



UNIVERSITY OF THESALY
*Department Electrical and Computer
Engineering*

**“ENERGY ANALYSIS OF A HIGHER EDUCATION BUILDING
(DEPARTMENT OF ECONOMICS - FORMER MATSAGGOS) USING
SOFTWARE”**

Diploma
Of
Marios A. Koukoulis

SUPERVISOR : LEFTERIS TSOUKALAS

VOLOS, OCTOBER 2018

Written by: Marios A. Koukoulis



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

*ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ*

**“ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
(ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ-ΠΡΩΗΝ ΜΑΤΣΑΓΓΟΥ) ΜΕ ΤΗ
ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ”**

Διπλωματική εργασία

του

Μάριου Α. Κουκουλή

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΤΣΟΥΚΑΛΑΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ

ΒΟΛΟΣ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2018

Σύνταξη από: ΜΑΡΙΟΣ Α. ΚΟΥΚΟΥΛΗΣ



Copyright © Marios A. Koukoulis, 2018 All rights reserved

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.



Department of Electrical and Computer Engineering

University of Thessaly

Στην οικογένεια μου,

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας και το τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών κατά το ακαδημαϊκό έτος 2017-2018.

Θεωρώ λοιπόν χρέος μου να ευχαριστήσω όσους συνέβαλλαν στην διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας.

- Ευχαριστώ τον επιβλέπων καθηγητή και πρόεδρο του τμήματος κύριο Τσουκαλά Ελευθέριο για την καθοδήγησή του στις ακαδημαϊκές μου σπουδές
- Ευχαριστώ τον καθηγητή και δεύτερο μέλος της επιτροπής κύριο Μπαργιώτα Δημήτριο για τη συμβολή του
- Θερμά ευχαριστώ τον κύριο Ζημέρη Δημήτριο για την καθοριστικής σημασίας βοήθειά του και τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφερε κατά την ακαδημαϊκή μου πορεία, για τον άπλετο χρόνο που αφιέρωσε, για την εμπιστοσύνη του στο πρόσωπό μου και για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το αντικείμενο των κτιριακών εγκαταστάσεων
- Ευχαριστώ επίσης το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας για την αγορά του λογισμικού προκειμένου να προβώ στη χρήση του

Οι θερμότερες ευχαριστίες μου πηγαίνουν στους γονείς μου και τον αδερφό μου Γιώργο, που αποτελούν πυλώνα της ζωής μου και με στηρίζουν υλικά και ηθικά σε κάθε μου βήμα με όλες τους τις δυνάμεις.



Department of Electrical and Computer Engineering

University of Thessaly

Πίνακας περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	9
ABSTRACT	10
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	12
3. ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΤΟΥ ΜΑΤΣΑΓΓΟΥ	14
4. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (Κ.Εν.Α.Κ.)	16
5. ASHRAE.....	19
5.1 ΠΡΟΤΥΠΟ ASHRAE 90.1	20
5.2 ΠΡΟΤΥΠΟ ASHRAE 62.....	21
6. ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	22
7. ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ	25
7.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ.....	28
7.2 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ.....	30
7.3 ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ	31
7.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U FACTOR).....	33
7.5 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ CoP (Coefficient of Performance).....	38
7.6 ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	40
7.6.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ.....	45
7.6.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	46
7.6.2.1 ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	46
7.6.2.2. FAN COIL	48
7.6.2.3. ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	50
7.6.2.4. ΛΕΒΗΤΑΣ (BOILER).....	52
7.6.2.5. VRF (Variable Refrigerant Flow) & VRV (Variable Refrigerant Volume).....	55
7.6.3. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	57
7.6.3. ΣΚΙΑΣΕΙΣ	59
7.6.4. ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ.....	61
7.7 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΥΞΗΣ & ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ	64
8. ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΩΝ RTS (RADIANT TIME SERIES) ΤΗΣ ASHRAE....	67

9. ΘΕΜΕΛΙΩΔΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	69
10. ΚΤΙΡΙΑ ΣΧΕΔΟΝ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	71
11. ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΛΟΓΙΜΙΚΟΥ FineGREEN e+	74
11.1 ΞΕΚΙΝΩΝΤΑΣ	75
11.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ.....	76
11.3 ΚΥΡΙΩΣ ΜΕΝΟΥ.....	77
11.4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ	81
11.5 ΟΡΙΣΜΟΣ ΝΕΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	84
11.6 ΣΚΙΑΣΕΙΣ	86
11.6 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ.....	87
11.7 ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ	89
11.8 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	90
11.9 CALCULATIONS	97
11.9.1 HEATING DESIGN.....	97
11.9.2 COOLING DESIGN.....	98
11.9.3 SIMULATION	99
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	102
ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ.....	102
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ HEATING DESIGN.....	104
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ COOLING DESIGN	107
SIMULATION.....	113
SUMMER SIMULATION	113
WINTER SIMULATION.....	120
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	126

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1 Φόρτωση καπνού, εργοστάσιο Ματσάγγου, περ. 1930. Αρχείο Ζημέρη, ΔΗ.Κ.Ι.	15
Εικόνα 2 Μέρος του κτιρίου Ματσάγγου μετά την ανακαίνιση για Πανεπιστημιακή χρήση.....	15
Εικόνα 3 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης στην Ελλάδα (Πηγή Κ.Εν.Α.Κ.).....	18
Εικόνα 4 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε χιλιόγραμμα ανά κάτοικο, το 2012 (Πηγή eea.europa.eu)	23
Εικόνα 5 Ενεργειακή κατανάλωση στην Ε.Ε. 2010 [Πηγή: Eurostat].....	25
Εικόνα 6 Σχηματική απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας (Πηγή Κ.Εν.Α.Κ)	28
Εικόνα 7 Παράδειγμα θερμικής γέφυρας δαπέδου-τοιχοποιίας	31
Εικόνα 8 Βελτιωτική παρέμβαση σε θερμογέφυρα (Πηγή Κ.Εν.Α.Κ.).....	32
Εικόνα 9 Ψυχομετρικός χάρτης ASHRAE	41
Εικόνα 10 Σχηματική επεξήγηση ψυχομετρικού χάρτη ανά κατεύθυνση γραμμών	43
Εικόνα 11 Εσωτερικά θερμικά κέρδη χώρου	44
Εικόνα 12 Εναλλαγές αέρα ανά ώρα (Εμπειρικός πίνακας).....	45
Εικόνα 13 Αντλία θερμότητας πηγής αέρα.....	47
Εικόνα 14 Σχηματική αναπαράσταση χρήσης Γεωθερμίας για θέρμανση & ψύξη.....	51
Εικόνα 15 Αρχή λειτουργίας λέβητα συμπύκνωσης.....	53
Εικόνα 16 Σχηματική απεικόνιση συστήματος VRV με ανάκτηση θερμότητας.....	56
Εικόνα 17 Μηχανικός αερισμός με ανάκτηση θερμότητας κατά τη χειμερινή περίοδο	58
Εικόνα 18 Σκίαση από οριζόντιο πρόβολο (Πηγή : Παρούσα διπλωματική εργασία).....	59
Εικόνα 19 Σκίαση από κάθετο πρόβολο (Πηγή : Παρούσα διπλωματική εργασία).....	60
Εικόνα 20 Σκίαση από γειτονικά κτίρια (Πηγή : Παρούσα διπλωματική εργασία)	60
Εικόνα 21 Σχηματικό διάγραμμα λέβητα	64
Εικόνα 22 Διάταξη συστήματος Boiler & FCU.....	65
Εικόνα 23 Μέθοδος υπολογισμού φορτίων RTS.....	67
Εικόνα 24 Δημιουργία νέας μελέτης.....	75
Εικόνα 25 Εντολή WBLOCK για τον ορισμό των αρχιτεκτονικών σχεδίων	76
Εικόνα 26 Ορισμός επιπέδων κτιρίου.....	77
Εικόνα 27 Γραμμή εντολών στο περιβάλλον εργασίας του FineGreen e+.....	78
Εικόνα 28 Layers management	80
Εικόνα 29 Βοηθητικές εντολές σχεδιασμού	80
Εικόνα 30 Εισαγωγή εξωτερικής τοιχοποιίας.....	81
Εικόνα 31 Παράδειγμα ορθής γειτνίασης κάθετων τοιχίων	82
Εικόνα 32 Εισαγωγή φέροντος στοιχείου	83
Εικόνα 33 Παράδειγμα δημιουργίας νέου στοιχείου	85
Εικόνα 34 Εισαγωγή σκιάσεων οριζόντιων προβόλων	86
Εικόνα 35 Επιλογές ορισμού γειτονικού κτιρίου.....	87
Εικόνα 36 Άποψη σχεδιασμένου γειτονικού κτιρίου	87
Εικόνα 37 Ορισμός θερμικών ζωνών.....	88
Εικόνα 38 Εισαγωγή θερμικών ζωνών στη μελέτη	88
Εικόνα 39 Other Functions	89

Εικόνα 40 Καιρικά δεδομένα.....	89
Εικόνα 41 Επιλογές εξαγωγής αποτελεσμάτων.....	89
Εικόνα 42 Επιλογή θερμικής ζώνης για εισαγωγή H/M.....	90
Εικόνα 43 Αρίθμηση επιλογών για επεξήγηση της καρτέλας Activity.....	91
Εικόνα 44 Αρίθμηση επιλογών για επεξήγηση της καρτέλας Lighting.....	92
Εικόνα 45 Αρίθμηση επιλογών για επεξήγηση της καρτέλας HVAC.....	93
Εικόνα 46 Αρίθμηση επιλογών για επεξήγηση της καρτέλας DHW.....	95
Εικόνα 47 Αρίθμηση επιλογών για επεξήγηση της καρτέλας Zone Data.....	96
Εικόνα 48 Μορφή αποτελεσμάτων Heating Design.....	98
Εικόνα 49 Μορφή αποτελεσμάτων Cooling Design.....	99
Εικόνα 50 Μορφή αποτελεσμάτων Simulation.....	100
Εικόνα 51 Τελικό Report μελέτης.....	101
Εικόνα 52 Σχηματική αναπαράσταση αποτελεσμάτων Heating Design.....	104
Εικόνα 53 Σχηματική αναπαράσταση αποτελεσμάτων Cooling Design (1).....	107
Εικόνα 54 Σχηματική απεικόνιση αποτελεσμάτων Cooling Design (2).....	107
Εικόνα 55 Αποτελέσματα Simulation θερινής ημέρας (1).....	113
Εικόνα 56 Αποτελέσματα Simulation θερινής ημέρας (2).....	114
Εικόνα 57 Αποτελέσματα Simulation θερινής ημέρας (3).....	114
Εικόνα 58 Αποτελέσματα Simulation θερινής ημέρας (4).....	115
Εικόνα 59 Αποτελέσματα Simulation χειμερινής ημέρας (1).....	120
Εικόνα 60 Αποτελέσματα Simulation χειμερινής ημέρας (2).....	120
Εικόνα 61 Αποτελέσματα Simulation χειμερινής ημέρας (3).....	121
Εικόνα 62 Αποτελέσματα Simulation χειμερινής ημέρας (4).....	121

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ενεργειακή μελέτη μιας κτιριακής εγκατάστασης αποτελεί μείζον ζήτημα στον κατασκευαστικό τομέα και όχι μόνο, αφού θέτει τα οικονομικά και οικολογικά όρια της κατασκευής πριν ακόμα πάρει τη τελική της μορφή. Πρόκειται για νομικά κατοχυρωμένη υποχρεωτική πράξη που αφορά κάθε νεόδμητο ή ριζικά ανακαινιζόμενο κτίριο και σαν στόχο έχει την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς να επεμβαίνει αρνητικά στη συνολική λειτουργία του κτιρίου, αντικαθιστώντας τη μελέτη θερμομόνωσης. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός του κτιριακού κελύφους, η θερμομονωτική επάρκεια του κτιρίου με τη χρήση των κατάλληλων θερμομονωτικών και η κατά περίπτωση επιλογή των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων για την κάλυψη φορτίων αερισμού, είναι μόνο μερικές από τις εργασίες που πρέπει να γίνουν για να καταστεί η μελέτη ορθή και αποδοτική. Με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK) έχει θεσμοθετηθεί ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Όπως θα αναλυθεί εκτενέστερα και παρακάτω, όλοι οι υπολογισμοί γίνονται πλέον με μεγάλο επίπεδο ακρίβειας εξαιτίας της ύπαρξης των υπολογιστών και των προγραμμάτων που τρέχουν μέσα σε αυτούς με απώτερο σκοπό τα αξιόπιστα υπολογιστικά αποτελέσματα, την εξοικονόμηση χρόνου από τη μεριά του μελετητή, τη δυνατότητα σύγκρισης διαφορετικών μοντέλων για την εξεύρεση της ιδανικότερης λύσης και της ολοκληρωμένης παρουσίασης των αποτελεσμάτων. Επιπρόσθετα γίνεται επεξήγηση όλων των εννοιών που εμπλέκονται σε μια ενεργειακή μελέτη κτιριακής εγκατάστασης και πως όλες μαζί συνδέονται και αλληλοσυμπληρώνονται για να μπορέσει ο αναγνώστης να κατανοήσει τη μελέτη και το κάθε βήμα που απαιτείται για να ολοκληρωθεί. Στο τελευταίο κομμάτι της παρούσας διπλωματικής εργασίας θεώρησα σκόπιμο να ασχοληθώ με τη συγγραφή ενός οδηγού χρήσης του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της μελέτης, καθώς όμοιος του δεν υπάρχει στην ελληνική γλώσσα επειδή το συγκεκριμένο λογισμικό δεν έχει προσαρμοστεί ακόμη επίσημα στις ανάγκες της χώρας μας εξαιτίας των διεθνών μοντέλων που διαθέτει για τα κτίρια μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Έτσι ο κάθε νέος χρήστης θα είναι σε θέση να αντλήσει τις απαραίτητες πληροφορίες προκειμένου να ξεκινήσει μια ενεργειακή μελέτη με το συγκεκριμένο λογισμικό, χωρίς να χρειαστεί να δαπανήσει χρόνο διαβάζοντας το αναλυτικότερο εγχειρίδιο παραγωγής του στα αγγλικά ή ανακαλύπτοντας τις λειτουργίες του.

ABSTRACT

The energy study of a building facility is a major issue in the construction sector and beyond, since it sets the economic and ecological limits of construction before it even gets its final form. This is a legally binding mandatory act for each newly built or radically renovated building and aims to minimize electricity consumption as much as possible without interfering with the overall function of the building by replacing the thermal insulation study. The bioclimatic design of the building shell, the thermal insulation of the building using the appropriate thermal insulation and the choice of the electromechanical systems to cover ventilation loads are only a few of the tasks to be done to make the study sound and efficient . Building Energy Efficiency Regulation (KENAK) has set up integrated energy planning in the building sector to improve energy performance of buildings, save energy and protect the environment. As will be explained further below, all calculations are now made with a high level of precision due to the existence of computers and programs running within them for the ultimate purpose of reliable computational results, saving time on the part of the scholar, the ability to compare different models to find the ideal solution and the integrated presentation of the results. In addition, an explanation of all concepts involved in an energy study of a building installation is made and all of them are linked and complementary to enable the reader to understand the study and each step required to complete. In the final part of this diploma thesis I considered it appropriate to write a guide for the use of the software used in the study, since it is not similar in Greek because the software is not yet officially adapted to the needs of our country due to of its international models for zero-energy buildings. So each new user will be able to get the information they need to start an energy study with the software, without having to spend time reading the most detailed manual in English or discovering its functions.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενέργεια αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την οικονομική ανάπτυξη, την ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών, την ευημερία και την ποιότητα ζωής. Η επάρκεια και διαθεσιμότητα των διαφόρων μορφών ενέργειας αποτελεί προαπαιτούμενο για την ομαλή λειτουργία των κοινωνικών δομών και η διασφάλιση των ενεργειακών πηγών επηρεάζουν την κρατική πολιτική σε όλα τα επίπεδα ανάπτυξης . Για το λόγο αυτό, η ορθολογική χρήση της παραγόμενης ενέργειας είναι απαραίτητη στις μέρες μας και ιδιαίτερα στις κτιριακές εγκαταστάσεις που φιλοξενούν χώρους εργασίας, κατοικίες κ.α.

Η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί είναι αρχικά μία θεωρητική προσέγγιση που θα γίνει μέσω της χρήσης έγκυρων επιστημονικών πηγών για να μπορέσει ο αναγνώστης να κατανοήσει την ορολογία, να λάβει γνώσεις σχετικές με το αντικείμενο και να είναι σε θέση να παρακολουθήσει και να διαβάσει μια ενεργειακή μελέτη. Όλο το θεωρητικό υπόβαθρο που απαιτείται θα παρουσιαστεί εκτενώς και θα οδηγήσει σε μια πλήρη αναφορά των ενεργειών που γίνονται σε μια ενεργειακή μελέτη. Εφόσον κάτι τέτοιο γίνει πράξη θα ακολουθήσει μια πρακτική ενεργειακή μελέτη υφιστάμενου κτιρίου με ένα καινοτόμο πρόγραμμα ανάλυσης και ένας συνοπτικός αλλά περιεκτικός οδηγός χρήσης του συγκεκριμένου λογισμικού.

Στην παρούσα λοιπόν διπλωματική εργασία θα παρουσιαστεί το λογισμικό στο σύνολό του και θα δώσει τις απαραίτητες οδηγίες σε κάθε νέο χρήστη, προκειμένου να το αξιοποιήσει κατάλληλα για την εκπόνηση μιας οποιασδήποτε μελέτης. Μέσα από τον οδηγό στο τελευταίο τμήμα της διπλωματικής, που προορίζεται ως επί τω πλείστον για νέους χρήστες, ο κάθε μελετητής θα είναι σε θέση να δημιουργήσει την δική του ατομική μελέτη και να εξάγει τα ακριβή και λεπτομερή αποτελέσματα που του παρέχει το συγκεκριμένο λογισμικό, μέσα από την μοναδική του υπολογιστική ικανότητα. Παράλληλα, θα παρέχεται υλικό ηλεκτρονικής μορφής που θα αποτυπώνει την υφιστάμενη ενεργειακή μελέτη στην πράξη, όπως πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής εργασίας.

2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Πριν αναλύσουμε ενδελεχώς τους ενεργειακούς όρους και κατανοήσουμε τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ακολουθώντας τα πρότυπα της σύγχρονης ενεργειακής πολιτικής, θα ήταν θεμιτό να πραγματοποιήσουμε μια ιστορική αναδρομή που θα παρουσιάζει την ανάπτυξη και εξέλιξη της ενεργειακής ζήτησης και κατανάλωσης.

Η ενέργεια είναι ένας άρρηκτα συνδεδεμένος όρος με την ανθρωπότητα που την ακολουθεί και την επηρεάζει καθ' όλη τη πορεία της αφήνοντας έντονο το στίγμα της. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε το γεγονός ότι οι ονομασίες των ιστορικών περιόδων της ανθρωπότητας προέρχονται από τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος διαχειριζόταν τις ενεργειακές πηγές της εκάστοτε εποχής. Από την αρχαιότητα λοιπόν, η ανάγκη για παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας βρισκόταν στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος με τη μυϊκή δύναμη ανθρώπων και ζώων και τη φωτιά να πρωταγωνιστούν για τη παρασκευή φαγητού και φωτισμού στις πρώτες οικίες. Η έξυπνη χρήση των ιδιοτήτων της γης στη κατασκευή κτιριακών εγκαταστάσεων δεν είναι σύγχρονη ανακάλυψη, αφού από την αρχαιότητα συγγράμματα αρχαίων φιλοσόφων όπως του Σωκράτη στα Απομνημονεύματα του Ξενοφόντα αναφέρουν ότι ιδεώδης κατοικία είναι αυτή που προσφέρει ζέστη κατά τους χειμερινούς μήνες και δροσιά το καλοκαίρι.

Πάνω σε αυτή την διαχρονική ανά τους αιώνες ιδέα κινούνται και οι σύγχρονες προσεγγίσεις κατασκευής κτιρίων με πρωτεύον στόχο την μέγιστη άνεση με τη μικρότερη δυνατή καταναλισκόμενη ενέργεια. Η αρχική προσπάθεια ρύθμισης του μικροκλίματος, ειδικά σε περιόδους μη αναπτυγμένες ως προς τη βιομηχανική παραγωγή και διανομή ενέργειας, περιορίζεται στη χρήση παραθύρων και πατζουριών με τεράστιες απώλειες, στην καλλιέργεια φυτών περιμετρικά των κτιρίων που λειτουργούν θερμομονωτικά, στη σημασία του μεσημβρινού προσανατολισμού και στην ικανότητα του εδάφους και του νερού να αποθηκεύουν ενέργεια για εύλογα χρονικά διαστήματα.

