεύτερη περίπτωση το πρόγραμμα ανιχνεύει από την αρχή μέχρι το τέλος το σύνολο της τοιχοποιίας και δημιουργεί τη θερμική ζώνη.

10.2.4.1 ACTIVITY DATA

Πατώντας την επιλογή Activity μέσα από το παράθυρο που ορίζουμε τις ζώνες ανοίγει το παρακάτω παράθυρο που αποτελείται από μια σειρά παραμέτρων που πρέπει να καθοριστούν .

Activity template	
Template	Office Buildings - Office space ...
<input type="checkbox"/> Exclude zone from thermal calculations	
Floor Areas and Volumes	
Floor area (m2)	1684.50
Occupancy	
Density (people/m2)	0.2100
Schedule	ASHRAE 90.1 Occupancy - Health ...
Metabolic	
Metabolic rate per person (W/person)	0.000 ...
Factor (men=1.00, women=0.85, children=0.75)	1.00
CO2 generation rate (m3/s-W)	0.000000382
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)	13.200
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
Ventilation Setpoint Temperatures	

Εικόνα 52 Τμήμα Activity template



Εικόνα 53 Τμήμα Activity template

- Template: αφορά την επιλογή που πρέπει να κάνει ο χρήστης σχετικά με το πρότυπο δραστηριοτήτων που χαρακτηρίζει την θερμική ζώνη. Αφού επιλέξει κάποιο πρότυπο από τη σχετική βιβλιοθήκη, συμπληρώνονται αυτόματα τα περισσότερα πεδία τα οποία όμως μπορούν να δεχτούν επεξεργασία ατομικά από τον χρήστη.
- Floor Area: συμπληρώνεται αυτόματα και δείχνει τα τετραγωνικά μέτρα που καταλαμβάνει η εκάστοτε θερμική ζώνη.

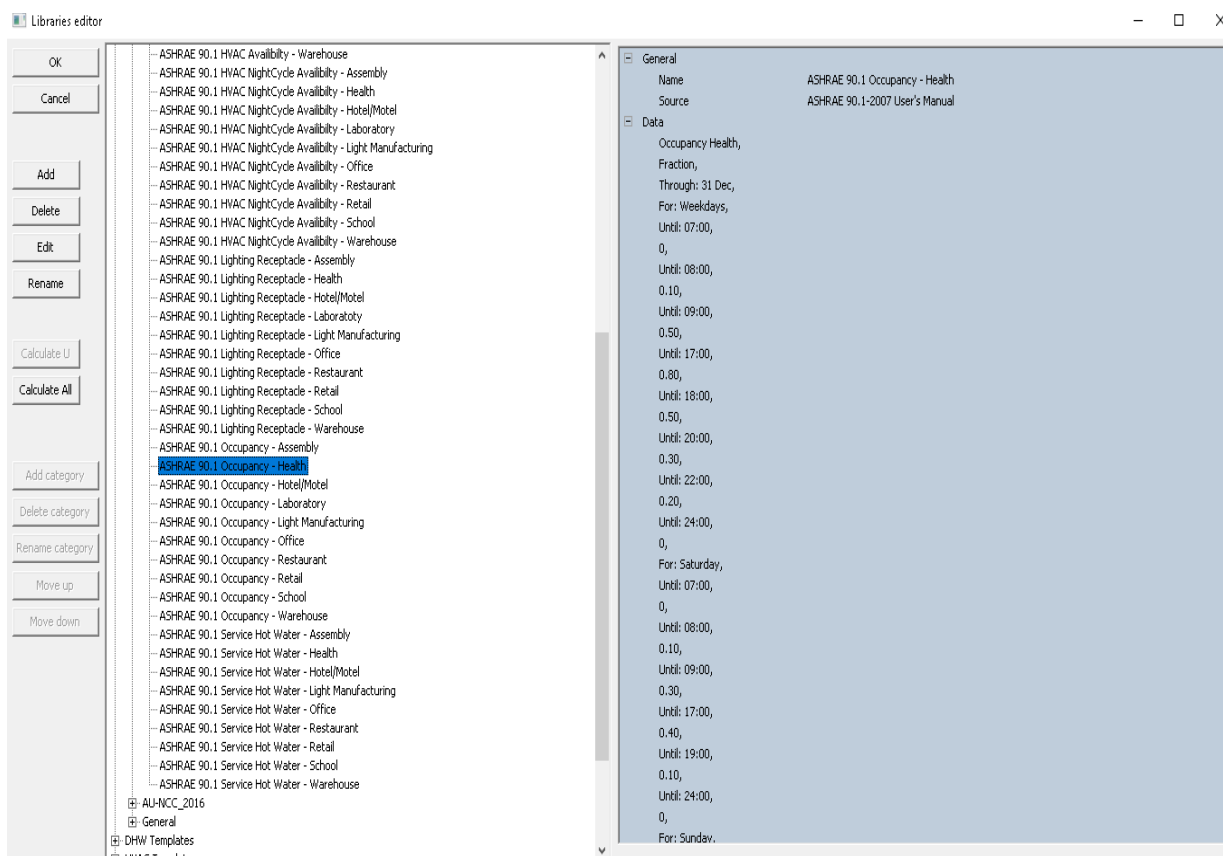
- Occupancy: Ο χρήστης θα πρέπει να ορίσει την πυκνότητα ατόμων ανά m² (density) και το χρονοδιάγραμμα χρήσης της θερμικής ζώνης (schedule) ώστε να μπορούν να προσδιοριστούν τα θερμικά κέρδη.
- Metabolic: το πεδίο αυτό σχετίζεται με την ποσότητα θερμικού κέρδους ανά άτομο (w/person). Η ποσότητα αυτή ποικίλει ανάλογα με τη δραστηριότητα των ατόμων και πρέπει να συμπληρωθεί ανάλογα (Metabolic rate per person) .
- Clothing: μέσα από το πεδίο αυτό μπορεί να ρυθμιστεί το επίπεδο ένδυσης των χρηστών για θερινή και χειμερινή περίοδο.
- Generic Contaminant Generation: μέσα από το πεδίο αυτό προσδιορίζεται ο ρυθμός δημιουργίας μολυσματικών ουσιών.
- DHW: το πεδίο αυτό αφορά την κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης. Ο χρήστης καλείται να ρυθμίσει την ποσότητα ζεστού νερού που παρέχεται ανά ημέρα. Προφανώς και θα πρέπει να καθοριστεί σύστημα ζεστού νερού χρήσης και να συμπεριληφθεί στο σύνολο των συστημάτων ώστε να γίνουν οι ανάλογοι υπολογισμοί κατανάλωσης.
- Environmental Control: το πεδίο αυτό σχετίζεται με μια σειρά παραμέτρων που αφορούν τις συνθήκες εντός της ζώνης. Συγκεκριμένα:
 - ✓ Heating/cooling setpoint Temperature: το πεδίο αυτό αναφέρεται στη θερμοκρασία αέρα της ζώνης και καθορίζει τις ιδανικές θερμοκρασίες θέρμανσης και ψύξης, όταν χρησιμοποιείται σύστημα θέρμανσης και ψύξης αντίστοιχα.
 - ✓ Heating/cooling set back Temperature: το πεδίο αυτό αφορά περιπτώσεις που το κτίριο δεν είναι κατειλημμένο (αργίες, σαββατοκύριακα, νύχτα) και έτσι απαιτούνται μικρά φορτία θέρμανσης και ψύξης. Στο πεδίο αυτό καθορίζεται η ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία, ώστε να πραγματοποιηθεί θέρμανση και

ψύξη αντίστοιχα με στόχο να μην επικρατούν ακραίες εσωτερικές συνθήκες και να αποφευχθεί η μεγάλη απαίτηση σε ενέργεια κατά την κανονική λειτουργία του κτιρίου.

- ✓ Humidity Control: το πεδίο αυτό σχετίζεται με τον έλεγχο της υγρασία στη θερμική ζώνη. Συγκεκριμένα καθορίζονται τα επίπεδα εκκίνησης της ύγρανσης (Humidification Setpoint) και της αφύγρανσης (Dehumidification Setpoint) των χώρων, τα οποία λαμβάνουν τιμή από 0– 100 % ώστε να επικρατούν φυσιολογικά επίπεδα υγρασίας.
- ✓ Natural Ventilation: το πεδίο αυτό αφορά τον φυσικό αερισμό. Εάν ο χρήστης θέλει να ενεργοποιήσει τον φυσικό αερισμό πρέπει να ορίσει την ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία για τον έλεγχό του.
- ✓ Minimum Fresh Air: μέσα από το πεδίο αυτό ορίζονται οι απαιτήσεις καθαρού αέρα της ζώνης σύμφωνα με τη μέθοδο υπολογισμού του αέρα που έχει καθοριστεί για τον μηχανικό αερισμό στην καρτέλα HVAC (per person, per area, per person +per area).
- ✓ Lighting: μέσα από το πεδίο αυτό καθορίζονται η φωτεινότητα (Lux) και η ένταση φωτισμού ανάλογα με το είδος της ζώνης.
- Computers: σχετίζεται με τα θερμικά κέρδη ανά μονάδα επιφάνειας δαπέδου που οφείλονται στην ύπαρξη υπολογιστών ή άλλων εξοπλισμών στην ζώνη.
- Office Equipment: σχετίζεται με τα θερμικά κέρδη ανά μονάδα επιφάνειας δαπέδου που οφείλονται στον εξοπλισμό γραφείου.
- Miscellaneous: σχετίζεται με τα θερμικά κέρδη ανά μονάδα επιφάνειας δαπέδου που οφείλονται σε διάφορους εξοπλισμούς.

- **Catering:** σχετίζεται με τα θερμικά κέρδη ανά μονάδα επιφάνειας δαπέδου που οφείλονται στο μαγείρεμα και σε άλλες δραστηριότητες εστίασης.
- **Process:** σχετίζεται με τα θερμικά κέρδη ανά μονάδα επιφάνειας δαπέδου που οφείλονται σε δραστηριότητες επεξεργασίας.
- **Schedules:** ο χρήστης πρέπει να επιλέξει τα χρονοπρογράμματα λειτουργίας για το σύστημα HVAC, τον εξοπλισμό φωτισμού και το ζεστό νερό χρήσης. Ο χρήστης μπορεί να φορτώσει το κατάλληλο schedule επιλέγοντας ένα πρότυπο δραστηριότητας μέσα από τις βιβλιοθήκες του Finegreen.

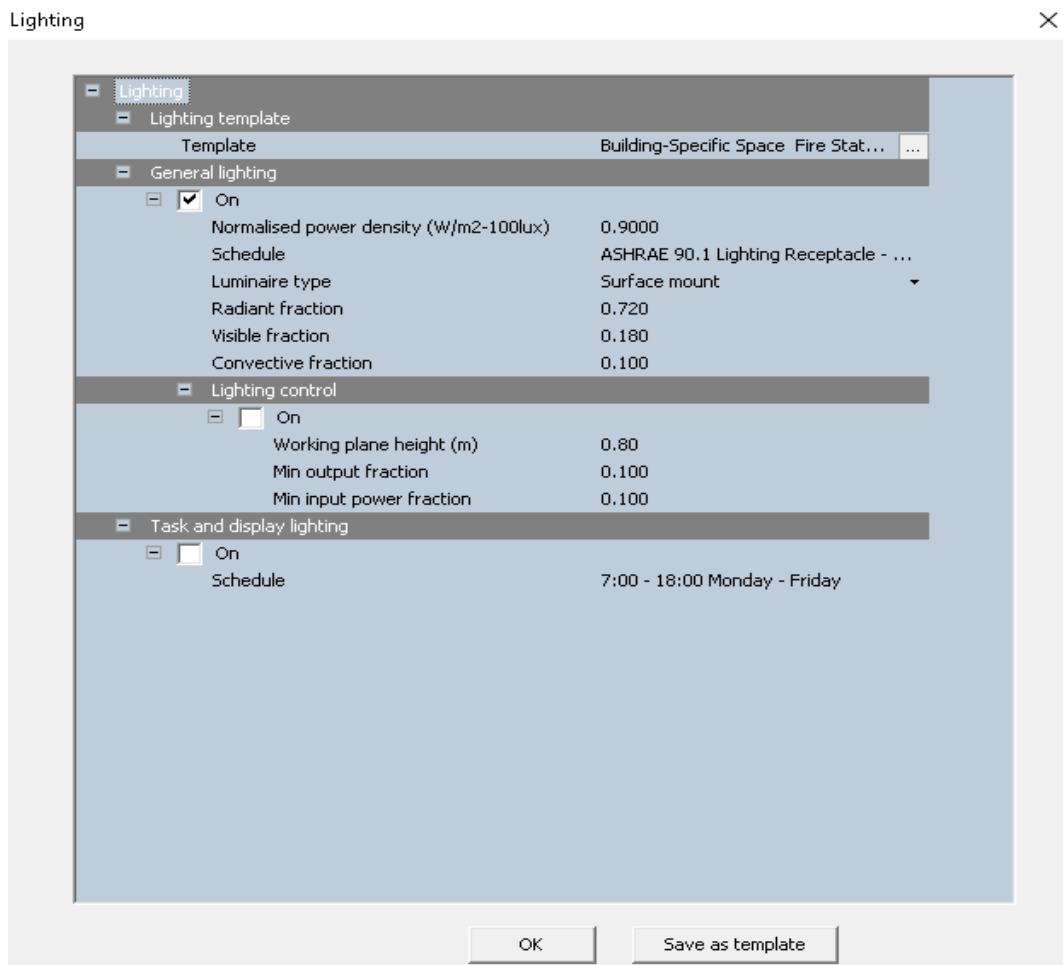
Η δομή ενός Schedule έχει την παρακάτω μορφή.



Εικόνα 54 Schedules μέσα από τις βιβλιοθήκες του λογισμικού

10.2.4.2 LIGHTING DATA

Πατώντας την επιλογή Lighting μέσα από το παράθυρο που ορίζουμε τις ζώνες ανοίγει το παρακάτω παράθυρο που αποτελείται από μια σειρά παραμέτρων που σχετίζονται με τον φωτισμό και πρέπει να καθοριστούν.



Εικόνα 55 Lighting template

- **Lighting Template:** στο πεδίο αυτό ο χρήστης καλείται να επιλέξει ένα πρότυπο φωτισμού, με βάση τη θερμική ζώνη, μέσα από τις βιβλιοθήκες που προσφέρονται. Αφού επιλέξει κάποιο πρότυπο από τη σχετική βιβλιοθήκη, συμπληρώνονται αυτόματα τα περισσότερα πεδία τα οποία όμως μπορούν να δεχτούν επεξεργασία ατομικά από τον χρήστη.

- **General Lighting:** το πεδίο αυτό σχετίζεται με τον κύριο φωτισμό στη θερμική ζώνη και σχετίζεται με παραμέτρους όπως ο τρόπος καθορισμού της ενέργειας που χρησιμοποιείται για τον φωτισμό σε μία ζώνη (Normalised power density) και η επιλογή κατάλληλων φωτιστικών (Luminaire Type).
- **Lighting Control:** το πεδίο αυτό σχετίζεται με τον έλεγχο του φωτισμού ανάλογα με τη διαθεσιμότητα του φυσικού φωτισμού που εξαρτάται από τη θέση του ήλιου, την κατάσταση του ουρανού, τη θέση των παραθύρων, του μηχανισμού σκίασης, την θέση των φωτοκύτταρων και άλλους παράγοντες. Έτσι το lighting control στοχεύει στο να περιορίσει την κατανάλωση του ηλεκτρικού φωτισμού.
- **Task and display lighting:** σχετίζεται με την ύπαρξη φωτισμού για ειδικές ενέργειες και δραστηριότητες (λάμπες γραφείων).

10.2.4.3 HVAC

Πατώντας την επιλογή HVAC μέσα από το παράθυρο που ορίζουμε τις ζώνες ανοίγει το παρακάτω παράθυρο που αποτελείται από μια σειρά παραμέτρων που σχετίζονται με το σύστημα κλιματισμού και πρέπει να καθοριστούν.

[-] HVAC Template	
Template	VRF (Air-Cooled) + Heat Recovery ...
[-] Mechanical ventilation	
<input checked="" type="checkbox"/> On	
Outside Air Definition Method	By Zone ▾
Outside Air (ac/h)	2.1
[-] Operation	
Schedule	ASHRAE 90.1 Occupancy - Health
[-] Heat Recovery	
<input type="checkbox"/> On	
[-] Economiser	
Type	None ▾
[-] Auxiliary Energy	
Pump etc. energy (W/m2)	0.0000
Schedule	ASHRAE 90.1 Occupancy - Health
[-] Heating	
<input checked="" type="checkbox"/> Heated	
Fuel	Electricity ▾
Heating system CoP	3.200
[-] Type	
[-] Supply Air Condition	
Maximum supply air temperature	35.00
Maximum supply air humidity	0.0156
HeatingLimitType	LimitCapacity ▾
[-] Operation	
Schedule	ASHRAE 90.1 HVAC Availability - Health

Εικόνα 56 Τμήμα HVAC template

[-] Cooling	
<input checked="" type="checkbox"/> Cooled	
Fuel	Electricity ▾
Cooling system CoP	3.200
[-] Supply Air Condition	
Minimum Supply Air Temperature	12.00
Minimum Supply Air Humidity ratio	0.0077
CoolingLimitType	LimitFlowRateAndCapacity ▾
[-] Operation	
Schedule	ASHRAE 90.1 HVAC Availability - Health
[-] Humidity Control	
<input type="checkbox"/> Humidification	
<input type="checkbox"/> Dehumidification	
[-] Natural Ventilation	
<input type="checkbox"/> On	

Εικόνα 57 Τμήμα HVAC template (2)

- HVAC Template: στο πεδίο αυτό ο χρήστης καλείται να επιλέξει ένα πρότυπο συστήματος κλιματισμού, με βάση τη θερμική ζώνη, μέσα από τις βιβλιοθήκες που προσφέρονται. Αφού επιλέξει κάποιο πρότυπο από τη σχετική βιβλιοθήκη, συμπληρώνονται αυτόματα τα περισσότερα πεδία τα οποία όμως μπορούν να δεχτούν επεξεργασία ατομικά από τον χρήστη.
- Mechanical Ventilation: το πεδίο αυτό σχετίζεται με τον μηχανικό αερισμό. Ο χρήστης πρέπει να καθορίσει κάποιες παραμέτρους που σχετίζονται με τον μηχανικό αερισμό όπως τις απαιτήσεις αέρα με βάση κάποια μέθοδο υπολογισμού (by zone, per person) , τις απαραίτητες εναλλαγές αέρα και την ανάκτηση θερμότητας (heat recovery).
- Economizer: όταν η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη από την εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου και απαιτείται ψύξη τότε οι εξοικονομητές εκμεταλλεύονται την εξωτερική θερμοκρασία παρέχοντας ψύξη χωρίς κόστος.
- Auxiliary Energy: Αυτό το πεδίο σχετίζεται με την κατανάλωση ενέργειας (W/m²) για βοηθητικά συστήματα που δεν έχουν καθοριστεί πριν, όπως ανεμιστήρες, αντλίες, εργαλεία ελέγχου. Ο χρήστης πρέπει να ορίσει επίσης το κατάλληλο χρονοδιάγραμμα που δείχνει τη χρονική διακύμανση.
- Heating: το πεδίο αυτό αφορά τη θέρμανση του χώρου και περιλαμβάνει παραμέτρους που ο χρήστης πρέπει να καθορίσει όπως το καύσιμο λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού και ο συντελεστής απόδοσής του (COP).
- Cooling: το πεδίο αυτό αφορά τη ψύξη του χώρου και περιλαμβάνει παραμέτρους που ο χρήστης πρέπει να καθορίσει όπως το καύσιμο λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού και ο συντελεστής απόδοσής του (COP).
- Humidity Control: το πεδίο αυτό σχετίζεται με τον έλεγχο της υγρασίας στη θερμική ζώνη ενεργοποιώντας τις λειτουργίες της ύγρανσης και της αφύγρανσης των χώρων.

- Natural Ventilation: στο πεδίο αυτό γίνεται ο έλεγχος του φυσικού αερισμού.

10.2.4.4 DHW

Πατώντας την επιλογή DHW μέσα από το παράθυρο που ορίζουμε τις ζώνες ανοίγει το παρακάτω παράθυρο που αποτελείται από μια σειρά παραμέτρων που σχετίζονται με το σύστημα ζεστού νερού χρήσης και πρέπει να καθοριστούν.

DHW	
<input checked="" type="checkbox"/> On	
DHW Template	Central heating boiler
Type	Dedicated hot water boiler
DHW CoP	0.9500
Fuel	Natural gas
Water Temperatures	
Delivery Temperature (°C)	55.00
Mains Supply Temperature (°C)	10.00
Operation	
Schedule	On 24/7

Εικόνα 58 DHW template

Στο παράθυρο αυτό επιλέγεται αν θα συμπεριλάβουμε στη μελέτη ζεστό νερό χρήσης. Ο χρήστης πρέπει να επιλέξει το σύστημα που θα καλύπτει τις απαιτήσεις ζεστού νερού χρήσης καθώς και τα χαρακτηριστικά του συστήματος όπως συντελεστής απόδοσης και ο

τύπος καυσίμου λειτουργίας του συστήματος. Επίσης πρέπει να καθορίσει τιμές σχετικά με τη θερμοκρασία του νερού καθώς επίσης και το χρονοδιάγραμμα λειτουργίας του συστήματος ζεστού νερού. Όλα τα schedules ορίζονται στην καρτέλα Activity.

10.2.4.5 ZONE DATA

Zone data

General

Model Infiltration

Constant rate (ac/h) 0.500

Schedule On 24/7

Delta T and wind speed coefficients

Constant 1.000

Temperature 0.000

Velocity 0.000

Velocity squared 0.000

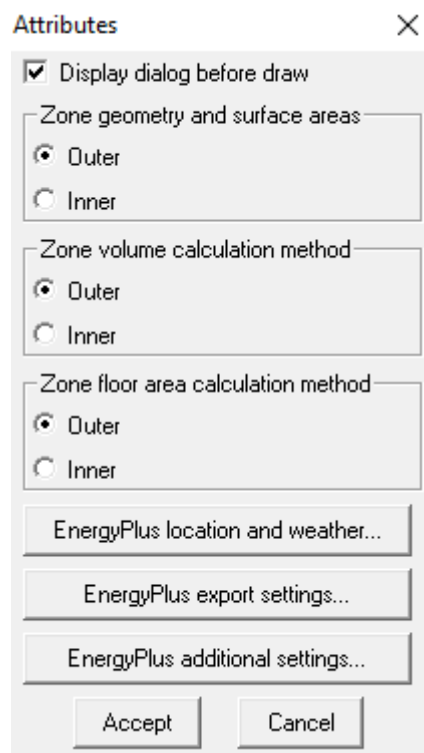
OK Cancel

Εικόνα 59 Zone data template

Η καρτέλα αυτή αφορά την ανεπιθύμητη ροή αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον προς το κτίριο εξαιτίας φυσικών απωλειών από χαραμάδες, ανοίγματα κ.α. Αν ενεργοποιηθεί η λειτουργία αυτή, τότε ο χρήστης πρέπει να εισάγει κάποια δεδομένα όπως οι εναλλαγές αέρα ανά ώρα και οι ώρες και ημέρες λειτουργίας.

10.2.5 OTHER FUNCTIONS

Προτού γίνει η προσομοίωση της μελέτης ώστε να γίνει η εξαγωγή των αποτελεσμάτων, ο χρήστης πρέπει να καθορίσει και κάποιες επιπλέον παραμέτρους που είναι απαραίτητες. Συγκεκριμένα μέσα από τη λειτουργία AutoBLD → Element Parameters → Other Functions ανοίγει το παρακάτω παράθυρο.



Εικόνα 60 Καρτέλα Other functions

- EnergyPlus location and weather: στο πεδίο αυτό ορίζουμε τα κλιματικά δεδομένα και την τοποθεσία που επιθυμούμε.

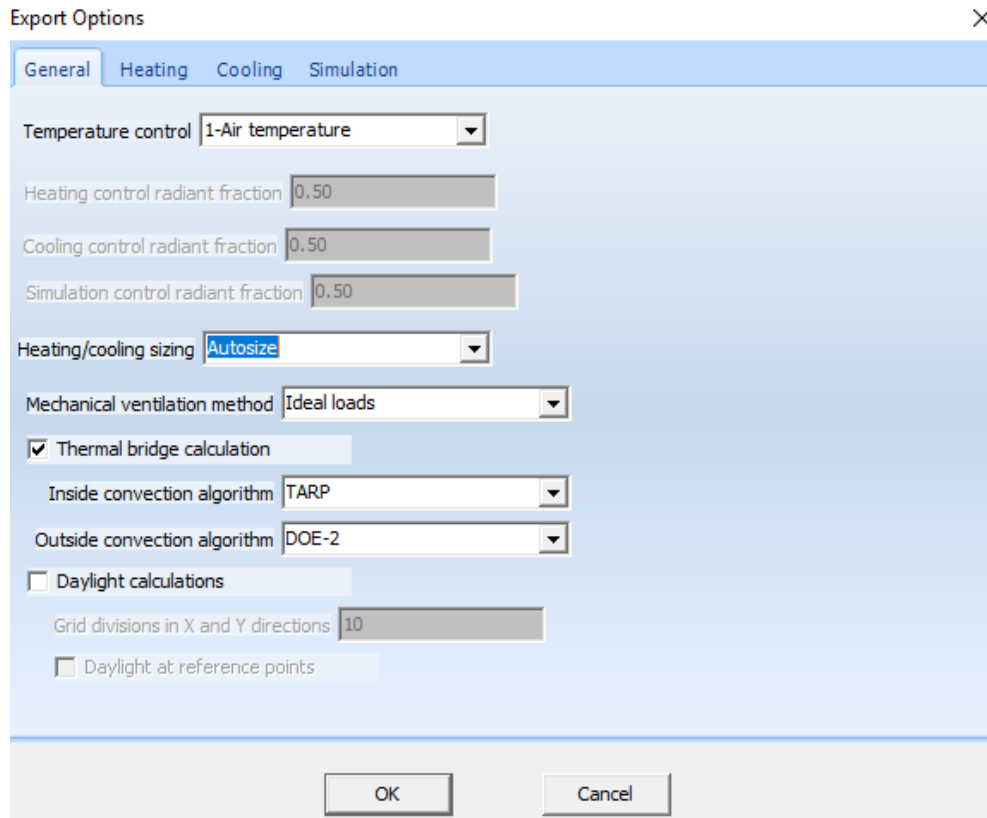
Location and Weather Options X

Location Template	
Template	Thessaloniki
Design day file (*.ddy)	C:\FineGREEN\GCAD\DataSets\weather d...
Weather data file (*.epw)	C:\FineGREEN\GCAD\DataSets\weather d...
Site location	
Latitude (°)	40.5
Longitude (°)	23.0
Elevation above sea level (m)	4.0
Time	
Time zone (hrs)	UTC+2
<input checked="" type="checkbox"/> Daylight Saving Time	
Winter design data	
<input checked="" type="radio"/> Heating 99.6% coverage	
Outside design temperature (°C)	-3.2
Wind speed (m/2)	3.9
Wind direction (°)	110.0
<input type="radio"/> Heating 99% coverage	
Summer design data	
<input checked="" type="radio"/> 99.6% coverage based on dry-bulb te...	
Max dry-bulb design temperature (°C)	34.1
Wet-bulb temperature (°C)	21.6
Min dry-bulb temperature (°C)	22.9
<input type="radio"/> 99% coverage based on dry-bulb temp.	
<input type="radio"/> 98% coverage based on dry-bulb temp.	
<input type="radio"/> 99.6% coverage based on wet-bulb te...	
<input type="radio"/> 99% coverage based on wet-bulb temp.	
<input type="radio"/> 98% coverage based on wet-bulb temp.	