Η μεγαλύτερη επίδραση στον τομέα της κατοικίας προήλθε από τη Βιομηχανική Επανάσταση, στα μέσα του 18ου αιώνα, προσφέροντας ανέσεις και πολυτέλειες στα μεγάλα αστικά σπίτια, ενώ παράλληλα άρχισαν να κτίζονται οι πρώτες πολυκατοικίες για τη στέγαση εργατών. Η επέκταση των μεγαλουπόλεων δεν άργησε να κάνει την εμφάνισή της με την ανάγκη δημιουργίας νέων μεθόδων κατασκευής και υλικών ολοένα να αυξάνεται, όπως και η ενεργειακή ζήτηση. Η θερμική άνεση

αποτελούσε πάντα ζήτημα με τις κατοικίες να την εξασφαλίζουν στις απαρχές της μαζικής τους κατασκευής με μεγάλο οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος.

Ήδη από τη δεκαετία '70, που στιγματίστηκε από τις πετρελαϊκές κρίσεις, άρχισε να γίνεται αντιληπτή η μεγάλη εξάρτησή μας από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η ανάγκη εκμετάλλευσης εναλλακτικών πηγών ενέργειας για τις ανάγκες των ανθρώπινων δραστηριοτήτων σε συνδυασμό με την ορθολογική χρήση της ενέργειας. Οι δυνατότητες αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε συνδυασμό με την αλλαγή της ενεργειακής συμπεριφοράς των χρηστών, μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική μείωση των τελικών ποσοτήτων ενεργειακής κατανάλωσης ενισχύοντας παράλληλα τις προσπάθειες μείωσης εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Η στοχευμένη και οικονομική χρήση της ενέργειας έχει θεσμοθετηθεί και σε επίπεδο κτιρίου με μια σειρά προϋποθέσεων να κάνουν την εμφάνισή τους πριν τη κατασκευή μιας κτιριακής δομής ανεξαρτήτου χρήσης (κατοικία, δημόσιος χώρος, εμπορικός χώρος κ.α.). Εν κατακλείδι, αυτές τις προϋποθέσεις έρχεται να καλύψει μια ενεργειακή μελέτη, για να εξασφαλίσει μειωμένες ενεργειακές απαιτήσεις, να επιτύχει οικονομία σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο και να συμβάλλει στη περιβαλλοντική προστασία.

Τέλος αξίζει να γίνει αναφορά των φορέων τυποποίησης, οι οποίοι συνοπτικά είναι :

- IEC (International Electrotechnical Commission-Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή)
- CENELEC (Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την Ηλεκτροτεχνική Τυποποίηση)
- ΕΛΟΤ (Ελληνικός οργανισμός τυποποίησης)
- VDE (Verband Deutscher Electrotechniker-Εκδίδει πρότυπα VDE 100)
- BSI (British Standards Institution-Εκδίδει το BS 7671)
- UTE (Union Technique de l' Electricite-Εκδίδει πρότυπα C-15-100)
- ANSI (American National Standard Institution-Εκδίδει το πρότυπο National Electrical Safety Code (ANSI C2))

3. ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΤΟΥ ΜΑΤΣΑΓΓΟΥ

Το 1890 ο καπνέμπορος Νικόλαος Ματσάγγος ίδρυσε μια μικρή βιοτεχνία καπνού και το 1910 έφερε την πρώτη καπνοκοπτική μηχανή. Η επιχείρηση εξελίχθηκε με ραγδαίο ρυθμό και κατέκτησε το 1947 την πρώτη θέση μεταξύ των ελληνικών καπνοβιομηχανιών. Το 1918 οι Γιάννης και Κώστας Ματσάγγος, με συνεργάτη το Δημοσθένη Γατζόπουλο, προχώρησαν σταδιακά σε επεκτάσεις, αγορές μηχανημάτων και αύξηση της παραγωγής. Το 1925 δίπλα στο πρώτο καπνεργοστάσιο κτίστηκε νέο τετραώροφο, που διέθετε μηχανουργείο, κυτοποιείο, ξυλουργείο, λιθογραφείο και χημείο. Η αντίστροφη μέτρηση ωστόσο ξεκίνησε με τον θάνατο των δύο αδελφών και οι σεισμοί του 1955 έδωσαν τη χαριστική βολή στην επιχείρηση. Το συγκρότημα καλύπτει δύο οικοδομικά τετράγωνα και αποτελείται από πέντε κτίρια, που κατασκευάστηκαν διαφορετικές εποχές, με διαφορετικές γραμμές και κυρίως τεχνικές και είναι χαρακτηρισμένο διατηρητέο μνημείο.. Η τελευταία προσθήκη ολοκληρώθηκε το 1937 και βρίσκεται στην πλευρά της 28ης Οκτωβρίου (εικόνα 1). Είναι τριώροφο, αλλά στη συνέχεια αποκτά τέταρτο όροφο, χάρη στο οποίο περνά πάνω από την οδό Σωκράτους για να ενωθεί με το απέναντι κτίριο, δημιουργώντας μια στοά. Το καπνεργοστάσιο Ματσάγγου ήταν ένα από τα ιστορικά εργοστάσια της πόλης του Βόλου. Πριν από 26 χρόνια περίπου το κτίριο στην οδό Παύλου Μελά αγοράστηκε από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Το Πανεπιστήμιο αποφάσισε το 2006, όταν διευκρινίστηκε η έννοια του διατηρητέου μνημείου, να το αποκαταστήσει και να το αναβαθμίσει. Το 2009 η Σύγκλητος ανέθεσε σε μια επιτροπή από το Πανεπιστήμιο να ερευνήσει εάν το κτήριο μπορεί να εξελιχθεί σε πανεπιστημιακό κτήριο. Αυτό είναι το τμήμα του κτιρίου που αναλύεται στη παρούσα διπλωματική εργασία.

Στα πλαίσια λοιπόν της προστασίας της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς του Βόλου, επιλέχτηκε για να στεγάσει το Τμήμα Οικονομικών Σπουδών του Πανεπιστημίου που χρησιμοποιούσε νοικιασμένους χώρους (εικόνα 2). Η συνολική μεικτή επιφάνεια δόμησης είναι 3.711 τ.μ. και περιλαμβάνει συνοπτικά τα εξής:

- Δεκατρείς αίθουσες διδασκαλίας
- Αμφιθέατρο 140 θέσεων

- Είκοσι εννιά γραφεία
- Δύο χώρους Διοίκησης
- Λοιπούς χώρους (κυλικείο, αποθήκες, αρχείο, κ.λπ.)
- Υπόγειους χώρους: (Η/Μ εγκαταστάσεις)
- Διαδρόμους



Εικόνα 1 Φόρτωση καπνού, εργοστάσιο Ματσάγγου, περ. 1930. Αρχείο Ζημέρη, ΔΗ.Κ.Ι.



Εικόνα 2 Μέρος του κτιρίου Ματσάγγου μετά την ανακαίνιση για Πανεπιστημιακή χρήση

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

Η συνεχής ανάπτυξη των βιομηχανικών κοινωνιών παγκοσμίως, οδήγησε στην αυξημένη ζήτηση και κατά συνέπεια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, που επέφερε αύξηση στη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων (κυρίως γαιάνθρακα και πετρελαίου), η καύση των οποίων απελευθερώνει μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), διοξειδίου του θείου (SO₂), μεθανίου (CH₄), μονοξειδίου του αζώτου (N₂O) κτλ. Τέτοια επιβλαβή αέρια συνθέτουν και οξύνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, που με τη σειρά του προκαλεί αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη, αλλαγή των κλιματικών συνθηκών διεθνώς και γενικότερα οικολογικό μαρασμό. Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκαν πρότυπα ελέγχου σε παγκόσμιο επίπεδο που θα εφησυχάζουν το πρόβλημα και δε θα επιτρέπουν την περαιτέρω εξέλιξή του. Έτσι, ο κτιριακός τομέας δε θα μπορούσε να αποτελέσει εξαίρεση, αφού ένα μεγάλο μερίδιο της καταναλισκόμενης ενέργειας παράγεται για οικιακή χρήση.

[1]Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), είναι το θεσμοθετημένο εργαλείο ελέγχου μελέτης των κτιριακών εγκαταστάσεων στην Ελλάδα και αποτελεί ένα ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Η συγκεκριμένη συλλογή οδηγιών βασίζεται σε διεθνή πρότυπα ενεργειακών επιβλέψεων, τα οποία έχουν προσαρμοστεί κατάλληλα στα καιρικά, κλιματολογικά και γεωγραφικά δεδομένα της Ελληνικής επικράτειας. περιγράφει τη γενική προσέγγιση υπολογισμού που είναι σύμφωνη με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Όλες οι απαραίτητες τεχνικές προδιαγραφές και πληροφορίες για την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ περιλαμβάνονται σε τέσσερις νέες τεχνικές οδηγίες (ΤΟΤΕΕ 20701/2010) που εκπονήθηκαν από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ), οι οποίες υποστηρίζονται επίσης από ένα λογισμικό (ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ) μελετητικού ενδιαφέροντος. Τα ειδικά θέματα σχετικά με τα επαγγελματικά προσόντα, την κατάρτιση, τη διαπίστευση, τους μηχανισμούς ελέγχου και το ρυθμιστικό πλαίσιο για τους εμπειρογνώμονες για την εκτέλεση ενεργειακών ελέγχων των κτιρίων καθώς και οι επιθεωρήσεις των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού επιβαρύνουν τον εκάστοτε μελετητή. Η εφαρμογή ξεκίνησε με την καθιέρωση της αξιολόγησης ενεργειακών επιδόσεων των νέων κτιρίων για την έκδοση οικοδομικής άδειας από τον Οκτώβριο του 2010 και την έκδοση πιστοποιητικών ενεργειακών επιδόσεων από τον Ιανουάριο του 2011. Η απαιτούμενη σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας πρέπει να καλύπτεται σε πολύ σημαντικό επίπεδο από

ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής ενέργειας σε εργοστάσια με χρήση συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας ή τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης, προκειμένου να ικανοποιηθεί το μεγαλύτερο μέρος της ζήτησης.

Ο ενεργειακός ρυθμιστικός παράγοντας Κ.Εν.Α.Κ. εισάγει τη χρήση ενός κτιρίου αναφοράς για τη συγκριτική αξιολόγηση και τις απαιτήσεις ενέργειας για τη θέρμανση, την ψύξη, τον εξαερισμό, και το φωτισμό, τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και τους περιορισμούς απώλειας θερμότητας του θερμικού περιβλήματος. Το κτίριο αναφοράς είναι μια πιστή αναπαράσταση του κτιρίου που υπόκειται σε μελέτη, με την ίδια αρχιτεκτονική και γεωμετρικά χαρακτηριστικά, στην ίδια γεωγραφική θέση, με τον ίδιο προσανατολισμό και χρήση. Ο κανονισμός καθορίζει τις κατάλληλες προδιαγραφές για το σχεδιασμό νέων κτιρίων μέσω μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης σχεδιασμού μεταξύ των βασικών παραγόντων, λαμβάνοντας υπόψη την κατάλληλη διάταξη και προσανατολισμό του χώρου του κτιρίου και τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου.

Συμπεριλαμβάνει στη μελέτη ανοίγματα για διαφορετικούς προσανατολισμούς ανάλογα με τις άμεσες ηλιακές απολαβές, το φως της ημέρας και τις απαιτήσεις εξαερισμού και διευθετεί τους εσωτερικούς χώρους ανάλογα με τη χρήση τους και τις απαιτήσεις θερμικής άνεσης. Όλα τα παραπάνω γίνονται με απώτερο σκοπό την όσο το δυνατόν πιο εποικοδομητική αξιοποίηση της ενέργειας από το κτίριο, σε συνδυασμό με την επίτευξη του χαμηλότερου παράγοντα U που το διέπει (όπως θα αναλυθεί εκτενέστερα παρακάτω).

Από τον Οκτώβριο του 2010, όλα τα νέα κτίρια και τα υπάρχοντα κτίρια που υπόκεινται σε ανακαινίσεις, προκειμένου να αποκτήσουν οικοδομική άδεια, πρέπει να είναι τουλάχιστον κατηγορίας B. Το EPC (Energy Performance Certificates) εκδίδεται μετά την ολοκλήρωση του κτιρίου που έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί σύμφωνα με την ΚΕΝΑΚ. Από τον Ιανουάριο του 2011, το EPC είναι υποχρεωτικό για όλα τα κτίρια που πωλούνται και για ολόκληρα κτίρια που εκμισθώνονται για πρώτη φορά σε νέο μισθωτή. Η υποχρέωση έκδοσης EPC κατά την ανανέωση μίσθωσης, δηλ. κτίριο ή οικοδομική μονάδα που μισθώνεται στον ίδιο μισθωτή, αποκλείεται σύμφωνα με την αναδιατύπωση του EPBD (Energy Performance of Buildings Directive).

Α.Π.		Α.Α.	
ΧΡΗΣΗ: Κτίριο <input type="checkbox"/> Κτιριακή Μονάδα <input type="checkbox"/> Αριθμός Ιδιοκτησίας: Κλιματική Ζώνη: Διεύθυνση: Τ.Κ.: Πόλη: Έτος κατασκευής: Συνολική επιφάνεια [m ²]: Θερμανόμενη επιφάνεια [m ²]: Όνομα ιδιοκτήτη:		(Φωτογραφία κτιρίου)	
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ			
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ		ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	
$EP \leq 0,33 \cdot R_e$ A+ $0,33 \cdot R_e < EP \leq 0,5 \cdot R_e$ A $0,5 \cdot R_e < EP \leq 0,75 \cdot R_e$ B+ $0,75 \cdot R_e < EP \leq 1,0 \cdot R_e$ B $1,0 \cdot R_e < EP \leq 1,41 \cdot R_e$ Γ $1,41 \cdot R_e < EP \leq 1,82 \cdot R_e$ Δ $1,82 \cdot R_e < EP \leq 2,27 \cdot R_e$ Ε $2,27 \cdot R_e < EP \leq 2,73 \cdot R_e$ Ζ $2,73 \cdot R_e < EP$ Η			
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ			
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²]:			
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]:			
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kgCO ₂ /m ²]:			
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO₂		Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>	
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m ²]:	Καύσιμα [kWh/m ²]:	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]:		Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>	
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²]:		Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>	

Α.Π.		Α.Α.		
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ				
Πηγή ενέργειας	Τελική χρήση		Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)	
Ηλεκτρική	Θέρμανση Φωτισμός	Ψύξη	ZHX	
	Πετρέλαιο	Θέρμανση	Ψύξη	
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση	Ψύξη	
Ορυκτά καύσιμα	Άλλο:	Θέρμανση	Ψύξη	
	Ηλιακή	Θέρμανση Φωτισμός	Ψύξη	
	Βιομάζα	Θέρμανση	Ψύξη	
ΑΠΕ	Γεωθερμία	Θέρμανση	Ψύξη	
	Άλλο:	Θέρμανση	Ψύξη	
	Σύνολο	Φωτισμός	ZHX	
Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]				
Θέρμανση:		Ψύξη:		
Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX):		Φωτισμός:		
ΑΠΕ & ΣΗΘ:				
ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ				
1.				
2.				
3.				
Αριθμός σύστασης	Επιτρούμενο αρχικό κόστος επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και τιμή μονάδας* [kWh/m ²] [%]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ * [kg/m ²]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής* [έτη]
1				
2				
3				
* Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ορίσκει για την ετήσια μέση ετήσιων φορτίσθου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.				
Ημερομηνία έκδοσης Π.Ε.Α:		Σφραγίδα:		
Όνομα υπεύθυνου Επιθεωρητή:				
Α.Μ. Επιθεωρητή:		Υπογραφή:		

Εικόνα 3 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης στην Ελλάδα (Πηγή Κ.Εν.Α.Κ.)

Ως άμεση συνέπεια των παραπάνω, ένα λογισμικό (TEE-KENAK) αναπτύχθηκε από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (NOA) για το TEE, για να υποστηρίξει όλες αυτές τις δράσεις. Το λογισμικό αποτελείται από διάφορα εργαλεία, στα οποία συγκαταλέγονται η μελέτη ενεργειακού σχεδιασμού, η οικοδόμηση ενεργειακού ελέγχου, η επιθεώρηση του συστήματος θέρμανσης και κλιματισμού κ.α. Ο στόχος ήταν να αναπτυχθεί ένα κοινό εργαλείο υπολογισμού που θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί από όλους τους μελετητές, για να αποφευχθούν προβλήματα ασυνέπειας που μπορεί να προκύψουν από τη χρήση διαφορετικού λογισμικού με τη δημιουργία διαφορετικών αποτελεσμάτων. Για τις επιθεωρήσεις, το TEE-KENAK ενσωματώνει τα απαραίτητα ηλεκτρονικά έντυπα για τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων που αφορούν την Ελλάδα και τους κατάλληλους υπολογιστικούς μηχανισμούς.

Είναι γεγονός ότι η ευρωπαϊκή και η εθνική δέσμευση για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων δεν είναι μόνο στρατηγικός στόχος, αλλά θα έχει και πρακτικά οφέλη για όλους. Πράγματι η καταναλισκόμενη ενέργεια των κτιριακών εγκαταστάσεων μετά την εφαρμογή των κανονισμών έχει μειωθεί αισθητά και το βέβαιο είναι πως σε ένα κλίμα συνεχούς μάθησης και καινοτομίας θα κατορθωθεί σε κτιριακό επίπεδο η σχεδόν μηδενική απαίτηση σε παραγόμενη ενέργεια, αφού ο τρόπος σχεδιασμού του κελύφους (προσανατολισμός, υλικά κ.α.) και η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα καλύπτουν επαρκώς τις καταναλώσεις.

5. ASHRAE

Στο γενικότερο πλαίσιο της μελέτης, θα ήταν σκόπιμο να αναφερθούν ορισμένες πληροφορίες που αφορούν τα πρότυπα υπολογισμών που χρησιμοποιήθηκαν για τη παρούσα διπλωματική, αυτά του αμερικανικού οργανισμού ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers). Η ASHRAE ιδρύθηκε με τη συγχώνευση δύο εταιρειών, της Αμερικανικής Εταιρείας Μηχανικών Θερμότητας και Εξαερισμού (ASHVE), γνωστής μετά το 1954 ως Αμερικανικής Εταιρείας Μηχανικών Θέρμανσης και Κλιματισμού (ASHAE) και την Αμερικανική Εταιρεία Ψυκτικών Μηχανικών (ASRE) και γράφει πρότυπα και κατευθυντήριες γραμμές στους τομείς της εξειδίκευσής της, για να καθοδηγήσει τη βιομηχανία στην παροχή αγαθών και υπηρεσιών στο κοινό. Τα πρότυπα και οι κατευθυντήριες οδηγίες ASHRAE περιλαμβάνουν ομοιόμορφες μεθόδους δοκιμών για σκοπούς διαβάθμισης, περιγράφουν τις συνιστώμενες πρακτικές σχεδιασμού και εγκατάστασης εξοπλισμού και παρέχουν επιπλέον πληροφορίες για την καθοδήγηση του κλάδου. Η ASHRAE διαθέτει περίπου 87 ενεργά πρότυπα και επιτροπές κατευθυντήριων γραμμών για έργα, που ασχολούνται με ευρύτατους τομείς όπως η ποιότητα του εσωτερικού αέρα, η θερμική άνεση, η εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, η μείωση των εκπομπών ψυκτικών μέσων και ο χαρακτηρισμός και η ταξινόμηση της ασφάλειας ψυκτικών μηχανών. Μία από τις σημαντικότερες λειτουργίες της οργάνωσης είναι η προώθηση της έρευνας και της ανάπτυξης σε αποδοτικές, φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες.

[2]Το κύριο πρότυπο που χρησιμοποιείται στη παρούσα διπλωματική εργασία για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης, είναι το πρότυπο ASHRAE 62.1, το οποίο δημοσιεύθηκε για πρώτη φορά το 1973 ως πρότυπο 62. Καθορίζει τους ελάχιστους ρυθμούς εξαερισμού και άλλες απαιτήσεις για εμπορικά και θεσμικά κτίρια, που προορίζονται να παράσχουν ποιότητα εσωτερικού αέρα αποδεκτή από τους ανθρώπους και να ελαχιστοποιούν τις δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία.

Παραδείγματα μερικών ακόμη μαζικά χρησιμοποιούμενων προτύπων ASHRAE είναι:

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

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, εκτός από κτίρια κατοικιών χαμηλού κινδύνου.

Αυτά και πολλά άλλα πρότυπα ASHRAE επανεξετάζονται, αναθεωρούνται και δημοσιεύονται περιοδικά, εναρμονίζοντας τις συνθήκες και τις απαιτήσεις χρήσης των κτιρίων με τις εκάστοτε ανάγκες.

5.1 ΠΡΟΤΥΠΟ ASHRAE 90.1

Πιο συγκεκριμένα, αναλύοντας το πρότυπο ASHRAE 90.1 (Building Energy Code Programms), βλέπουμε πως εφαρμόζεται σε νέα κτίρια και τα συστήματά τους, σε νέες μερίδες κτιρίων και τα συστήματά τους και σε νέα συστήματα και εξοπλισμό υπαρκτών κτιρίων και αποτελεί μέρος βιομηχανικών ή κατασκευαστικών διαδικασιών. Βασικός όρος του προτύπου, είναι αυτός του PCI (Performance Cost Index), ο οποίος αναφέρεται στη διαδικασία ανάπτυξης στόχων για προγράμματα πέραν του κώδικα που επιτρέπουν την αναγνώριση βελτιώσεων που δεν ρυθμίζονται από το Πρότυπο 90.1, όπως είναι ο εξοπλισμός μαγειρέματος, ο εξοπλισμός υπολογιστών κ.α. που αποσκοπούν στη συμμόρφωση με το πρότυπο. Ο επιδιωκόμενος PCI για τη συμμόρφωση του προτύπου 90.1 είναι συνάρτηση του τύπου κτιρίου, της κλιματικής ζώνης και του ποσοστού της ρυθμιζόμενης προς τη μη ρυθμιζόμενη ενέργεια που προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί από το κτίριο. Η μη ρυθμιζόμενη χρήση ενέργειας είναι ουδέτερη για τη συμμόρφωση με τον κώδικα 90.1 και προκειμένου να αποδειχθεί η συμμόρφωση με το πρότυπο 90.1, απαιτείται η PCI του προτεινόμενου κτιρίου να είναι μικρότερη ή ίση με την PCI, όταν υπολογίζεται. Οι στόχοι PCI μπορούν επίσης να συσχετιστούν με επίπεδα επιδόσεων για προγράμματα πέραν του κώδικα. Η ανανεώσιμη ενέργεια που παράγεται από τα συστήματα που περιλαμβάνονται στη χρήση του κτιρίου θεωρείται δωρεάν και δεν περιλαμβάνεται στο προτεινόμενο ενεργειακό κόστος σχεδιασμού. Ομοίως, ενέργεια που παράγεται από ένα επιτόπιο σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που χρησιμοποιείται από άλλο κτίριο δεν περιλαμβάνεται στους υπολογισμούς. Οι περιγραφικοί δείκτες κτιρίων παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τον

προτεινόμενο σχεδιασμό και το κτήριο αναφοράς και κάθε πρόγραμμα προσομοίωσης ενέργειας έχει τον δικό του τρόπο αποδοχής των πληροφοριών κτιρίου. Το EnergyPlus, που χρησιμοποιείται σαν λογισμικό υπολογισμών και προσομοίωσης στη παρούσα διπλωματική εργασία, χρησιμοποιεί ένα ευρέως διαδεδομένο αρχείο δεδομένων που ονομάζεται IDF και περιέχει τη συνολική πληροφορία τόσο των ορισμών και των δεδομένων εισαγωγή, όσο και των τελικών υπολογισμών και προσομοιώσεων. Μέσω του συγκεκριμένου αρχείου, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει τις παραμέτρους της βάσης δεδομένων απευθείας χωρίς τη μεσολάβηση του προγράμματος, και να επιχειρήσει εκ νέου τους υπολογισμούς.

5.2 ΠΡΟΤΥΠΟ ASHRAE 62

Θα ήταν παράλειψη αν δε γινόταν αναφορά και στο πρότυπο της ASHRAE 62, που αναφέρεται ξεκάθαρα στον αερισμό και εξαερισμό του κτιρίου. Ο εξαερισμός του κτιρίου έχει αναγνωριστεί για το ρόλο που διαδραματίζει στην υγεία των ανθρώπων και την άνεση, με ορισμένες από τις πρώτες συστάσεις σχετικά με τη δόμηση των ποσοστών εξαερισμού να δημοσιεύονται μόλις το 19ο αιώνα. Αυτές οι συστάσεις μετατράπηκαν αργότερα σε αυστηρότερα μοντέλα με την πρώτη έκδοση του προτύπου ASHRAE 62 που δημοσιεύθηκε το 1973. Από τότε, έχουν εκδοθεί πρότυπα εξαερισμού σε πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο και αντιμετώπισαν μια όλο και πιο περίπλοκη και προκλητική σειρά θεμάτων, όπως η έρευνα σχετικά με την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και τη συσχέτισή της με την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Το πρότυπο 62 σαν σύνολο περιλαμβάνει τις επιστημονικές βάσεις για τις απαιτήσεις αερισμού, την ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων, τις πηγές ρύπων από τους μετοικούντες, την ποιότητα του εξωτερικού αέρα, τα όρια του μολυσματικού αέρα που εγείρουν κινδύνους υγείας, καθώς και τις συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα στο εσωτερικό. Οι απαιτήσεις εξαερισμού της ASHRAE βασίζονται τόσο στην υγεία όσο και στην άνεση, με τις συστάσεις του εξαερισμού να ποικίλουν με την πάροδο του χρόνου. Οι απαιτήσεις του ποσοστού εξαερισμού λοιπόν για διάφορους τύπους χώρου έχουν επανεξεταστεί σε μεταγενέστερες εκδόσεις του προτύπου 62 από τότε που δημοσιεύθηκε αρχικά το 1973, καθώς και σε άλλα πρότυπα. Η έκδοση του ASHRAE Standard 62 του 1981 αντικατέστησε τις ελάχιστες απαιτήσεις και παρουσίασε απαιτήσεις εξαερισμού με τιμές για χώρους μη καπνιστών και καπνιστών, με τις τελευταίες να είναι μεγαλύτερες από περίπου 2 έως 5 φορές, ανάλογα με τον τύπο χώρου. Ενδεικτικά, οι απαιτήσεις για χώρους γραφείων ήταν 10 L/s/άτομο σε χώρους καπνιζόντων και 2,5 L/s/άτομο σε χώρους μη καπνιζόντων.

6. ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Ο όρος κατοικία στην Ελλάδα αποτελεί μια σύνθετη έννοια και στόχο των περισσότερων σε ιδιόκτητο πλαίσιο. Είναι αδιαμφισβήτητο το γεγονός ότι θα πρέπει να υπάρχει μια ευρύτερη νομοθετική κάλυψη, που θα αποσκοπεί στην ορθή στατικά και ενεργειακά δόμηση, προκειμένου να ακολουθείται μια κοινή ενεργειακή πολιτική. Οι ανάγκες για ενεργειακή κατανάλωση αυξάνονται καθώς μεγαλώνει η επιφάνεια των κατοικιών και επομένως και ο απαιτούμενος για θέρμανση χώρος, γεγονός που εξηγεί την κατά 1,13% αύξηση στην κατανάλωση των κατοικιών ανά m² για θέρμανση χώρου σε σχέση με το 1990.

Τα ελληνικά κτήρια χαρακτηρίζονται ως ιδιαιτέρως ενεργοβόρα κυρίως λόγω παλαιότητάς και μη ενσωμάτωσης σύγχρονης τεχνολογίας σε αυτά. Επιπρόσθετα παρατηρείται μερική ή παντελής (σε παλαιότερα κτίσματα) έλλειψη θερμομόνωσης και ηλεκτρομηχανολογικών (Η/Μ) εγκαταστάσεων. Τα παλαιάς τεχνολογίας κουφώματα και η ελλιπής αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας σε μεγάλο ποσοστό, θέτουν το στόχο των κτιρίων μηδενικής ενέργειας μακρινό. Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας καθορισμού της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου είναι η συμπεριφορά των ενοίκων και η τοποθέτηση κλιματιστικών ή θερμαντικών μονάδων απουσία μελέτης, γεγονός που δε συμβαδίζει με τα παγκόσμια ενεργειακά πρότυπα και οδηγεί σε συνθήκες υπερκατανάλωσης ως επί το πλείστον. Λόγω της αύξησης του ενδιαφέροντος σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας και την μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας και ιδιαίτερα των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, σε συνδυασμό με την ανάγκη εναρμόνισης της ελληνικής νομοθεσίας σύμφωνα με τις σχετικές ευρωπαϊκές οδηγίες, συντάχθηκαν και θεσμοθετήθηκαν νέες διατάξεις.

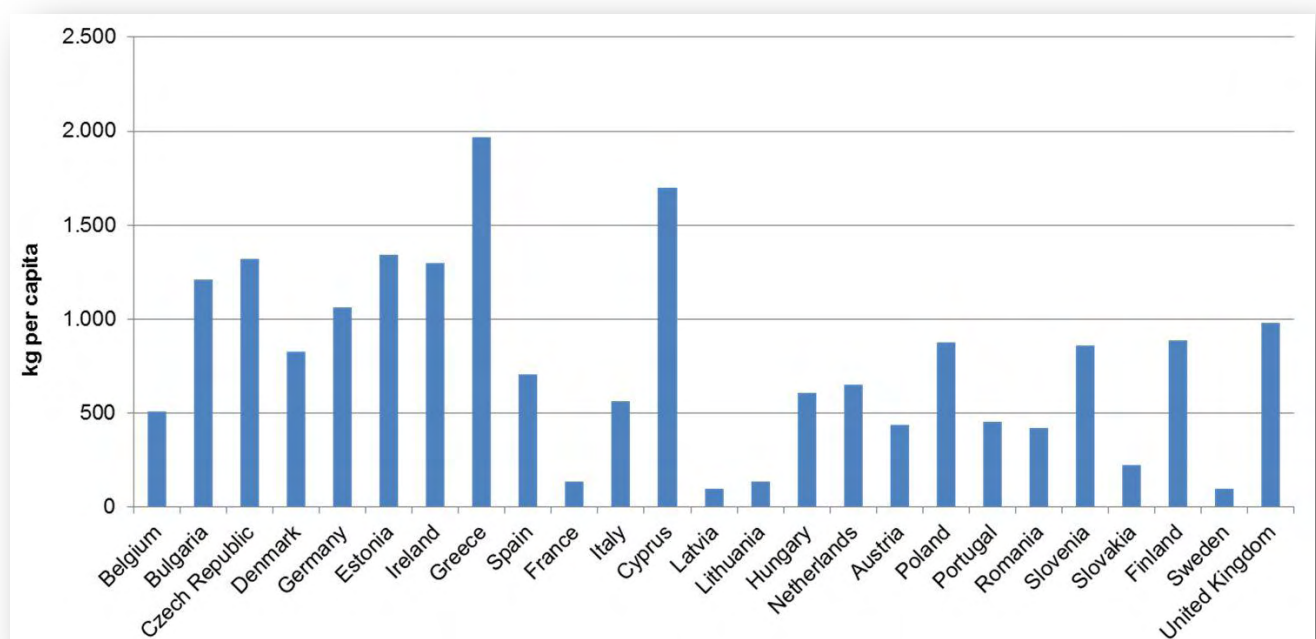
Με το νόμο Ν 40/75 *‘περί λήψεως μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας’* θεσπίστηκε η μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης με την ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται μέσω του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού του κελύφους, της χρήσης ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας. Παράλληλα εντάσσεται μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακών αναγκών των κτιριακών εγκαταστάσεων και κατηγοριοποίηση των κτιρίων με βάση το ενεργειακό τους αποτύπωμα. Ορίζεται το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και το Πιστοποιητικό Ενεργειακής

Απόδοσης Κτιρίου που συντάσσεται για κάθε νέο κτίριο ή για κάθε κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά. Για πρώτη φορά χρησιμοποιούνται ορισμοί όπως κτίριο αναφοράς, θερμική ζώνη, ηλιακά κέρδη κ.α. Η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων για την εξοικονόμηση ενέργειας πρέπει τουλάχιστον να περιλαμβάνει τα θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, την εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσίας ζεστού νερού χρήσης, την εγκατάσταση κλιματισμού και αερισμού, την εγκατάσταση φωτισμού και τον προσανατολισμό του κτιρίου.

Επιπρόσθετα με το και το Νόμο 3661 (ΦΕΚ 89/Α 3661-19/5/2008) του ΥΠΙΑΝ «Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις», στα πλαίσια εναρμόνισης με τις ευρωπαϊκές οδηγίες προβλέπονται τα ακόλουθα :

- Τον Καθορισμό της γενικής δομής του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτηρίων - ΚΕΝΑΚ
- Όλα τα Νέα Κτήρια και τα Υφιστάμενα Κτήρια που υπόκεινται σε ριζική ανακαίνιση, πρέπει να πληρούν τις Ελάχιστες Απαιτήσεις Ενεργειακής Απόδοσης
- Για τα νέα και υπό ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια υποβάλλεται Ενεργειακή Μελέτη
- Την έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης, για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια, καθώς επίσης και κατά την μίσθωση ή πώληση υφιστάμενων κτηρίων
- Την τακτική επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης
- Την τακτική επιθεώρηση εγκαταστάσεων ψύξης & κλιματισμού
- Δύο προεδρικά διατάγματα, ένα για την ειδική υπηρεσία επιθεωρητών και ένα για τους επιθεωρητές

[3] Στη παρακάτω εικόνα διαφαίνονται οι αυξημένες εκπομπές αερίων ρύπων που σχετίζονται με την οικιακή δραστηριότητα, με την Ελλάδα να πρωταγωνιστεί έχοντας τις μεγαλύτερες τιμές.



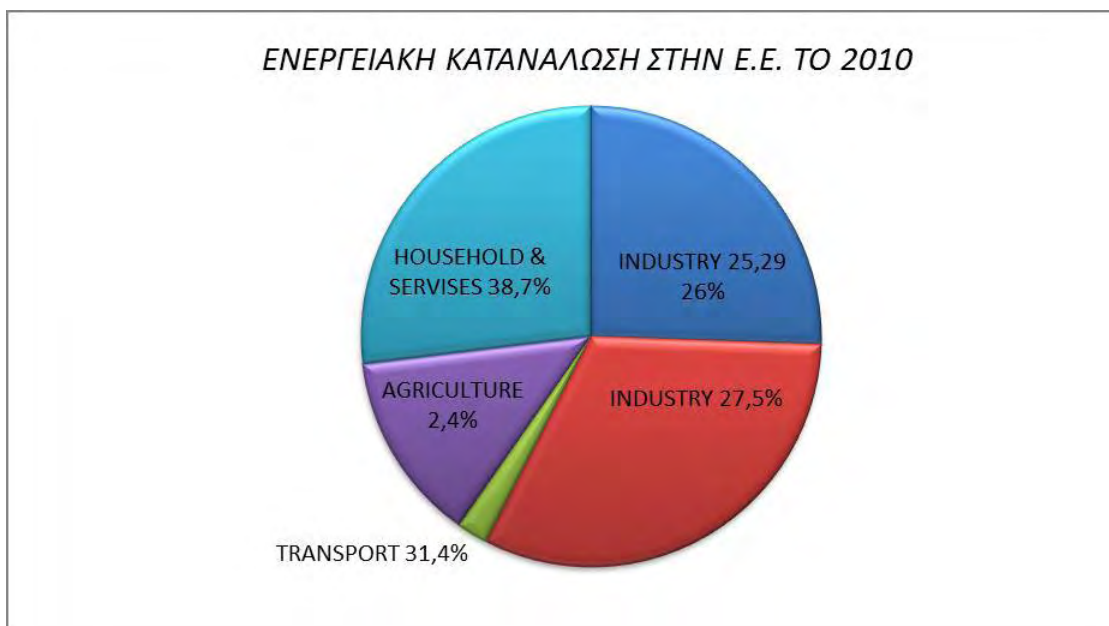
Εικόνα 4 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε χιλιόγραμμα ανά κάτοικο, το 2012 (Πηγή eea.europa.eu)

Με βάση τα παραπάνω, στις κανονιστικές ρυθμίσεις εντάχθηκαν ο Κ.Εν.Α.Κ., οι ενεργειακοί επιθεωρητές κτιρίων και Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ). Με τον τρόπο αυτό ορίστηκε το νομοθετικό πλαίσιο που περιλαμβάνει όλες τις ενεργειακές μελέτες και οδηγεί σε μεθοδευμένες κινήσεις όσο αφορά τις κατασκευές κτιρίων ανάλογα με το τύπο τους (κατοικίες, διαμερίσματα, γραφεία, εκπαιδευτικά κτίρια, νοσοκομεία, ξενοδοχεία, εστιατόρια και αθλητικές εγκαταστάσεις), με μακροπρόθεσμο στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε οικιακό επίπεδο και κατ' επέκταση τη μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα. Βέβαια αρκετά είναι αυτά που πρέπει να γίνουν για να εμφανιστούν ακόμη πιο ουσιώδη αποτελέσματα, όπως για παράδειγμα μια νομοθετική ρύθμιση που θα θέτει σε ισχύ τη κατασκευή κτιρίων σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, που θα ακολουθεί την αναθεώρηση της οδηγίας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, σύμφωνα με την οποία όλα τα νέα κτίρια από τις 31 Δεκεμβρίου 2020 πρέπει να είναι Nearly Zero energy buildings, δηλαδή κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.

7. ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ

Στο συγκεκριμένο τμήμα της διπλωματικής εργασίας, θα γίνει αναφορά των συστημάτων που επιλέχθηκαν για την εκπόνηση της μελέτης, καθώς και ορισμένων σημαντικών εννοιών που αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι των υπολογισμών. Θα ήταν παράλειψη αν δε γινόταν παρουσίαση και ορισμένων συχνά χρησιμοποιούμενων συστημάτων, που δεν έχουν ωστόσο χρησιμοποιηθεί στη παρούσα μελέτη.

Όπως βλέπουμε παρακάτω στην Εικόνα 3, η κατανάλωση ενέργειας σε οικιακό επίπεδο αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό χρήσης, γεγονός που χρίζει μελέτης για την ορθότερη αξιοποίησή της ενέργειας. [4] Η επιλογή των κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγμένης) πρωτογενούς ενέργειας, είναι μια εξαιρετικά σημαντική διαδικασία που θα πρέπει να γίνεται λεπτομερώς από τον μελετητή.



Εικόνα 5 Ενεργειακή κατανάλωση στην Ε.Ε. 2010 [Πηγή: Eurostat]

Η χρήση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως ηλιοθερμικών συστημάτων, φωτοβολταϊκών συστημάτων, γεωθερμικών αντλιών θερμότητας κ.ά., παίζει αξιοσημείωτο ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα ανεβάζοντας την ενεργειακή κλίμακα του κτιρίου και μειώνοντας τα πάγια ενεργειακά του έξοδα. Όλα τα παραπάνω σε συνδυασμό με τον κατάλληλο βιοκλιματικό αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, αξιοποιώντας τη θέση του κτηρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης κ.ά., οδηγούν σε μια ολοκληρωμένη μελέτη με τα πιο κερδοφόρα αποτελέσματα. Η θερμομονωτική επάρκεια του κτιρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία, αποφεύγοντας όσο γίνεται περισσότερο τη δημιουργία θερμογεφυρών καθώς και με την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, αποτελεί ακόμη μια σημαντική παράμετρο. Η θερμομονωτική επάρκεια ελέγχεται στο σύνολο του κτιριακού κελύφους και μπορεί να ανατρέψει τη μελέτη αν δε πληροί τις προϋποθέσεις.