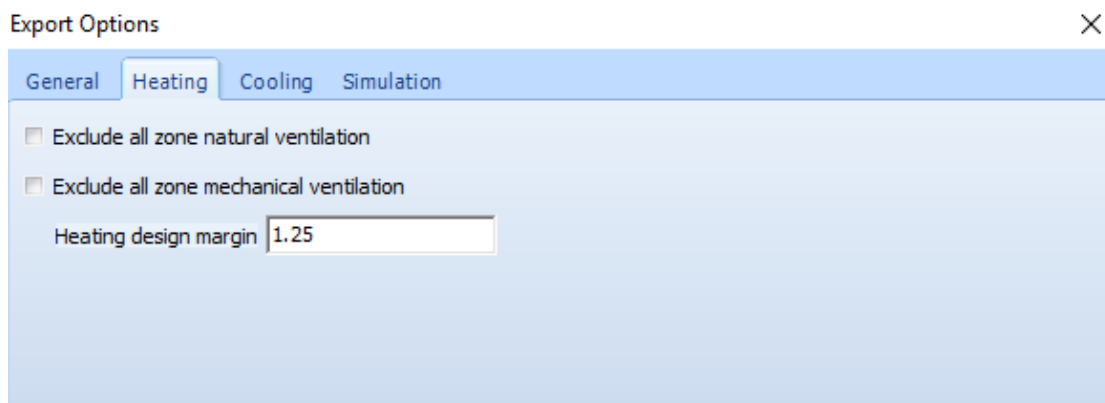
Εικόνα 61 Κλιματικά δεδομένα

Συγκεκριμένα για τον καθορισμό των κλιματικών δεδομένων ο χρήστης εισάγει τα δεδομένα της πόλης που τον ενδιαφέρουν και τα υπόλοιπα πεδία συμπληρώνονται αυτόματα.

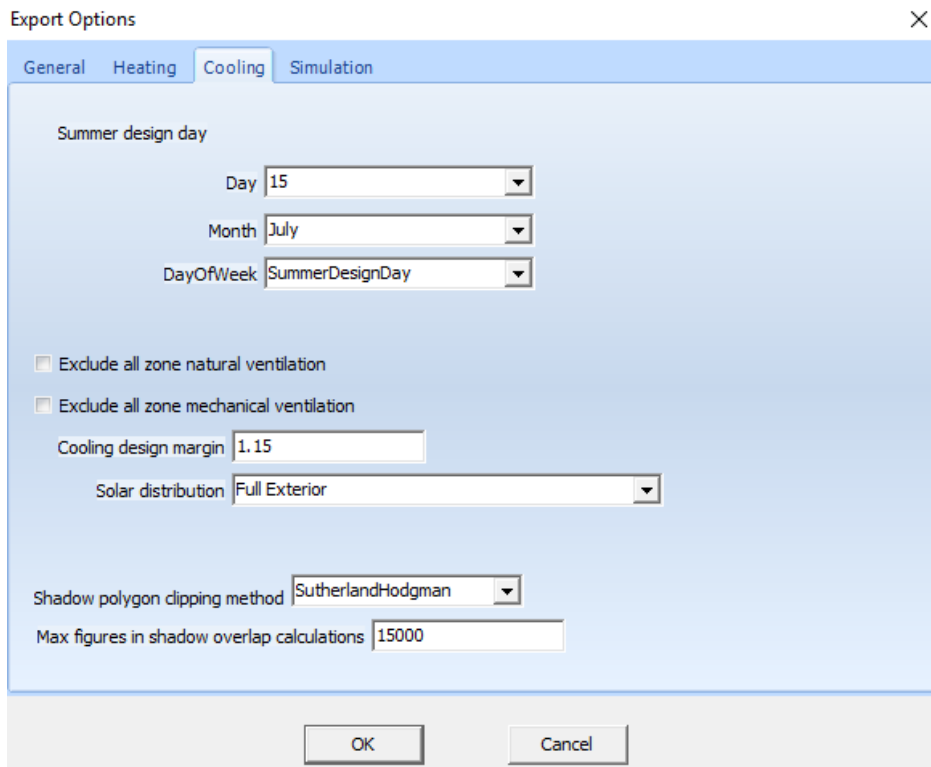
- EnergyPlus export settings: στο πεδίο αυτό καθορίζονται παράμετροι σχεδιασμού για την ψύξη, θέρμανση και προσομοίωση όπως φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.



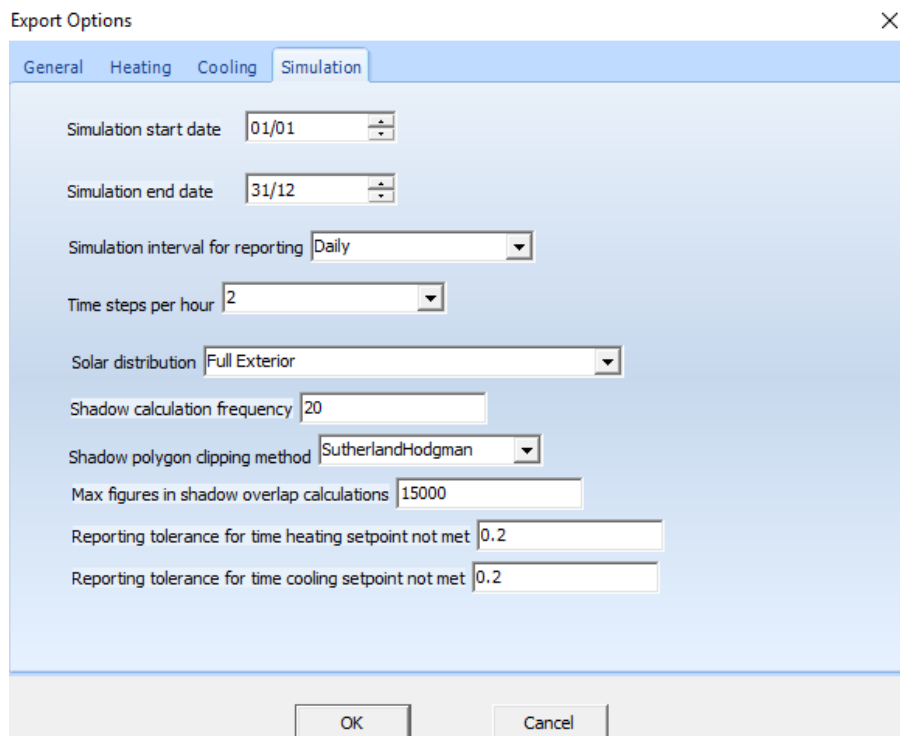
Εικόνα 62 Επιλογές εξαγωγής αποτελεσμάτων



Εικόνα 63 Επιλογές εξαγωγής αποτελεσμάτων για την προσομοίωση θέρμανσης



Εικόνα 64 Επιλογές εξαγωγής αποτελεσμάτων για την προσομοίωση ψύξης



Εικόνα 65 Επιλογές εξαγωγής αποτελεσμάτων για την ολική προσομοίωση

10.2.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ

[19]Αφού ο χρήστης έχει ορίσει τις θερμικές ζώνες του κτιρίου καθώς επίσης και όλες τις απαραίτητες παραμέτρους που είδαμε στις προηγούμενες ενότητες, μπορεί να προβεί στην εξαγωγή αποτελεσμάτων, μέσω των προσομοιώσεων που προσφέρει το EnergyPlus, με σκοπό την αξιολόγηση τους ώστε να επιλεγθούν τα κατάλληλα συστήματα που θα καλύπτουν τις ανάγκες του κτιρίου (θέρμανση, ψύξη, αερισμός) με όσο το δυνατόν αποδοτικότερο ενεργειακά τρόπο. Οι υπολογισμοί βασίζονται στα πρότυπα ASHRAE και CIBSE και τα αποτελέσματά τους είναι πολύ αξιόπιστα. Το λογισμικό προσφέρει τρεις τρόπους προσομοίωσης, το Heating Design Simulation, το Cooling Design Simulation και το Building Energy Performance Simulation, που θα αναλυθούν παρακάτω.

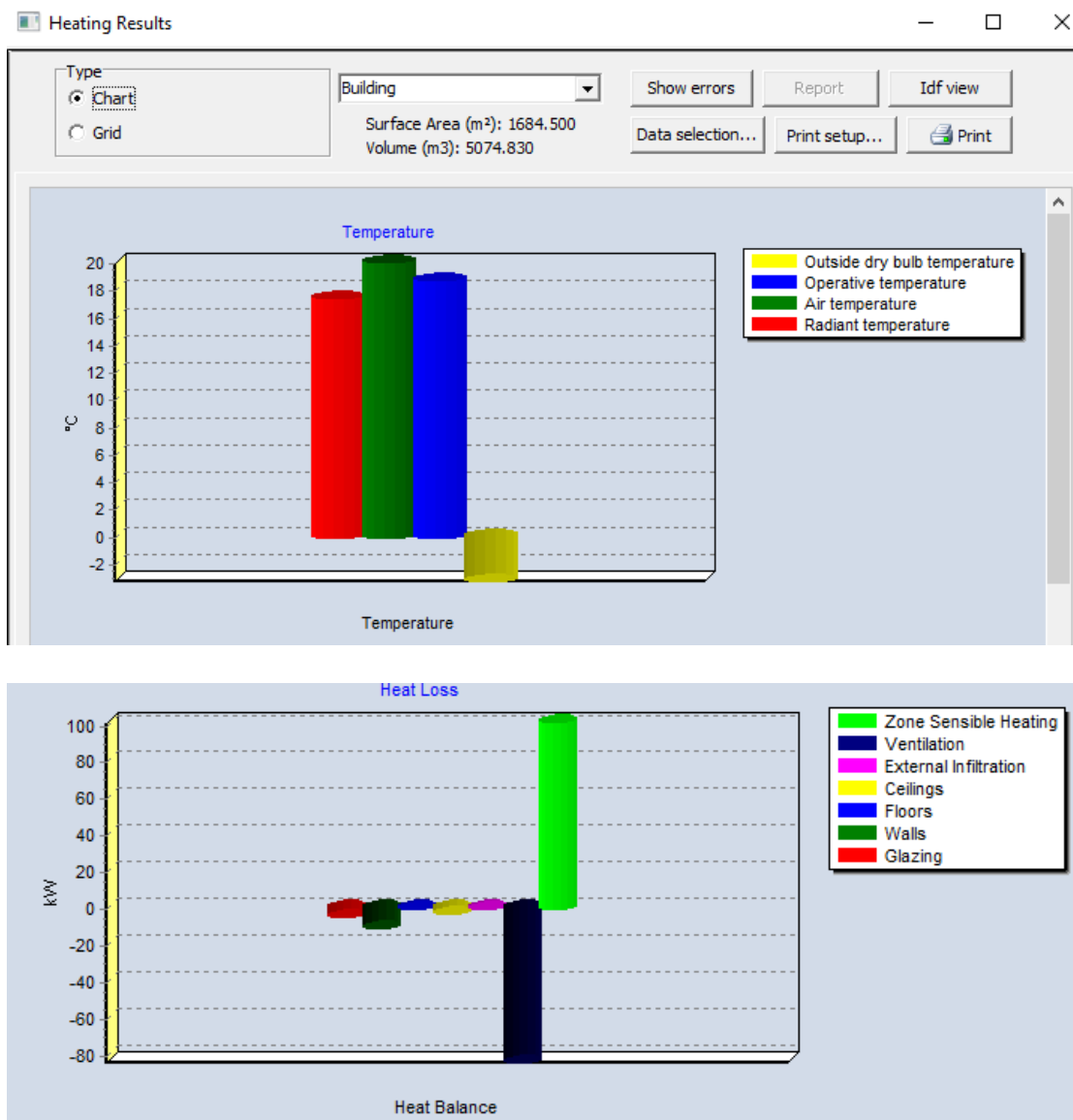
10.2.6.1 HEATING DESIGN

Με την προσομοίωση θέρμανσης ο μελετητής μπορεί να προσδιορίσει το μέγεθος του συστήματος θέρμανσης που απαιτείται για την κάλυψη των φορτίων του κτιρίου ακόμα και στις πιο ακραίες χειμερινές καιρικές συνθήκες. Οι υπολογισμοί του Finegreen βασίζονται στη μηχανή θερμικής προσομοίωσης Energy Plus. Συγκεκριμένα, ο χρήστης πρέπει να επιλέξει AutoBLD → Calculations → Heating design ώστε να πραγματοποιηθεί η θερμική προσομοίωση του κτιρίου και να εξαχθούν τα ανάλογα αποτελέσματα. Αν δεν υπάρχουν errors, τα οποία εμφανίζονται στο Show errors, τα αποτελέσματα της προσομοίωσης εμφανίζονται με την παρακάτω μορφή.

Αρχικά στο επάνω μέρος της οθόνης εμφανίζεται μια σειρά από πεδία τα οποία είναι τα εξής:

- Show errors: Ο χρήστης μπορεί να δει προειδοποιήσεις και σοβαρά σφάλματα σύμφωνα με τον μηχανισμό υπολογισμού EnergyPlus.
- Idf view: Ο χρήστης μεταφέρεται στο ανάλογο περιβάλλον όπου μπορεί να ανοίξει και να επεξεργαστεί το αρχείο Idf, να εκτελέσει προσομοιώσεις και να εξαγάγει αποτελέσματα απευθείας από την μηχανή E +.

- Data selection: ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ποια δεδομένα θα εμφανίζονται στα διαγράμματα των αποτελεσμάτων.
- Print: ο χρήστης μπορεί να εκτυπώσει τα αποτελέσματα
- Type: ο χρήστης επιλέγει τη μορφή των παραγόμενων αποτελεσμάτων η οποία μπορεί να είναι chart ή grid.



Εικόνα 66 Σχηματική αναπαράσταση Heating design

Με την προσομοίωση υπολογίζονται τα απαιτούμενα φορτία ώστε να επιτυγχάνονται οι επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες και εμφανίζεται η συνολική απώλεια θερμότητας εξαιτίας της τοιχοποιίας, των ανοιγμάτων των δαπέδων και των οροφών.

Steady State							
Comfort							
Zone	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)	
health	20.000	17.36589	18.68294	-3.20000	20.0145725	2.24097	
Heat loss							
Zone	Glazing (kW)	Walls (kW)	Floors (kW)	Ceilings (kW)	External Infiltration (kW)	Ventilation (kW)	Zone sensible heating (kW)
health	-4.0634384	-10.5522524	0.0536525	-2.5346391		-83.5158543	101.3434437
Building total	-4.0634384	-10.5522524	0.0536525	-2.5346391	0.0000000	-83.5158543	101.3434437
Summary							
	Comfort temperature (°C)	Steady state heat loss (kW)	Design capacity (kW)	Design capacity (W/m ²)			
	18.682943	101.3434437	126.6793046	75.2029116			

Εικόνα 67 Αναπαράσταση αποτελεσμάτων Heating design σε μορφή πίνακα

Air temperature: η μέση θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα των χώρων.

Radiant temperature: η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας της ζώνης.

Operative temperature (comfort temperature): είναι ο μέσος όρος θερμοκρασίας των πεδίων air temperature και radiant temperature.

Outside dry bulb temperature: η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα.

Relative humidity: εκφράζει την σχετική υγρασία του αέρα.

Mech vent + nat vent + infiltration: εκφράζει το σύνολο το φορτίων που προέρχονται από τον μηχανικό αερισμό που παρέχει το σύστημα, τον φυσικό αερισμό και το φιλτράρισμα του αέρα.

Ventilation: είναι το φορτίο αερισμού που πρέπει να καλύπτει το σύστημα για την διατήρηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα.

Steady State heat loss: εκφράζει την ποσότητα θερμότητας που πρέπει να προσφέρει το σύστημα για να διατηρείται η επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία.

Zone sensible heating: εκφράζει τις απαιτήσεις του χώρου σε θέρμανση.

Design capacity: εκφράζει τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου σε ακραίες συνθήκες. Συγκεκριμένα το χειμώνα επιλέγεται η δυσμενέστερη μέρα ώστε το σύστημα που θα επιλεγεί να καλύπτει τις θερμικές ανάγκες του κτιρίου σε αυτή και οποιαδήποτε άλλη περίπτωση. Το πεδίο αυτό βοηθά στο να γίνει η διαστασιολόγηση του συστήματος που θα εγκατασταθεί.

10.2.6.2 COOLING DESIGN

Με την προσομοίωση ψύξης ο μελετητής μπορεί να προσδιορίσει το μέγεθος του συστήματος ψύξης που απαιτείται για την κάλυψη των φορτίων του κτιρίου ακόμα και στις πιο ακραίες καλοκαιρινές καιρικές συνθήκες. Οι υπολογισμοί του Finegreen βασίζονται στη μηχανή προσομοίωσης Energy Plus. Συγκεκριμένα, ο χρήστης πρέπει να επιλέξει AutoBLD → Calculations → Cooling design ώστε να πραγματοποιηθεί η ψυκτική προσομοίωση του κτιρίου και να εξαχθούν τα ανάλογα αποτελέσματα. Αν δεν υπάρχουν errors, τα οποία εμφανίζονται στο Show errors, τα αποτελέσματα της προσομοίωσης εμφανίζονται με την παρακάτω μορφή.

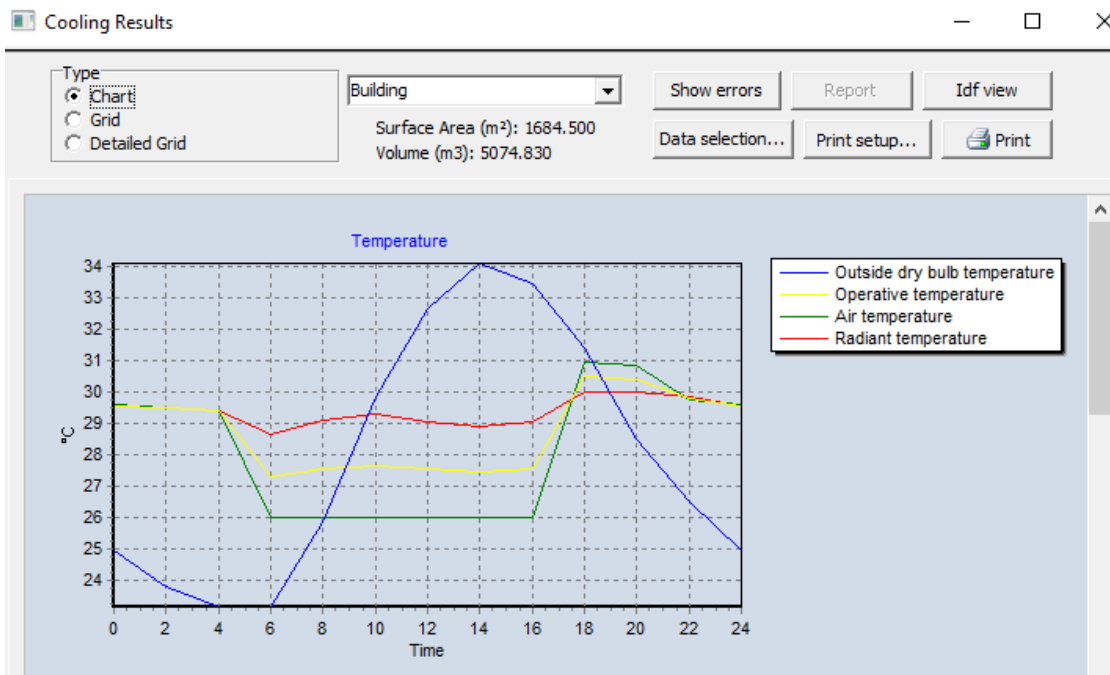
Αρχικά στο επάνω μέρος της οθόνης εμφανίζεται μια σειρά από πεδία τα οποία είναι τα εξής:

- Show errors: Ο χρήστης μπορεί να δει προειδοποιήσεις και σοβαρά σφάλματα σύμφωνα με τον μηχανισμό υπολογισμού EnergyPlus.
- Idf view: Ο χρήστης μεταφέρεται στο ανάλογο περιβάλλον όπου μπορεί να ανοίξει και να επεξεργαστεί το αρχείο Idf, να εκτελέσει προσομοιώσεις και να εξαγάγει αποτελέσματα απευθείας από την μηχανή E +.
- Data selection: ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ποια δεδομένα θα εμφανίζονται στα διαγράμματα των αποτελεσμάτων.
- Print: ο χρήστης μπορεί να εκτυπώσει τα αποτελέσματα

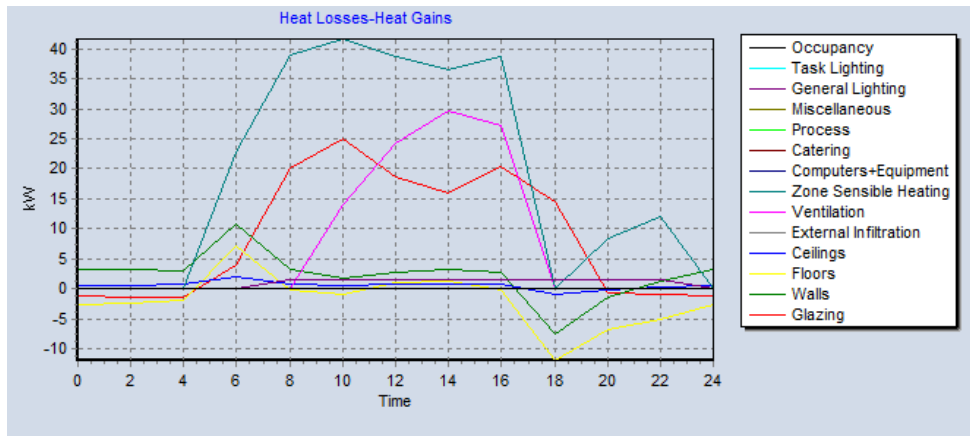
- Type: ο χρήστης επιλέγει τη μορφή των παραγόμενων αποτελεσμάτων η οποία μπορεί να είναι chart, grid ή detailed grid.

Η ψυκτική προσομοίωση λοιπόν, υπολογίζει, με βάση τις εσωτερικές και εξωτερικές συνθήκες και τα θερμικά κέρδη, τα φορτία ψύξης που πρέπει να παρέχει το σύστημα ψύξης για να διατηρούνται οι επιθυμητές συνθήκες θερμοκρασίας στις εκάστοτε θερμικές ζώνες.

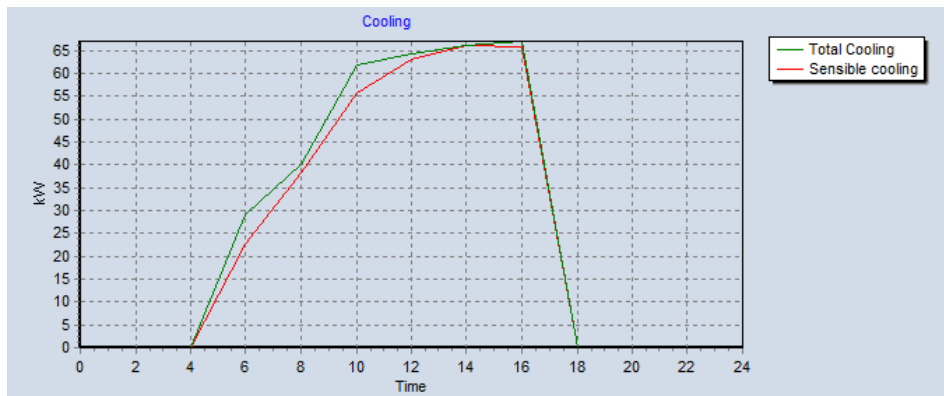
Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης έχουν τη μορφή που φαίνεται από τις παρακάτω εικόνες.



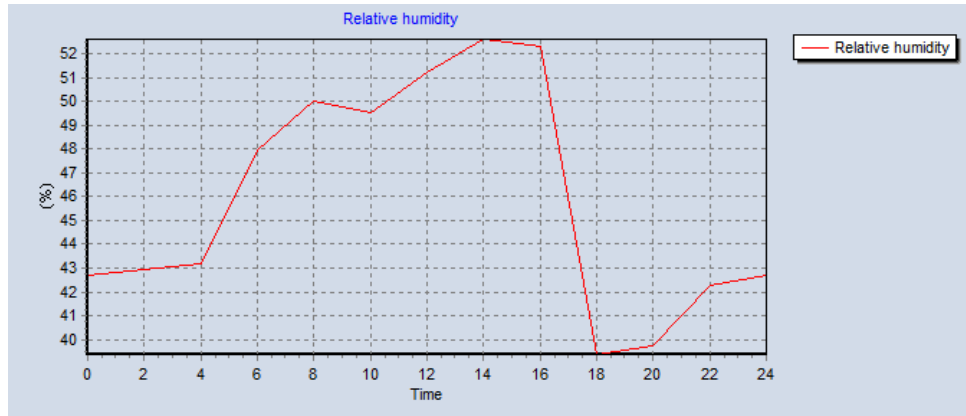
Εικόνα 68 Διάγραμμα θερμοκρασιών για το Cooling design



Εικόνα 69 Διάγραμμα θερμικών κερδών/απωλειών για το Cooling design



Εικόνα 70 Διάγραμμα φορτίων ψύξης για το Cooling design



Εικόνα 71 Διάγραμμα σχετικής υγρασίας για το Cooling design

Comfort	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00
Air temperature (°C)	30.10923	30.00795	25.98139	26.00000	26.00000
Radiant temperature (°C)	30.10710	30.02919	29.03395	29.61088	29.79480
Operative temperature (°C)	30.10817	30.01857	27.50767	27.80544	27.89740
Outside dry bulb temperature	23.79600	23.12400	23.12400	25.81200	29.84400
Relative humidity (%)	48.8214547	49.1060527	52.1541962	45.1515552	45.2524491
Mech vent + nat vent + infiltration	0.00000	0.00000	0.00000	2.17557	2.17564
Fabric and ventilation, Gains					
Glazing (kW)	-1.4933616	-1.5957808	3.9697389	20.1802440	25.1819250
Walls (kW)	3.2267667	2.9233370	13.1482515	3.1550110	1.8817513
Floors (kW)	-2.3373787	-1.9211208	9.7694298	0.3972313	-0.5167713
Ceilings (kW)	0.6694133	0.6881769	2.3861484	0.7439503	0.4779705
External Infiltration (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Ventilation (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	14.0061387
Zone sensible cooling (kW)	0.0000000	0.0000000	28.1661529	59.5659122	62.3931016
Sensible cooling (kW)	0.0000000	0.0000000	27.7508333	59.0298726	76.5833435
Total cooling (kW)	0.0000000	0.0000000	41.4090556	80.9902458	99.0303523
Computers+Equipment (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Catering (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Process (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Miscellaneous (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
General Lighting (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5160534	1.5160534
Task Lighting (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Occupancy (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	20.2992697	20.2992589
Summary	Design capacity (kW)		Total cooling load (kW)	Sensible (kW)	Latent (kW)
health	126.5580270		110.0504582	58.3483151	51.7021431
Building total	126.5580270		110.0504582	58.3483151	51.7021431

Εικόνα 72 Αποτελέσματα Cooling design σε μορφή πίνακα

Air temperature: η μέση θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα των χώρων.

Radiant temperature: η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας της ζώνης.

Operative temperature (comfort temperature): είναι ο μέσος όρος θερμοκρασίας των πεδίων air temperature και radiant temperature.

Outside dry bulb temperature: η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα.

Relative humidity: εκφράζει την σχετική υγρασία του αέρα.

Mech vent + nat vent + infiltration: εκφράζει το σύνολο το φορτίων που προέρχονται από τον μηχανικό αερισμό που παρέχει το σύστημα, τον φυσικό αερισμό και το φιλτράρισμα του αέρα.

Ventilation: είναι το φορτίο αερισμού που πρέπει να καλύπτει το σύστημα για την διατήρηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα.

sensible cooling: εκφράζει το αισθητό φορτίο ψύξης του συστήματος.

Total cooling: εκφράζει το συνολικό φορτίο ψύξης του συστήματος (αισθητό και λανθάνον).

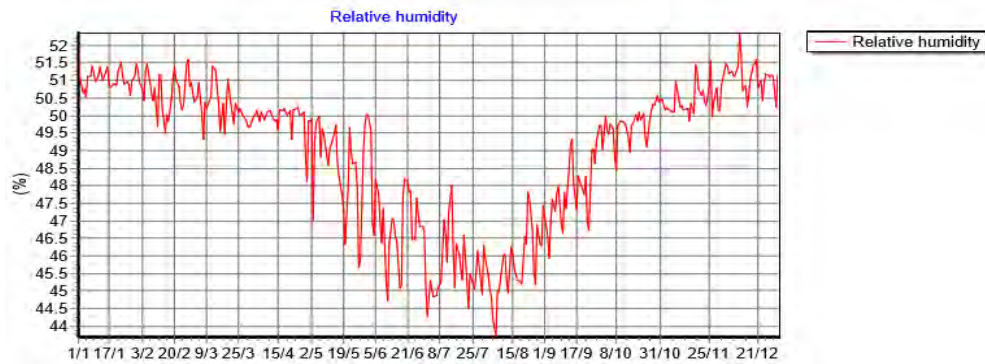
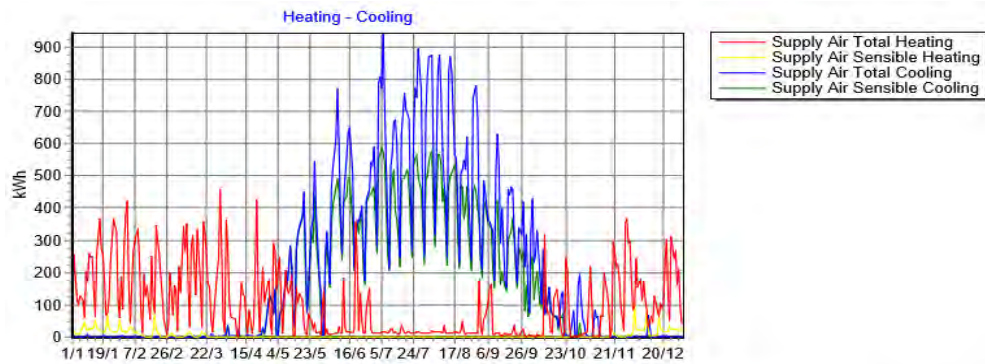
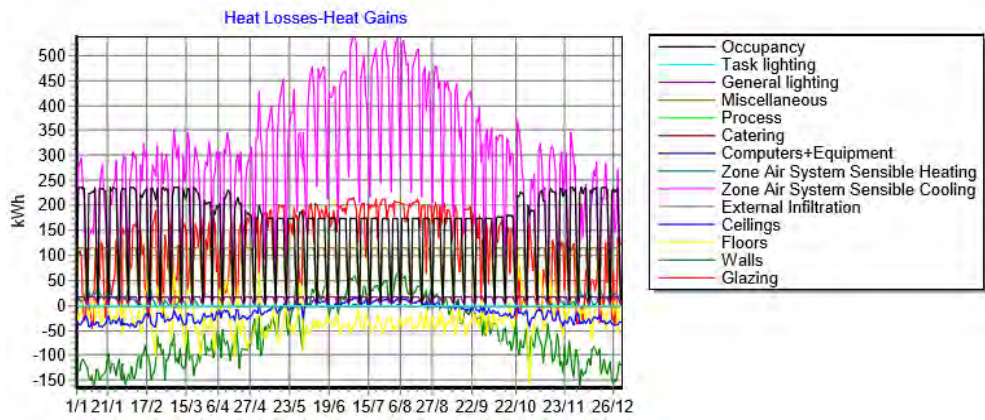
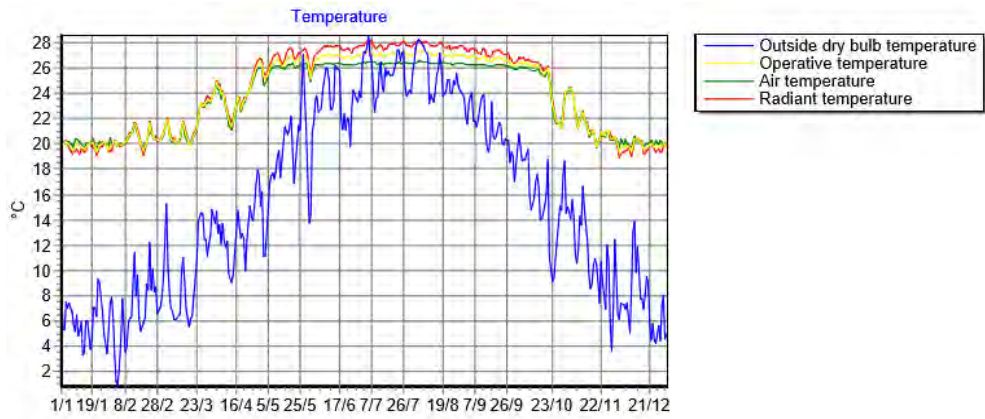
Design capacity: εκφράζει τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου σε ακραίες συνθήκες. Συγκεκριμένα το καλοκαίρι επιλέγεται η δυσμενέστερη μέρα ώστε το σύστημα που θα επιλεγεί να καλύπτει τις ανάγκες του κτιρίου σε ψύξη τη μέρα αυτή αλλά και οποιαδήποτε άλλη. Το πεδίο αυτό βοηθά στο να γίνει η διαστασιολόγηση του συστήματος που θα εγκατασταθεί.

10.2.6.3 SIMULATION

Πρόκειται για την ολική προσομοίωση του κτιρίου για ένα ημερολογιακό έτος. Συγκεκριμένα, αφού ο μελετητής κάνει heating και cooling design ώστε να επιλέξει το κατάλληλο σύστημα θέρμανσης και ψύξης, πρέπει να προβεί στο simulation ώστε να πάρει τα αναλυτικά αποτελέσματα της λειτουργίας του κτιρίου κατά τη χρήση του με τις συνολικές του απαιτήσεις.

Ο χρήστης πρέπει να επιλέξει AutoBLD → Calculations → Simulation ώστε να πραγματοποιηθεί η ολική προσομοίωση του κτιρίου.

Τα αποτελέσματα είναι πολύ αναλυτικά καθώς για τον υπολογισμό τους χρησιμοποιήθηκαν όλες οι παράμετροι που έχει εισάγει ο μελετητής στο πρόγραμμα. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται σε σχετικά γραφήματα και πίνακες όπως φαίνονται παρακάτω.



Εικόνα 73 Διαγράμματα αποτελεσμάτων Simulation

Οι πίνακες παρακάτω αποτελούν τμήμα του simulation detailed grid για την περίοδο 1/1 έως 10/1.

Date	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
1/1	20.05922	19.87298	19.96610	8.25417	51.9092833	0.03514
2/1	20.09930	20.05748	20.07839	5.39792	51.0916072	0.74332
3/1	20.02778	20.09658	20.06218	5.34167	50.6342197	0.74437
4/1	20.09723	20.22658	20.16190	7.52083	50.7406961	0.75075
5/1	20.15939	19.98836	20.07387	7.05312	50.5357131	0.75015
6/1	20.12975	19.68747	19.90861	7.45104	51.1080079	0.75239
7/1	19.97619	19.26317	19.61968	6.68333	51.1314065	0.33916
8/1	19.70375	19.30323	19.50349	5.61042	51.4097168	0.03553
9/1	20.43371	19.48640	19.96005	5.15625	51.2121835	0.75397
10/1	20.44457	19.53496	19.98976	6.52604	50.9774727	0.75528

Date	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
1/1	115.1432160	-100.3400141	-5.5706127	-29.7174077	0.0000000	21.0266836
2/1	102.5766541	-129.3218341	-31.2566366	-37.5555334	0.0000000	12.9680625
3/1	107.0670175	-131.5278562	-16.4033762	-38.3231330	0.0000000	11.3068201
4/1	98.6231704	-114.0176545	-18.1381721	-36.7725138	0.0000000	6.9371741
5/1	5.8188042	-107.4108566	10.6790456	-30.3378365	0.0000000	6.7784054
6/1	-31.4475595	-115.0797139	20.3806539	-25.8450924	0.0000000	9.7295897
7/1	-24.2877227	-119.1661502	36.6179839	-22.5115463	0.0000000	28.1117918
8/1	110.9862507	-124.9184246	-3.8669429	-29.0289054	0.0000000	47.0928722
9/1	-6.9679249	-146.5744964	-25.8416771	-41.6436822	0.0000000	22.7467375
10/1	-7.4235894	-149.4773288	-15.5592584	-41.3305932	0.0000000	19.6682592

Date	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)
1/1	14.0609820	0.0000000	0.0000000	21.8014189	37.0357089	0.0000000
2/1	274.7934245	0.0000000	0.0000000	15.1717728	255.5708025	0.0000000
3/1	286.7245334	0.0000000	0.0000000	13.6069042	188.0990251	0.0000000
4/1	295.2339710	0.0000000	0.3838286	8.6057247	120.6069073	0.0000000
5/1	242.7751447	0.0000000	0.0000000	8.0781403	98.1176810	0.0000000
6/1	210.0656554	0.0000000	0.0000000	11.1992764	127.8127574	0.0000000
7/1	53.4632204	0.0000000	0.0000000	32.4723332	116.1350056	0.0000000
8/1	13.1266977	0.0000000	0.0315900	48.9499574	58.1373390	0.0000000
9/1	141.1488836	0.0000000	5.5562695	25.4832763	201.6667572	0.0000000
10/1	144.5606058	0.0000000	6.2781352	21.6532848	172.7019855	0.0000000

Date	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
1/1	0.0000000	0.0000000	5.3904120	2.4256854	0.0000000	10.8793267
2/1	0.0000000	0.0000000	114.5462550	16.0701660	0.0000000	233.3024731
3/1	0.0000000	0.0000000	114.5462550	16.0701660	0.0000000	235.0596057
4/1	0.0000000	0.0000000	114.5462550	16.0701660	0.0000000	234.7617158
5/1	0.0000000	0.0000000	114.5462550	16.0701660	0.0000000	233.6178035
6/1	0.0000000	0.0000000	114.5462550	16.0701660	0.0000000	233.8888812
7/1	0.0000000	0.0000000	51.2089140	8.3382937	0.0000000	103.9842569
8/1	0.0000000	0.0000000	5.3904120	2.4256854	0.0000000	11.0817020
9/1	0.0000000	0.0000000	114.5462550	16.0701660	0.0000000	223.8175472
10/1	0.0000000	0.0000000	114.5462550	16.0701660	0.0000000	224.6501202

Εικόνα 74 Αποτελέσματα Simulation για την περίοδο 1/1 έως 10/1

Τα πεδία των πινάκων αυτών θα αναλυθούν στην παρακάτω ενότητα που θα παρουσιαστούν διάφορα σενάρια λειτουργίας του κτιρίου και θα εξηγηθούν τα αποτελέσματα μέσα από το simulation.

11. ΣΕΝΑΡΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστούν κάποια εναλλακτικά σενάρια λειτουργίας του κτιρίου. Συγκεκριμένα κάθε σενάριο θα διαφοροποιείται από τα υπόλοιπα ως προς κάποιες παραμέτρους με στόχο να αναλυθούν τα διάφορα αποτελέσματα και να γίνει η επιλογή του καταλληλότερου σεναρίου.

11.1 ΒΑΣΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται το βασικό σενάριο λειτουργίας του κτιρίου. Παρακάτω θα δείξουμε και θα αναλύσουμε τις παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν κατά το σενάριο αυτό και θα εξηγήσουμε τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το simulation.

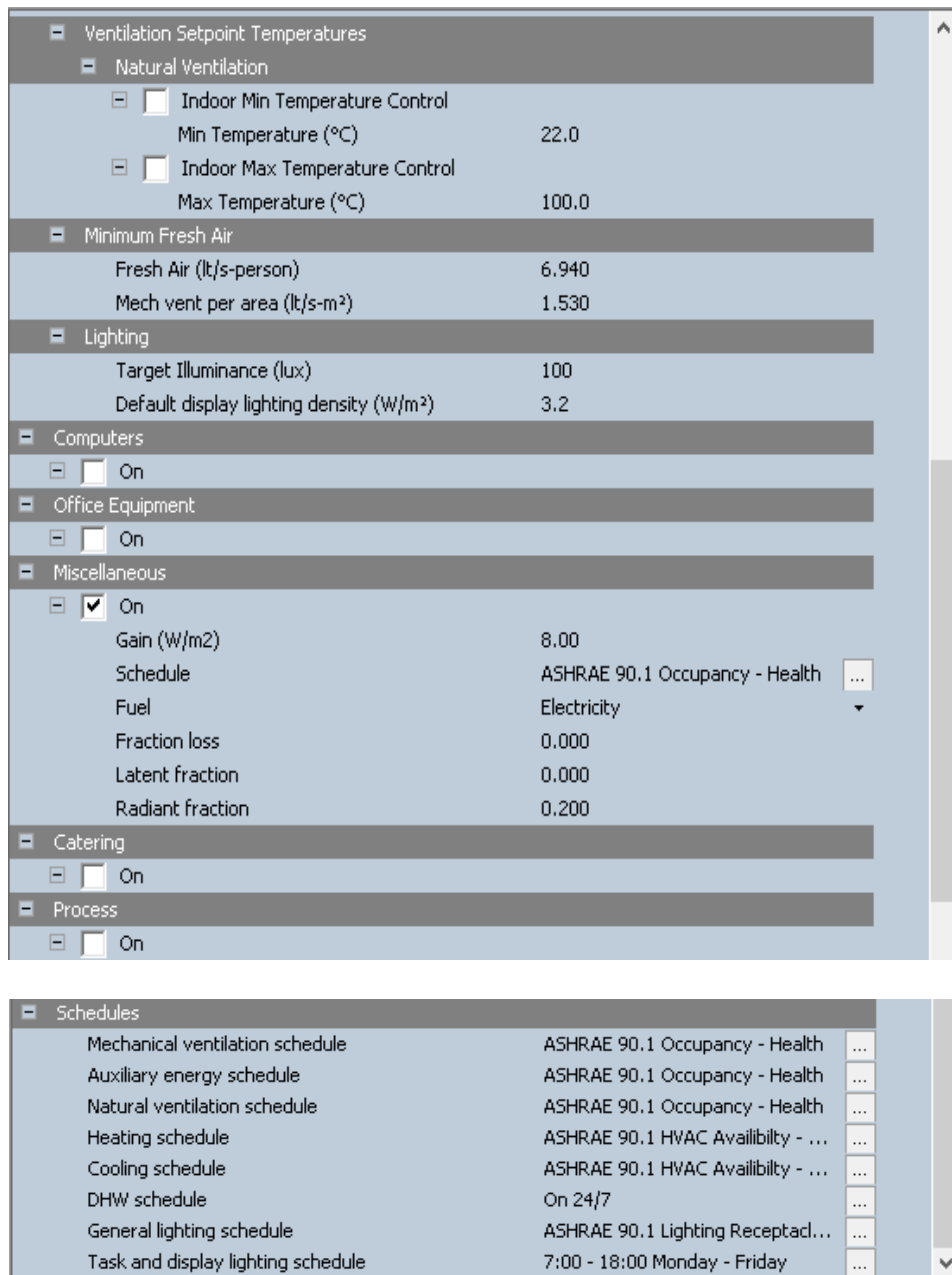
Αρχικά θα αναλυθούν οι παράμετροι που καθορίστηκαν μέσα από τα παράθυρα Activity, Lighting, HVAC και DHW.

Όσον αφορά το Activity οι τιμές των παραμέτρων φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.

Activity

Activity template	Office Buildings - Office space
<input type="checkbox"/> Exclude zone from thermal calculations	
Floor Areas and Volumes	
Floor area (m2)	1684,50
Occupancy	
Density (people/m2)	0,2100
Schedule	ASHRAE 90.1 Occupancy - Health
Metabolic	
Metabolic rate per person (W/person)	81,000
Factor (men=1.00, women=0.85, children=0.75)	1,00
CO2 generation rate (m3/s-W)	0,000000382
Clothing	
Winter clothing (clo)	1,00
Summer clothing (clo)	0,50
Generic Contaminant Generation	
<input type="checkbox"/> Generic contaminant generation/removal	
DHW	
Consumption Rate (l/m2-day)	13,200
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 (%)	50,0
RH Dehumidification Setpoint (%)	50,0
Ventilation Setpoint Temperatures	

Εικόνα 75 Καθορισμός παραμέτρων του Activity template για το βασικό σενάριο



Εικόνα 76 Καθορισμός παραμέτρων του Activity template για το βασικό σενάριο (2)

Το πεδίο **density** σχετίζεται με την πυκνότητα ατόμων ανά τετραγωνικό και υπολογίζεται με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ. Έτσι εφόσον από τους σχετικούς πίνακες του προβλέπονται 22 άτομα στα 100 τετραγωνικά για χρήση κτιρίου ως κλινική, δόθηκε η τιμή 0.22.

Στο **schedule** που σχετίζεται με το **occupancy**, δηλαδή με την παρουσία ατόμων μέσα στο κτίριο ανάλογα με την ώρα, επιλέχθηκε ένα έτοιμο μέσα από τις βιβλιοθήκες που αφορά κτίρια του τομέα της υγείας(occupancy-Health).

Το πεδίο **metabolic rate per person** σχετίζεται με το θερμικό κέρδος που παράγεται ανά άτομο και σχετίζεται με την δραστηριότητα των ατόμων μέσα στο κτίριο. Έτσι στην περίπτωση μας δόθηκε η τιμή 81 Watt/person .

Τα πεδία **Heating/cooling setpoint Temperature** καθώς και το πεδίο **humidity control** σχετίζονται με τις ιδανικές συνθήκες που θέλουμε να επικρατούν μέσα στην ζώνη για θέρμανση, ψύξη και αφύγρανση/ύγρανση αντίστοιχα.

Το πεδίο **natural ventilation** σχετίζεται με τον φυσικό αερισμό του κτιρίου αλλά στο συγκεκριμένο σενάριο δεν έχουμε φυσικό αερισμό. Ο αερισμός του κτιρίου γίνεται μέσω μηχανικού αερισμού.

Στο πεδίο **minimum fresh air** ορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις φρέσκου νοπού αέρα και υπολογίζονται με βάση τους πίνακες του Κ.Εν.Α.Κ. Στην περίπτωση μας η απαιτούμενη ποσότητα υπολογίστηκε στην τιμή 6.940 lt/s-person .

Στο πεδίο **lighting** συμπληρώθηκε η απαιτούμενη ένταση φωτισμού που απαιτεί το κτίριο με βάση τη χρήση του η οποία είναι 100 lux και καθορίστηκε από τους αντίστοιχους πίνακες Κ.Εν.Α.Κ.

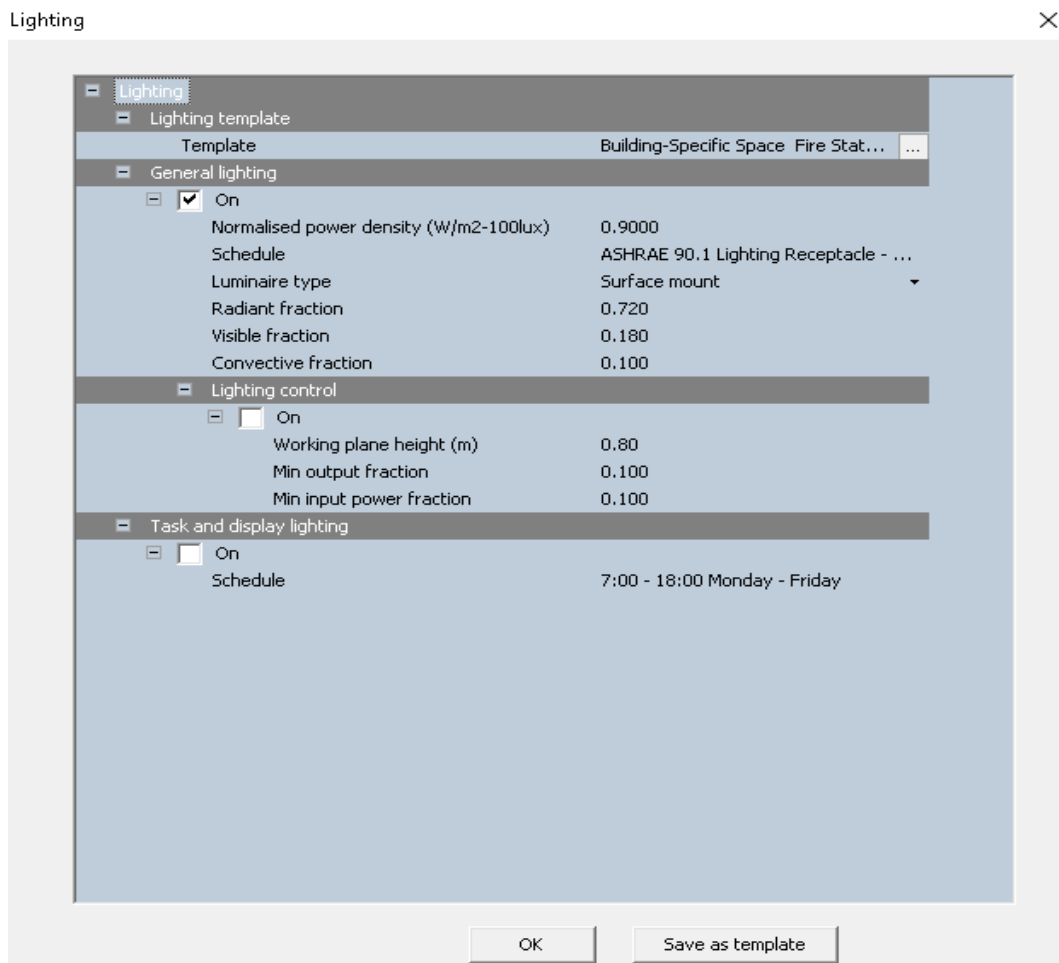
Στο σενάριο αυτό η παρουσία υπολογιστών και εξοπλισμού γραφείων είναι αμελητέα επομένως οι παράμετροι αυτές δεν συμπεριλήφθηκαν(computer, office equipment).

Το πεδίο **miscellaneous** που δείχνει τον λοιπό εξοπλισμό του κτιρίου, συμμετέχει στο σενάριο αυτό και το θερμικό κέρδος που προσδίδει υπολογίστηκε από τους αντίστοιχους πίνακες Κ.Εν.Α.Κ και έχει τιμή 8 watt/m²

Τα πεδία **catering** και **process** είναι απενεργοποιημένα καθώς δεν είναι απαραίτητα για τη συγκεκριμένη λειτουργία του κτιρίου.

Στα **schedules** συμπεριλήφθηκαν τα έτοιμα από τις βιβλιοθήκες χρονοπρογράμματα που αφορούν την παρουσία ατόμων στο κτίριο, τον κλιματισμό και το ζεστό νερό χρήσης.