[5]Έτσι ο ελεγκτής ανακτά στο κτίριο τις περιβαλλοντικές συνθήκες άνεσης λαμβάνοντας υπ' όψιν χρονοδιαγράμματα και καιρικές προβλέψεις για την εύρεση της βέλτιστης λύσης. Στο συγκεκριμένο λογισμικό που χρησιμοποιείται στη παρούσα διπλωματική εργασία, παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας λεπτομερών μοντέλων των κτιρίων (τρισεδιάστατη απεικόνιση), καθώς και χρήσης ειδικών εργαλείων προσομοίωσης παράγοντας στοχευόμενα και επιθυμητά αποτελέσματα. Οι τομείς του κτιριακού κελύφους και του θερμικού ελέγχου τυγχάνουν μικρής αναγνωρισιμότητας και

εφαρμογής συγκριτικά με άλλα πεδία της μηχανικής επιστήμης, γεγονός που βασίζεται στα μη εύκολα ανιχνεύσιμα σφάλματα της εφαρμογής του στην πράξη. Ένας τέτοιος θερμικός έλεγχος ειδικεύεται όχι τόσο στους μηχανισμούς διατήρησης της επιθυμητής θερμοκρασίας που είναι ήδη εξελιγμένοι, αλλά στον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν μεταξύ τους για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Σύμφωνα με τελευταίες μελέτες, ο εξελισσόμενος αυτός τομέας της μηχανικής έδειξε ότι ο ανθρώπινος παράγοντας δε μπορεί να ρυθμίσει τη κατάλληλη θερμοκρασία ενός χώρου πλήρως αποδοτικά, εγείροντας ζητήματα σπατάλης ενέργειας, αφού έχουμε υπερθερμάνσεις χώρων και μη επιθυμητές διακοπόμενες ρυθμίσεις θερμοκρασίας. Ακόμη, ορισμένες παράμετροι χάνουν τη φυσική τους υπόσταση και εντάσσονται σε πλαίσια συγκεντρωτικών παραμέτρων για την συμμετοχή τους στη μελέτη αφού πρώτα προσεγγιστούν πειραματικά. Για να κατορθώσουμε λοιπόν να έχουμε ένα ποιοτικά και υπολογιστικά ορθό αποτέλεσμα είναι αδήριτη η ανάγκη να υφίσταται ένα ευρύ φάσμα δεδομένων εισόδου στο

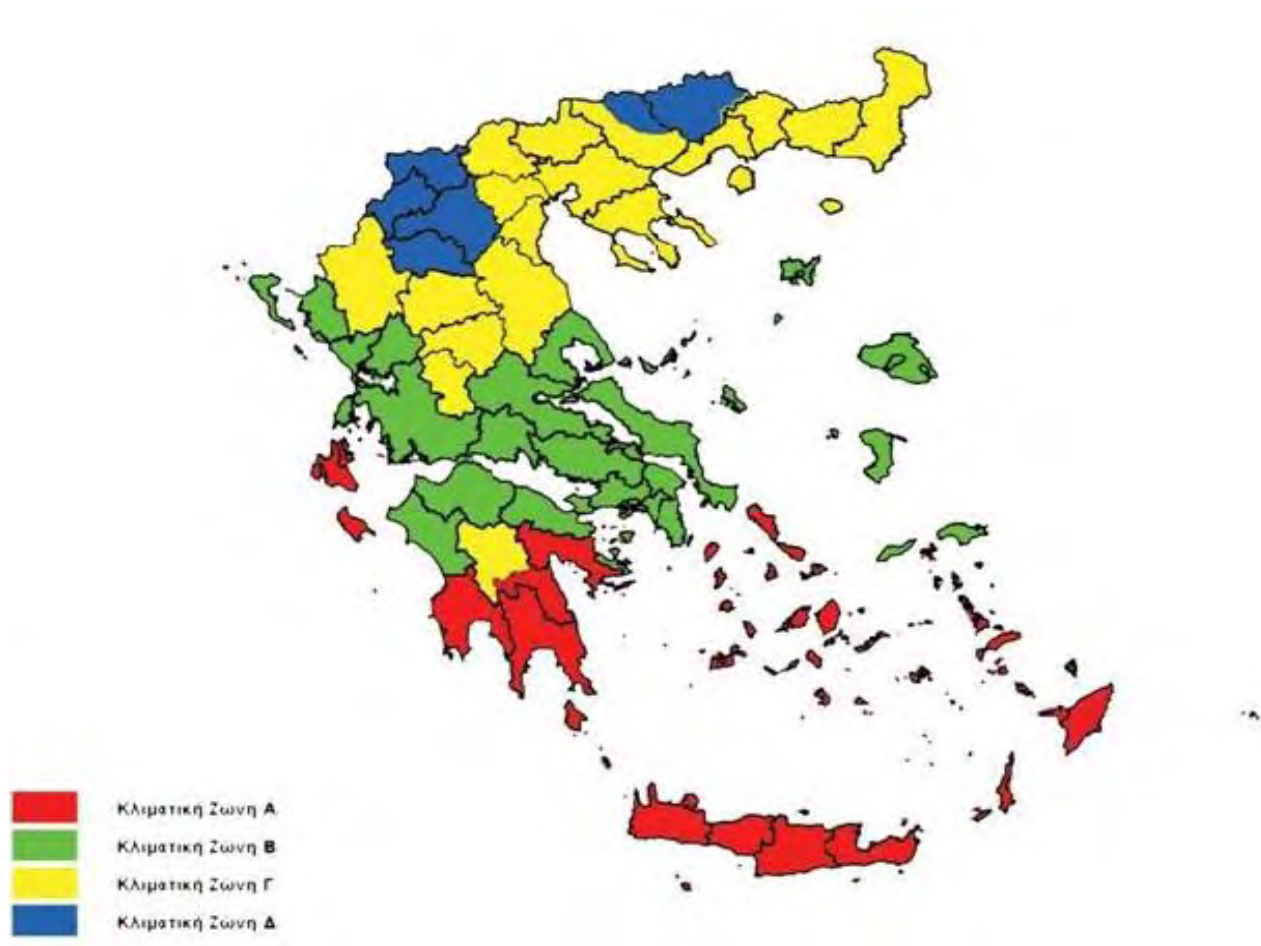
λογισμικό, προκειμένου η έξοδος να δώσει στους μελετητές όλα τα στοιχεία που διαφοροποιούνται και είναι δείγματα ανάλυσης, γεγονός που συμβαίνει σε μεγάλο βαθμό σε τέτοιου είδους μελέτες.

Πριν φτάσουμε στη λύση όμως, είναι αναγκαίο να δημιουργηθεί το κατάλληλο μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί από τον αλγόριθμο επίλυσης. Πιο συγκεκριμένα, στο ισοδύναμο κύκλωμα του κτιρίου λαμβάνονται υπ' όψιν οι τοιχοποιίες (εσωτερικές και εξωτερικές) ως μοντέλα, τα ανοίγματα των χώρων (κουφώματα κ.α.), η θερμική μάζα που υπάρχει στους χώρους (πλήθος ατόμων, ηλεκτρικές συσκευές κ.α.) καθώς και τα δάπεδα και οι οροφές (ως ένα είδος τοιχοποιίας). Ο προσδιορισμός των πραγματικών παραμέτρων μιας κτιριακής εγκατάστασης δεν είναι πάντα εφικτός και σχετίζεται με τη πολυπλοκότητα και συνθετότητα αυτής. Φυσικά υπάρχουν αποκλίσεις από την πραγματικότητα που είναι παραδόξως πιο επιθυμητές γιατί εισαγάγουν μικρότερο υπολογιστικό σφάλμα. Η δημιουργία του μοντέλου του κτιρίου απαιτεί λοιπόν πλήρη γνώση όλων των παραμέτρων (του κτιρίου και μη) για να είναι ακριβές, γι' αυτό και χρησιμοποιούνται προβλέψεις και στατιστικά δεδομένα από πειραματικές μελέτες για την κατασκευή του, όπως για παράδειγμα τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής που βρίσκεται η κτιριακή εγκατάσταση.

Για τους παραπάνω λοιπόν λόγους, μια ενεργειακή μελέτη είναι απαραίτητη και θεμιτή, σε περιβαλλοντικά και οικονομικά πλαίσια λειτουργίας κτιρίων. Ο ρόλος της είναι κρίσιμος και συνάμα βοηθητικός, αφού στοχεύει σε οικονομικότερη λειτουργία συνυπολογίζοντας τόσο τα χρησιμοποιούμενα συστήματα όσο και τον τρόπο κατασκευής.

7.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Σε ένα ευρύτερο πλαίσιο υπολογισμών, απαραίτητο δεδομένο στην εκπόνηση μιας ενεργειακής μελέτης είναι η τοποθέτηση της κτιριακής εγκατάστασης που υπόκειται σε μελέτη, στην κατάλληλη κλιματική ζώνη. Η ελληνική επικράτεια, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. χωρίζεται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, όπως φαίνεται και στο πίνακα 1.



Εικόνα 6 Σχηματική απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας (Πηγή Κ.Εν.Α.Κ)

Σε κάθε νομό οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων κατατάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη. [6]Έτσι γίνεται ο ορισμός των κλιματικών ζωνών που εντάσσονται στην εκάστοτε μελέτη, σύμφωνα με τα πρότυπα του Κ.Εν.Α.Κ. Επιπρόσθετα, λαμβάνονται μετεωρολογικά κλιματικά δεδομένα που επηρεάζουν τους υπολογισμούς και διαφοροποιούν τα αποτελέσματα.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιθί, 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

Στη παρούσα διπλωματική εργασία, το πρόγραμμα μελέτης που χρησιμοποιείται λαμβάνει τα παραπάνω δεδομένα αυτόματα, με την απλή εισαγωγή ενός αρχείου κλιματικών δεδομένων της περιοχής σε μορφή .erw, που ωστόσο πρέπει να δημιουργηθεί από το μελετητή ή να βρεθεί επίσημα. Μέσω του συγκεκριμένου αρχείου παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας προσομοίωσης που θα βασίζεται σε πραγματικές κλιματικές συνθήκες και θα παράγει αποτελέσματα κοντά στη πραγματικότητα. Με τον τρόπο αυτό υπολογίζονται απώλειες και κόστη λειτουργίας, που με τη σειρά τους οδηγούν στη διαφοροποίηση της κατασκευής και της επιλογής Η/Μ συστημάτων, για την επίτευξη παραγωγικότερων μονάδων λειτουργίας.

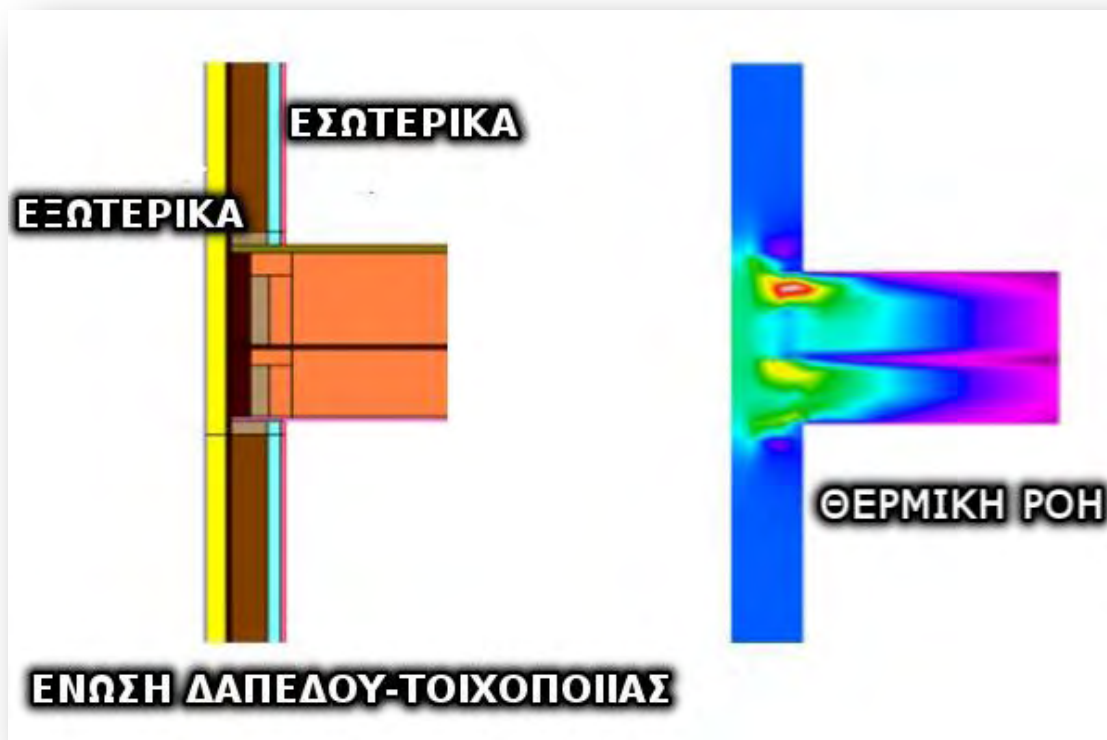
7.2 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Κατά το στήσιμο του κελύφους της κτιριακής εγκατάστασης, ο μελετητής χωρίζει τους χώρους του κτιρίου σε θερμικές ζώνες, ομαδοποιεί δηλαδή τους χώρους που παρουσιάζουν κοινή χρήση και λειτουργία. Δεν είναι απαραίτητο, ούτε θεμιτό, κάθε χώρος να αποτελεί και μια ξεχωριστή θερμική ζώνη. Μια θερμική ζώνη είναι ένας χώρος ή μια συλλογή χώρων που έχουν παρόμοιες απαιτήσεις κλιματισμού, το ίδιο σημείο ρύθμισης θέρμανσης και ψύξης και είναι η βασική θερμική μονάδα (ή ζώνη) που χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση του κτιρίου. Οι θερμικές ζώνες μπορούν να έχουν πολλαπλούς χώρους, αλλά οι χώροι δεν μπορούν να έχουν πολλές θερμικές ζώνες. Για παράδειγμα, ένα μικρό σπίτι, στο οποίο η θερμική ζήτηση είναι σχετικά σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια, μπορεί να ελέγχεται από ένα μόνο θερμοστάτη και επομένως να θεωρείται μια ενιαία ζώνη. Σε ένα πιο περίπλοκο, μεγαλύτερο κτίριο όπου μπορεί να υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη θερμική ζήτηση, μπορεί να υπάρχουν πολλές ζώνες, που θα ρυθμίζονται θερμικά ανεξάρτητα ή μια από την άλλη, ενώ μπορεί κάθε ζώνη να αντιστοιχεί σε μία μοναδική τερματική μονάδα που παρέχει τοπικό θερμοστατικό έλεγχο. Η θέσπιση των ζωνών συμβάλλει και στην αποδοτικότερη λειτουργία των συστημάτων μειώνοντας το λειτουργικό κόστος, μέσω του εξορθολογισμού των διαφορετικών θερμικών απαιτήσεων και της μείωσης των αριθμών των υποσυστημάτων HVAC που απαιτούνται.

Τα περισσότερα κτίρια έχουν περισσότερες από μία θερμικές ζώνες και κάθε ζώνη μπορεί να έχει σημαντικά διαφορετικά κέρδη και απώλειες. Πιο συγκεκριμένα, τα θερμικά κέρδη των δωματίων που έχουν ανατολικό προσανατολισμό είναι μεγαλύτερα συγκριτικά με δωμάτια διαφορετικών προσανατολισμών και ο θερμικός τους έλεγχος θα πρέπει να γίνεται ξεχωριστά. Επίσης, χώροι με κοινή χρήση (πχ γραφεία) έχουν διαφορετικές απαιτήσεις κλιματισμού και αερισμού από χώρους με διαφορετική χρήση (πχ υπόγειο γκαράζ αυτοκινήτων). Παρατηρούμε λοιπόν πως ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες αποτελεί ως ένα μέρος τη βάση των υπολογισμών, αφού πάνω σε αυτές στηρίζεται όλη η φιλοσοφία της επιλογής και ρύθμισης των συστημάτων. Καλό θα ήταν να τονιστεί ότι η σωστή επιλογή δεν αφορά μόνο την επάρκεια χρήσης, αλλά και την οικονομία λειτουργίας ανά περίπτωση.

7.3 ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ

Η θερμότητα μετακινείται από τον θερμαινόμενο χώρο προς τα έξω, ακολουθώντας τη διαδρομή της ελάχιστης αντίστασης. Μια θερμική γέφυρα είναι μια εντοπισμένη περιοχή του κελύφους του κτιρίου όπου η ροή θερμότητας είναι διαφορετική (συνήθως αυξημένη) σε σύγκριση με τις γειτονικές περιοχές (εάν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού). Η θερμική γεφύρωση γενικά συμβαίνει όταν υπάρχει διάρρηξη ή διείσδυση του περιβλήματος του κτιρίου (π.χ. μόνωση). Στα αποτελέσματα ύπαρξης θερμικών γεφυρών, εντάσσεται η μειωμένη εσωτερική θερμοκρασία, καθώς και η ανάπτυξη μούχλας εξαιτίας της διείσδυσης υγρασίας στα δομικά στοιχεία.



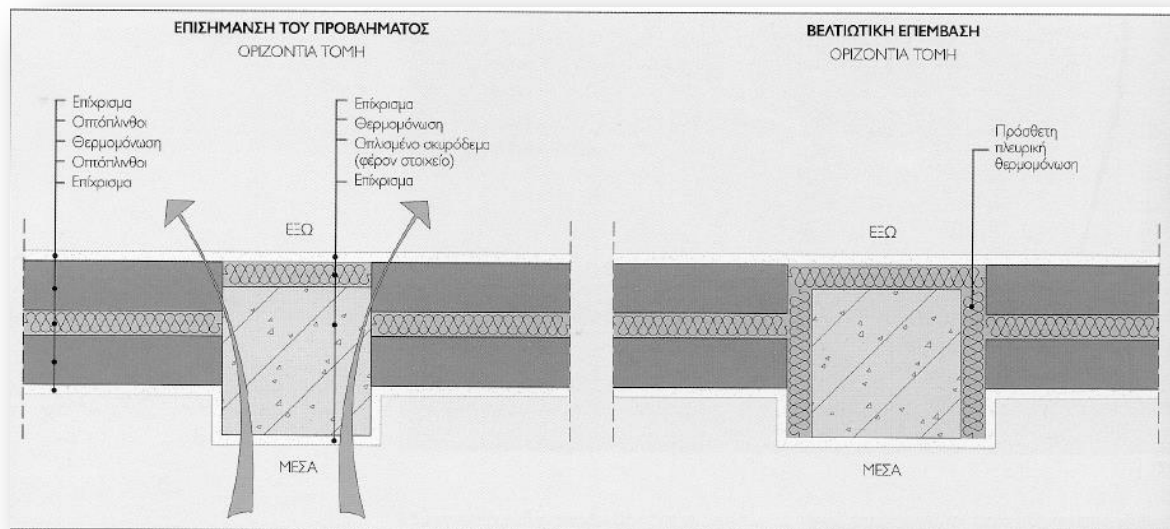
Εικόνα 7 Παράδειγμα θερμικής γέφυρας δαπέδου-τοιχοποιίας

Στο σημείο παρουσίας μιας θερμικής γέφυρας, ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U) αποκλίνει της τιμής που παρουσιάζει το υπόλοιπο κέλυφος και στο σύνολό του επηρεάζεται σημαντικά από την ύπαρξη θερμογεφυρών, αφού ανεβαίνει η τιμή του, γεγονός που είναι ανεπιθύμητο σε κτιριακές

κατασκευές. Ερμηνευτικά, μια θερμογέφυρα παρουσιάζει μειωμένη θερμική προστασία και διαφορετική κατανομή της θερμότητας συγκριτικά με σημεία που δεν αποτελούν θερμογέφυρες, γεγονός που εξηγεί το φαινόμενο της μειωμένης εσωτερικής θερμοκρασίας του δομικού στοιχείου στη περιοχή και τη πλευρική μετάδοσή της από τη περιοχή με την υψηλότερη θερμοκρασία σε αυτή με τη χαμηλότερη.

Τα αίτια πρόκλησης μια θερμογέφυρας ποικίλουν και παρόλο που είναι γνωστά, δεν είναι πλήρως αποφευκτά. Αρχικά, κατασκευαστικοί λόγοι και αδυναμίες δημιουργούν θερμογέφυρες, ενώ η πλήρωση του χρόνου επιφέρει αλλαγές σε δομικά στοιχεία άλλοτε ενιαία που όμως έχουν χάσει τις αρχικές τους ιδιότητες και αποτελούν εύκολη οδό διαφυγής της θερμότητας. [9]Επίσης, η διακοπή της μόνωσης του κελύφους, πχ για τη δημιουργία ανοιγμάτων, ή και η παντελής απουσία της συνιστά ακόμα έναν ανεπιθύμητο παράγοντα, ίσως και έναν από τους συνηθέστερους και πιο εύκολα κατανοήσιμους. Τέλος, όπως φαίνεται ξεκάθαρα στην Εικόνα 5, η κάθετη συνάντηση δομικών στοιχείων – τοιχοποιίας με τοιχοποιία, τοιχοποιίας με δάπεδο, τοιχοποιίας με οροφή- παρουσιάζει αδυναμία θερμομονωτικής επάρκειας σε επίπεδο κατασκευής.

Η κατηγοριοποίησή τους σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. περιλαμβάνει τις κατακόρυφες θερμογέφυρες (σημεία συνάντησης κάθετων δομικών στοιχείων), τις οριζόντιες θερμογέφυρες (σημεία συνάντησης κάθετων με οριζόντιων δομικών στοιχείων) και τις θερμογέφυρες των κουφωμάτων (σημεία συνάντησης κουφωμάτων και τοιχοποιίας).



Εικόνα 8 Βελτιωτική παρέμβαση σε θερμογέφυρα (Πηγή Κ.Εν.Α.Κ.)