Όσον αφορά το παράθυρο Lighting οι παράμετροι συμπληρώθηκαν όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



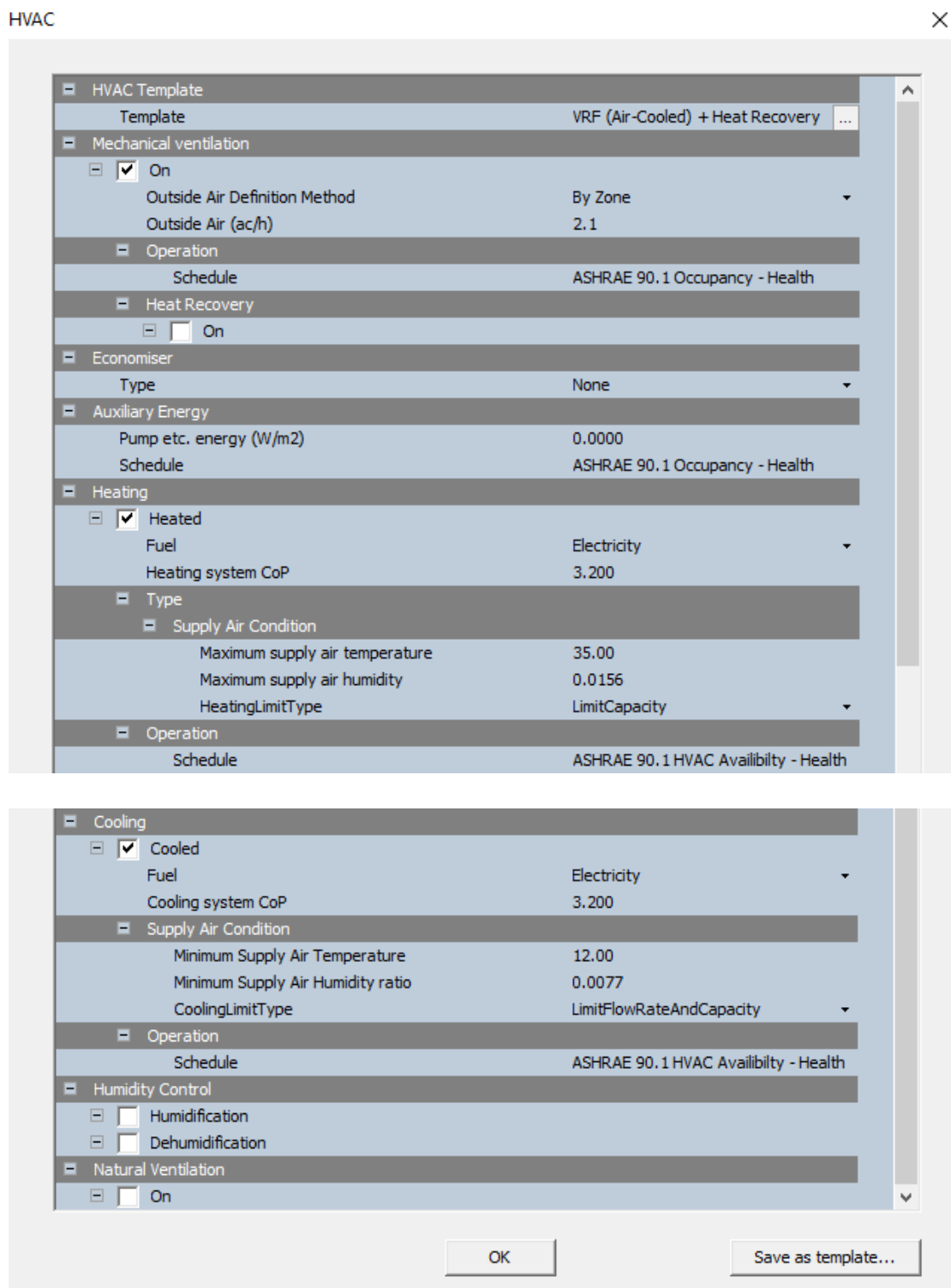
Εικόνα 77 Καθορισμός παραμέτρων του Lighting template για το βασικό σενάριο

Στο βασικό template επιλέξαμε ένα πρότυπο φωτισμού που κάλυπτε τις ανάγκες του κτιρίου σε φωτισμό που με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ. ήταν 2.7 W/m^2 στα 300 lux .

Στο σενάριο αυτό έχουμε γενικό φωτισμό και καθορίστηκε το αντίστοιχο schedule που αφορά τον φωτισμό.

Το Lighting control, δηλαδή ο έλεγχος φωτισμού, δεν συμπεριλαμβάνεται στο συγκεκριμένο σενάριο.

Όσον αφορά το παράθυρο HVAC οι παράμετροι υπολογίστηκαν όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 78 Καθορισμός παραμέτρων του HVAC template για το βασικό σενάριο

Στο αρχικό template καθορίσαμε το σύστημα κλιματισμού που θα καλύπτει τις ανάγκες του κτιρίου. Στο σενάριο αυτό το σύστημα που επιλέχθηκε είναι VRV.

Στο πεδίο mechanical ventilation υπολογίσαμε τις απαιτούμενες εναλλαγές αέρα ανά ώρα που είναι αναγκαίες για τον μηχανικό αερισμό του κτιρίου και υπολογίστηκαν στις 2.1 εναλλαγές/h σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ.

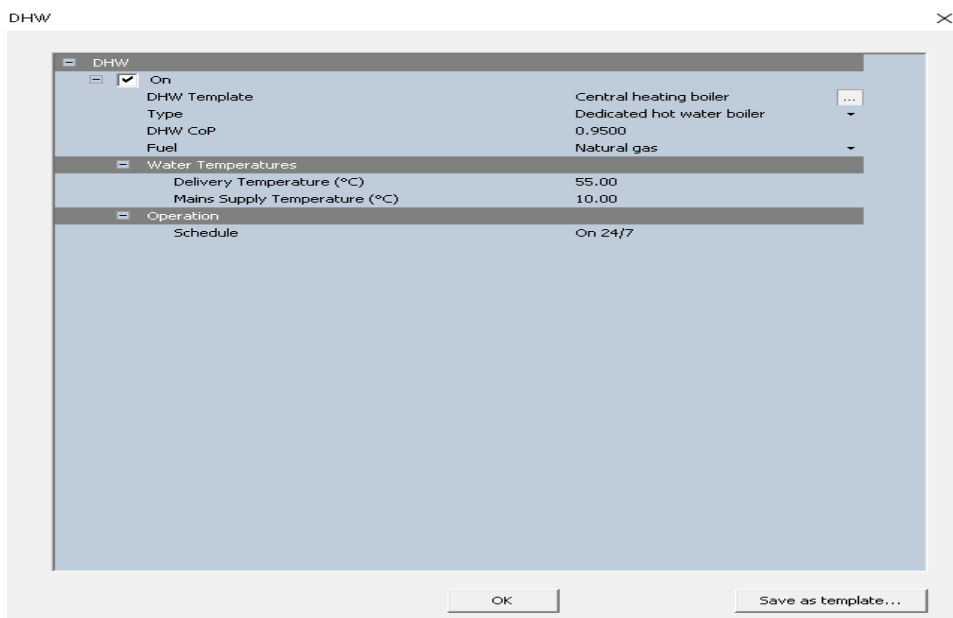
Το heat recovery αφορά την ανάκτηση θερμότητας. Στο σενάριο αυτό, το πεδίο αυτό είναι ενεργοποιημένο.

Στα πεδία heating και cooling ορίσαμε τους συντελεστές απόδοσης του συστήματος κλιματισμού όπως προβλέπει ο Κ.Εν.Α.Κ.

Στο humidity control ενεργοποιήσαμε τις λειτουργίες ύγρανσης και αφύγρανσης που επιθυμούμε να καλύπτει το σύστημα.

Τέλος, όλα τα schedules που φαίνονται στο παράθυρο αυτό συμπληρώθηκαν αυτόματα σύμφωνα με το Activity.

Όσον αφορά το DHW template οι σχετικές παράμετροι φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 79 Καθορισμός παραμέτρων του DHW template για το βασικό σενάριο

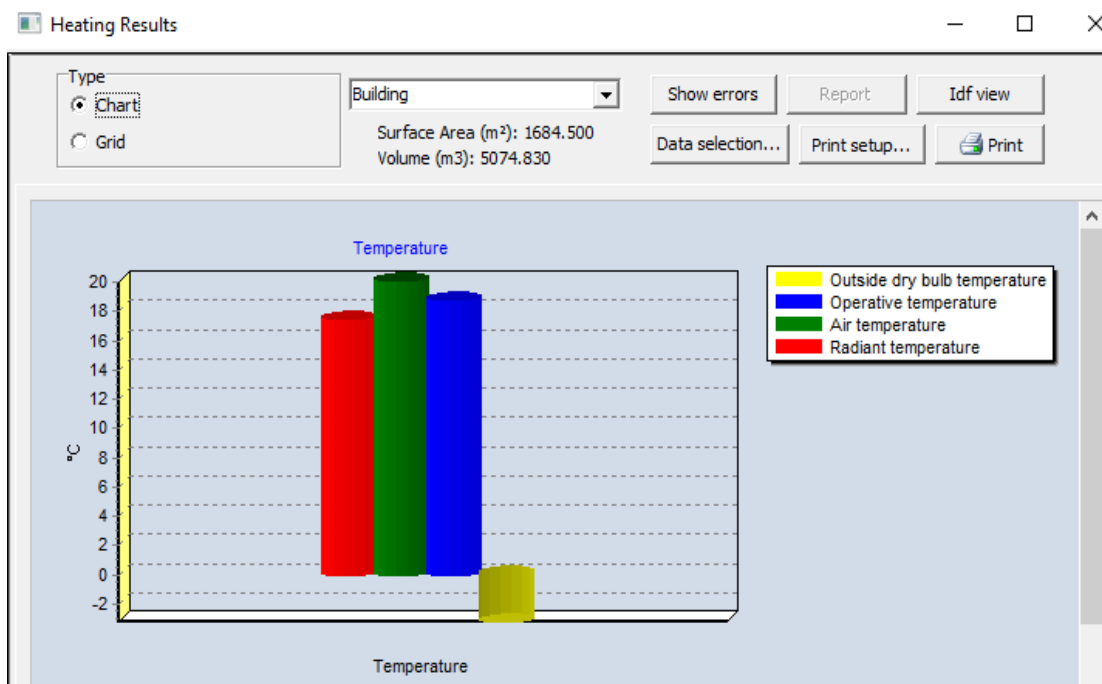
Στο παράθυρο αυτό δηλώσαμε ότι το κτίριο έχει απαίτηση για ζεστό νερό χρήσης και ότι το σύστημα που θα καλύπτει τις ανάγκες αυτές είναι λέβητας φυσικού αερίου.

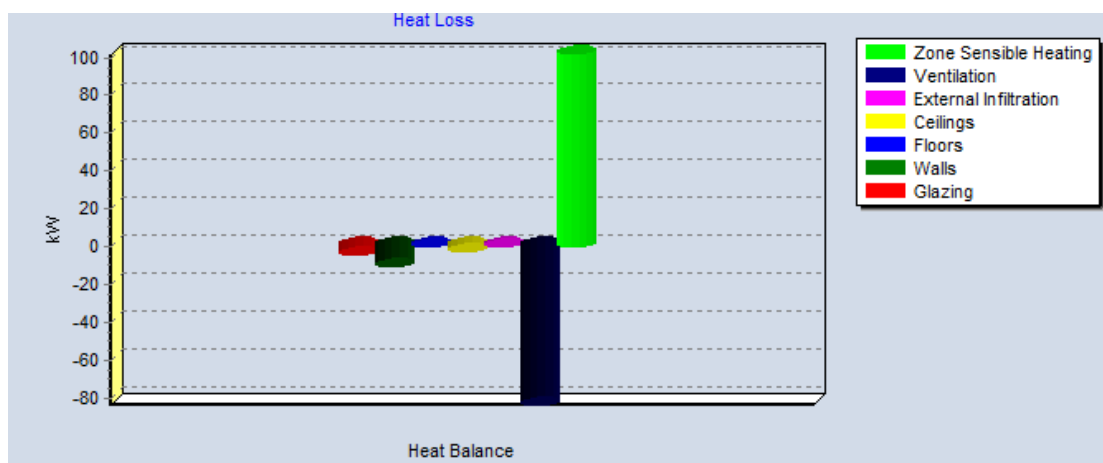
Επιπλέον καθορίστηκαν οι θερμοκρασίες που θα διαθέτει το νερό κατά την χρήση του (55°C).

Τέλος , προσδιορίστηκε το operation schedule που ορίστηκε να καλύπτει τις ανάγκες για ζεστό νερό όλο το εικοσιτετράωρο και όλες τις μέρες τις εβδομάδας.

➤ Heating design

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα του heating design για το βασικό μας σενάριο. Τα αποτελέσματα φαίνονται στις παρακάτω εικόνες με τη μορφή γραφημάτων αλλά και αναλυτικού πίνακα.





Εικόνα 80 Σχηματική αναπαράσταση Heating design βασικού σεναρίου

Steady State							
Comfort							
Zone	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)	
health	20.000	17.36589	18.68294	-3.20000	20.0145725	2.24097	
Heat loss							
Zone	Glazing (kW)	Walls (kW)	Floors (kW)	Ceilings (kW)	External Infiltration (kW)	Ventilation (kW)	Zone sensible heating (kW)
health	-4.0634384	-10.5522524	0.0536525	-2.5346391		-83.5158543	101.3434437
Building total	-4.0634384	-10.5522524	0.0536525	-2.5346391	0.0000000	-83.5158543	101.3434437
Summary							
	Comfort temperature (°C)	Steady state heat loss (kW)	Design capacity (kW)	Design capacity (W/m ²)			
	18.682943	101.3434437	126.6793046	75.2029116			

Εικόνα 81 Σχηματική αναπαράσταση Heating design βασικού σεναρίου σε μορφή πίνακα

Συγκεκριμένα, όπως έχουμε αναφέρει και σε προηγούμενες ενότητες το heating design αφορά εκείνη τη μέρα του χειμώνα κατά την οποία επικρατούν οι δυσμενέστερες συνθήκες. Έτσι στο πεδίο Outside dry bulb temperature αναγράφεται η εξωτερική θερμοκρασία του αέρα η οποία είναι -3.2 °C, θερμοκρασία η οποία είναι η ελάχιστη με βάση τα κλιματικά δεδομένα που σχετίζονται με την περιοχή που ορίσαμε για τη μελέτη μας (Θεσσαλονίκη).

Στο πεδίο **Air temperature** φαίνεται η μέση θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα των χώρων που είναι 20 °C.

Στο πεδίο **Radiant temperature** φαίνεται η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας της ζώνης που είναι 17.36589 °C.

Στο πεδίο **Operative temperature (comfort temperature)** φαίνεται ο μέσος όρος θερμοκρασίας των πεδίων air temperature και radiant temperature.

Επιπλέον τα αποτελέσματα μας δείχνουν τις απώλειες ή κέρδη που έχουμε από τα παράθυρα, τους τοίχους, τα δάπεδα και τις οροφές καθώς και τις απαιτήσεις αερισμού του κτιρίου.

Τέλος το σημαντικότερο απ' όλα είναι να εξετάσουμε τις συνολικές απαιτήσεις του κτιρίου για θέρμανση ώστε να διατηρούνται οι ιδανικές εσωτερικές συνθήκες, που στην περίπτωση μας είναι 101.3434437 KW όπως φανερώνει το πεδίο **zone sensible heating**.

Το **design capacity** εκφράζει τις απαιτήσεις του κτιρίου σε θέρμανση και η τιμή του χρησιμοποιείται για την διαστασιολόγηση του συστήματος θέρμανσης.

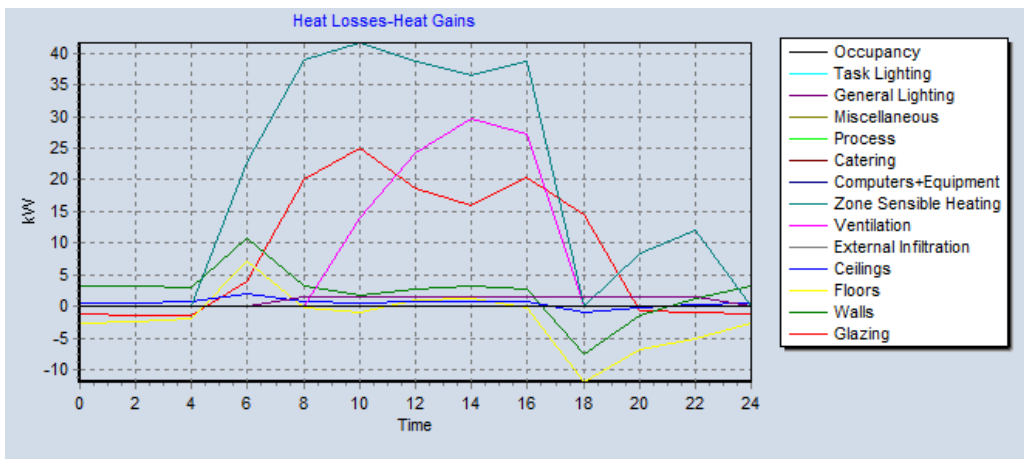
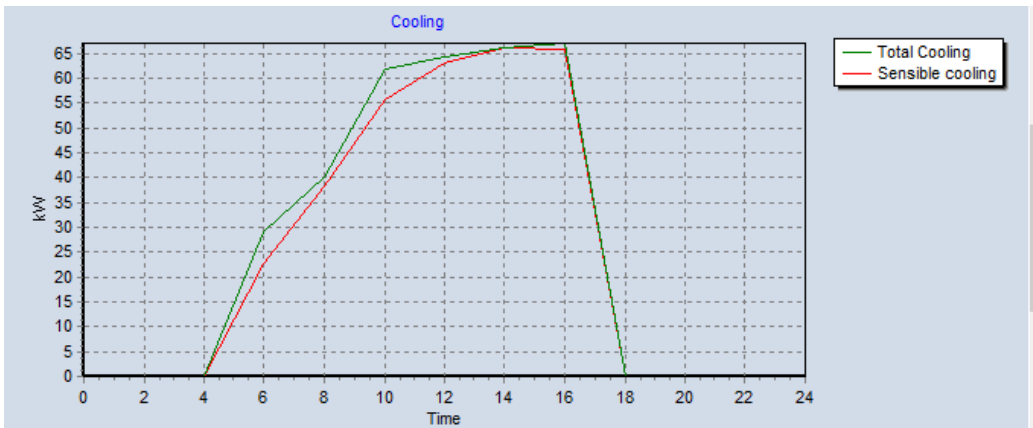
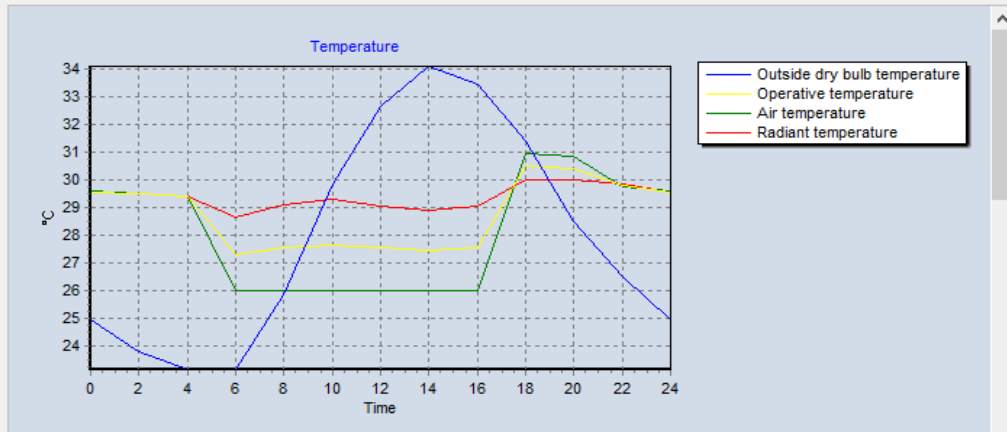
➤ Cooling Design

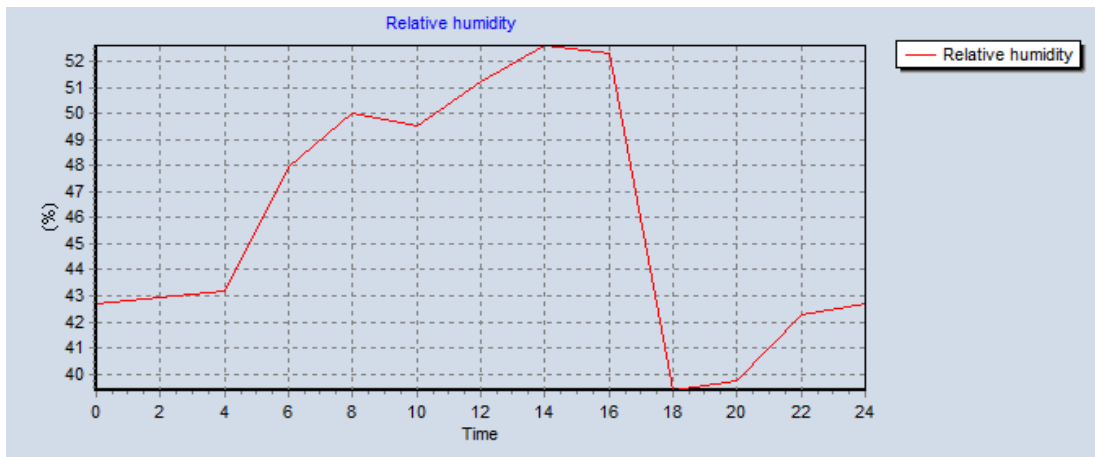
Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα του cooling design για το βασικό μας σενάριο. Τα αποτελέσματα φαίνονται στις παρακάτω εικόνες με τη μορφή γραφημάτων αλλά και αναλυτικού πίνακα.

Type
 Chart
 Grid
 Detailed Grid

Building ▼
 Surface Area (m²): 1684.500
 Volume (m³): 5074.830

Show errors Report Idf view
 Data selection... Print setup... Print





Εικόνα 82 Σχηματική αναπαράσταση Cooling design βασικού σεναρίου

Comfort	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00
Air temperature (°C)	30.10923	30.00795	25.98139	26.00000	26.00000
Radiant temperature (°C)	30.10710	30.02919	29.03395	29.61088	29.79480
Operative temperature (°C)	30.10817	30.01857	27.50767	27.80544	27.89740
Outside dry bulb temperature	23.79600	23.12400	23.12400	25.81200	29.84400
Relative humidity (%)	48.8214547	49.1060527	52.1541962	45.1515552	45.2524491
Mech vent + nat vent + infiltration	0.00000	0.00000	0.00000	2.17557	2.17564
Fabric and ventilation, Gains					
Glazing (kW)	-1.4933616	-1.5957808	3.9697389	20.1802440	25.1819250
Walls (kW)	3.2267667	2.9233370	13.1482515	3.1550110	1.8817513
Floors (kW)	-2.3373787	-1.9211208	9.7694298	0.3972313	-0.5167713
Ceilings (kW)	0.6694133	0.6881769	2.3861484	0.7439503	0.4779705
External Infiltration (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Ventilation (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	14.0061387
Zone sensible cooling (kW)	0.0000000	0.0000000	28.1661529	59.5659122	62.3931016
Sensible cooling (kW)	0.0000000	0.0000000	27.7508333	59.0298726	76.5833435
Total cooling (kW)	0.0000000	0.0000000	41.4090556	80.9902458	99.0303523
Computers+Equipment (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Catering (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Process (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Miscellaneous (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
General Lighting (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5160534	1.5160534
Task Lighting (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Occupancy (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	20.2992697	20.2992589
Summary	Design capacity (kW)		Total cooling load (kW)	Sensible (kW)	Latent (kW)
health	126.5580270		110.0504582	58.3483151	51.7021431
Building total	126.5580270		110.0504582	58.3483151	51.7021431

Εικόνα 83 Σχηματική αναπαράσταση Cooling design βασικού σεναρίου σε μορφή πίνακα

Το cooling design αφορά την δυσμενέστερη μέρα του καλοκαιριού και μας δείχνει τις απαιτήσεις του κτιρίου σε ψύξη για την συγκεκριμένη μέρα.

Φαίνονται επίσης τα κέρδη και οι απώλειες που έχουμε μέσα στη ζώνη (ανοίγματα, δάπεδα, οροφές, τοίχοι, occupancy, miscellaneous κ.α.) κατά τη διάρκεια της ημέρας.

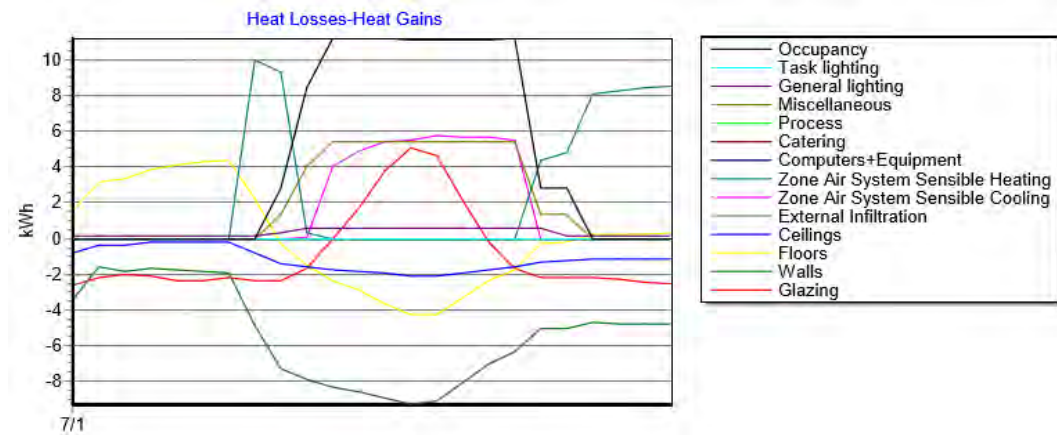
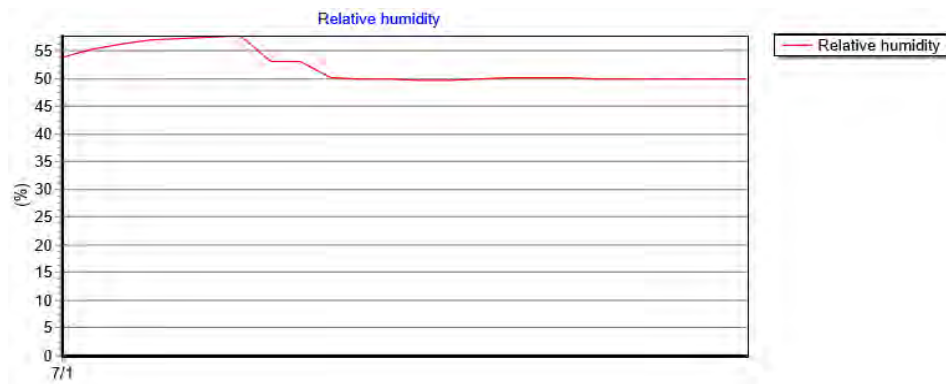
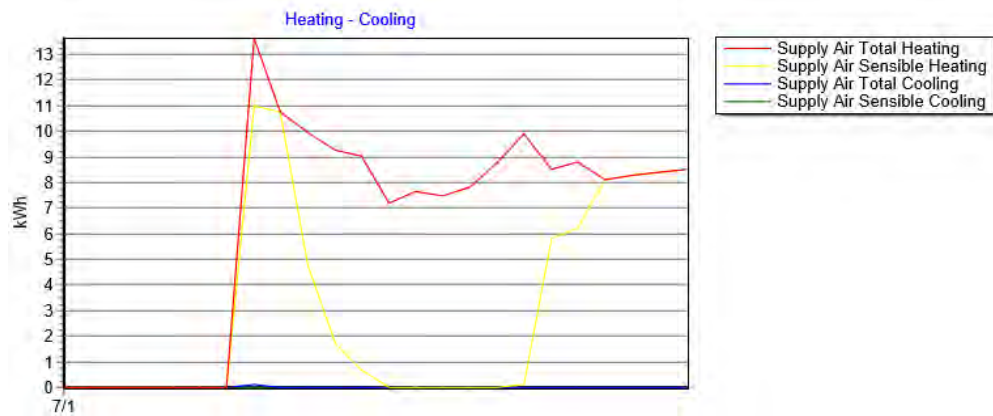
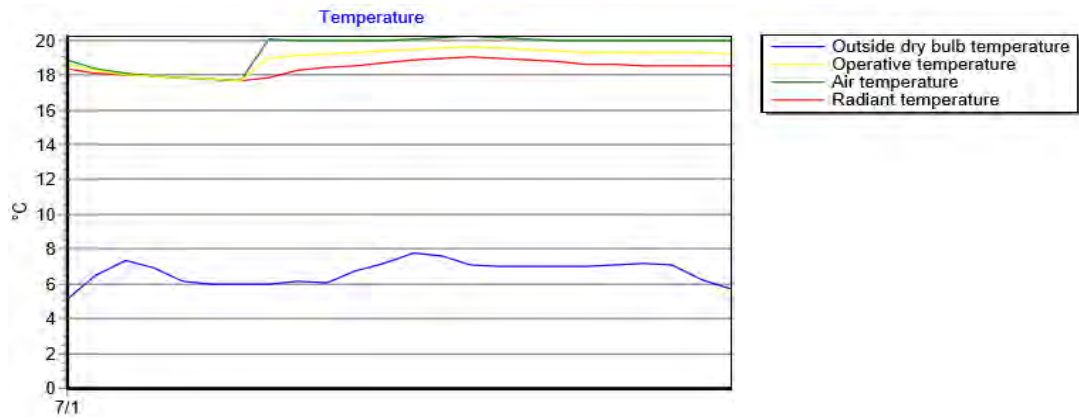
Τέλος αυτό που μας ενδιαφέρει περισσότερο είναι να δούμε το συνολικό φορτίο ψύξης που απαιτεί το κτίριό μας και αυτό φαίνεται μέσα από το πεδίο total cooling με τιμή 110.0504582 KW. Η τιμή αυτή προέρχεται από το άθροισμα του αισθητού (sensible) και λανθάνοντος φορτίου (latent).

➤ Simulation

Όπως έχουμε αναφέρει με το simulation πραγματοποιείται ολική προσομοίωση του κτιρίου για ένα ημερολογιακό έτος. Έτσι, ο μελετητής μπορεί να εξετάσει τα αναλυτικά τα αποτελέσματα της λειτουργίας του κτιρίου κατά τη χρήση του με τις συνολικές του απαιτήσεις. Για να γίνει ευκολότερη η ανάλυση των αποτελεσμάτων και να εξηγηθούν τα διάφορα πεδία που εμφανίζονται κατά την εξαγωγή τους, πραγματοποιήσαμε προσομοίωση για μία συγκεκριμένη μέρα κατά την χειμερινή περίοδο και μία για την θερινή. Οι μέρες αυτές θα είναι κοινές για όλα τα σενάρια ώστε να μπορεί να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων.

➤ Αποτελέσματα προσομοίωσης χειμερινής περιόδου

Η μέρα που επιλέχθηκε κατά την περίοδο αυτή είναι η 7^η Ιανουαρίου. Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα και οι πίνακες που περιέχουν τα σχετικά αποτελέσματα. Τα διαγράμματα παρουσιάζουν κατά τη διάρκεια της μέρας αυτής τις διάφορες θερμοκρασίες, τις θερμικές απώλειες και κέρδη, την παροχή ψύξης και θέρμανσης και την σχετική υγρασία. Για την ανάλυση και επεξήγηση των αποτελεσμάτων όμως θα χρησιμοποιήσουμε τους πίνακες καθώς μέσα από αυτούς γίνεται πιο εύκολη η ανάγνωση τους. Η ανάλυση αυτή θα πραγματοποιηθεί κάτω από τους σχετικούς αυτούς πίνακες



Εικόνα 84 Σχηματική αναπαράσταση Simulation βασικού σεναρίου για την 7η Ιανουαρίου

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + net vent + Infiltration (ac/h)
7/1 00:00	18.82977	18.35428	18.59203	5.15000	53.8553257	0.00000
7/1 01:00	18.37146	18.11161	18.24153	6.50000	55.3583532	0.00000
7/1 02:00	18.05628	18.03065	18.04346	7.30000	56.4087467	0.00000
7/1 03:00	17.89981	17.92019	17.91000	6.87500	56.9521554	0.00000
7/1 04:00	17.81308	17.82429	17.81868	6.17500	57.2641756	0.00000
7/1 05:00	17.72676	17.75261	17.73969	6.00000	57.5764911	0.00000
7/1 06:00	17.67056	17.69554	17.68305	6.00000	57.7808872	0.00000
7/1 07:00	20.09940	17.86053	18.97996	6.00000	53.0503178	0.00000
7/1 08:00	20.00000	18.23126	19.11563	6.15000	53.1302778	0.21384
7/1 09:00	20.00000	18.40020	19.20010	6.05000	50.2089727	0.64108
7/1 10:00	20.00000	18.56389	19.28194	6.75000	50.0112186	0.85408
7/1 11:00	20.00000	18.68438	19.34219	7.15000	50.0008428	0.85387
7/1 12:00	20.05286	18.82586	19.43936	7.80000	49.8564145	0.85467
7/1 13:00	20.17887	18.96090	19.56989	7.62500	49.7753309	0.85531
7/1 14:00	20.22851	19.02189	19.62520	7.12500	49.9328184	0.85552
7/1 15:00	20.17901	18.95023	19.56462	7.00000	50.1114191	0.85538
7/1 16:00	20.08768	18.84815	19.46792	7.00000	50.1766586	0.85507
7/1 17:00	20.01040	18.76515	19.38778	7.00000	50.1295197	0.85479
7/1 18:00	20.00003	18.61255	19.30629	7.00000	50.0073506	0.21352
7/1 19:00	20.00000	18.57507	19.28754	7.07500	50.0000685	0.21347
7/1 20:00	20.00000	18.52866	19.26433	7.17500	50.0003847	0.00000
7/1 21:00	20.00000	18.51342	19.25671	7.05000	50.0005423	0.00000
7/1 22:00	20.00000	18.49719	19.24859	6.25000	50.0005362	0.00000
7/1 23:00	20.00000	18.48243	19.24122	5.70000	50.0377331	0.00000

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
7/1 00:00	-2.6261710	-3.4045670	1.4969672	-0.8373166	0.0000000	0.0000000
7/1 01:00	-2.2146728	-1.6215254	3.1983231	-0.3595812	0.0000000	0.0000000
7/1 02:00	-2.0492081	-1.8842432	3.3680495	-0.3488867	0.0000000	0.0000000
7/1 03:00	-2.0862958	-1.6871976	3.8833083	-0.2475039	0.0000000	0.0000000
7/1 04:00	-2.3770821	-1.7313137	4.1414576	-0.2043279	0.0000000	0.0000000
7/1 05:00	-2.3401804	-1.8213835	4.3062272	-0.1790652	0.0000000	0.0000000
7/1 06:00	-2.2100550	-1.9596664	4.3805631	-0.1699672	0.0000000	0.0000000
7/1 07:00	-2.3730588	-4.8856835	2.1710644	-0.7896632	0.0000000	10.0346173
7/1 08:00	-2.3824765	-7.3490418	-0.3255886	-1.3875473	0.0000000	9.2975277
7/1 09:00	-1.6456261	-7.9128147	-1.4848953	-1.5747311	0.0000000	0.2784153
7/1 10:00	0.0044932	-8.3900073	-2.3984176	-1.7396842	0.0000000	0.0000000
7/1 11:00	1.6575481	-8.5717237	-2.9236901	-1.8382379	0.0000000	0.0000000
7/1 12:00	3.7311589	-8.9385769	-3.6426342	-1.9726876	0.0000000	0.0000000
7/1 13:00	5.0269607	-9.2987711	-4.2823720	-2.1081713	0.0000000	0.0000000
7/1 14:00	4.6037951	-9.0831714	-4.2686088	-2.1163140	0.0000000	0.0000000
7/1 15:00	2.0936481	-8.0768139	-3.3451158	-1.9359115	0.0000000	0.0000000
7/1 16:00	-0.1989202	-7.0808750	-2.4039163	-1.7363075	0.0000000	0.0000000
7/1 17:00	-1.6892652	-6.3671237	-1.7300315	-1.5840624	0.0000000	0.0000000
7/1 18:00	-2.1787437	-5.0664987	-0.2609456	-1.3089712	0.0000000	4.4167278
7/1 19:00	-2.1845933	-5.0427470	-0.1870349	-1.2858840	0.0000000	4.8128916
7/1 20:00	-2.1954566	-4.7291675	0.2114924	-1.2067741	0.0000000	8.1358653
7/1 21:00	-2.2689053	-4.7778997	0.2051709	-1.1999212	0.0000000	8.2817061
7/1 22:00	-2.4388320	-4.7820486	0.2509227	-1.1858120	0.0000000	8.4171487
7/1 23:00	-2.5689453	-4.7949077	0.2908015	-1.1744642	0.0000000	8.5412563

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)
7/1 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
7/1 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
7/1 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
7/1 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
7/1 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
7/1 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
7/1 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
7/1 07:00	0.0000000	0.0000000	0.0916932	10.9747594	13.6346124	0.0000000
7/1 08:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	10.7751662	10.7751662	0.0000000
7/1 09:00	0.0499790	0.0000000	0.0000000	4.7657322	9.9568088	0.0000000
7/1 10:00	4.0356159	0.0000000	0.0000000	1.7275424	9.2630924	0.0000000
7/1 11:00	4.9295921	0.0000000	0.0000000	0.6635219	9.0392952	0.0000000
7/1 12:00	5.3795966	0.0000000	0.0000000	0.0000000	7.1816344	0.0000000
7/1 13:00	5.5264360	0.0000000	0.0000000	0.0000000	7.6656676	0.0000000
7/1 14:00	5.7195144	0.0000000	0.0000000	0.0000000	7.4648349	0.0000000
7/1 15:00	5.7060971	0.0000000	0.0000000	0.0000000	7.8343646	0.0000000
7/1 16:00	5.6523259	0.0000000	0.0000000	0.0000000	8.7461158	0.0000000
7/1 17:00	5.5279550	0.0000000	0.0000000	0.1064126	9.8702123	0.0000000
7/1 18:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	5.7985174	8.5391604	0.0000000
7/1 19:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	6.1867324	8.8001240	0.0000000
7/1 20:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	8.1358653	8.1358653	0.0000000
7/1 21:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	8.2817061	8.2817061	0.0000000
7/1 22:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	8.4171487	8.4171487	0.0000000
7/1 23:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	8.5412563	8.5412563	0.0000000

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
7/1 00:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 01:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 02:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 03:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 04:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 05:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 06:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 07:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 08:00	0.000000	0.000000	1.3476030	0.3032107	0.000000	2.8029757
7/1 09:00	0.000000	0.000000	4.0428090	0.6064214	0.000000	8.4089271
7/1 10:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	11.2119028
7/1 11:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	11.2119028
7/1 12:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	11.2079002
7/1 13:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	11.1629580
7/1 14:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	11.1237643
7/1 15:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	11.1252711
7/1 16:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	11.1571082
7/1 17:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	11.1951902
7/1 18:00	0.000000	0.000000	1.3476030	0.6064214	0.000000	2.8028641
7/1 19:00	0.000000	0.000000	1.3476030	0.1516053	0.000000	2.8029756
7/1 20:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 21:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 22:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 23:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000

Εικόνα 85 Σχηματική αναπαράσταση Simulation βασικού σεναρίου για την 7η Ιανουαρίου σε μορφή πίνακα

Air temperature: η μέση θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα των χώρων.

Radiant temperature: η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας της ζώνης.

Operative temperature (comfort temperature): είναι ο μέσος όρος θερμοκρασίας των πεδίων air temperature και radiant temperature.

Outside dry bulb temperature: η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα.

Relative humidity: εκφράζει την σχετική υγρασία του αέρα.

Mech vent + nat vent + infiltration: εκφράζει το σύνολο το φορτίων που προέρχονται από τον μηχανικό αερισμό που παρέχει το σύστημα, τον φυσικό αερισμό και το φιλτράρισμα του αέρα.

Glazing-Walls-Floors-Ceilings: εκφράζουν τα θερμικά κέρδη ή θερμικές απώλειες που προκαλούνται από ανοίγματα, τοιχοποιίες, δάπεδα και οροφές αντίστοιχα. Όταν οι τιμές είναι θετικές μιλάμε για θερμικά κέρδη ενώ όταν είναι αρνητικές εννοούμε θερμικές απώλειες.

External infiltration: εκφράζει την είσοδο εξωτερικού αέρα στο κτίριο αν έχουμε φυσικό αερισμό ή σε περίπτωση ρωγμών και οπών στο κτιριακό κέλυφος. Στην περίπτωση μας είναι μηδέν καθώς δεν συμβαίνει τίποτα από τα δύο.

Zone air system sensible heating rate: εκφράζει τον ρυθμό δημιουργίας θερμικού φορτίου που αναπτύσσεται εντός της ζώνης εξαιτίας των θερμικών κερδών.

Zone air system sensible cooling rate: εκφράζει τον ρυθμό δημιουργίας ψυκτικού φορτίου και οφείλεται κατά κύριο λόγο στον αερισμό του κτιρίου καθώς εισέρχεται κρύος εξωτερικός αέρας ο οποίος πρέπει να δεχτεί κατάλληλη επεξεργασία για να πραγματοποιήσει τον αερισμό του κτιρίου.

Supply air sensible cooling: αποτελεί το ολικό αισθητό φορτίο ψύξης που παρέχεται από το σύστημα.

Supply air total cooling: αποτελεί το ολικό (αισθητό + λανθάνον) φορτίο ψύξης που παρέχεται από το σύστημα. Παρατηρούμε ότι αφού βρισκόμαστε σε χειμερινή περίοδο το supply total cooling είναι μηδέν καθώς δεν απαιτείται ψύξη.

Supply air sensible heating: αποτελεί το ολικό αισθητό φορτίο θέρμανσης που παρέχεται από το σύστημα.

Supply air total heating: αποτελεί το ολικό (αισθητό + λανθάνον) φορτίο θέρμανσης που παρέχεται από το σύστημα. Αποτελεί τη βασικότερη παράμετρο καθώς δείχνει την κατανάλωση ενέργειας του συστήματος για θέρμανση που είναι αναγκαία για την περίοδο αυτή.

Computers και equipment: εκφράζει το θερμικό κέρδος λόγω ύπαρξης υπολογιστών και άλλου ανάλογου εξοπλισμού. Οι τιμές είναι μηδενικές στο σενάριο αυτό λόγω μη ύπαρξης τέτοιου εξοπλισμού.

Catering: εκφράζει το θερμικό κέρδος λόγω δραστηριοτήτων μαγειρέματος. Οι τιμές είναι μηδενικές στο σενάριο αυτό λόγω μη ύπαρξης τέτοιου είδους δραστηριοτήτων.

Process: εκφράζει το θερμικό κέρδος λόγω εξοπλισμού επεξεργασίας. Οι τιμές είναι μηδενικές στο σενάριο αυτό λόγω μη ύπαρξης τέτοιου εξοπλισμού.

Miscellaneous: εκφράζει το θερμικό κέρδος λόγω διάφορων συσκευών.

General lighting: εκφράζει το θερμικό κέρδος λόγω γενικού φωτισμού.

Task lighting: εκφράζει το θερμικό κέρδος λόγω συσκευών φωτισμού εργασίας. Οι τιμές αυτές για το σενάριο αυτό είναι μηδενικές.

Occupancy: εκφράζει το θερμικό κέρδος λόγω παρουσίας ατόμων ανθρώπων στο κτίριο. Οι τιμές εξαρτώνται και από το αντίστοιχο schedule που καθορίζουν το ποσοστό ύπαρξης ατόμων με βάση την ώρα.

Για να μπορέσουμε να συγκρίνουμε τα διάφορα αποτελέσματα και να μπορέσουμε να αξιολογήσουμε τα διαφορετικά σενάρια παρουσιάζουμε στις παρακάτω εικόνες τις συνολικές καταναλώσεις ενέργειας για την συγκεκριμένη μέρα του χειμώνα και του καλοκαιριού αντίστοιχα.

Date	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)
7/1	53.4632204	0.0000000	0.0000000	32.4723332	116.1350056	0.0000000

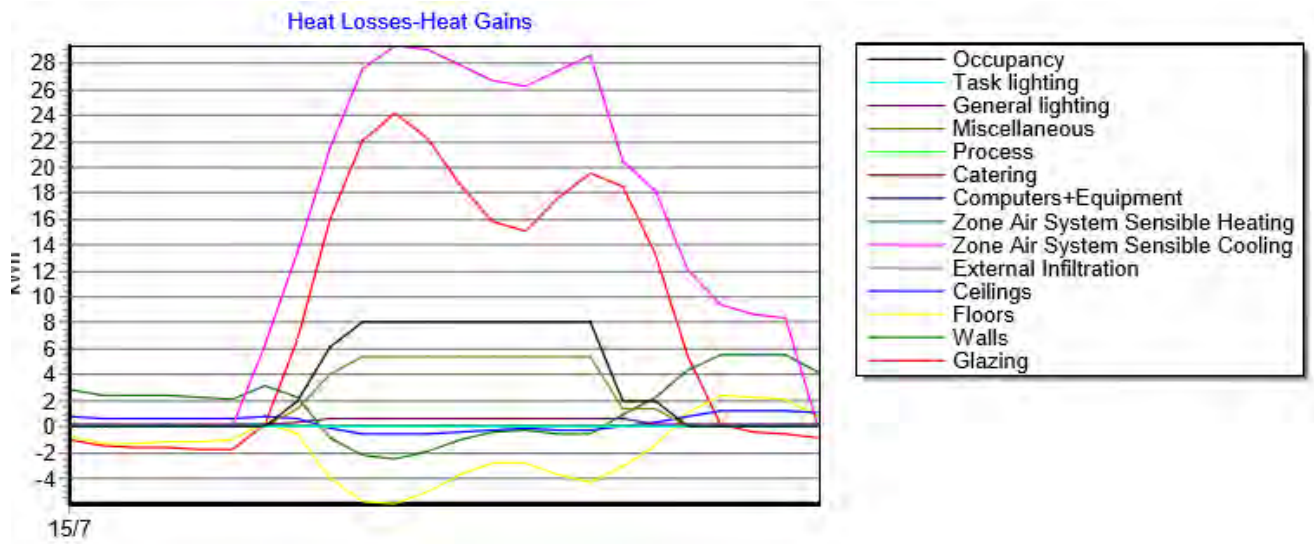
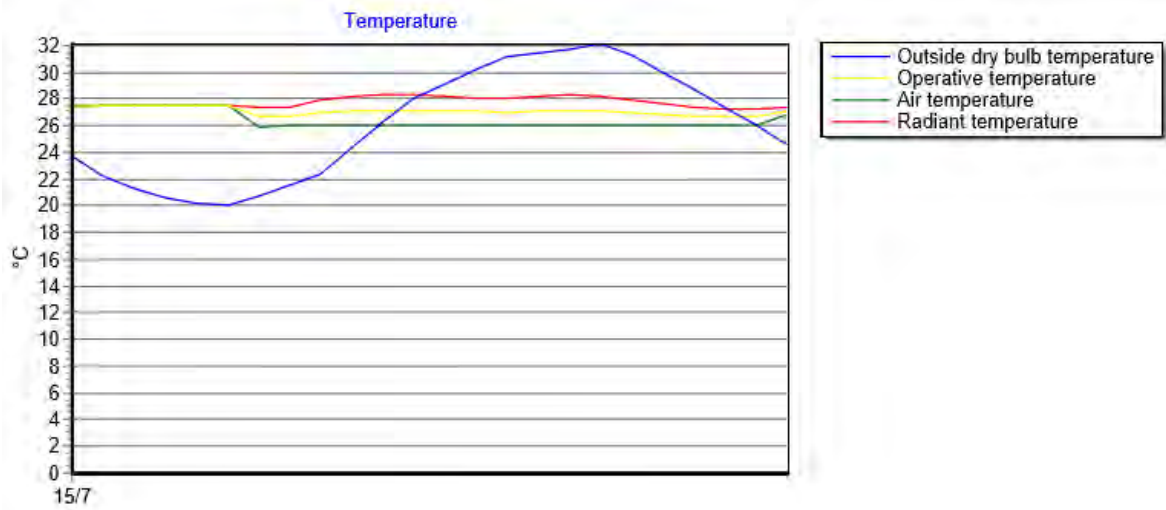
Εικόνα 86 Συνολική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση για το βασικό σενάριο κατά την 7η Ιανουαρίου

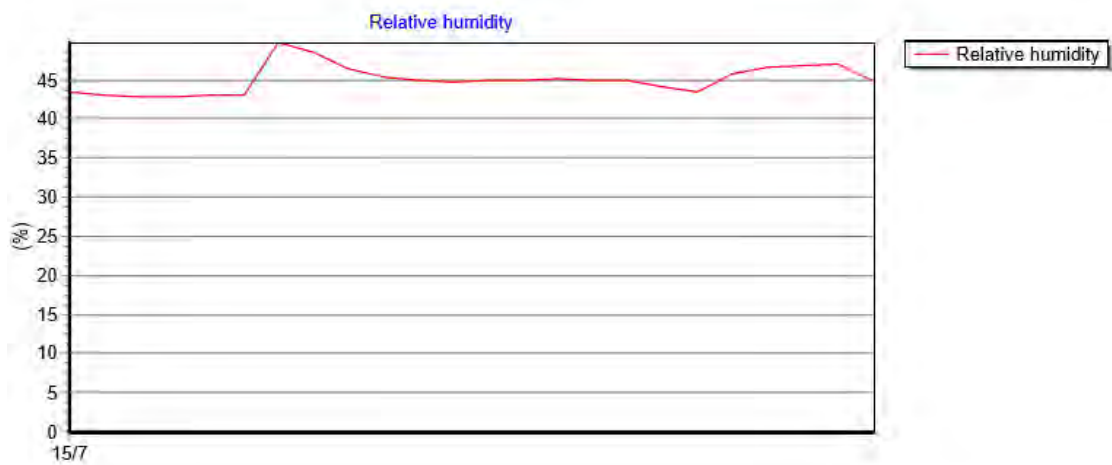
Date	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)
15/7	341.7863679	347.5246867	468.9900100	0.0000000	11.8365131	0.0000000

Εικόνα 87 Συνολική κατανάλωση ενέργειας για ψύξη για το βασικό σενάριο κατά την 7η Ιανουαρίου

➤ Αποτελέσματα προσομοίωσης θερινής περιόδου

Η μέρα που επιλέχθηκε κατά την περίοδο αυτή είναι η 15^η Ιουλίου. Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα και οι πίνακες που περιέχουν τα σχετικά αποτελέσματα. Τα πεδία των αποτελεσμάτων είναι τα ίδια οπότε δεν χρειάζεται να εξηγηθούν και στην ενότητα αυτή. Οι βασική παράμετρος που πρέπει να εστιάσουμε είναι το total supply cooling καθώς εκφράζει την κατανάλωση ενέργειας για ψύξη που απαιτεί το κτίριο και θα αποτελεί το βασικό κριτήριο σύγκρισης των διάφορων σεναρίων κατά την θερινή περίοδο.