Οι επιπτώσεις των θερμογεφυρών δεν είναι αμελητέες και λαμβάνονται σοβαρά υπ' όψιν κατά τη μελέτη μιας κτιριακής εγκατάστασης, αφού αντισταθμίζουν τους παράγοντες και εισάγουν ένα επιπλέον σφάλμα στους υπολογισμούς. [10]Οι θερμογέφυρες αποτελούν σημαντικό παράγοντα παραγωγής υγρασίας (δρόσου) λόγω συμπύκνωσης των υδρατμών, εξαιτίας των χαμηλών θερμοκρασιών που καταγράφονται τις συγκεκριμένες θέσεις, μη επιτρέποντας στον ψυχρότερο αέρα να συγκρατήσει τους υδρατμούς. Επιπρόσθετα παρατηρείται μείωση της θερμικής άνεσης του χώρου σταδιακά, με τις απώλειες θερμότητας να επιφέρουν και οικονομική επιβάρυνση στη προσπάθεια διατήρησης της θερμοκρασίας στα επιθυμητά επίπεδα. Οι θερμικές γέφυρες σε ολοκληρωμένα κτίρια μπορούν να αποκαλυφθούν με κάμερες θερμικής απεικόνισης, αλλά μπορεί να είναι πολύ δύσκολο να διορθωθούν. Η αντιμετώπισή τους, αν είναι εφικτή, γίνεται είτε με εξωτερική θερμομονωτική προστασία του στηθαίου, είτε με επιπλέον θερμομόνωση εσωτερικά της τοιχοποιίας στα σημεία συνάντησης των ακμών των στοιχείων.

Είναι φανερό λοιπόν, πως η ύπαρξη θερμογεφυρών δεν είναι επιθυμητή και πως η μελέτη θα πρέπει να τις συμπεριλαμβάνει για να έχουμε ένα αποτέλεσμα αρκετά ρεαλιστικό. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε που κατά τη μελέτη υπάρχουν ξεχωριστές οδηγίες εύρεσης και υπολογισμού θερμογεφυρών. Τέλος επισημαίνεται ότι οι θερμογέφυρες είναι αδύνατο να εκλείψουν αφού ακόμα και ο λεπτομερής σχεδιασμός ενός κτιρίου δε μπορεί να αποτρέψει τυχόν κατασκευαστικά λάθη, αστοχίες υλικών ή ακόμα και άγνοια κατασκευής.

7.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U FACTOR)

Ακόμη ένα σημαντικό τμήμα των υπολογισμών, αποτελεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας U, ο οποίος χρησιμοποιείται για οικονομική εκτίμηση των μέτρων μόνωσης αλλά και για εξοικονόμηση του λειτουργικού κόστους που επιτυγχάνεται (κόστος ενέργειας). Η τιμή U ενός δομικού στοιχείου, όπως ένας τοίχος, μια οροφή ή ένα παράθυρο, μετράει το ποσό της απώλειας ενέργειας (θερμότητας) σε ένα τετραγωνικό μέτρο (m^2) αυτού του υλικού για κάθε διαφορά θερμοκρασίας (ΔK) στη θερμοκρασία μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου. Να τονιστεί το γεγονός ότι ο συντελεστής U υπολογίζεται και οριοθετείται τόσο στα ίδια τα στοιχεία που αποτελούν το κτίριο,

όσο και σε ολόκληρη την κτιριακή εγκατάσταση. Δεν είναι ουτοπία λοιπόν, τα στοιχεία να τηρούν τα όρια του συντελεστή και το κτίριο στο σύνολό του όχι. Σε μια τέτοια περίπτωση, ο μελετητής πρέπει να βρει τη λύση μειώνοντας τους συντελεστές ορισμένων επιμέρους στοιχείων ακόμη περισσότερο, με πιο κοινά αποδεκτή και επιτρέπουσα επιλογή αυτή της ενίσχυσης της μόνωσης σε δάπεδα και οροφές. Με τον τρόπο αυτό, ο επανυπολογισμός του συντελεστή του κτιρίου τοποθετείται σε επιτρεπτά από τη νομοθεσία όρια και η κατασκευή καθίσταται νόμιμη.

Εξετάζοντας αρχικά νέες κτιριακές εγκαταστάσεις ισχύουν τα ακόλουθα :

Πίνακας 2 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ανέγερσης νέου κτηρίου (Πηγή Κ.Εν.Α.Κ.)

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

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U (σε $W/(m^2K)$) των δομικών στοιχείων στα νέα κτήρια δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του Πίνακα 2, όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου n στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \left(\frac{d_j}{\lambda_j} \right) + R_\delta + R_\alpha} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

Εξίσωση 1 συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

όπου :

U ($W/(m^2 \cdot K)$) → Υπολογιζόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

n (–) → Πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου

d (m) → Πάχος επιμέρους στρώσεων δομικού στοιχείου

λ ($W/(m \cdot K)$) → Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας υλικού επιμέρους στρώσεων

R_δ ($m^2 \cdot K/W$) → Θερμική αντίσταση στρώματος αέρα υφιστάμενου διάκενου ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου που δεν έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

R_i ($m^2 \cdot K/W$) → Αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο

R_a ($m^2 \cdot K/W$) → Αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Επίσης, κατά τη μελέτη ενός νέου κτηρίου θα πρέπει να υπολογίζεται και ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, ακολουθώντας την ίδια λογική κανονισμών και επάγεται σε ορισμένα από τη νομοθεσία όρια, όπως φαίνεται και στο Πίνακα 3.

Πίνακας 3 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του σε περίπτωση ανέγερσης νέου κτηρίου (Πηγή Κ.Εν.Α.Κ.)

Λόγος A/V [m ⁻¹]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U _m [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
≤ 0,2	1,25	1,13	1,04	0,95
0,3	1,17	1,05	0,96	0,88
0,4	1,10	0,99	0,91	0,83
0,5	1,04	0,93	0,86	0,78
0,6	0,98	0,89	0,81	0,73
0,7	0,92	0,83	0,76	0,68
0,8	0,86	0,77	0,71	0,63
0,9	0,80	0,73	0,65	0,59
≥ 1,0	0,77	0,69	0,62	0,55

[11]Ο βαθμός θερμομονωτικής προστασίας ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου προσδιορίζεται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U), αυτού οριζόμενου από το αντίστροφο του αθροίσματος των θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι διαδοχικές στρώσεις του δομικού στοιχείου στη θεωρούμενη κατά παραδοχή μονοδιάστατη και κάθετη στην επιφάνειά του ροή θερμότητας μέσω αυτού και των αντίστοιχων θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι εκατέρωθεν των όψεων του, στρώσεις αέρα.

Στη περίπτωση των κτιρίων που δύναται να ανακαινιστούν, ο τρόπος υπολογισμών δεν διαφοροποιείται, ωστόσο αλλάζουν οι συντελεστές και τα όρια είναι πιο ελαστικά λόγω του γεγονότος ότι οι κατασκευές προϋπάρχουν και τα δομικά στοιχεία είναι μη αντικαταστάσιμα ως επί το πλείστον. Στη συγκεκριμένη λοιπόν περίπτωση ισχύουν τα ακόλουθα :

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,20	2,00	1,80	1,80
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4,00	3,60	3,10	2,90

Πίνακας 4 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου (Πηγή Κ.Εν.Α.Κ.)

Πίνακας 5 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου (Πηγή Κ.Εν.Α.Κ.)

Λόγος AV [m ⁻¹]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U _m [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

7.5 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ CoP (Coefficient of Performance)

Η αποτελεσματικότητα των ψυκτικών συστημάτων και των αντλιών θερμότητας καθορίζεται από τον Συντελεστή Απόδοσης (CoP). Το CoP υπολογίζεται από την αναλογία μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας του συμπιεστή και της ποσότητας χρήσιμης ψύξης στον εξαμιστή (για εγκατάσταση ψύξης) ή της χρήσιμης θερμότητας που εξάγεται από τον συμπυκνωτή (για αντλία θερμότητας). Η υψηλή τιμή COP αντιπροσωπεύει υψηλή απόδοση και ισχύει ότι το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία του συμπιεστή απελευθερώνεται στο ψυκτικό μέσο ως θερμότητα. Συνεπώς, υπάρχει περισσότερη θερμότητα στον συμπυκνωτή από ότι εξάγεται στον εξαμιστή της αντλίας θερμότητας.

Πιο πρακτικά, για μια αντλία θερμότητας αν η τιμή του COP είναι 4, σημαίνει ότι η προσθήκη 1kW ηλεκτρικής ενέργειας είναι απαραίτητη για την απελευθέρωση θερμότητας 4kW στον συμπυκνωτή. Για ένα σύστημα ψύξης, αν η τιμή του COP είναι 4, σημαίνει ότι απαιτείται 1 kW ηλεκτρικής ενέργειας για έναν εξαμιστή για να εξαχθούν 4 kW θερμότητας. Λόγω αυτής της σημαντικής διαφοράς στον ορισμό και την ερμηνεία του COP, για μία αντλία θερμότητας υποδηλώνεται ως COP_h, με τη συντομογραφία "h" να σημαίνει θέρμανση.

Το COP εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες λειτουργίας, ιδιαίτερα από την απόλυτη και τη σχετική θερμοκρασία μεταξύ της ψήκτρας και του συστήματος. Χρίζει ιδιαίτερης προσοχής και αποτελεί σημαντικό κομμάτι επιλογής συστημάτων, αφού η αγορά επικεντρώνεται πλέον σε συστήματα με υψηλή απόδοση και χαμηλή κατανάλωση. Η Ευρώπη διαθέτει πιστοποίηση Eurovent, πιστοποιώντας τις αξιολογήσεις απόδοσης σε προϊόντα κλιματισμού και ψύξης σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα, με την αγορά της αντλίας θερμότητας να αναπτύσσεται ραγδαία με την ανάδειξη εμπορικών τομέων, όπως γραφεία.

Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση είναι το εφαρμοζόμενο ανά περίπτωση ψυκτικό, το χρησιμοποιούμενο δηλαδή ρευστό για τη μεταφορά της θερμότητας από μια δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας σε μια δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας. Παρατηρείται διαφορά απόδοσης σε συστήματα ίδιου τύπου που χρησιμοποιούν διαφορετικό ψυκτικό, σύμφωνα με μελέτες, με μερικά από αυτά να είναι:

- CFC: μόρια που αποτελούνται από άνθρακα, χλώριο και φθόριο
- HCFC: μόρια που αποτελούνται από άνθρακα, χλώριο, φθόριο και υδρογόνο

- HFC: μόρια που αποτελούνται από άνθρακα, φθόριο και υδρογόνο

Η αμμωνία, για παράδειγμα, είναι ένα πολύ αποτελεσματικό ψυκτικό με COP_h 6 για θερμοκρασία εξάτμισης 30 ° C και θερμοκρασία συμπύκνωσης 70 ° C. Σε ίδιες συνθήκες έχουμε αντίστοιχα COP_h 4,5 για το ψυκτικό R134A. Άλλοι παράγοντες που θα επηρεάσουν την απόδοση μιας αντλίας θερμότητας είναι οι έλεγχοι του συστήματος, η αποτελεσματικότητα των ανεμιστήρων, των αντλιών κλπ. Ένας ακόμη καθοριστικός παράγοντας επηρεασμού της απόδοσης είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της πηγής θερμότητας και του δυνητικού χρήστη, με τη διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας συμπύκνωσης και εξάτμισης να καθορίζει κυρίως την απόδοση: όσο μικρότερη είναι η διαφορά, τόσο μεγαλύτερη είναι η COP_h. Τέλος, οι ιδιότητες του υγρού εργασίας, οι αναλογίες μείγματος, η πίεση αναρρόφησης και εκκένωσης, οι διαστάσεις των τριχοειδών σωλήνων και η ποσότητα του φορτίου επηρεάζουν την απόδοση του ψυκτικού συστήματος.

$$\text{COP}_h = \frac{Q_{\text{useful heat}}}{Q_{\text{electric}}} \approx \frac{Q_{\text{waste heat}}}{Q_{\text{electric}}} + 1$$

Εξίσωση 2 Υπολογισμός CoPh

Η θεωρητική μέγιστη απόδοση μιας αντλίας θερμότητας περιγράφεται από την εξίσωση του Carnot. Η εξίσωση δείχνει ότι η αποδοτικότητα Carnot εξαρτάται από τη θερμοκρασία συμπύκνωσης και εξάτμισης, όπως προαναφέρθηκε. Με έναν ιδανικό κύκλο συμπίεσης χωρίς απώλειες είναι δυνατό να επιτευχθεί η ζητούμενη μέγιστη απόδοση, ωστόσο στην πράξη υπάρχουν πολλές παράμετροι που επηρεάζουν αρνητικά μια τέτοια φιλοσοφία λειτουργίας και την καθιστούν ουτοπία. Επομένως, η πραγματική COP_h, υπολογίζεται ως ποσοστό της μέγιστης απόδοσης, αυτής του Carnot μέσω ενός συντελεστή η .

$$\text{COP}_{h,\text{Carnot}} = \frac{T_{\text{cond}} [\text{K}]}{T_{\text{cond}} - T_{\text{evap}}}$$



$$\text{COP}_h = \eta \cdot \text{COP}_{h,\text{Carnot}}$$

Εξίσωση 3 CoPh,Carnot και αντιστοιχία με CoPh

Γενικότερα όπως παρατηρούμε, το CoP είναι ο λόγος της ενέργειας που αποδίδεται από το σύστημα προς την ενέργεια που απορροφά.

$$\text{COP}_{\text{Heating}} = \frac{T_{\text{HOT}}}{T_{\text{HOT}} - T_{\text{COLD}}}$$

$$\text{COP}_{\text{COOLING}} = \frac{T_{\text{COLD}}}{T_{\text{HOT}} - T_{\text{COLD}}}$$

Εξίσωση 4 Γενικός τύπος υπολογισμού CoP για συστήματα θέρμανσης και ψύξης

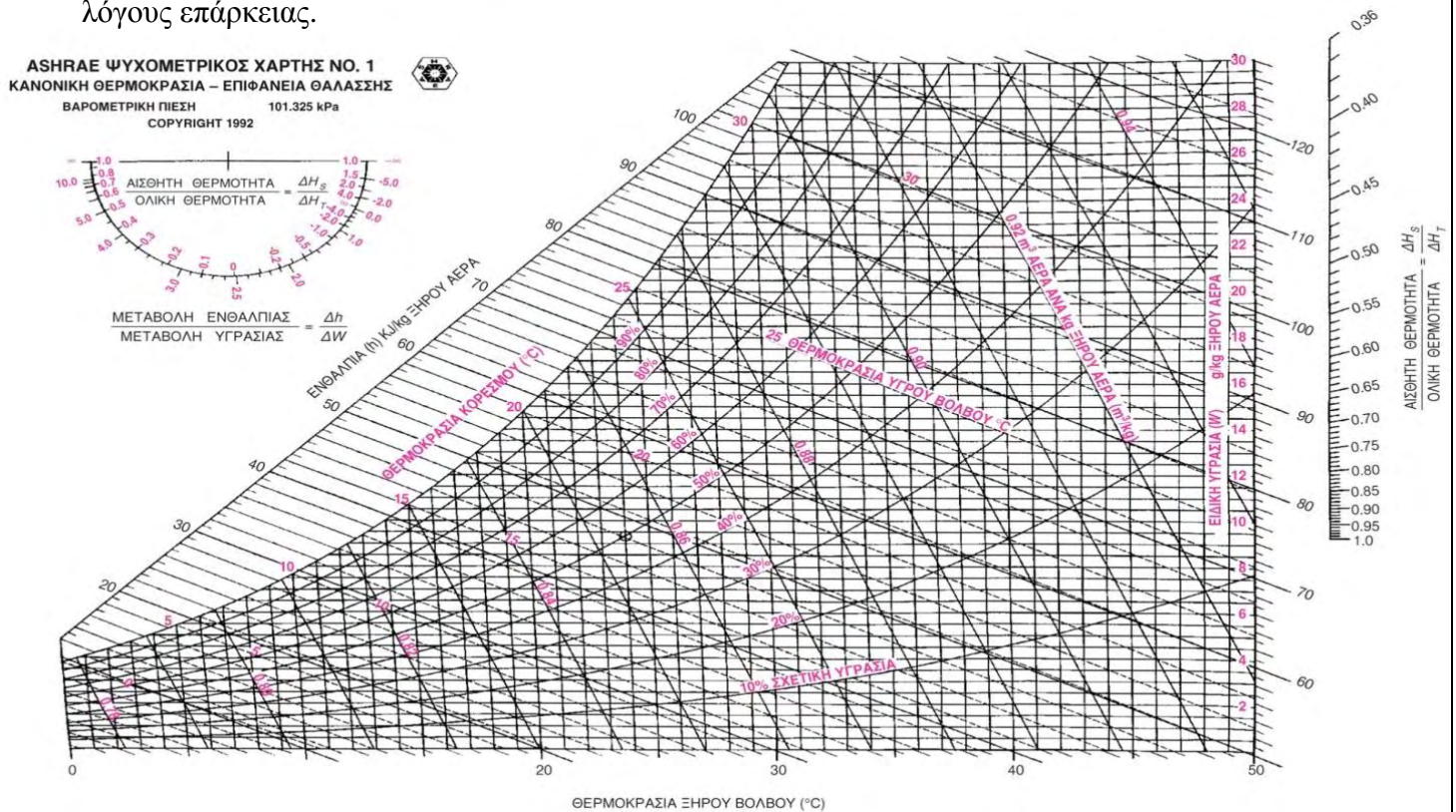
Συνοψίζοντας, για ψυκτικές αντλίες ή αντλίες θερμότητας, η θερμική απόδοση υποδεικνύει το βαθμό στον οποίο η ενέργεια που προστίθεται στο σύστημα μετατρέπεται σε καθαρή παραγωγή θερμότητας. Από την άλλη, ο συντελεστής απόδοσης COP ενός ψυκτικού συστήματος ορίζεται ως η θερμότητα που αφαιρείται από την ψυχρή δεξαμενή (δηλαδή μέσα σε ένα ψυγείο), διαιρούμενη με το έργο W που έγινε για να αφαιρεθεί η θερμότητα (δηλαδή η εργασία που απαιτήθηκε από τον συμπιεστή). Από οικονομικής απόψεως, ο καλύτερος κύκλος ψύξης είναι αυτός που αφαιρεί τη μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας από τη ψυχρή δεξαμενή. Το COP συνήθως υπερβαίνει το 1, ειδικά στις αντλίες θερμότητας, επειδή, αντί να μετατρέπει μόνο τη θερμότητα, αντλεί επιπλέον θερμότητα από μια πηγή θερμότητας όπου απαιτείται η θερμότητα.

7.6 ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

Ο κλιματισμός είναι η διαδικασία αλλαγής των ιδιοτήτων του αέρα όπως η θερμοκρασία και η υγρασία για την επίτευξη ευνοϊκών συνθηκών με στόχο τη διανομή του κλιματισμένου αέρα σε έναν κατεχόμενο χώρο για τη βελτίωση της άνεσης και αποτελεί την πλέον ενεργοβόρα, πολυέξοδη και σύνθετη ηλεκτρική εγκατάσταση τον ηλεκτρικό τομέα. Αναφορικά, ο όρος κλιματισμός λανθασμένα εκλαμβάνεται από πολλούς μόνο ως η διαδικασία ψύξης ενός χώρου. Είναι μια περίπλοκη διαδικασία, που εάν εφαρμοστεί σωστά, διαμορφώνει με οικονομικό τρόπο το εσωτερικό κλίμα ενός

χώρο προκειμένου να είναι ευχάριστη και υγιεινή η διαμονή των ανθρώπων σε αυτό. Αποτελεί το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας ενός κτιρίου και συνδέεται άρρηκτα με τον ηλεκτρισμό παρά τις όποιες παραλλαγές του.

Ιδανικά διατηρεί τη θερμοκρασία του αέρα ενός χώρου τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι από 20 C έως 27 C και με σχετική υγρασία μεταξύ 35% και 65%. Οι λειτουργίες που επιτελεί συνοψίζονται σε θέρμανση, ψύξη, ύγρανση, αφύγρανση, ανανέωση και καθαρισμός του αέρα. Υπάρχουν διάφορα συστήματα, τα οποία είναι κατάλληλα για ορισμένους τύπους κτιρίων και άλλα τα οποία είναι εντελώς ακατάλληλα. Σε κτίρια κατοικιών χρησιμοποιούνται κυρίως τοπικά συστήματα, ενώ σε μεγάλα επαγγελματικά κτίρια χρησιμοποιούνται κυρίως κεντρικά συστήματα για λόγους επάρκειας.