Εικόνα 88 Σχηματική αναπαράσταση Simulation βασικού σεναρίου για την 15η Ιουλίου

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
15/7 00:00	27.31211	27.51542	27.41376	23.67500	43.4968354	0.00000
15/7 01:00	27.49915	27.54180	27.52047	22.22500	42.9398888	0.00000
15/7 02:00	27.50539	27.55132	27.52836	21.20000	42.8712254	0.00000
15/7 03:00	27.49245	27.53582	27.51413	20.62500	42.9036923	0.00000
15/7 04:00	27.46922	27.51033	27.48977	20.12500	42.9620541	0.00000
15/7 05:00	27.43806	27.48113	27.45959	20.00000	43.0723916	0.00000
15/7 06:00	25.93424	27.36850	26.65137	20.67500	49.7249798	0.00000
15/7 07:00	26.00000	27.41670	26.70835	21.50000	48.5548282	0.21781
15/7 08:00	26.00000	27.84695	26.92348	22.37500	46.3481004	0.65278
15/7 09:00	26.00000	28.15874	27.07937	24.40000	45.3552696	0.86943
15/7 10:00	26.00000	28.29016	27.14508	26.27500	44.9572929	0.86910
15/7 11:00	26.00000	28.25696	27.12848	27.97500	44.7872810	0.86905
15/7 12:00	26.00000	28.14686	27.07343	29.15000	44.8032464	0.86905
15/7 13:00	26.00000	28.04351	27.02176	30.15000	44.9104995	0.86908
15/7 14:00	26.00000	28.01609	27.00804	31.15000	45.0163781	0.86912
15/7 15:00	26.00000	28.13149	27.06575	31.40000	45.0033067	0.86911
15/7 16:00	26.00000	28.24411	27.12206	31.70000	44.8864980	0.86908
15/7 17:00	26.00000	28.16034	27.08017	32.10000	44.1613057	0.21722
15/7 18:00	26.00000	27.95784	26.97892	31.22500	43.5034542	0.21717
15/7 19:00	26.00000	27.60740	26.80370	30.00000	45.7473302	0.00000
15/7 20:00	26.00000	27.34662	26.67331	28.72500	46.5839789	0.00000
15/7 21:00	26.00000	27.27909	26.63954	27.35000	46.8497773	0.00000
15/7 22:00	26.00000	27.24197	26.62099	25.95000	46.9695165	0.00000
15/7 23:00	26.80569	27.32607	27.06588	24.55000	44.8171394	0.00000

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
15/7 00:00	-1.0790954	2.8693342	-0.7621074	0.7460614	0.0000000	0.0000000
15/7 01:00	-1.4085648	2.4679423	-1.3050903	0.6410628	0.0000000	0.0000000
15/7 02:00	-1.5935859	2.4119066	-1.3280987	0.6203197	0.0000000	0.0000000
15/7 03:00	-1.6811151	2.3789994	-1.2330562	0.6165833	0.0000000	0.0000000
15/7 04:00	-1.7557150	2.2933925	-1.1081507	0.6121404	0.0000000	0.0000000
15/7 05:00	-1.7573686	2.1653395	-0.9729602	0.6039479	0.0000000	0.0000000
15/7 06:00	0.2184922	3.1947344	0.3800723	0.7552254	0.0000000	0.1383005
15/7 07:00	6.7085824	2.2240749	-0.5913158	0.5432512	0.0000000	0.0000000
15/7 08:00	15.9527364	-0.8152813	-4.0010839	-0.1282363	0.0000000	0.0000000
15/7 09:00	22.0982086	-2.2571050	-5.7487409	-0.5056657	0.0000000	0.0000000
15/7 10:00	24.1825201	-2.4628824	-5.9465652	-0.6135117	0.0000000	0.0000000
15/7 11:00	22.2434159	-1.8608327	-5.0471990	-0.5180854	0.0000000	0.0000000
15/7 12:00	18.7079119	-1.0722572	-3.7589330	-0.3623270	0.0000000	0.0000000
15/7 13:00	15.8112171	-0.4699873	-2.8567978	-0.2336070	0.0000000	0.0000000
15/7 14:00	15.1132086	-0.2212468	-2.8145964	-0.1785314	0.0000000	0.0000000
15/7 15:00	17.6210907	-0.5458067	-3.6428323	-0.2768776	0.0000000	0.0000000
15/7 16:00	19.6025812	-0.5837020	-4.2416316	-0.3234339	0.0000000	0.0000000
15/7 17:00	18.4524600	0.8443603	-3.0633614	-0.0340577	0.0000000	0.0000000
15/7 18:00	13.2426747	2.3112847	-1.4299711	0.3063740	0.0000000	0.0000000
15/7 19:00	5.4113008	4.4117539	1.0575919	0.8223969	0.0000000	0.0000000
15/7 20:00	0.1247454	5.5570413	2.3622864	1.1479219	0.0000000	0.0000000
15/7 21:00	-0.3876962	5.5352357	2.2490293	1.1845643	0.0000000	0.0000000
15/7 22:00	-0.6135699	5.5388371	2.1723150	1.2081066	0.0000000	0.0000000
15/7 23:00	-0.8527510	4.2135618	0.7129153	1.0077039	0.0000000	0.0000000

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)
15/7 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 06:00	6.2793539	6.7423583	12.2027715	0.0000000	7.1659716	0.0000000
15/7 07:00	13.3636600	11.7317839	17.1972119	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 08:00	21.5378091	17.6244000	28.9569286	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 09:00	27.6529276	25.4272143	41.2436412	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 10:00	29.3913060	29.5710994	46.4960399	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 11:00	29.1549123	30.1767574	48.3429755	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 12:00	27.9047977	29.4112041	44.3814987	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 13:00	26.6642910	28.5607650	39.0349030	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 14:00	26.2374902	28.5258383	34.9638276	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 15:00	27.4235676	29.8093259	35.3930319	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 16:00	28.7156608	31.2313534	36.7808054	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 17:00	20.5194476	21.1920074	23.9597095	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 18:00	18.2658509	18.8452863	20.5694295	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 19:00	12.1176895	12.1176895	12.9096322	0.0000000	3.6029637	0.0000000
15/7 20:00	9.4650820	9.4650820	9.4650820	0.0000000	0.8120312	0.0000000
15/7 21:00	8.7122978	8.7122978	8.7122978	0.0000000	0.1878699	0.0000000
15/7 22:00	8.3802238	8.3802238	8.3802238	0.0000000	0.0676767	0.0000000
15/7 23:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Εικόνα 89 Σχηματική αναπαράσταση Simulation βασικού σεναρίου για την 15η Ιουλίου σε μορφή πίνακα

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
15/7 00:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
15/7 01:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
15/7 02:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
15/7 03:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
15/7 04:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
15/7 05:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
15/7 06:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
15/7 07:00	0.000000	0.000000	1.3476030	0.3032107	0.000000	2.0299281
15/7 08:00	0.000000	0.000000	4.0428090	0.6064214	0.000000	6.0897777
15/7 09:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	8.1197036
15/7 10:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	8.1197036
15/7 11:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	8.1197036
15/7 12:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	8.1197036
15/7 13:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	8.1197036
15/7 14:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	8.1197036
15/7 15:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	8.1197036
15/7 16:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	8.1197036
15/7 17:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	8.1197036
15/7 18:00	0.000000	0.000000	1.3476030	0.1516053	0.000000	2.0299259
15/7 19:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
15/7 20:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
15/7 21:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
15/7 22:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
15/7 23:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000

Εικόνα 90 Σχηματική αναπαράσταση Simulation βασικού σεναρίου για την 15η Ιουλίου σε μορφή πίνακα (2)

11.2 ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Το σενάριο αυτό διαφοροποιείται σε σχέση με το βασικό ως προς την τοποθεσία που βρίσκεται το κτίριο. Το βασικό σενάριο χρησιμοποιούσε ως τοποθεσία την Θεσσαλονίκη. Στο εναλλακτικό αυτό σενάριο θα χρησιμοποιήσουμε σαν επιλογή την Αθήνα. Στόχος είναι να δούμε πως επηρεάζουν τα κλιματικά δεδομένα τα αποτελέσματα κατανάλωσης κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο και να συγκρίνουμε τις αντίστοιχες καταναλώσεις. Παρακάτω φαίνονται οι πίνακες που προέκυψαν κατά το heating design (Εικόνα 91) και cooling design (Εικόνα 92) για αυτό το σενάριο.

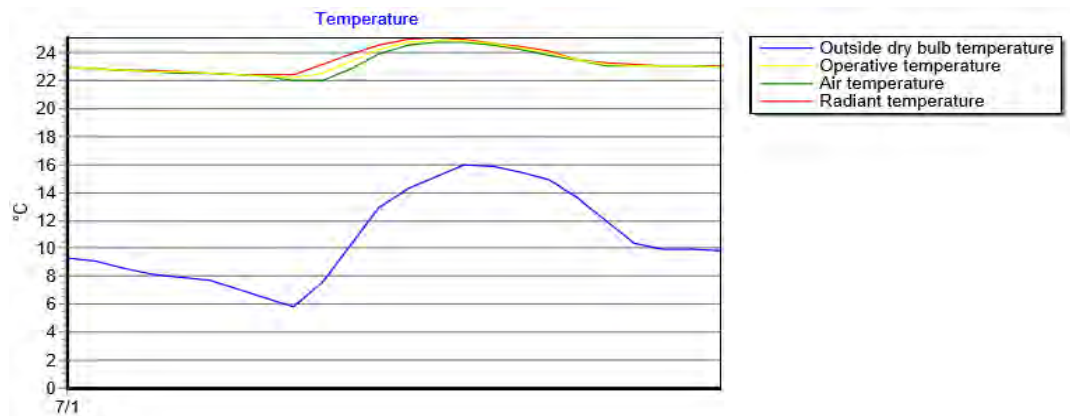
Steady State						
Comfort						
Zone	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
health	20.000	17.74178	18.87089	1.60000	29.3324191	2.24556
Heat loss						
Zone	Glazing (kW)	Walls (kW)	Floors (kW)	Ceilings (kW)	External Infiltration (kW)	Ventilation (kW)
health	-3.2383816	-8.5294730	0.0084477	-2.1259974		-66.3158330
Building total	-3.2383816	-8.5294730	0.0084477	-2.1259974	0.0000000	-66.3158330
Summary						
	Comfort temperature (°C)	Steady state heat loss (kW)	Design capacity (kW)	Design capacity (W/m ²)		
	18.870892	80.7922290	100.9902862	59.9526781		

Εικόνα 91 Σχηματική αναπαράσταση Heating design δεύτερου σεναρίου σε μορφή πίνακα

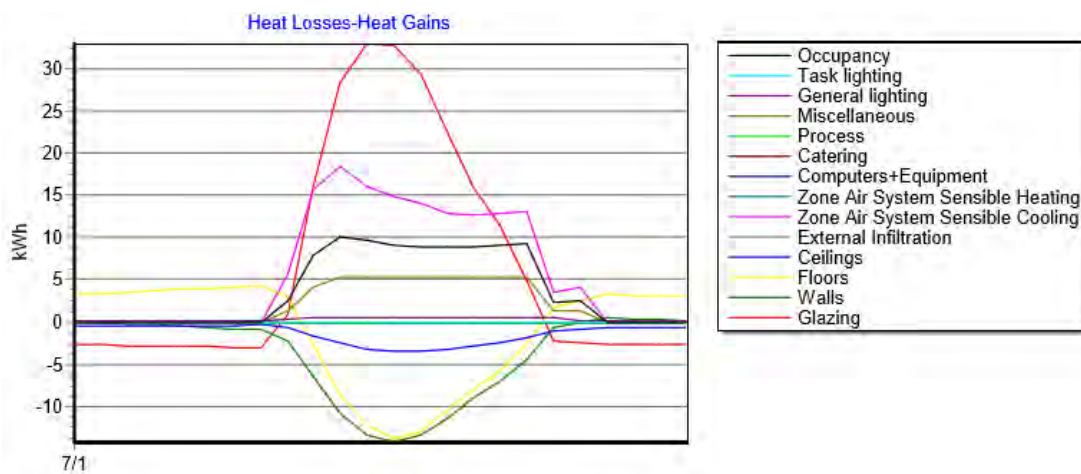
Comfort	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00
Air temperature (°C)	30.42254	30.34428	25.97347	26.00000	26.00000
Radiant temperature (°C)	30.39374	30.33071	29.24803	29.81005	29.93629
Operative temperature (°C)	30.40814	30.33749	27.61075	27.90502	27.96814
Outside dry bulb (°C)	26.72800	26.18200	26.18200	28.36600	31.64200
Relative humidity (%)	44.3641288	44.5633212	49.5336512	44.8801477	45.1295451
Mech vent + nat vent + Infiltration	0.00000	0.00000	0.00000	2.17541	2.17559
Fabric and ventilation, Gains					
Glazing (kW)	-1.0282985	-1.1122449	4.6490979	21.3188231	24.9169215
Walls (kW)	3.3073034	3.0325929	14.4986071	4.1349749	3.1257737
Floors (kW)	-2.9530707	-2.5596523	10.2445984	0.5719160	0.0277374
Ceilings (kW)	0.6747565	0.6891014	2.5811929	0.9086228	0.7203522
External Infiltration (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Ventilation (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	8.6065150	20.5300221
Zone sensible cooling (kW)	0.0000000	0.0000000	30.6889163	62.0766657	64.2057616
Sensible cooling (kW)	0.0000000	0.0000000	30.0907621	70.7551458	84.7981765
Total cooling (kW)	0.0000000	0.0000000	41.4258237	82.8105526	97.4924346
Computers+Equipment (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Catering (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Process (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Miscellaneous (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
General Lighting (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.5160534	1.5160534
Task Lighting (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Occupancy (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	20.2992785	20.2992589
Summary					
	Design capacity (kW)		Total cooling load (kW)	Sensible (kW)	Latent (kW)
health	121.2547653		105.4389263	60.0189041	45.4200223
Building total	121.2547653		105.4389263	60.0189041	45.4200223

Εικόνα 92 Σχηματική αναπαράσταση Cooling design δεύτερου σεναρίου σε μορφή πίνακα

➤ Προσομοίωση χειμερινής περιόδου

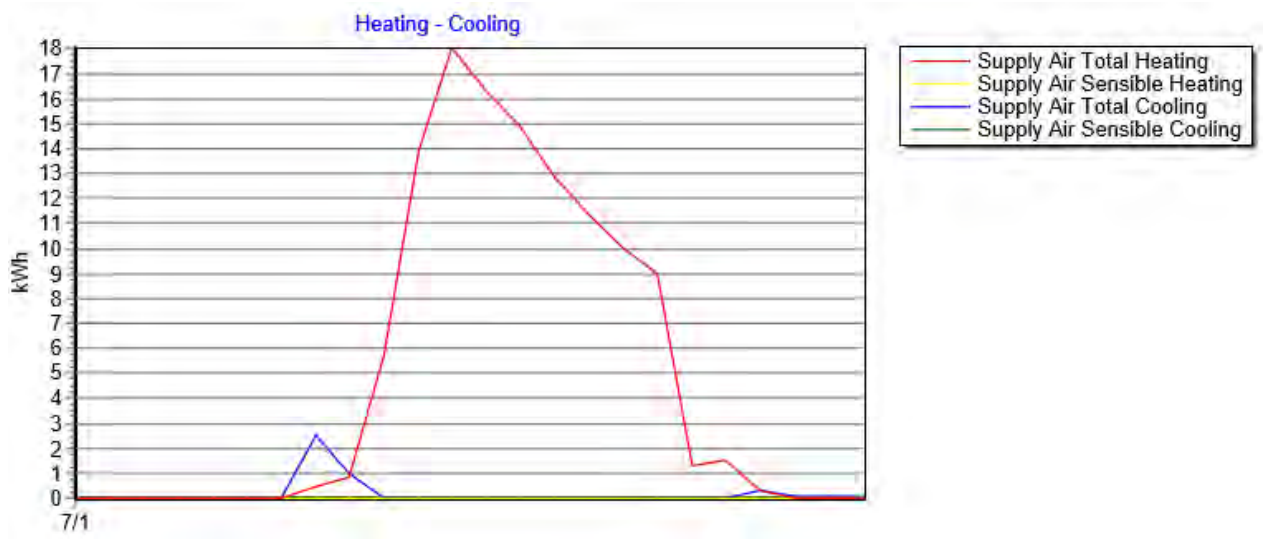


(α)

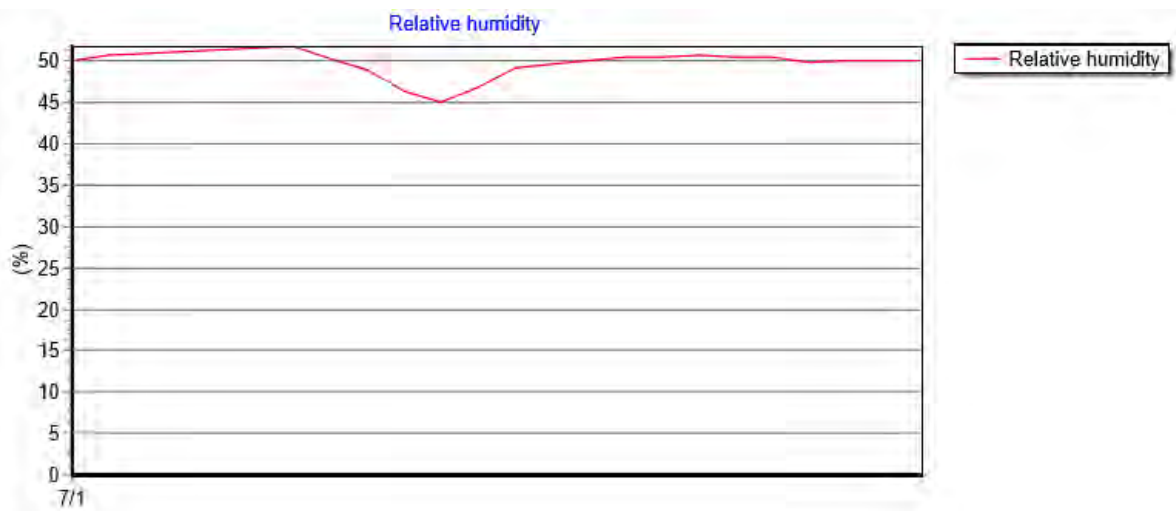


(β)

Εικόνα 93 Διαγράμματα αποτελεσμάτων simulation του δεύτερου σεναρίου για την 7η Ιανουαρίου. α) διάγραμμα θερμοκρασιών, β) διάγραμμα απωλειών-κερδών



(γ)



(δ)

Εικόνα 94 Διαγράμματα αποτελεσμάτων simulation του δεύτερου σεναρίου για την 7η Ιανουαρίου. γ) φορτίο ψύξης-θέρμανσης, (δ) διάγραμμα σχετικής υγρασίας

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
7/1 00:00	22.90031	22.94161	22.92096	9.35000	50.1860908	0.00000
7/1 01:00	22.78911	22.83211	22.81061	9.12500	50.6779879	0.00000
7/1 02:00	22.72161	22.76288	22.74224	8.57500	50.9871583	0.00000
7/1 03:00	22.64651	22.68979	22.66815	8.17500	51.1824202	0.00000
7/1 04:00	22.57225	22.61570	22.59397	7.95000	51.4010771	0.00000
7/1 05:00	22.49671	22.53957	22.51814	7.67500	51.5994752	0.00000
7/1 06:00	22.41529	22.45763	22.43646	7.07500	51.8427574	0.00000
7/1 07:00	22.33294	22.37034	22.35164	6.45000	50.3633594	0.00000
7/1 08:00	22.00144	22.45850	22.22997	5.77500	49.0386638	0.21244
7/1 09:00	22.02649	23.12219	22.57434	7.62500	46.3345173	0.63700
7/1 10:00	22.88968	23.94159	23.41563	10.25000	44.9746461	0.85068
7/1 11:00	23.88065	24.56780	24.22423	12.92500	46.8628852	0.85437
7/1 12:00	24.49011	24.95793	24.72402	14.27500	49.1587915	0.86078
7/1 13:00	24.71158	25.05947	24.88553	15.10000	49.6430490	0.86194
7/1 14:00	24.74105	24.91574	24.82839	15.97500	49.9840356	0.86278
7/1 15:00	24.51479	24.65911	24.58695	15.82500	50.4855579	0.86294
7/1 16:00	24.20550	24.41900	24.31225	15.40000	50.5591928	0.86203
7/1 17:00	23.83277	24.06743	23.95010	14.92500	50.7353872	0.86135
7/1 18:00	23.42780	23.49647	23.46213	13.60000	50.6391310	0.21501
7/1 19:00	23.08338	23.29042	23.18690	12.00000	50.5248563	0.21469
7/1 20:00	23.05035	23.13594	23.09314	10.40000	49.9197808	0.00000
7/1 21:00	23.05628	23.09293	23.07461	9.92500	50.0410928	0.00000
7/1 22:00	23.00270	23.05029	23.02649	9.90000	50.0794100	0.00000
7/1 23:00	22.95656	23.00034	22.97845	9.82500	50.0701216	0.00000

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
7/1 00:00	-2.7204944	0.0901672	3.2523613	-0.5537949	0.0000000	0.0000000
7/1 01:00	-2.7219357	-0.0326139	3.3540659	-0.5259812	0.0000000	0.0000000
7/1 02:00	-2.8025642	-0.1714917	3.5066685	-0.4950299	0.0000000	0.0000000
7/1 03:00	-2.8536285	-0.3171515	3.6732989	-0.4637587	0.0000000	0.0000000
7/1 04:00	-2.8757864	-0.4788008	3.8366524	-0.4353209	0.0000000	0.0000000
7/1 05:00	-2.9064922	-0.6468470	4.0011971	-0.4086758	0.0000000	0.0000000
7/1 06:00	-2.9928162	-0.7989167	4.1886151	-0.3793121	0.0000000	0.0000000
7/1 07:00	-3.1135520	-0.9379598	4.3919922	-0.3480329	0.0000000	0.0388999
7/1 08:00	0.8419031	-2.2555185	2.9910688	-0.5966434	0.0000000	0.0000000
7/1 09:00	16.0408968	-6.5084499	-2.5733033	-1.5614023	0.0000000	0.0000000
7/1 10:00	28.4179795	-10.8537273	-8.5839329	-2.5332584	0.0000000	0.0000000
7/1 11:00	32.8971159	-13.3047378	-12.2167369	-3.1615314	0.0000000	0.0000000
7/1 12:00	32.7441452	-14.1691985	-13.7460457	-3.5387816	0.0000000	0.0000000
7/1 13:00	29.2766674	-13.3486814	-12.8887281	-3.5265764	0.0000000	0.0000000
7/1 14:00	22.3838261	-11.3445030	-10.4654662	-3.2237876	0.0000000	0.0000000
7/1 15:00	15.9515460	-9.1016393	-7.9724378	-2.8153216	0.0000000	0.0000000
7/1 16:00	11.5278792	-6.9981619	-5.7306345	-2.3950918	0.0000000	0.0000000
7/1 17:00	4.8508402	-4.4155580	-2.6116090	-1.8562795	0.0000000	0.0000000
7/1 18:00	-2.1802069	-0.6818160	1.7765728	-1.0301651	0.0000000	0.0000000
7/1 19:00	-2.3774804	-0.0218825	2.5178115	-0.8179494	0.0000000	0.0000000
7/1 20:00	-2.6330595	0.6117639	3.2706550	-0.6300925	0.0000000	0.0000000
7/1 21:00	-2.6710026	0.3683525	3.0633249	-0.6383462	0.0000000	0.0009695
7/1 22:00	-2.6532050	0.2931060	3.0870059	-0.6109987	0.0000000	0.0008007
7/1 23:00	-2.6509530	0.1987317	3.1464759	-0.5835946	0.0000000	0.0005141

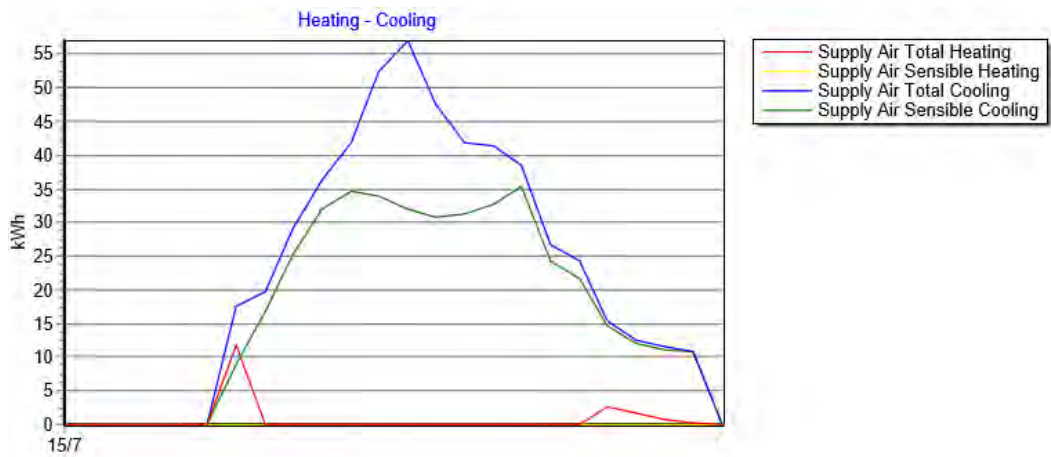
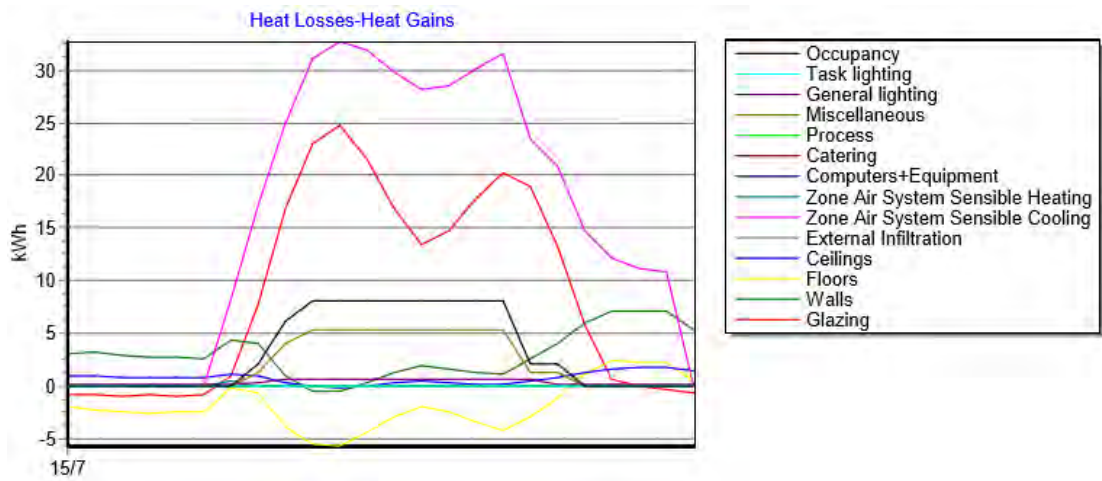
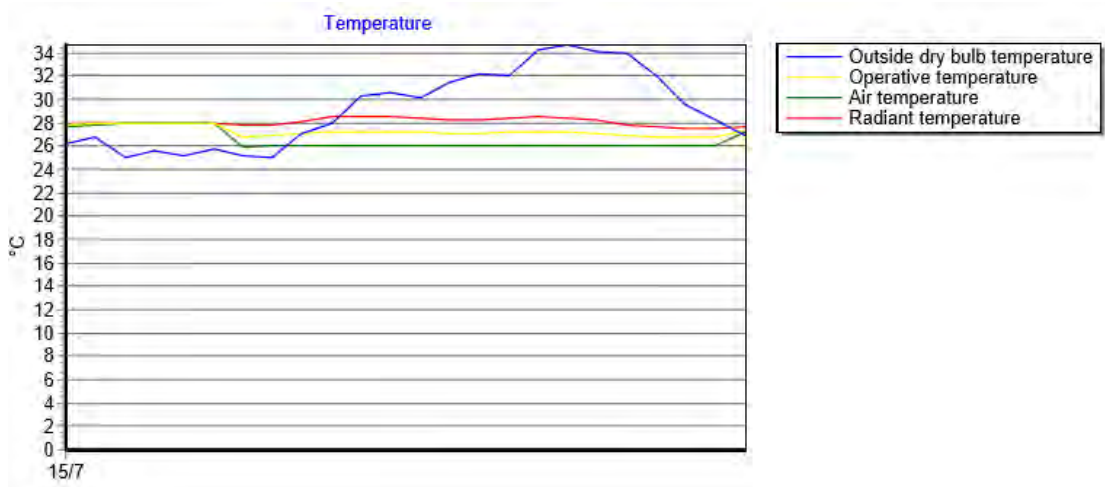
Εικόνα 95 Διαγράμματα αποτελεσμάτων simulation του δεύτερου σεναρίου για την 7η Ιανουαρίου σε μορφή πίνακα

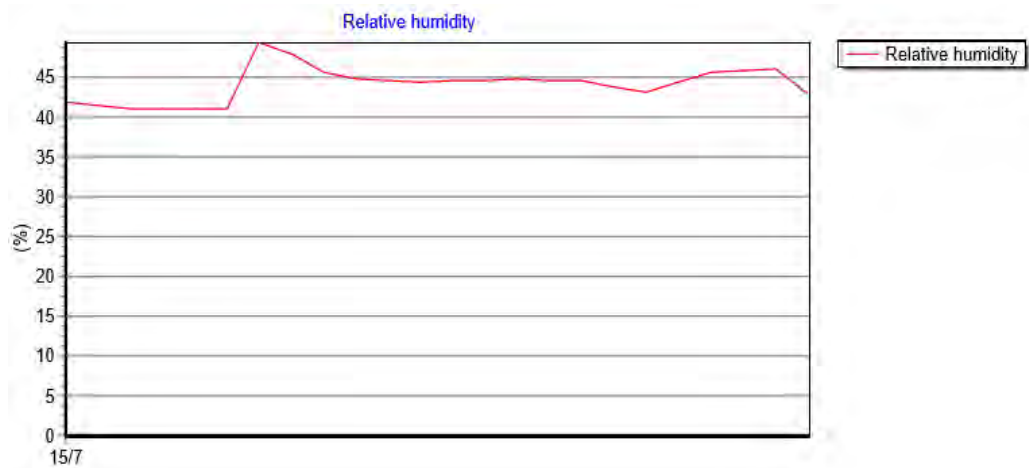
Time	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)
7/1 00:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7/1 01:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7/1 02:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7/1 03:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7/1 04:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7/1 05:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7/1 06:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7/1 07:00	0.000000	0.000000	2.5272016	0.000000	0.4520900	0.000000
7/1 08:00	5.7312757	0.000000	0.9597997	0.000000	0.8462693	0.000000
7/1 09:00	15.6719861	0.000000	0.000000	0.000000	5.7075519	0.000000
7/1 10:00	18.3630936	0.000000	0.000000	0.000000	13.8932626	0.000000
7/1 11:00	15.9189748	0.000000	0.000000	0.000000	18.0271276	0.000000
7/1 12:00	14.8590028	0.000000	0.000000	0.000000	16.2925694	0.000000
7/1 13:00	13.9904391	0.000000	0.000000	0.000000	14.8967267	0.000000
7/1 14:00	12.7631588	0.000000	0.000000	0.000000	12.8503509	0.000000
7/1 15:00	12.6530541	0.000000	0.000000	0.000000	11.3348399	0.000000
7/1 16:00	12.8190634	0.000000	0.000000	0.000000	10.0124085	0.000000
7/1 17:00	12.9638524	0.000000	0.000000	0.000000	8.9787846	0.000000
7/1 18:00	3.5542444	0.000000	0.000000	0.000000	1.2714984	0.000000
7/1 19:00	4.0138115	0.000000	0.000000	0.000000	1.4850649	0.000000
7/1 20:00	0.0028897	0.000000	0.3222333	0.000000	0.3176702	0.000000
7/1 21:00	0.000000	0.000000	0.0986589	0.000000	0.0171285	0.000000
7/1 22:00	0.000000	0.000000	0.0814298	0.000000	0.000000	0.000000
7/1 23:00	0.000000	0.000000	0.0580912	0.000000	0.000000	0.000000

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
7/1 00:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 01:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 02:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 03:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 04:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 05:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 06:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 07:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 08:00	0.000000	0.000000	1.3476030	0.3032107	0.000000	2.5679693
7/1 09:00	0.000000	0.000000	4.0428090	0.6064214	0.000000	7.7828167
7/1 10:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	10.0739176
7/1 11:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	9.5692210
7/1 12:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	9.1312117
7/1 13:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	8.9454618
7/1 14:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	8.8756971
7/1 15:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	8.9249824
7/1 16:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	9.1016304
7/1 17:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.000000	9.2785516
7/1 18:00	0.000000	0.000000	1.3476030	0.6064214	0.000000	2.3765992
7/1 19:00	0.000000	0.000000	1.3476030	0.1516053	0.000000	2.4269213
7/1 20:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 21:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 22:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000
7/1 23:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.000000	0.000000

Εικόνα 96 Διαγράμματα αποτελεσμάτων simulation του δεύτερου σεναρίου για την 7η Ιανουαρίου σε μορφή πίνακα(2)

➤ Προσομοίωση θερινής περιόδου





Εικόνα 97 Διαγράμματα αποτελεσμάτων simulation του δεύτερου σεναρίου για την 15η Ιουλίου

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
15/7 00:00	27.62005	27.94011	27.78008	26.15000	41.9489936	0.00000
15/7 01:00	27.84899	27.93949	27.89424	26.75000	41.5062214	0.00000
15/7 02:00	27.98194	27.97844	27.98019	25.05000	41.1751204	0.00000
15/7 03:00	27.99562	28.00224	27.99893	25.60000	41.1423147	0.00000
15/7 04:00	28.01092	28.00083	28.00587	25.25000	41.1056515	0.00000
15/7 05:00	28.00482	27.99670	28.00076	25.75000	41.1202591	0.00000
15/7 06:00	25.89825	27.81748	26.85787	25.25000	49.4470336	0.00000
15/7 07:00	26.00000	27.76687	26.88344	25.00000	48.0289375	0.21765
15/7 08:00	26.00000	28.17440	27.08720	27.10000	45.5881238	0.65242
15/7 09:00	26.00000	28.47771	27.23886	27.95000	44.7753207	0.86900
15/7 10:00	26.00000	28.59332	27.29666	30.25000	44.5516681	0.86872
15/7 11:00	26.00000	28.50806	27.25403	30.55000	44.4671007	0.86869
15/7 12:00	26.00000	28.33623	27.16811	30.10000	44.5475319	0.86871
15/7 13:00	26.00000	28.20299	27.10150	31.50000	44.7061326	0.86876
15/7 14:00	26.00000	28.24379	27.12190	32.15000	44.7741932	0.86943
15/7 15:00	26.00000	28.38386	27.19193	32.05000	44.7240071	0.86964
15/7 16:00	26.00000	28.51929	27.25964	34.25000	44.5926961	0.86960
15/7 17:00	26.00000	28.43077	27.21538	34.70000	43.8312331	0.21751
15/7 18:00	26.00000	28.20748	27.10374	34.15000	43.1317460	0.21735
15/7 19:00	26.00000	27.87857	26.93929	34.00000	44.5373219	0.00000
15/7 20:00	26.00000	27.62769	26.81385	32.05000	45.5950726	0.00000
15/7 21:00	26.00000	27.54929	26.77464	29.60000	45.9502490	0.00000
15/7 22:00	26.00000	27.50961	26.75481	28.25000	46.0944062	0.00000
15/7 23:00	27.19383	27.63040	27.41212	26.95000	43.0124141	0.00000

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
15/7 00:00	-0.7994889	3.1261754	-2.0375140	0.9915541	0.0000000	0.0000000
15/7 01:00	-0.7572033	3.1793985	-2.2657543	0.9215194	0.0000000	0.0000000
15/7 02:00	-1.0687731	2.8762435	-2.5012927	0.8483797	0.0000000	0.0000000
15/7 03:00	-0.8710096	2.7484845	-2.5578159	0.8060117	0.0000000	0.0000000
15/7 04:00	-0.9499792	2.6492813	-2.4844887	0.7814519	0.0000000	0.0000000
15/7 05:00	-0.8377228	2.5044088	-2.4174605	0.7528460	0.0000000	0.0000000
15/7 06:00	0.9855330	4.4313057	-0.2176859	1.0451845	0.0000000	0.4752708
15/7 07:00	7.7786329	4.0089949	-0.6300746	0.9503180	0.0000000	0.0000000
15/7 08:00	16.8465702	0.9682543	-3.8833303	0.2957441	0.0000000	0.0000000
15/7 09:00	22.9970091	-0.4747946	-5.6008246	-0.0761817	0.0000000	0.0000000
15/7 10:00	24.7169482	-0.5827370	-5.6993406	-0.1539547	0.0000000	0.0000000
15/7 11:00	21.5628628	0.2608935	-4.4698032	0.0075530	0.0000000	0.0000000
15/7 12:00	16.7667581	1.2568823	-2.8756803	0.2242268	0.0000000	0.0000000
15/7 13:00	13.4073978	1.8976686	-1.9480953	0.3808958	0.0000000	0.0000000
15/7 14:00	14.6777417	1.6309140	-2.4928742	0.3234404	0.0000000	0.0000000
15/7 15:00	17.7381276	1.2365694	-3.4636861	0.2132224	0.0000000	0.0000000
15/7 16:00	20.2659532	1.0845683	-4.1842212	0.1489969	0.0000000	0.0000000
15/7 17:00	18.9697089	2.5249558	-2.9396169	0.4521411	0.0000000	0.0000000
15/7 18:00	13.2253328	4.0555483	-1.1624876	0.8216615	0.0000000	0.0000000
15/7 19:00	5.7827880	6.0125058	1.1506286	1.3169272	0.0000000	0.0000000
15/7 20:00	0.6101149	7.0797361	2.3809174	1.6297498	0.0000000	0.0000000
15/7 21:00	-0.1043293	7.0865539	2.3144721	1.6769622	0.0000000	0.0000000
15/7 22:00	-0.3457767	7.0715130	2.2315954	1.6996422	0.0000000	0.0000000
15/7 23:00	-0.6059387	5.3198338	0.3329928	1.4257791	0.0000000	0.0000000

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)
15/7 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 06:00	8.1672247	8.8167332	17.4707181	0.0000000	11.7946006	0.0000000
15/7 07:00	17.1848689	16.8009379	19.6635521	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 08:00	24.8979621	25.2512741	29.1136448	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 09:00	31.0895808	31.9463343	36.3281654	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 10:00	32.7196067	34.6153987	41.8012136	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 11:00	31.8850569	34.0422165	52.4814517	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 12:00	29.8695953	31.9061621	57.0223480	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 13:00	28.2149114	30.7733984	47.5514735	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 14:00	28.4930100	31.2628533	41.7801843	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 15:00	30.0449680	32.7459137	41.3089895	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 16:00	31.6595455	35.2583821	38.5667852	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 17:00	23.4089798	24.3596381	26.7516892	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 18:00	20.8343644	21.7374851	24.2397503	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15/7 19:00	14.7657661	14.7657661	15.4609825	0.0000000	2.6867010	0.0000000
15/7 20:00	12.0695854	12.0695854	12.6167651	0.0000000	1.5643162	0.0000000
15/7 21:00	11.1750240	11.1750240	11.4445477	0.0000000	0.7023138	0.0000000
15/7 22:00	10.7829678	10.7829678	10.9194056	0.0000000	0.3412750	0.0000000
15/7 23:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Εικόνα 98 Διαγράμματα αποτελεσμάτων simulation του δεύτερου σεναρίου για την 15η Ιουλίου σε μορφή πίνακα

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
15/7 00:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.0000000	0.0000000
15/7 01:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.0000000	0.0000000
15/7 02:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.0000000	0.0000000
15/7 03:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.0000000	0.0000000
15/7 04:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.0000000	0.0000000
15/7 05:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.0000000	0.0000000
15/7 06:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.0000000	0.0000000
15/7 07:00	0.000000	0.000000	1.3476030	0.3032107	0.0000000	2.0299261
15/7 08:00	0.000000	0.000000	4.0428090	0.6064214	0.0000000	6.0897777
15/7 09:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.0000000	8.1197036
15/7 10:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.0000000	8.1197036
15/7 11:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.0000000	8.1197036
15/7 12:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.0000000	8.1197036
15/7 13:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.0000000	8.1197036
15/7 14:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.0000000	8.1197036
15/7 15:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.0000000	8.1197036
15/7 16:00	0.000000	0.000000	5.3904120	0.6064214	0.0000000	8.1197036
15/7 17:00	0.000000	0.000000	1.3476030	0.6064214	0.0000000	2.0299259
15/7 18:00	0.000000	0.000000	1.3476030	0.1516053	0.0000000	2.0299259
15/7 19:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.0000000	0.0000000
15/7 20:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.0000000	0.0000000
15/7 21:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.0000000	0.0000000
15/7 22:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.0000000	0.0000000
15/7 23:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.1516053	0.0000000	0.0000000

Εικόνα 99 Διαγράμματα αποτελεσμάτων simulation του δεύτερου σεναρίου για την 15η Ιουλίου σε μορφή πίνακα(2)

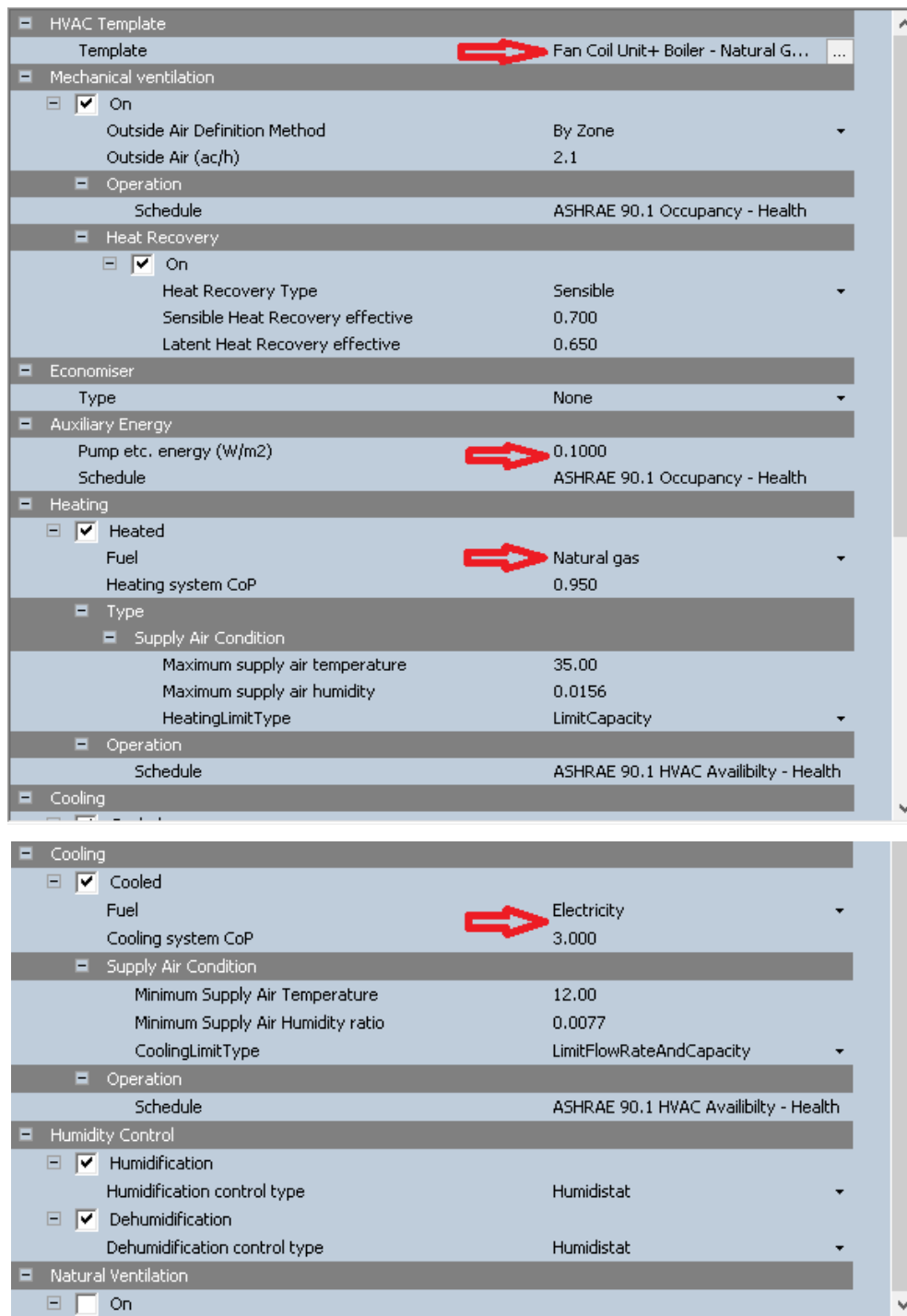
Συμπέρασμα

Παρατηρώντας αναλυτικά τα αποτελέσματα τόσο από τα heating και cooling design όσο και από τις προσομοιώσεις παρατηρούμε ότι οι καταναλώσεις ενέργειας του κτιρίου είναι μικρότερες όταν αναφερόμαστε στην τοποθεσία της Αθήνας συγκριτικά με της Θεσσαλονίκης. Η διαφορά αυτή ήταν αναμενόμενη καθώς τα κλιματικά δεδομένα της Αθήνας είναι φιλικότερα και ευνοϊκότερα.

11.3 ΤΡΙΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στο σενάριο αυτό θα δοκιμάσουμε να καλύψουμε τις ανάγκες του κτιρίου με ένα διαφορετικό σύστημα κλιματισμού. Στόχος μας είναι να δούμε ποιο από τα δύο συστήματα καλύπτει τις ίδιες ανάγκες του κτιρίου με αποδοτικότερο τρόπο. Όπως είδαμε προηγουμένως, στο βασικό σενάριο, το σύστημα κλιματισμού που χρησιμοποιήσαμε ήταν τα VRV. Στο συγκεκριμένο εναλλακτικό σενάριο θα επιλέξουμε fan-coils σε συνδυασμό με λέβητα φυσικού αερίου και ενός ψύκτη για τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης αντίστοιχα.

Επιπλέον εφόσον άλλαξε το σύστημα θα αλλάξουν αντίστοιχα και οι συντελεστές απόδοσης COP. Όλες οι υπόλοιπες παράμετροι που αφορούν τις εσωτερικές συνθήκες και τον τρόπο λειτουργίας τους κτιρίου παραμένουν ίδιες. Οι αλλαγές που έγιναν φαίνονται και στις παρακάτω εικόνες με ένα ενδεικτικό κόκκινο βέλος.



Εικόνα 100 Καθορισμός παραμέτρων στο HVAC template για το τρίτο σενάριο

Για την σύγκριση των αποτελεσμάτων θα κάνουμε προσομοίωση της συγκεκριμένης μέρας του χειμώνα και της αντίστοιχης του καλοκαιριού και θα εξετάσουμε τις συνολικές απαιτήσεις και καταναλώσεις για θέρμανση και ψύξη αντίστοιχα ώστε να αξιολογήσουμε τα διαφορετικά συστήματα.

Στην παρακάτω εικόνα στο πεδίο supply air total heating βλέπουμε τις συνολικές απαιτήσεις θέρμανσης για τη 7^η Ιανουαρίου για το εναλλακτικό σενάριο.

Date	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)
7/1	42.5271119	0.0000000	0.0916932	74.3743609	152.1470654	0.0000000

Εικόνα 101 Συνολική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση για το τρίτο σενάριο κατά την 7η Ιανουαρίου

Στην παρακάτω εικόνα στο πεδίο supply air total cooling βλέπουμε τις συνολικές απαιτήσεις ψύξης για τη 15^η Ιουλίου για το εναλλακτικό σενάριο.

Date	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)
15/7	341.7863679	376.8817505	498.3470737	0.0000000	11.8365131	0.0000000

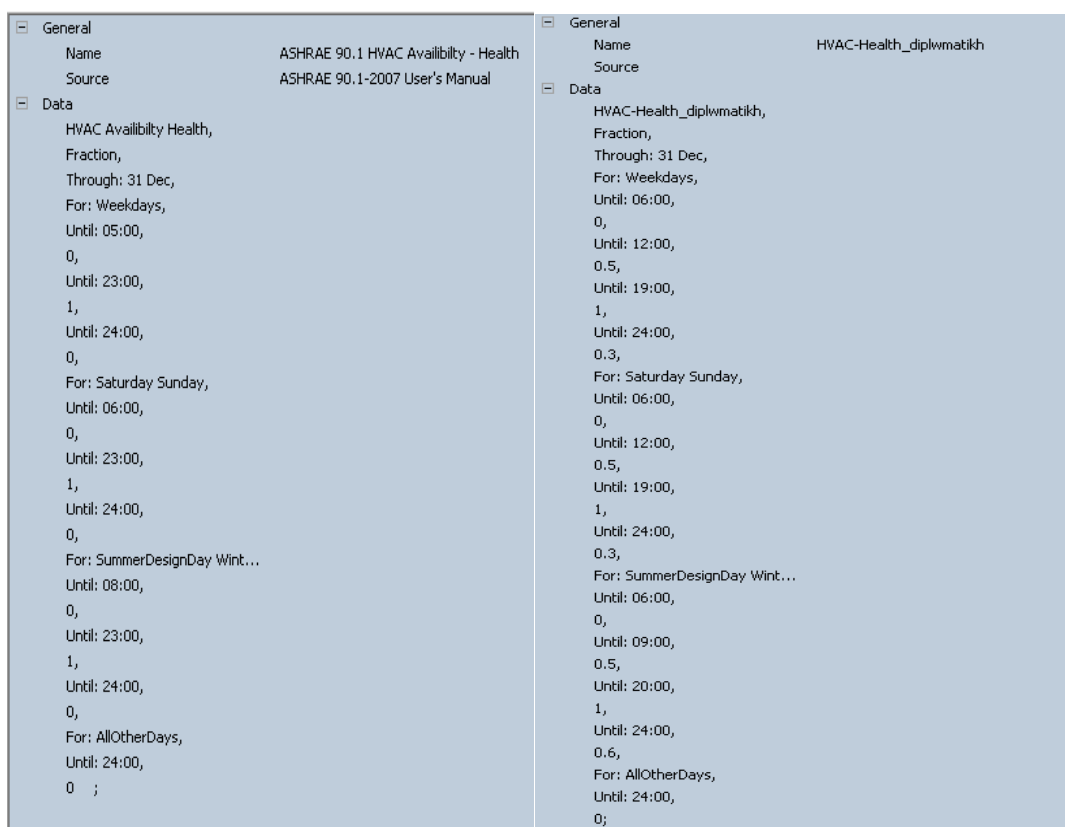
Εικόνα 102 Συνολική κατανάλωση ενέργειας για ψύξη για το τρίτο σενάριο κατά την 7η Ιανουαρίου

Συμπέρασμα

Βλέποντας τις συνολικές καταναλώσεις για θέρμανση και ψύξη για τις συγκεκριμένες μέρες κατά την χειμερινή και καλοκαιρινή περίοδο αντίστοιχα συμπεραίνουμε ότι το βασικό σενάριο υπερτερεί έναντι του σεναρίου αυτού καθώς για τις ίδιες κτιριακές απαιτήσεις οι καταναλώσεις είναι μικρότερες. Επομένως το βασικό σύστημα που επιλέξαμε αρχικά είναι αποδοτικότερο.

11.4 ΤΕΤΑΡΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Όπως έχουμε αναφέρει, μία από τις βασικές παραμέτρους που επηρεάζουν τα αποτελέσματα προσομοίωσης είναι τα διάφορα χρονοδιαγράμματα (schedules) που εισάγονται στα αντίστοιχα templates. Τα schedules αυτά καθορίζουν τις λειτουργίες και τις δραστηριότητες που συμβαίνουν μέσα στο κτήριο για κάθε δεδομένη στιγμή κατά τη διάρκεια της μέρας. Στο παρόν σενάριο δημιουργήσαμε ένα δικό μας schedule που αφορά τον κλιματισμό και τη χρονική λειτουργία του με στόχο να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα που θα προκύψουν και να ελαττώσουμε τις καταναλώσεις. Στις παρακάτω εικόνες δείχνουμε τα δύο schedules που χρησιμοποιήθηκαν για την σύγκριση.



Εικόνα 103 Έτοιμο schedule κλιματισμού – Δημιουργία ενός νέου schedule κλιματισμού

Τα παρακάτω αποτελέσματα προέκυψαν αφού του είχε επιλεγθεί το εναλλακτικό schedule και φαίνονται στις παρακάτω εικόνες και για τις δύο επιλεγμένες μέρες. Σκοπός μας είναι να συγκρίνουμε τις συνολικές καταναλώσεις θέρμανσης και ψύξης για τις δύο αυτές μέρες με τις αντίστοιχες του 7ύ σεναρίου.

Date	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)
7/1	90.9218000	0.0000000	0.0000000	18.6570320	86.1366356	0.0000000

Εικόνα 104 Συνολική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση για το τέταρτο σενάριο κατά την 7η Ιανουαρίου

Date	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)
15/7	287.7531743	267.5047212	390.6539282	0.0000000	63.2026065	0.0000000

Εικόνα 105 Συνολική κατανάλωση ενέργειας για ψύξη για το τέταρτο σενάριο κατά την 15η Ιουλίου

Συμπέρασμα

Συγκρίνοντας τις καταναλώσεις ενέργειας κατά τη θέρμανση και ψύξη του κτιρίου για τις συγκεκριμένες ημέρες της χειμερινής και καλοκαιρινής περιόδου συμπεραίνουμε ότι οι καταναλώσεις με τη χρήση του εναλλακτικού schedule είναι χαμηλότερες απ' ό τι στο βασικό σενάριο το οποίο χρησιμοποιούσε το έτοιμο schedule όπως δινόταν από τις βιβλιοθήκες του λογισμικού.