Εικόνα 9 Ψυχομετρικός χάρτης ASHRAE

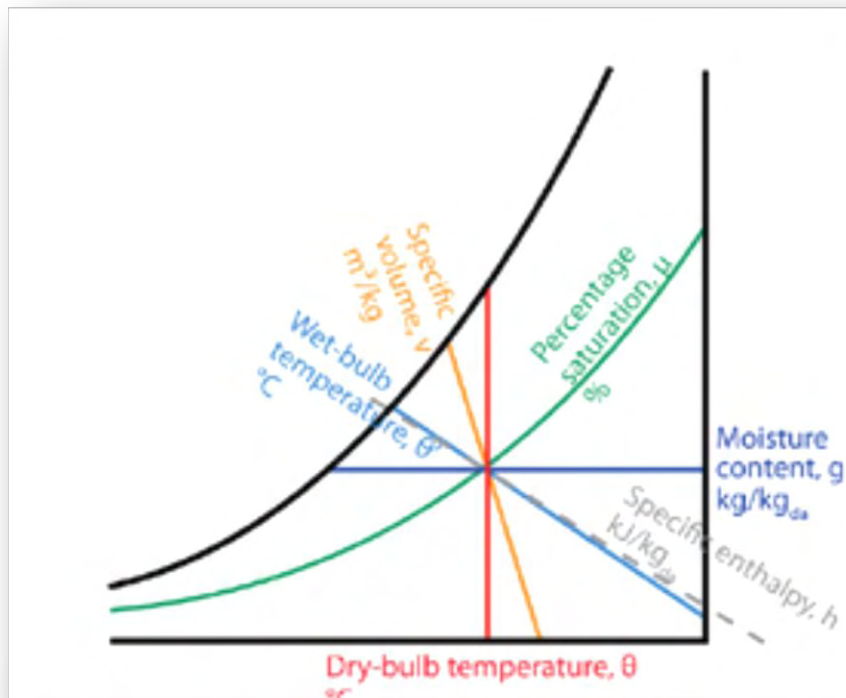
[2]Το ψυχομετρικό διάγραμμα παρουσιάζει γραφικά τις παραμέτρους που σχετίζονται με την υγρασία του νερού στον αέρα, γεγονός που επηρεάζει τη μελέτη του HVAC σε μεγάλο επίπεδο. Ο αέρας περιλαμβάνει περίπου 78% άζωτο, 21% οξυγόνο και 1% άλλα αέρια και δεν είναι ποτέ ξηρός, ακόμα και στην έρημο. Τα δύο τρίτα της επιφάνειας της γης καλύπτονται με νερό και, μαζί με άλλα επιφανειακά νερά και βροχή, διατηρούνται υδρατμοί χαμηλής πίεσης που αναρτώνται στον αέρα και αποτελούν μέρος του 1% άλλων αερίων. Ο ψυχομετρικός πίνακας δείχνει τις ιδιότητες αυτού του

υδρατμού μέσω των ακόλουθων παραμέτρων, καθένα από τα οποία εξηγείται λεπτομερέστερα κατωτέρω:

- θερμοκρασία εξωτερικού αέρα (ξηρού βολβού DB) : Μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα με ένα θερμόμετρο. Τα παραδοσιακά θερμόμετρα έχουν ένα βολβό που περιέχει ένα υγρό που επεκτείνεται και ένα σωλήνα που δείχνει τη θερμοκρασία σε μια κλίμακα. Καθώς το υγρό επεκτείνεται, αυξάνεται η κλίμακα. Στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιείται θερμοστοιχείο και ηλεκτρονικός μετρητής ή υπέρυθρο θερμόμετρο, για λόγους ταχύτητας και ακρίβειας. Αυτή η μέτρηση ονομάζεται θερμοκρασία ξηρού βολβού, επειδή το άκρο του θερμόμετρου που πραγματοποιεί τη μέτρηση δεν έχει υγρασία επάνω του.
- θερμοκρασία υγρού βολβού (επίσης γνωστή ως θερμοκρασία κορεσμού WB) : Η θερμοκρασία υγρού βολβού μετριέται με την υγρασία του βολβού του θερμόμετρου. Η υγρασία εξατμίζεται μειώνοντας τη θερμοκρασία που καταγράφεται από το θερμόμετρο. Λιγότερη υγρασία στον αέρα θα οδηγήσει σε ταχύτερο ρυθμό εξάτμισης και ως εκ τούτου σε ψυχρότερη ανάγνωση. Όταν το δείγμα αέρα είναι κορεσμένο με νερό (δηλαδή έχει 100% σχετική υγρασία), αυτό δεν μπορεί να εξατμιστεί από τον υγρό ιστό, έτσι ώστε η θερμοκρασία να διαβαστεί με τη θερμοκρασία. Αυτή η θερμοκρασία επομένως αναφέρεται επίσης ως θερμοκρασία κορεσμού και υποδεικνύεται από διαγώνιες γραμμές στο διάγραμμα.
- σχετική υγρασία (RH) : Αυτή είναι η αναλογία του κλάσματος υδρατμών στον αέρα προς το κλάσμα κορεσμένου υγρού αέρα στην ίδια θερμοκρασία και πίεση. Το RH είναι καθαρός αριθμός και εκφράζεται συνήθως ως ποσοστό. Η ένδειξη RH 100% δείχνει ότι ο αέρας είναι κορεσμένος και δεν μπορεί να κρατήσει επιπλέον υγρασία. Οι προτιμώμενες τιμές άνεσης για τους ανθρώπους κυμαίνονται μεταξύ 35% και 60%. Γραμμές σταθερής σχετικής υγρασίας εμφανίζονται ως εκθετικές γραμμές στο ψυχομετρικό διάγραμμα, ενώ η γραμμή στο 100% αναφέρεται ως γραμμή κορεσμού.
- περιεκτικότητα σε υγρασία (λόγος υγρασίας W) : Είναι η αναλογία της μάζας του υδρατμού ανά μονάδα μάζας ξηρού αέρα. Ο λόγος υγρασίας είναι αδιάστατος. Η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι ο κατακόρυφος άξονας του διαγράμματος.
- ενθαλπία (ολική θέρμανση H) : Η ενθαλπία είναι η συνολική ποσότητα θερμικής ενέργειας του υγρού αέρα και συνεπώς περιλαμβάνει την ποσότητα θερμότητας του ξηρού αέρα και του υδρατμού στον αέρα. Κατά την προσέγγιση των ιδανικών αερίων, οι γραμμές σταθερής ενθαλπίας είναι παράλληλες προς γραμμές σταθερής θερμοκρασίας WB. Έτσι η ενθαλπία υποδεικνύεται από διαγώνιες γραμμές στο διάγραμμα

- συγκεκριμένο όγκο (το αντίστροφο της πυκνότητας) : Ο ειδικός όγκος είναι ο όγκος ανά μονάδα μάζας του δείγματος αέρα. Αυτό εμφανίζεται ως διαγώνιες γραμμές στο γράφημα.

Σε οποιοδήποτε ψυχομετρικό πίνακα ισχύει σε μια ορισμένη πίεση αέρα. Η πίεση του αέρα σχετίζεται με το ύψος πάνω από (ή κάτω) τη στάθμη της θάλασσας.

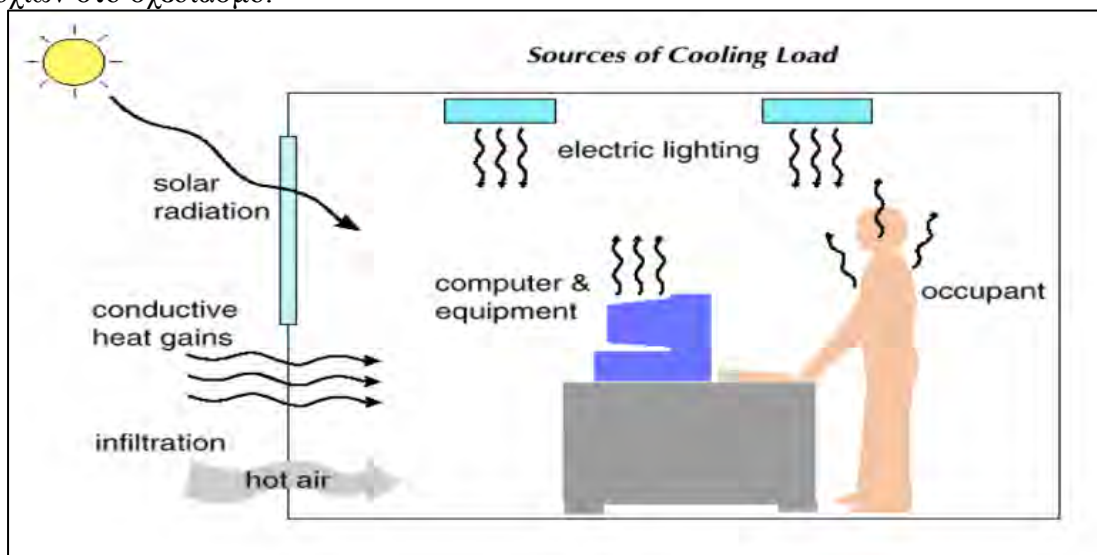


Εικόνα 10 Σχηματική επεξήγηση ψυχομετρικού χάρτη ανά κατεύθυνση γραμμών

Τα φορτία του κλιματισμού διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, το αισθητό και το λανθάνων, που το άθροισμά τους αποτελεί το συνολικό φορτίο του χώρου, και το φορτίο αερισμού.

- Το αισθητό φορτίο προκύπτει από απώλειες λόγω θερμοπερατότητας του κτιριακού κελύφους και συνδέεται με τη διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού αέρα. Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν και τα αισθητά θερμικά κέρδη όπως η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, η θερμότητα που μεταφέρεται από το περιβάλλον στους χώρους, η θερμότητα που μεταφέρεται μεταξύ γειτονικών χώρων, ο μηχανικός ή φυσικός αερισμός, ο τεχνητός φωτισμός, οι άνθρωποι και οι ηλεκτρικές συσκευές.
- Το λανθάνων φορτίο συνδέεται με τη διαφορά υγρασίας μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος και το λανθάνων θερμικό κέρδος προέρχεται και σε αυτή τη περίπτωση από τη διείσδυση αέρα εξαιτίας ανεπαρκούς αεροστεγανότητας, το μηχανικό ή φυσικό αερισμό, τους ανθρώπους και τις ηλεκτρικές συσκευές.
- Το φορτίο αερισμού αφορά τη βεβιασμένη εισαγωγή νεπού αέρα διαμέσου κλιματιστικών συσκευών για τις ανάγκες αερισμού χώρου. Το φορτίο λόγω αερισμού είναι αισθητό και λανθάνων και δεν αποτελεί φορτίο χώρου. Είναι όμως ψυκτικό φορτίο για τις κλιματιστικές συσκευές κι συμβάλλει στον υπολογισμό του συνολικού ψυκτικού φορτίου της κλιματιστικής συσκευής.

Ο υπολογισμός των συστημάτων κλιματισμού/θέρμανσης γίνεται για το φορτίο σχεδιασμού δηλαδή για τις ακραίες συνθήκες οι οποίες εμφανίζονται σπάνια, για λόγους ασφάλειας και αποφυγή αστοχιών στο σχεδιασμό.



Εικόνα 11 Εσωτερικά θερμικά κέρδη χώρου

7.6.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ

Οι απαιτήσεις νωπού αέρα, αποτελούν σημαντικό παράγοντα στον υπολογισμό των φορτίων και θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν στις μελέτες, αφού πρακτικά καθορίζει τη ποιότητα του εισπνεόμενου εσωτερικά αέρα των χώρων και συνδέεται άμεσα με τη δημιουργία υγιεινών συνθηκών αερισμού. Οι εναλλαγές του αέρα, μπορούν να υπολογιστούν με βάση τους πίνακες του Κ.Εν.Α.Κ. που βρίσκονται στη σχετική οδηγία [ΤΟΤΕΕ] (Πίνακας 4.1). Η ελάχιστη ποσότητα νωπού αέρα δε θα πρέπει να είναι μικρότερη των 27 m³/h, δηλαδή 7.5 liters/sec. Ο τρόπος υπολογισμού του απαιτούμενου νωπού αέρα για την απομάκρυνση των παραγόμενων ρύπων από την ανθρώπινη δραστηριότητα, γίνεται αφενός με βάση τον αριθμό των ατόμων στο χώρο και αφετέρου με τη χρήση του.

$$\text{Ροή αέρα (m}^3\text{/h)} = \text{όγκος χώρου (m}^3\text{)} * \text{Ανανεώσεις αέρα ανά ώρα}$$

Οι απαιτούμενες εναλλαγές ανά ώρα για συνηθισμένες εφαρμογές εξαερισμού επιλέγονται εμπειρικά κατά κύριο λόγο με τρεις διαφορετικές μεθόδους, ανάλογα με τα υπάρχοντα στοιχεία και τις ισχύουσες προϋποθέσεις.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	
Χώροι Καυστήρων	20-30
Εργασιακοί χώροι	10-15
Μηχανοστάσια	20-30
Επαγγελματικά πλυντήρια	30-60
Βιομηχανίες χρωμάτων	30-60
Αποθηκευτικοί χώροι	3-6
Θερμοκήπια	30-60
Χοιροστάσια	25-60

ΟΙΚΙΑΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	
Τουαλέτες	15-20
Υπνοδωμάτια	2-4
Αποθήκες	4-8
Parking	6-8
Κουζίνες	10-15
Σαλόνι - Καθιστικό	4-8

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	
Βοηθητικοί χώροι	4-8
Φούρνοι	20-30
Τράπεζες - γραφεία	16-10
Καφετέριες - μπαρ	12-18
Κινηματογράφοι - Θέατρα	10-20
Γκαράζ	6-8
Γυμναστήρια	6-12
Νοσοκομεία	4-6
Επαγγελματικές κουζίνες	30-60
Εκκλησίες	1-2
Εστιατόρια	6-10
Σχολεία	2-4
Καντίνες	5-10
Εργαστήρια	8-12
Βιβλιοθήκες	3-5
Εμφανιστήρια	10-15

Εικόνα 12 Εναλλαγές αέρα ανά ώρα (Εμπειρικός πίνακας)

Δηλαδή η απόδοση του ζητούμενου ανεμιστήρα σε m^3/h βρίσκεται πολλαπλασιάζοντας τον όγκο του χώρου με τις απαιτούμενες ανανεώσεις αέρα ανά ώρα που χρειάζεται ο χώρος ανάλογα με την χρήση του.

Ο υπολογισμός της παροχής αέρα ανάλογα με τα άτομα στο χώρο βασίζεται στις απαιτήσεις αέρα ανά περίπτωση δραστηριότητας, δηλαδή :

- 20-25 m^3/h ανά άτομο με φυσιολογική δραστηριότητα
- 30-35 m^3/h ανά άτομο σε χώρους που επιτρέπεται το κάπνισμα
- 45 m^3/h ανά άτομο με ελαφριά φυσική δραστηριότητα
- 60 m^3/h ανά άτομο με έντονη φυσική δραστηριότητα.

7.6.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Ως σύστημα ψύξης χώρων νοείται κάθε σύστημα που παράγει και διανέμει ψυκτική ενέργεια μέσα στο κτίριο. Όταν δεν υπάρχει σύστημα ψύξης σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς, όπως αναφέρονται στον Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, παράγραφο 4.2, θεωρείται ότι ψύχεται κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις.

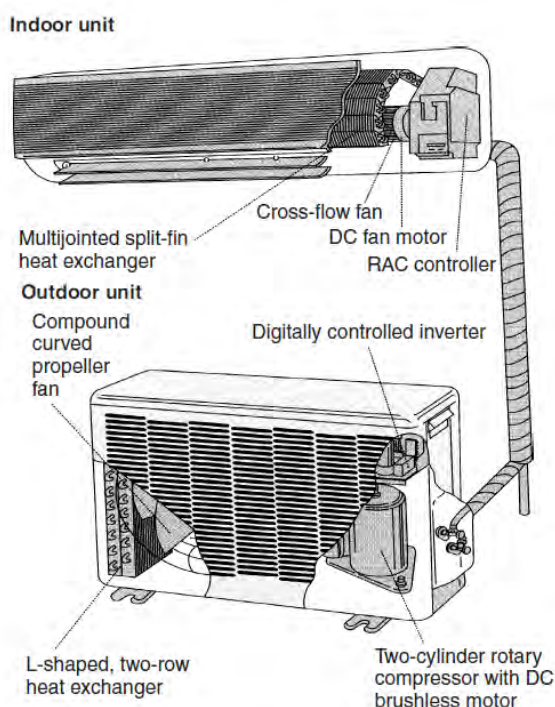
7.6.2.1 ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η αρχή της αντλίας θερμότητας ανακαλύφθηκε πριν από την έναρξη του προηγούμενου, αιώνα ως η βάση όλων των μεθόδων της ψύξης. [12] Η αρχή της χρήσης μιας θερμικής μηχανής με αντίστροφη λειτουργία ως αντλία θερμότητας προτάθηκε από τον Κέλβιν τον δέκατο ένατο αιώνα, αλλά μόνο στον εικοστό αιώνα χρησιμοποιήθηκε στη πράξη και εφαρμόστηκε σε πραγματικά μηχανήματα. Αρχικά, εμφανίζονται οι αντλίες θερμότητας πηγής αέρα που δε χρησιμοποιούν καύσιμα για τη λειτουργία τους και δείχνουν ανταγωνιστικές τόσο στην εγκατάστασή τους, όσο και στη κλιματιστική τους ικανότητα. Οι αντλίες θερμότητας έχουν τεράστιες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, ιδιαίτερα στις βιομηχανικές διεργασίες και είναι τα μόνα συστήματα ανάκτησης

θερμότητας που επιτρέπουν την αύξηση της θερμοκρασίας της απορριπτόμενης θερμότητας σε χρήσιμα επίπεδα. Εξαιτίας ωστόσο της αφθονίας ενέργειας στις μέρες μας, δεν έχουν εξελιχθεί όπως θα φανταζόταν κανείς, αν και μελέτες προβλέπουν την βελτίωση της απόδοσής τους μέσα στα επόμενα χρόνια. Για να κατανοήσουμε τη βασική αρχή της αντλίας θερμότητας, πρέπει να συνειδητοποιήσουμε ότι η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας, η ποσότητα της οποίας είναι αρκετά ανεξάρτητη από τη θερμοκρασία που επικρατεί στη περιοχή. Στον αέρα, το έδαφος, το νερό, υπάρχουν τεράστιες ποσότητες θερμότητας που είναι ανεκμετάλλευτες, μόνο και μόνο επειδή η θερμοκρασία στο χώρο είναι πολύ χαμηλή. Η πιο κοινή πηγή για τις αντλίες θερμότητας, είναι ο αέρας και στη συνέχεια τα συστήματα πηγής νερού και εδάφους, αφού είναι και λιγότερο εφαρμόσιμα στη πράξη. Επειδή επιβάλλουν μια ροή θερμότητας από ένα ψυχρότερο σε ένα θερμότερο περιβάλλον, το οποίο είναι αντίθετο με τη φυσική ροή της θερμότητας, οι αντλίες θερμότητας απαιτούν την κατανάλωση μικρής ποσότητας ενέργειας (συνήθως ηλεκτρικής ενέργειας) για να διατηρήσουν τη λειτουργία τους. Οι αντλίες θερμότητας διαχωρίζονται με βάση τη πηγή που χρησιμοποιούν και διακρίνονται σε :

- Αντλίες θερμότητας πηγής αέρα (single package)
- Αντλίες θερμότητας πηγής αέρα (split system)
- Αντλίες θερμότητας πηγής νερού(single package)
- Αντλίες θερμότητας πηγής νερού(split system)

Οι αντλίες θερμότητας πηγής αέρα, μεταφέρουν θερμότητα από το εξωτερικό προς το εσωτερικό ενός κτιρίου ή το αντίστροφο. [13]Σύμφωνα με τις αρχές της συμπίεσης ατμών ψύξης, μια αντλία θερμότητας πηγής αέρα χρησιμοποιεί ένα ψυκτικό σύστημα που περιλαμβάνει ένα συμπιεστή και έναν συμπυκνωτή για να απορροφήσει τη θερμότητα από ένα μέρος και να το απελευθερώσει σε ένα άλλο.