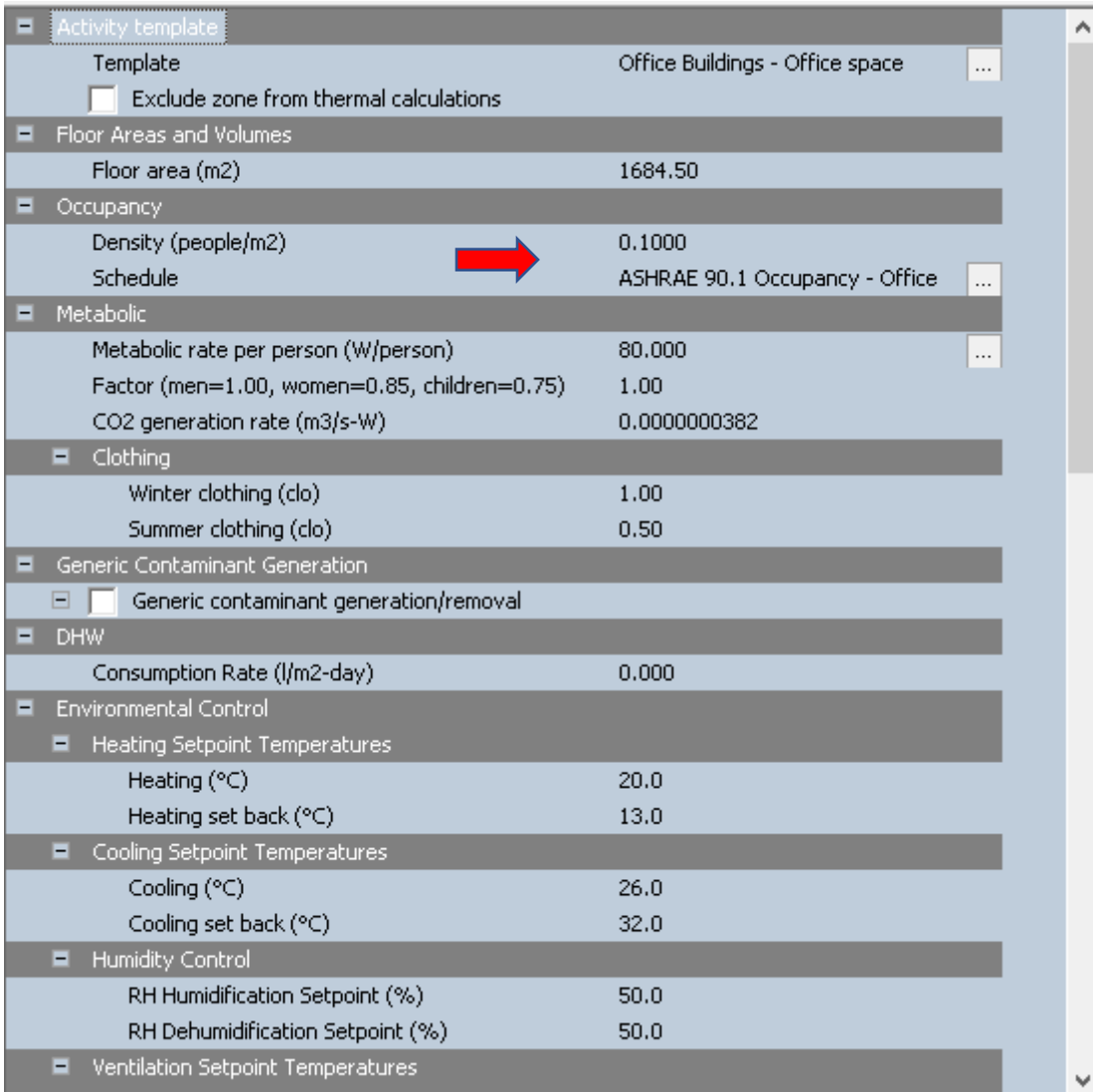
11.5 ΠΕΜΠΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στο σενάριο αυτό θα υλοποιήσουμε τη μελέτη του κτιρίου με τη διαφορά όμως ότι το κτίριο μας θα έχει διαφορετική χρήση από αυτή του βασικού σεναρίου. Στο βασικό μας σενάριο το κτίριο λειτουργούσε ως κλινική με διάφορες αίθουσες ασθενών. Στο εναλλακτικό αυτό σενάριο το κτίριο θα λειτουργεί ως κτίριο πολλών γραφείων. Στόχος μας είναι να δείξουμε

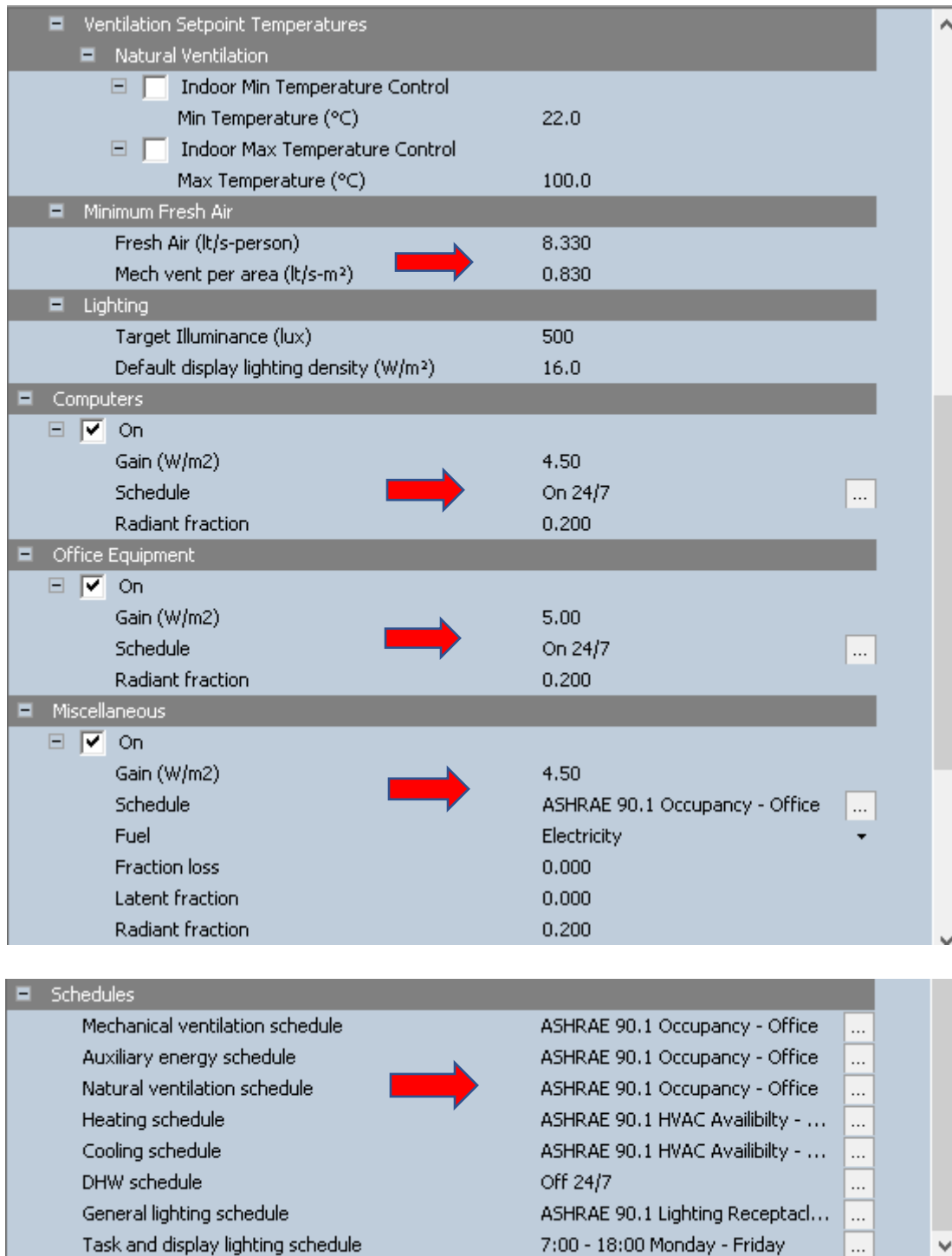
πως η διαφορετική χρήση του κτιρίου και οι παράμετροι που σχετίζονται με την λειτουργία του μπορούν να επηρεάσουν τις απαιτήσεις του κτιρίου για θέρμανση και ψύξη.

Αρχικά θα παρουσιάσουμε τις παραμέτρους που διαφοροποιήσαμε εξαιτίας της αλλαγής χρήσης του κτιρίου.

Όσον αφορά το Activity template οι παράμετροι διαμορφώθηκαν σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου και φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.

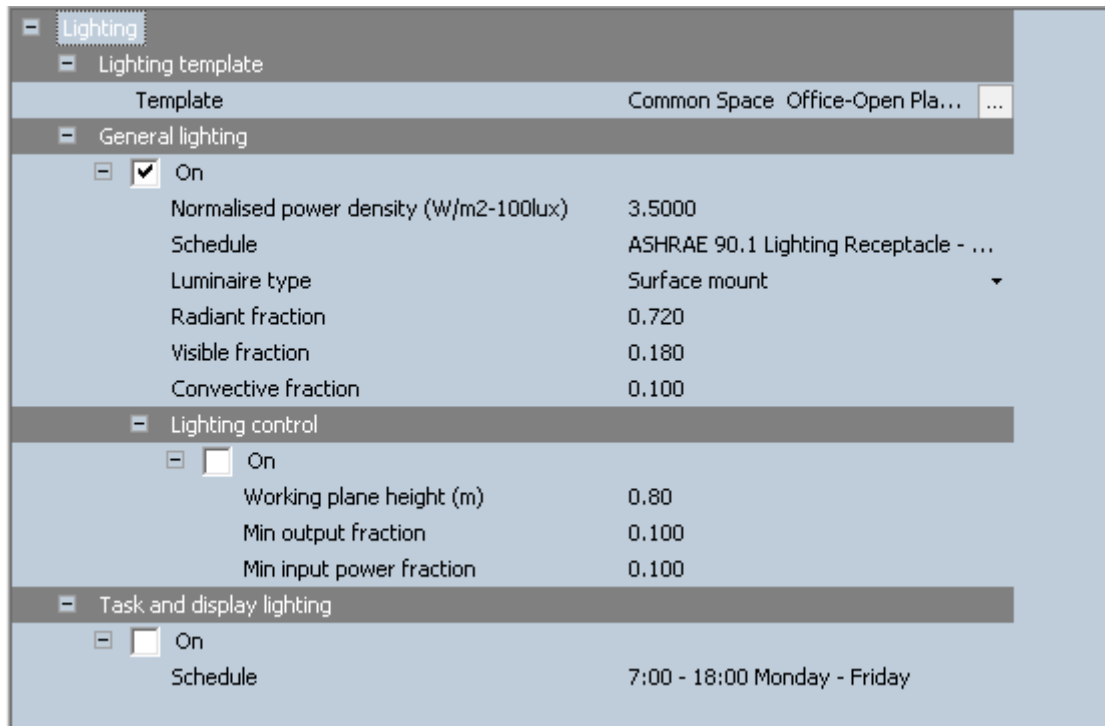


Activity template	
Template	Office Buildings - Office space ...
<input type="checkbox"/> Exclude zone from thermal calculations	
Floor Areas and Volumes	
Floor area (m2)	1684.50
Occupancy	
Density (people/m2)	0.1000
Schedule	ASHRAE 90.1 Occupancy - Office ...
Metabolic	
Metabolic rate per person (W/person)	80.000 ...
Factor (men=1.00, women=0.85, children=0.75)	1.00
CO2 generation rate (m3/s-W)	0.0000000382
Clothing	
Winter clothing (clo)	1.00
Summer clothing (clo)	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 (%)	50.0
RH Dehumidification Setpoint (%)	50.0
Ventilation Setpoint Temperatures	



Εικόνα 106 Καθορισμός παραμέτρων για το Activity template του πέμπτου σεναρίου

Όσον αφορά το Lighting template οι σχετικές παράμετροι καθορίστηκαν πάλι με βάση τους πίνακες του Κ.Εν.Α.Κ. που αφορούν τον φωτισμό και φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 107 Καθορισμός παραμέτρων για το Lighting template του πέμπτου σεναρίου

Όσον αφορά το HVAC template οι σχετικές παράμετροι καθορίστηκαν με βάση τους πίνακες του Κ.Εν.Α.Κ. που αφορούν τον κλιματισμό και φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.

HVAC Template	
Template	VRF (Air-Cooled) + Heat Recovery ...
Mechanical ventilation	
<input checked="" type="checkbox"/> On	
Outside Air Definition Method	By Zone
Outside Air (ac/h)	1.0
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	3.200
Type	
Supply Air Condition	
Maximum supply air temperature	35.00
Maximum supply air humidity	0.0156
HeatingLimitType	LimitCapacity
Operation	
Schedule	ASHRAE 90.1 HVAC Availibilty - Office
Cooling	
<input checked="" type="checkbox"/> Cooled	
Fuel	Electricity
Cooling system CoP	3.200
Supply Air Condition	
Minimum Supply Air Temperature	12.00
Minimum Supply Air Humidity ratio	0.0077
CoolingLimitType	LimitFlowRateAndCapacity
Operation	
Schedule	ASHRAE 90.1 HVAC Availibilty - Office
Humidity Control	
<input checked="" type="checkbox"/> Humidification	
Humidification control type	Humidistat
<input checked="" type="checkbox"/> Dehumidification	
Dehumidification control type	Humidistat
Natural Ventilation	
<input type="checkbox"/> On	

Εικόνα 108 Καθορισμός παραμέτρων για το HVAC template του πέμπτου σεναρίου

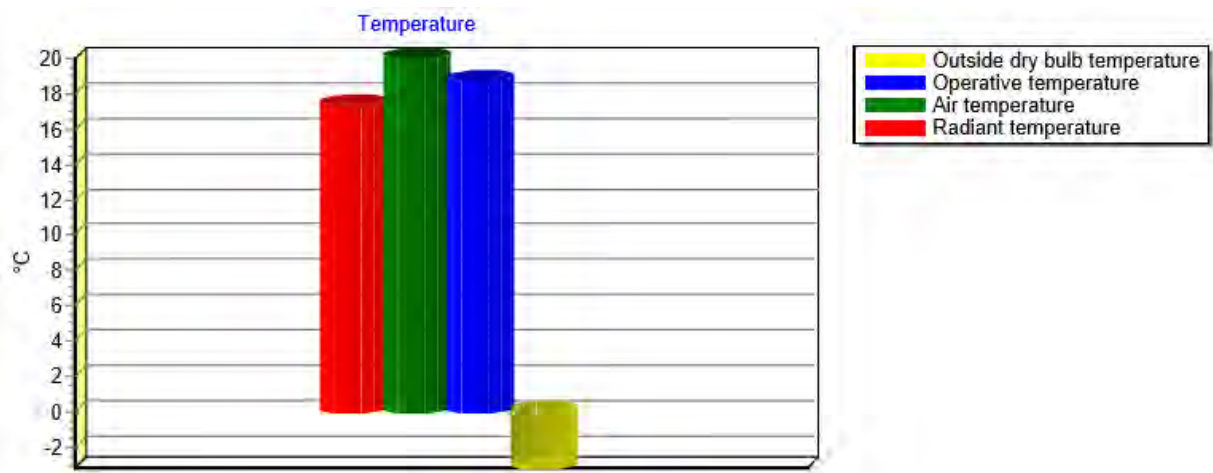
Όσον αφορά το ζεστό νερό χρήσης εξαιτίας την νέας λειτουργίας του κτιρίου η απαίτηση για ζεστό νερό δεν κρίθηκε απαραίτητη, επομένως το πεδίο αυτό απενεργοποιήθηκε όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 109 Καθορισμός παραμέτρων για το DHW template του πέμπτου σεναρίου

➤ Heating Design

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του heating design για το συγκεκριμένο σενάριο. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε μορφή γραφημάτων και πινάκων και θα χρησιμοποιηθούν για τη σύγκριση με το βασικό σενάριο.





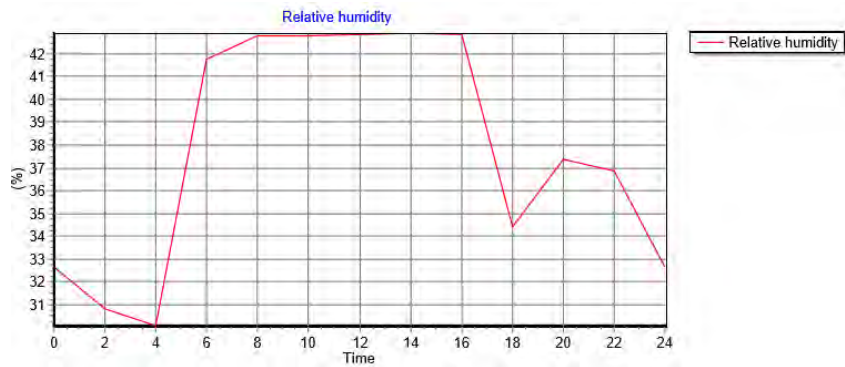
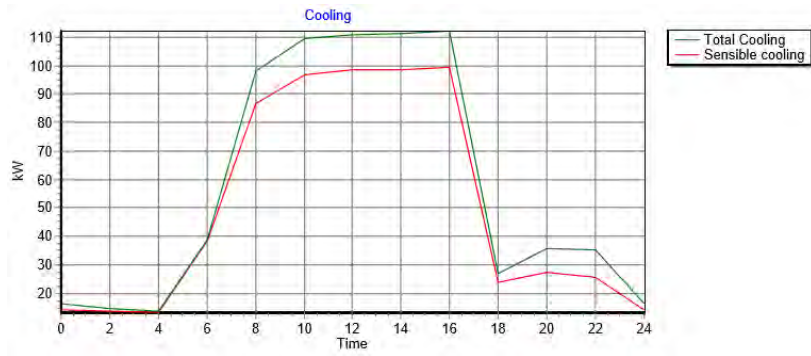
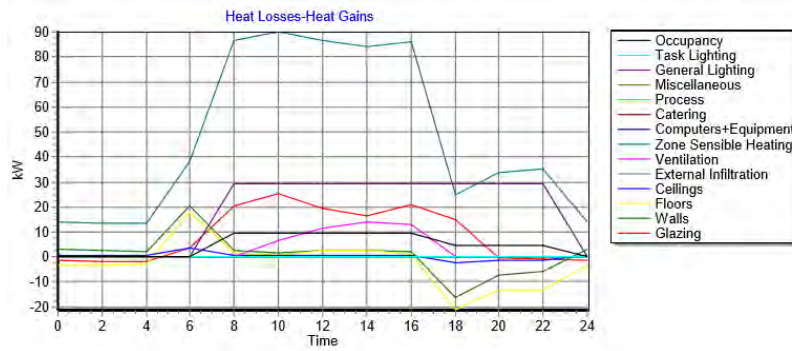
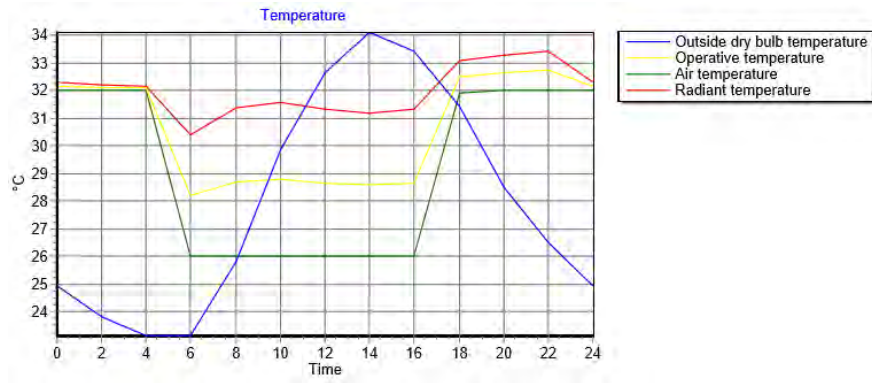
Εικόνα 110 Σχηματική αναπαράσταση Heating design πέμπτου σεναρίου

Steady State						
Comfort						
Zone	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
health	20.000	17.36589	18.68294	-3.20000	20.0145724	1.06713
Heat loss						
Zone	Glazing (kW)	Walls (kW)	Floors (kW)	Ceilings (kW)	External Infiltration (kW)	Ventilation (kW)
health	-4.0634384	-10.5522524	0.0536526	-2.5346391		-39.7694544
Building total	-4.0634384	-10.5522524	0.0536526	-2.5346391	0.0000000	-39.7694544
Summary						
	Comfort temperature (°C)	Steady state heat loss (kW)	Design capacity (kW)	Design capacity (W/m ²)		
	18.682943	57.5970436	71.9963046	42.7404598		

Εικόνα 110 Σχηματική αναπαράσταση Heating design πέμπτου σεναρίου με τη μορφή πίνακα

➤ Cooling Design

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του cooling design για το συγκεκριμένο σενάριο. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε μορφή γραφημάτων και πινάκων και θα χρησιμοποιηθούν για τη σύγκριση με το βασικό σενάριο.



Εικόνα 111 Σχηματική αναπαράσταση Cooling design πέμπτου σεναρίου

Comfort					
	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00
Air temperature (°C)	32.00000	32.00000	26.00000	26.00000	26.00000
Radiant temperature (°C)	32.21495	32.15658	30.40081	31.36437	31.55349
Operative temperature (°C)	32.10748	32.07829	28.20041	28.68218	28.77675
Outside dry bulb temperature (°C)	23.79600	23.12400	23.12400	25.81200	29.84400
Relative humidity (%)	30.8505502	30.0813789	41.7785273	42.7819789	42.8104857
Mech vent + nat vent + infiltration	0.00000	0.00000	0.00000	1.03516	1.03517
Fabric and ventilation, Gains					
Glazing (kW)	-1.7778697	-1.8884002	3.7883438	20.5173221	25.5197596
Walls (kW)	2.4455055	1.9265895	20.2844902	2.3979435	1.5373474
Floors (kW)	-3.1099792	-2.7962756	17.9083639	1.6220958	0.6914903
Ceilings (kW)	0.5414675	0.5248202	3.6025566	0.5760617	0.3676516
External Infiltration (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Ventilation (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	6.6631496
Zone sensible cooling (kW)	13.6886714	13.3390810	38.4050181	86.8059177	90.1293479
Sensible cooling (kW)	13.6886714	13.3390810	38.4050181	86.5758223	96.9100615
Total cooling (kW)	14.5477907	13.7069125	38.6708901	97.9470344	109.6144993
Computers+Equipment (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Catering (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Process (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Miscellaneous (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
General Lighting (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	29.4788157	29.4788157
Task Lighting (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Occupancy (kW)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	9.6599426	9.6599426
Summary	Design capacity (kW)		Total cooling load (kW)	Sensible (kW)	Latent (kW)
health	129.2382439		112.3810817	85.5013283	26.8797534
Building total	129.2382439		112.3810817	85.5013283	26.8797534

Εικόνα 112 Σχηματική αναπαράσταση Cooling design πέμπτου σεναρίου με τη μορφή πίνακα

Συμπέρασμα

Όπως αναφέραμε και στις προηγούμενες ενότητες το σενάριο αυτό υλοποιήθηκε για να δείξουμε πως οι παράμετροι που σχετίζονται με την χρήση του κτιρίου και τη λειτουργία του επηρεάζουν τις απαιτήσεις του κτιρίου για θέρμανση και ψύξη. Όπως βλέπουμε από τα αποτελέσματα όσον αφορά το heating design οι απαιτήσεις του κτιρίου για θέρμανση είναι πολύ μικρότερες και αυτό οφείλεται στην ύπαρξη περισσότερων θερμικών κερδών κατά την νέα λειτουργία του κτιρίου εξαιτίας του περισσότερου εξοπλισμού που υπάρχει και τη διαφοροποίηση όσον αφορά την παρουσία του κόσμου στο εσωτερικό του. Αντίθετα, στο cooling design παρατηρούμε ελάχιστα μεγαλύτερες τιμές και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι για την ψύξη των χώρων είναι απαραίτητη η αφαίρεση των θερμικών φορτίων που στο συγκεκριμένο σενάριο είναι περισσότερα όπως εξηγήθηκε προηγουμένως.

12. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα διπλωματική, όπως έγινε φανερό, αφορούσε την ενεργειακή ανάλυση ενός κτιρίου υγείας με τη χρήση ενός εξελιγμένου και αξιόπιστου λογισμικού, το Finegreen. Κατά την εκπόνηση της μελέτης αναπτύχθηκε ένα βασικό σενάριο λειτουργίας και στη συνέχεια παρουσιάστηκαν διάφορα εναλλακτικά σενάρια τα οποία διαφοροποιούνταν κάθε φορά ως προς ένα σύνολο παραμέτρων. Στόχος των σεναρίων αυτών ήταν να υποδείξουν στους αναγνώστες πως οι παράμετροι αυτοί που χαρακτηρίζουν την συμπεριφορά του κτηρίου επηρεάζουν τις συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις του και με βάση τα αποτελέσματα να μπορεί να γίνει στο τέλος σύγκριση και σχετική αξιολόγηση.

Αρχικά από τη σύγκριση του δευτέρου σεναρίου με το βασικό προκύπτει ότι οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην εκάστοτε τοποθεσία του κτιρίου επηρεάζουν σημαντικά τις ενεργειακές του απαιτήσεις για την κάλυψη των ψυκτικών και θερμικών του αναγκών. Συγκεκριμένα στα δύο αυτά σενάρια επιλέχθηκαν σαν τοποθεσίες η Αθήνα και η Θεσσαλονίκη αντίστοιχα και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι κλιματολογικές συνθήκες της Θεσσαλονίκης ήταν δυσμενέστερες με αποτέλεσμα το κτήριο να απαιτεί μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας.

Το τρίτο εναλλακτικό σενάριο διαφοροποιούνταν με το βασικό ως προς το σύστημα κλιματισμού που θα αναλάμβανε την κάλυψη των αναγκών προσφέροντας θερμική άνεση και αναπτύχθηκε με στόχο να γίνει σύγκριση των δύο συστημάτων ώστε να επιλεγεί το σύστημα που θα κάλυπτε τις κτηριακές απαιτήσεις με λιγότερες καταναλώσεις ενέργειας. Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις προσομοιώσεις διαπιστώθηκε ότι το σύστημα VRV ήταν πιο αποδοτικό από το σύστημα με τις τρεματικές μονάδες των fan-coils.

Στο τέταρτο σενάριο δημιουργήσαμε ένα καινούργιο schedule που αφορά τον κλιματισμό με στόχο να δούμε πόσο αυτό επηρεάζει τις συνθήκες του κτηρίου. Η δομή του καθορίστηκε δίνοντας διαφορετικές τιμές σε σχέση με αυτό που υπήρχε ήδη στη βιβλιοθήκη του λογισμικού. Παρατηρήσαμε ότι με το νέο αυτό schedule οι καταναλώσεις ενέργειας μειώθηκαν πράγμα που σημαίνει ότι παρείχε καλύτερο χρονοπρογραμματισμό και εξοικονόμηση ενέργειας από το έτοιμο.

Τέλος, στο πέμπτο και τελευταίο σενάριο αλλάξαμε τη χρήση του κτηρίου και όλες οι παράμετροι υπολογίστηκαν με βάση τη νέα του λειτουργία ως κτήριο γραφείων. Στόχος μας ήταν να δείξουμε πως η διαφορετική χρήση του κτιρίου και οι παράμετροι που σχετίζονται με την λειτουργία του μπορούν να επηρεάσουν τις απαιτήσεις του κτιρίου για θέρμανση και ψύξη. Παρατηρήσαμε λοιπόν ότι με την αλλαγή χρήσης του αυξήθηκαν τα θερμικά κέρδη λόγω ύπαρξης εξοπλισμού πράγμα που οδήγησε σε λιγότερες καταναλώσεις για θέρμανση το χειμώνα και περισσότερες για ψύξη το καλοκαίρι.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»
- [2] ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (ΚΕΝΑΚ).
- [3] <https://www.ashrae.org/>
- [4] Wikipedia, “ASHRAE”. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/ASHRAE>
- [5] European environment agency. Available: <https://www.eea.europa.eu/>
- [6] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»
- [7] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών»
- [8] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010, «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού»
- [9] Essam E. Khalil «Air distribution in buildings». 2013
- [10] David Banks «An Introduction to Thermogeology: Ground Source Heating and Cooling». 2nd Edition
- [11] Herbert W. Stanford III «HVAC Water Chillers and Cooling Towers Fundamentals, Application, and Operation». 2nd Edition
- [12] Edward F. Mahoney AHRI «Electricity, Electronics and Wiring Diagrams for HVACR». 3rd Edition

- [13] Karl Ochsner «Geothermal Heat Pumps A Guide for Planning and Installing».
- [14] Peter S. Curtis Newton Breth «HVAC Instant Answers».
- [15] Hazim Awbi «Ventilation of Buildings». 2003 2rd Edition
- [16] ASHRAE handbook of «FUNDAMENTALS». 2013
- [17] ASHRAE handbook of «HVAC SYSTEMS & EQUIPMENTS». 2012
- [18] ASHRAE handbook of «APPLICATIONS». 2011
- [19] EnergyPlus. Input output reference. In Zone Thermal Output(s).
- [20] EnergyPlus. Energyplus description.
- [21] Π. Ντοκόπουλος, Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, 2005.
- [22] ΗΛΙΑΣ ΧΟΥΣΤΗΣ, «ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 2017