Όσο αφορά τις αντλίες θερμότητας αέρα νερού και νερού νερού, κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου, τα υγρά στον συλλέκτη εδάφους της αντλίας θερμότητας νερού-νερού, σταθεροποιούνται ελαφρώς κάτω από το σημείο πήξης, ενώ η μέση θερμοκρασία αέρα που εισέρχεται από την αντλία θερμότητας αέρα-

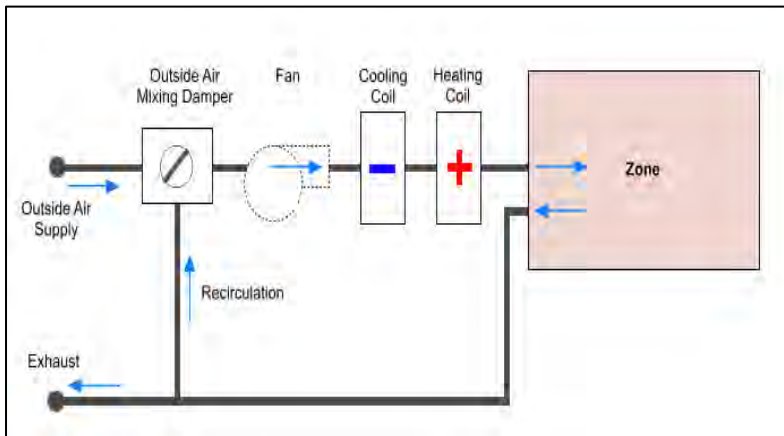
νερού είναι περίπου +4 βαθμούς Κελσίου. Αντίθετα, η αντλία θερμότητας αέρα-νερού λαμβάνει περισσότερη θερμότητα από τον αέρα κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών σε σύγκριση με την αντλία θερμότητας υπογείων υδάτων, γεγονός που καθιστά λιγότερο αποτελεσματική όταν πρόκειται για ψύξη ιδιοκτησίας αλλά πολύ βολική για την εξασφάλιση αρκετών ποσοτήτων ζεστού νερού. Προβλήματα προκύπτουν όταν οι θερμοκρασίες πέφτουν κάτω από τους -15 βαθμούς Κελσίου, κάτι στο οποίο η αντλία αέρα νερού δεν θα μπορέσει να αντεπεξέλθει.

Βέβαια, θα ήταν παράλειψη αν δεν αναφέραμε ότι το επενδυτικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης αντλιών θερμότητας με πηγή το νερό, είναι πιο υψηλό συγκριτικά με αυτό των αντλιών αέρα. Το τελικό κόστος χρήσης ωστόσο δε διαφοροποιείται αισθητά, γι' αυτό και θα πρέπει η επιλογή και η εκμετάλλευση των αντλιών να γίνεται με βάση τις εκάστοτε ανάγκες και απαιτήσεις λειτουργίας των χώρων.

7.6.2.2. FAN COIL

[14]Οι Fan Coil (FCU) μονάδες ανταποκρίνονται στους σημερινούς κτιριακούς κανονισμούς, και ξεπερνούν τα ακριβότερα και λιγότερο ευέλικτα συστήματα. Μια μονάδα Fan Coil, είναι μία από τις πιο απλές μεθόδους θέρμανσης και ψύξης, αφού το βασικό σύστημα αποτελείται από ένα πηνίο αέρα και μια δομή ανεμιστήρα και χρησιμοποιείται για τη δημιουργία θερμικής άνεσης ενός χώρου ή μιας μικρής ομάδας χώρων ξεχωριστά από τους υπόλοιπους χώρους, βρίσκοντας ευρεία εφαρμογή σε δωμάτια ξενοδοχείων, γραφεία κ.α. Το πηνίο λαμβάνει ζεστό ή κρύο ψυκτικό υγρό (νερό) από μια κεντρική μονάδα και απομακρύνει ή προσθέτει θερμότητα στον αέρα μέσω των φυσικών νόμων μεταφοράς θερμότητας. [15]Είναι κοινό ότι οι μονάδες ανεμιστήρων περιέχουν στις περισσότερες των περιπτώσεων τον δικό τους εσωτερικό θερμοστάτη ή μπορούν να συνδεθούν και να λειτουργούν με ένα απομακρυσμένο θερμοστάτη χώρου. Τα υποσυστήματα που χρησιμοποιούνται, καθιστούν το Fan Coil να αποτελείται από μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση θερμότητας, όπως ένας ψύκτης, ή εξοπλισμό για προσθήκη θερμότητας, όπως ένας λέβητας. Τα πιο σύγχρονα συστήματα περιέχουν ανεμιστήρες που χειρίζονται ένα ευρύ φάσμα ταχυτήτων για να παράγουν σταθερές θερμοκρασίες. Οι ανεμιστήρες με ρυθμιζόμενες ταχύτητες εξοικονομούν ενέργεια κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ψύξης, έτσι ώστε να είναι πιο αποδοτικές και να εξοικονομούν ενέργεια. Επιπλέον, είναι πιο αποτελεσματικοί στον έλεγχο της υγρασίας σε εσωτερικούς χώρους.

Είτε η μονάδα είναι σε οριζόντια διαμόρφωση ή σε κάθετη στοίβα, η βασική λειτουργία της μονάδας είναι η ίδια: Με τη διέλευση του αέρα από τον κατεχόμενο χώρο πέρα από το πηνίο αέρα, προστίθεται ή αφαιρείται θερμότητα στο ρεύμα αέρα κατά την παροχή πίσω στον κατεχόμενο χώρο, όπως έχει προαναφερθεί.



Εικόνα 12 Fan Coil Unit



Εικόνα 13 Εναλλάκτης θερμότητας με τοποθετημένες βαλβίδες νερού

Τα πλεονεκτήματα που παρέχονται από τα συστήματα μονάδων FCU περιλαμβάνουν:

- μικρότερη εγκατάσταση εξαερισμού και αγωγών διανομής
- υψηλή χωρητικότητα ψύξης
- συγκριτικά χαμηλό κόστος εξοπλισμού
- ατομικός έλεγχος θερμοκρασίας ζώνης και ενεργοποίηση ελέγχου χώρου μόνο εφόσον επιθυμείται
- ευελιξία στην προσαρμογή μελλοντικών αλλαγών στο φορτίο

Υπάρχουν πολλοί τύποι μονάδων Fan Coil και κάθε κατασκευαστής παρουσιάζει τη δική του προοπτική στο βασικό σχεδιασμό. Οι δύο βασικοί τύποι είναι Water-Side, όπου τα μέσα ελέγχου της θέρμανσης και της ψύξης και η έξοδος ρυθμίζεται με τη ροή του νερού που διέρχεται από τον εναλλάκτη θερμότητας (πηνίο), και Air-Side Fan Coil, όπου τα μέσα ελέγχου της θέρμανσης και της ψύξης και η έξοδος ρυθμίζονται με τον ρυθμό ροής του αέρα που διέρχεται από τον εναλλάκτη θερμότητας εντός της μονάδας.

7.6.2.3. ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

[17]Γεωθερμία, ονομάζεται η καθαρή και βιώσιμη ενέργεια που είναι αποθηκευμένη κάτω από την επιφάνεια της Γης και οι πόροι της ξεκινούν από το ρηχό υπέδαφος και φτάνουν έως το θερμό νερό που βρίσκεται λίγα χιλιόμετρα κάτω από την επιφάνεια της Γης, αλλά και ακόμα πιο βαθιά στις εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες του λιωμένου από τη θερμοκρασία υπόγειου τμήματος που ονομάζεται μάγμα. [14]Η γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από τη διάσπαση φυσικώς ραδιενεργών ισότοπων στο εσωτερικό της Γης, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή της θερμικής ροής στην επιφάνεια της Γης, ανάλογα με την τεκτονική ρύθμιση. Στις ηφαιστειακές περιοχές η ροή θερμότητας μπορεί να είναι πολύ υψηλή τοπικά. Σχεδόν σε όλη την έκταση του ρηχού υπεδάφους, 10 πόδια από της επιφάνειας της Γης και κάτω, διατηρείται μια σχεδόν σταθερή θερμοκρασία μεταξύ 10°C και 16°C. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας μπορούν να αξιοποιήσουν αυτόν τον πόρο για τη θέρμανση και την ψύξη των κτιρίων, χρησιμοποιώντας ένα σύστημα παροχής αέρα (είδος αγωγού) και έναν εναλλάκτη θερμότητας, δηλαδή ένα σύστημα σωληνώσεων που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια στο ρηχό έδαφος κοντά στη κτιριακή εγκατάσταση.

Όπως έχει προαναφερθεί σε προηγούμενο τμήμα της παρούσας εργασίας, κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών η αντλία θερμότητας αφαιρεί από τον εναλλάκτη θερμότητα και τη διοχετεύει στον προς θέρμανση χώρο. Αντίθετα, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, η αντλία θερμότητας μετακινεί τη θερμότητα από τον προς ψύξη χώρο στον εναλλάκτη, προκειμένου εκείνος με τη σειρά του να τη διοχετεύσει στο υπέδαφος όπου και θα απορροφηθεί. Έτσι, είναι φανερό πως η γεωθερμία βρίσκει εφαρμογή κυρίως σε δημιουργία θερμικής άνεσης χώρων που η διαφορά θερμοκρασίας με το εξωτερικό περιβάλλον θα είναι αρκετά μεγάλη. Το κύριο στοιχείο εκμετάλλευσης του συγκεκριμένου συστήματος είναι η σταθερή θερμοκρασία του υπεδάφους, που καθιστά τη δημιουργία θερμικής άνεσης πιο εύκολη και οικονομική. Ο κύριος λόγος που συμβαίνει κάτι τέτοιο, είναι ότι το σύστημα καλείται να ψύξει ή να θερμάνει τον αέρα ενός χώρου ή μιας θερμικής ζώνης, όχι από τη θερμοκρασία που βρίσκεται εκείνη τη στιγμή, αλλά από τους σταθερούς 10°C έως 16°C του υπεδάφους. Για παράδειγμα, με εξωτερική θερμοκρασία 40°C, με χρήση γεωθερμίας οι 16°C του υπεδάφους καλούνται να γίνουν 26°C που είναι και η επιθυμητή θερμοκρασία χώρου. Με οποιοδήποτε άλλο σύστημα, η λογική θα ήταν οι 40°C του εξωτερικού αέρα, να ψυχθούν στους 26°C. Έτσι στη πρώτη περίπτωση έχουμε μια διαφορά θερμοκρασίας της τάξης των 10°C, ενώ στη δεύτερη περίπτωση έχουμε μια διαφορά θερμοκρασίας της τάξης των 14°C. Παρατηρούμε λοιπόν ότι

χρειαζόμαστε λιγότερη καταναλισκόμενη ενέργεια με τη χρήση της γεωθερμίας, γεγονός που αντιστοιχίζεται πιστά και στη περίπτωση χαμηλών περιβαλλοντικών θερμοκρασιών.



Εικόνα 14 Σχηματική αναπαράσταση χρήσης Γεωθερμίας για θέρμανση & ψύξη

Η γεωθερμική ενέργεια, έχει ευρεία χρήση που περιλαμβάνει θέρμανση ή ψύξη κτιρίων, θέρμανση θερμοκηπίων, θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων, ιχθυοκαλλιέργειες, βιομηχανικές εφαρμογές (όπως αφαλάτωση θαλασσινού νερού), αλλά και παραγωγή ηλεκτρισμού (μόνο μικρές περιοχές στην ξηρά έχουν επαρκώς υψηλή ροή θερμότητας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας-υψηλή ενθαλπία). Ο ελλαδικός χώρος διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας). Η χρήση της δεν είναι διαδεδομένη σε μεγάλο βαθμό κυρίως εξαιτίας του αρχικού κόστους εγκατάστασης και της ανάγκης ύπαρξης αρκετού εξωτερικού χώρου προκειμένου να τοποθετηθούν οι υπόγειες σωληνώσεις κάτω από την επιφάνεια της Γης. Μερικά από τα κυριότερα πλεονεκτήματα χρήσης του συγκεκριμένου συστήματος θέρμανσης και ψύξης είναι ότι :

- Η γεωθερμική ενέργεια είναι φιλική προς το περιβάλλον και δεν συμβάλλει σημαντικά στη παγκόσμια ρύπανση
- Καλύπτει απόλυτα τη βασική ζήτηση φορτίου συγκριτικά με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- Υπάρχει απουσία καυσίμων που οδηγεί σε μείωση κόστους λειτουργίας

- Η γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη παντού, με διαφορετικό εύρος χρήσεων
- Το εδαφικό αποτύπωμα δεν είναι εμφανές και δε καταλαμβάνει επιφάνεια υπαίθρου, αφού είναι υπόγειο

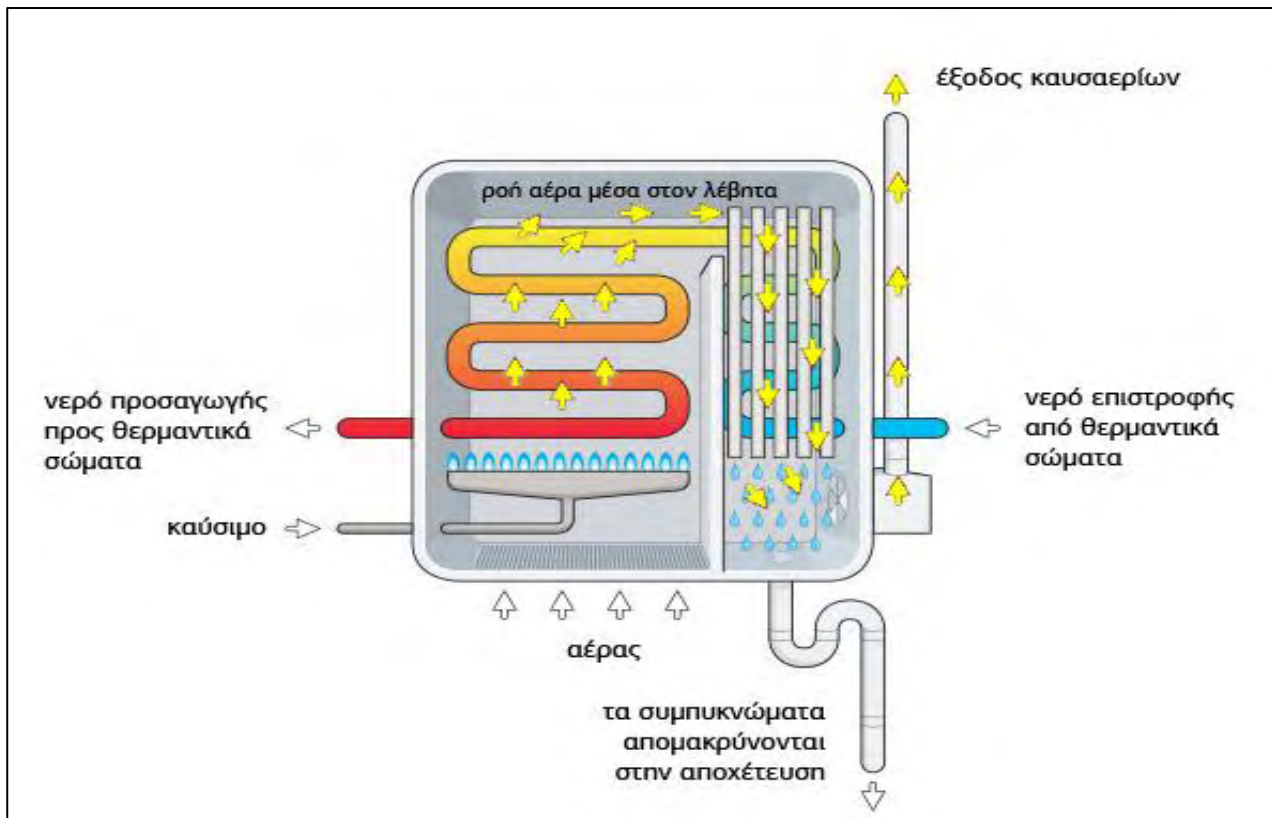
7.6.2.4. ΛΕΒΗΤΑΣ (BOILER)

Πρόκειται για ένα ευρέως διαδεδομένο σύστημα θέρμανσης, κυρίως για οικιακή χρήση και όχι μόνο, που λειτουργεί με ηλεκτρική ενέργεια (λειτουργία ηλεκτρικών τμημάτων λέβητα) και ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή θερμότητας εντός του λέβητα που εν συνεχεία θερμαίνει το νερό πριν αυτό διοχετευτεί στις σωληνώσεις του κτιρίου. [18]Ένας λέβητας λοιπόν, είναι ένα σφραγισμένο, συνήθως χαλύβδινο, δοχείο στο οποίο γίνεται η καύση ενός από τους πολλούς τύπους καυσίμων, συμπεριλαμβανομένων του ξύλου, του άνθρακα, του πετρελαίου ή του φυσικού αερίου (όπως στη περίπτωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας). Το καύσιμο θερμαίνει το κλειστό κύκλωμα του νερού, το οποίο με τη σειρά του στέλνεται μέσω σωλήνων σε θερμαντικά σώματα που βρίσκονται στη ζώνη επιλογής θέρμανσης. Ένας λέβητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διαφορετικές ζώνες ταυτόχρονα με ξεχωριστό θερμοστάτη. Επιπρόσθετα, μπορεί να λειτουργήσει παράλληλα με άλλα συστήματα τόσο σαν πρωτεύον όσο και σαν δευτερεύον μηχανισμός θέρμανσης σε μια κτιριακή εγκατάσταση. Οι λέβητες διατίθενται σε διάφορα μεγέθη για να τοποθετηθούν σε διαφορετικούς τύπους και μεγέθη εγκαταστάσεων και υπάρχουν διάφορες επιλογές από τις οποίες μπορεί ο κάθε μελετητής να επιλέξει με βάση την χρήση και την εφαρμογή του.

Εξετάζοντας τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση του νερού σε συστήματα λέβητα, είναι κοινό πως το πλέον διαδεδομένο καύσιμο είναι πλέον το φυσικό αέριο. Γενικότερα, όταν ένα καύσιμο καίγεται σε ένα λέβητα προκαλείται η εξάτμιση του νερού που εμπεριέχεται σε αυτό, το οποίο σαν υδρατμός περιέχει ένα ποσό θερμικής ενέργειας. Η διαφορά μεταξύ των υψηλότερων και χαμηλότερων τιμών θέρμανσης είναι η ποσότητα της ενέργειας που απαιτείται για την εξάτμιση του νερού που περιέχεται σε ένα καύσιμο και μπορεί να κυμανθεί από 2% έως 60%, ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο καύσιμο. Για το λόγο τα νέα συστήματα εκμεταλλεύονται τη συγκεκριμένη ενέργεια του υδρατμού, πριν αποβληθεί στο περιβάλλον μέσω της καμινάδας. Το φυσικό αέριο είναι ένας γενικός όρος που εφαρμόζεται συνήθως στα αέρια που βρίσκονται μέσα ή κοντά σε αποθέματα αργού πετρελαίου και δεν είναι συνδεδεμένο με την παραγωγή πετρελαίου, αποτελώντας μια

ξεχωριστή οντότητα. Το φυσικό αέριο διοχετεύεται υπό πίεση από τα πεδία εύρεσής του έως τα κέντρα κατανάλωσης και τους αγωγούς και κατηγοριοποιείται σε τρεις βασικές κατηγορίες :

- Συνδεδεμένο αέριο (φυσικό αέριο που βρίσκεται σε επαφή με το αργό πετρέλαιο)
- Μη συνδεδεμένο αέριο (φυσικό αέριο που είναι ελεύθερο αλλά δε βρίσκεται σε επαφή με το ακατέργαστο πετρέλαιο)
- Διαλυμένο (φυσικό αέριο που βρίσκεται σε μορφή διαλύματος στο ακατέργαστο πετρέλαιο)



Εικόνα 15 Αρχή λειτουργίας λέβητα συμπύκνωσης

Όπως φαίνεται και στην εικόνα, η αρχή λειτουργίας ενός λέβητα συμπύκνωσης είναι απλή και εύκολα περιγράψιμη. Ο λέβητας είναι το πιο σημαντικό μέρος ενός συστήματος κεντρικής θέρμανσης, έχοντας μια συνεχή παροχή φυσικού αερίου που ρέει μέσα από ένα σωλήνα. Η ενεργοποίηση του λέβητα γίνεται με ένα ηλεκτρικό διακόπτη. Τότε, μια βαλβίδα ανοίγει και το αέριο εισέρχεται στο σφραγισμένο θάλαμο καύσης, στον λέβητα και ένα ηλεκτρικό σύστημα ανάφλεξης τους θέτει σε λειτουργία. Ο εναλλάκτης θερμότητας λαμβάνει την ενέργεια που μεταφέρει η θερμότητα από την καύση του αερίου και θερμαίνει το νερό, το οποίο βρίσκεται ουσιαστικά σε έναν

αγωγό χαλκού με ελικοειδές σχήμα για να προσλάβει τη μέγιστη ποσότητα θερμότητας. Εν συνεχεία, μια ηλεκτρική αντλία σπρώχνει το ζεστό νερό στο σύστημα θέρμανσης γύρω από έναν κλειστό βρόχο και μέσα σε κάθε θερμαντικό σώμα, εισερχόμενο από τη μία πλευρά και εξερχόμενο από την άλλη. Επειδή κάθε θερμαντικό σώμα αποδίδει θερμότητα, λόγω της φυσικής μεταφοράς θερμότητας από το ζεστό νερό στο σώμα, αφού περάσει από όλα τα θερμαντικά σώματα, το νερό χάνει τη θερμαντική του ικανότητα σημαντικά και επιστρέφει στο λέβητα για να την ανακτήσει.

Μέσα από την επαναλαμβανόμενη σειρά ενεργειών λειτουργίας ενός λέβητα, παράγονται καυσαέρια τα οποία απελευθερώνονται στο περιβάλλον. Η υψηλή θερμοκρασία των καυσαερίων συνεπάγεται

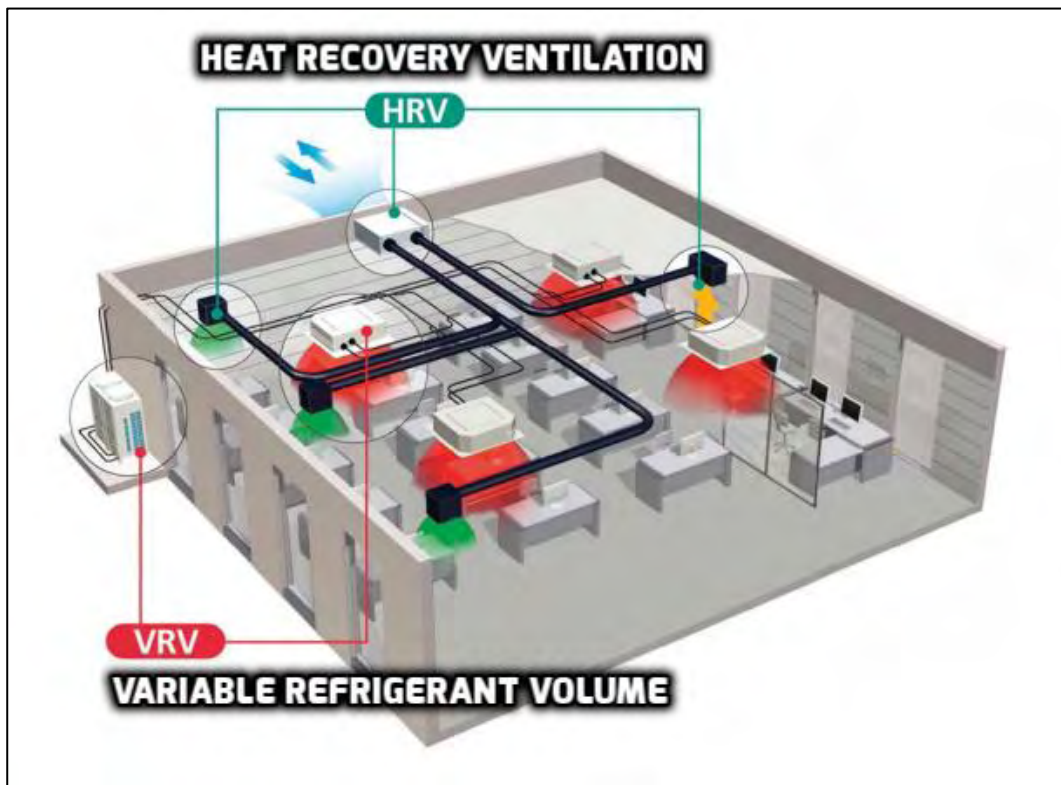
μεγάλη σπατάλη ενέργειας, αφού για να ζεσταθεί το καυσαέριο, ξοδεύεται άσκοπα ενέργεια που με τη σειρά της εκλύεται στο περιβάλλον αναξιοποίητη. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας καυσαερίων σε χαμηλότερες τιμές είναι αδύνατη στους κοινούς λέβητες, γιατί η μείωση της θερμοκρασίας των καυσαερίων οδηγεί στην υγροποίηση τους. Τα υγροποιημένα καυσαέρια εκτός του ότι εμποδίζουν την σωστή ρύθμιση της καύσης, είναι ιδιαίτερα διαβρωτικά και επιθετικά προς τον χάλυβα, και καταστρέφουν τους κοινούς λέβητες όταν εισχωρήσουν στο εσωτερικό τους σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Προκειμένου λοιπόν να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση του λέβητα, οι εταιρίες κατασκευής ανέπτυξαν λέβητες κατασκευασμένους από υλικά που αντέχουν στην διάβρωση από τα συμπυκνώματα των καυσαερίων. Έτσι, το καυσαέριο να βγαίνει από τον λέβητα σε θερμοκρασίες μόλις 10οC μεγαλύτερες από την θερμοκρασία του νερού στον λέβητα, πετυχαίνοντας μεγάλη οικονομία. Οι λέβητες αυτοί χαρακτηρίζονται ως λέβητες συμπύκνωσης και εκμεταλλεύονται την ενέργεια που βρίσκεται αποθηκευμένη στα ζεστά καυσαέρια πριν τα αποβάλλουν στο περιβάλλον σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες χωρίς να κινδυνεύουν από καταστροφή, όπως έχει προαναφερθεί. Τέτοιοι λέβητες χρησιμοποιούνται στις σύγχρονες εγκαταστάσεις και σε πολλές περιπτώσεις, κυρίως οικιακών κτιρίων, αντικαθιστούν τους λέβητες πετρελαίου προσδίδοντας οικονομία και καλύτερες θερμαντικές επιδόσεις.

Πέραν του γεγονότος ότι οι λέβητες συμπύκνωσης επιτυγχάνουν έναν έτσι κι αλλιώς μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης από τους κοινούς λέβητες, λόγω της ποιότητας κατασκευής τους και του εξελιγμένου συστήματος ελέγχου που διαθέτουν, μας προσφέρουν επιπρόσθετα την λανθάνουσα ενέργεια των καυσαερίων, η οποία όταν προστίθεται στην ενέργεια της καύσης οδηγεί σε βαθμούς απόδοσης άνω του 100%. Επιπρόσθετα, οι σύγχρονοι λέβητες φυσικού αερίου είναι εφοδιασμένοι με μια ρυθμιστική βαλβίδα αερίου, που σημαίνει ότι ο λέβητας καταναλώνει μόνο την αναγκαία

ποσότητα αερίου που απαιτείται, περιορίζοντας την ποσότητα επιπλέον ενέργειας που θα μπορούσε να καταναλωθεί για να υπερβεί το επιθυμητό σημείο θέρμανσης.

7.6.2.5. VRF (Variable Refrigerant Flow) & VRV (Variable Refrigerant Volume)

[19]Πρόκειται ουσιαστικά για το ίδιο σύστημα HVAC, με τη διαφορά ότι ο όρος VRV προστατεύεται από την εταιρία Daikin, η οποία και τον εφεύρε. Η βασική ιδέα είναι ότι μια μεγάλη εξωτερική μονάδα εξυπηρετεί πολλές εσωτερικές μονάδες, κάθε μια από τις οποίες χρησιμοποιεί ηλεκτρονική ροή υγρού επέκτασης για να ελέγχει την παροχή του ψυκτικού της ώστε να ταιριάζει με τη ζήτηση του χώρου που εξυπηρετεί και τις ανάγκες του ανά πάσα στιγμή. Η εξωτερική μονάδα μεταβάλλει την ισχύ λειτουργίας της ώστε να ταιριάζει με τις κοινοτικές απαιτήσεις των εσωτερικών μονάδων που εξυπηρετεί και γι' αυτό σε οποιοδήποτε τμήμα του συστήματος ρέει μεταβλητός όγκος ψυκτικού υγρού. [20]Τα συστήματα VRV / VRF μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ψύξη, άντληση θερμότητας και ανάκτηση θερμότητας. Στα παραδοσιακά μοντέλα αντλιών θερμότητας, οι εσωτερικές μονάδες μπορούν αποδώσουν σε οποιαδήποτε από τις δύο λειτουργίες, με την προϋπόθεση πως όλες χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό (όλες θέρμανση ή όλες ψύξη), εφόσον εξυπηρετούνται από την ίδια εξωτερική μονάδα. Τα πιο εξελιγμένα συστήματα VRV / VRF μπορούν να έχουν εσωτερικές μονάδες, οι οποίες εξυπηρετούνται από μία ενιαία εξωτερική μονάδα, και στις δύο λειτουργίες θέρμανσης και ψύξης ταυτόχρονα. Αυτή η μικτή λειτουργία οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και τα δύο άκρα του θερμοδυναμικού κύκλου παρέχουν χρήσιμη εναλλαγή θερμότητας.



Εικόνα 16 Σχηματική απεικόνιση συστήματος VRV με ανάκτηση θερμότητας

Το σύστημα λαμβάνει εισόδους από τον χρήστη και από το περιβάλλον και σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά εφαρμόζει τη κατάλληλη στρατηγική προκειμένου να φτάσει στις επιθυμητές συνθήκες άνεσης με τη χρήση της βέλτιστης κατανάλωσης ενέργειας. Όταν δοθεί εντολή λειτουργίας από το εσωτερικό του χώρου, ενεργοποιείται το σύστημα στο σύνολό του. Αρχικά καταγράφει τις εσωτερικές και εξωτερικές συνθήκες και εν συνεχεία πλήρως αυτοματοποιημένα θα λειτουργήσει ο συμπίεστης στο ακριβές επίπεδο που απαιτείται για να συμμορφωθεί με τις εσωτερικές απαιτήσεις. Αυτή η διαδικασία συμβαίνει συνεχώς με οποιαδήποτε αλλαγή που πραγματοποιείται (πχ με τη χρήση ανάκτησης θερμότητας που αλλάζει τις εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης) και η κατανάλωση ενέργειας ρυθμίζεται με βάση τη ζήτηση που προέρχεται από τις εσωτερικές μονάδες και τις εξωτερικές συνθήκες που επικρατούν.

Σε αντίθεση με αντίστοιχα συστήματα, τα οποία ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται ανάλογα με το αν ο χώρος που πρόκειται να ψυχθεί είναι πολύ ζεστός ή δεν είναι αρκετά ζεστός, τα συστήματα VRF / VRV διαμορφώνουν συνεχώς την ποσότητα ψυκτικού που αποστέλλεται σε κάθε εξατμιστή. Το κύριο πλεονέκτημα ενός τέτοιου συστήματος είναι η ικανότητά του να ανταποκρίνεται μεμονωμένα στις διακυμάνσεις των συνθηκών φορτίου χώρου, επιτρέποντας στους χρήστες να

ρυθμίζουν τη θερμοκρασία περιβάλλοντος κάθε δωματίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις του. Αυτά τα συστήματα προσφέρουν επίσης ευελιξία σχεδιασμού, αφού μια ενιαία μονάδα συμπίκνωσης μπορεί να συνδεθεί σε ένα ευρύ φάσμα εσωτερικών μονάδων διαφορετικής χωρητικότητας.

Τα συστήματα VRF που διατίθενται σήμερα στην αγορά διαφέρουν ανάλογα με τον αριθμό και τον τύπο των συμπιεστών. Έτσι οι τρεις τύποι μονάδων που προκύπτουν είναι :

- Μονός συμπιεστής μεταβλητής ταχύτητας (ύπαρξη ενός μόνο συμπιεστή κάλυψης του φορτίου χωρίς εφεδρεία λειτουργίας)
- Συμπιεστής ρυθμιζόμενης ταχύτητας (ύπαρξη δύο συμπιεστών και εφεδρεία)
- Συμπιεστής Πολλαπλοί συμπιεστές μεταβλητής ταχύτητας (ύπαρξη τριών συμπιεστών με αλληλεπίδραση λειτουργίας και ποσοστό εφεδρείας 67% σε περίπτωση παύσης λειτουργίας του ενός – μέγιστα τελικά αποτελέσματα)

Ένα σύστημα VRV / VRF προσφέρει ευέλικτη εγκατάσταση, εξοικονόμηση ενέργειας και άνεση θέρμανσης και πρέπει να θεωρηθεί ως εναλλακτική λύση σε σχέση με τα παραδοσιακά συστήματα για εφαρμογές όπου απαιτείται ζωνοποίηση ή ζήτηση κάλυψης συγκεκριμένου φορτίου.

7.6.3. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Οι απαιτήσεις σε θερμομόνωση και η τοποθέτηση καλύτερων μονώσεων σε τοίχους και ανοίγματα για την αποφυγή απώλειας θερμότητας κατά τη χειμερινή περίοδο ή ψύξης κατά τη θερινή, δημιούργησαν την ανάγκη ύπαρξης και εγκατάστασης του μηχανικού αερισμού. [24]Στο κτίριο, όπως ορίζεται, η ανανέωση του εσωτερικού αέρα θα πρέπει να γίνεται με τρόπο επαρκή και ορθολογικό που να εξασφαλίζει άνεση στο χρήστη και να μη διαταράσσει τις εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης, αποβάλλοντας θέρμανση ή ψύξη από τους χώρους όπως θα συνέβαινε με την χρήση φυσικού αερισμού απλώς ανοίγοντας κάποιο παράθυρο ή κάποια πόρτα. Τα συστήματα μηχανικού αερισμού των παθητικών κτιρίων παρέχουν φρέσκο, καθαρό αέρα με μέγιστη ενεργειακή απόδοση μέσω της ανάκτησης θερμότητας, επιτυγχάνοντας έτσι εξοικονόμηση στην λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης - κλιματισμού. Η ανάκτηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί φθάνει

μέχρι και 90%, δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη του 65-70% και λειτουργεί ανεξάρτητα από το κεντρικό σύστημα θέρμανσης ή ψύξης.

Η μονάδα του μηχανικού αερισμού αποτελείται από τρία κύρια μέρη, στα οποία συγκαταλέγεται ο ανεμιστήρας προσαγωγής φρέσκου αέρα, ο ανεμιστήρας απαγωγής αέρα και ο εναλλάκτης θερμότητας. Πιο συγκεκριμένα, ο ανεμιστήρας προσαγωγής φρέσκου αέρα, όπως μαρτυρά και το όνομά του, λαμβάνει αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον και τον διοχετεύει στο σύστημα, όπου μετά από μια σειρά διεργασιών θα καταλήξει στο εσωτερικό της κτιριακής εγκατάστασης. Στη συνέχεια, ο εισερχόμενος αέρας φιλτράρεται για να απαλλαγεί από σκόνη, γύρη κ.α. και εισέρχεται στον εναλλάκτη θερμότητας. Εκεί επιτυγχάνεται προθέρμανση ή πρόψυξη του αέρα πριν την είσοδο του στην μονάδα, για να μη μεταβληθούν οι συνθήκες εσωτερικής άνεσης που επικρατούν και χρειαστεί να λειτουργήσουν τα συστήματα κλιματισμού για να την επαναφέρουν, κάνοντας χρήση άσκοπης ενέργειας. Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι ανακτάται και το φορτίο που άφησε ο απορριπτόμενος αέρας από τον ανεμιστήρα απαγωγής και προσδίδεται στον εισερχόμενο φρέσκο αέρα, βελτιώνοντας ακόμη περισσότερο τα επίπεδα λειτουργίας του συστήματος.



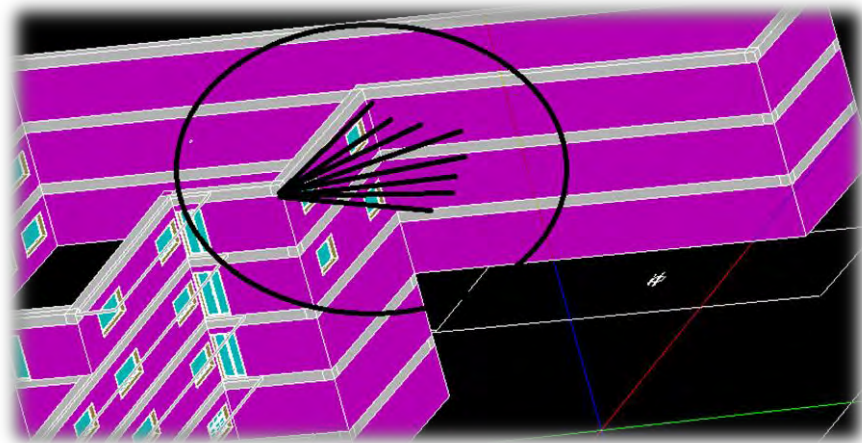
Εικόνα 17 Μηχανικός αερισμός με ανάκτηση θερμότητας κατά τη χειμερινή περίοδο

Αντίστοιχα με την εικόνα 16, κατά τη θερινή περίοδο η λειτουργία του συστήματος αντιστρέφεται. Πλέον ο φρέσκος εισερχόμενος αέρας προψύχεται και παράλληλα ο ήδη κρύος απορριπτόμενος αέρας απορρίπτεται ζεστός αφήνοντας το ψυκτικό του φορτίο στον εισερχόμενο. Με τη συγκεκριμένη μέθοδο ο εισερχόμενος και ο εξερχόμενος αέρας δεν αναμειγνύονται και το τελικό αποτέλεσμα περιλαμβάνει μία βέλτιστη αναλογία αέρα και ένα ευχάριστο εσωτερικό περιβάλλον με μηδαμινές καταναλώσεις ενέργειας.

7.6.3. ΣΚΙΑΣΕΙΣ

Η ανάγκη θέρμανσης, ψύξης και αερισμού ενός κτιρίου επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων και η διαχείριση του ηλιακού ελέγχου και της ηλιακής θερμικής ακτινοβολίας είναι ένας από αυτούς. [21] Τα νέου τύπου κουφώματα χαμηλών απωλειών, μπορούν να βοηθήσουν τόσο στη μείωση της απώλειας θερμότητας κατά τη διάρκεια του χειμώνα όσο και της διατήρησης της ψύξης το καλοκαίρι μειώνοντας έτσι τις κλιματιστικές απαιτήσεις του κτιρίου στο σύνολό του. Η ηλιακή σκίαση δεν θα πρέπει να αγνοείται, αλλά αντιθέτως είναι επιτακτική η ανάγκη να συμπεριλαμβάνεται στο σχεδιασμό του κελύφους και τον προσανατολισμό του κτιρίου, αφού εάν ληφθεί υπόψη στην αρχή ενός έργου θα μπορούσε να μειώσει το μέγεθος της εγκατάστασης κλιματισμού που απαιτείται με εξοικονόμηση κεφαλαίου, λειτουργίας και συντήρησης. Η ηλιακή ακτινοβολία που προσλαμβάνεται από μία επιφάνεια εξαρτάται από τη γωνία με την οποία τούτη προσπίπτει στην επιφάνεια, τη λεγόμενη γωνία πρόσπτωσης. Οι σκιάσεις διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο και χωρίζονται σε σκιάσεις κάθετων και οριζόντιων προβόλων και σκιάσεις γειτονικών κτιρίων.

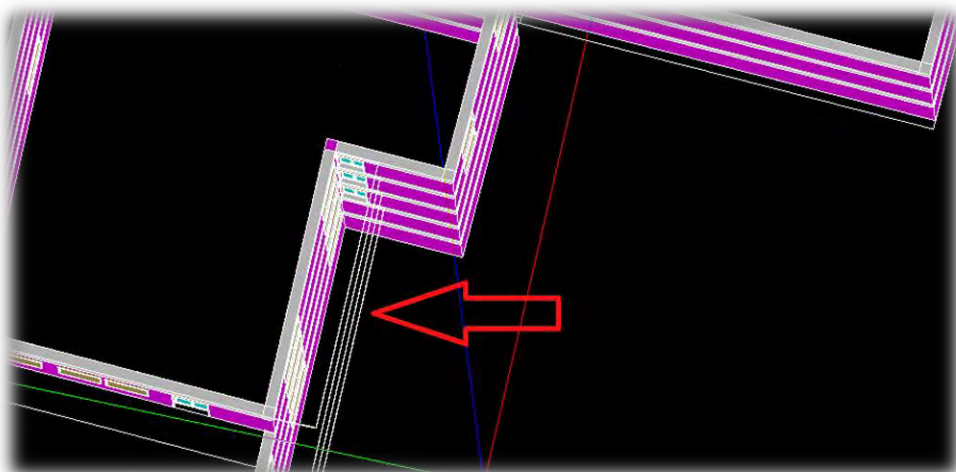
Με τον όρο κάθετος πρόβολος, νοείται κάθε στοιχείο (τοίχοι, κολώνες) που δημιουργεί εσοχές ή προεξοχές στο περίγραμμα του κτηρίου και είναι κάθετο στην επιφάνεια του εδάφους. Τέτοιου είδους σκιάσεις επηρεάζουν συνήθως τα δομικά στοιχεία του ίδιου ορόφου και προσδίδουν προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία.



Εικόνα 18 Σκίαση από οριζόντιο πρόβολο (Πηγή : Παρούσα διπλωματική εργασία)

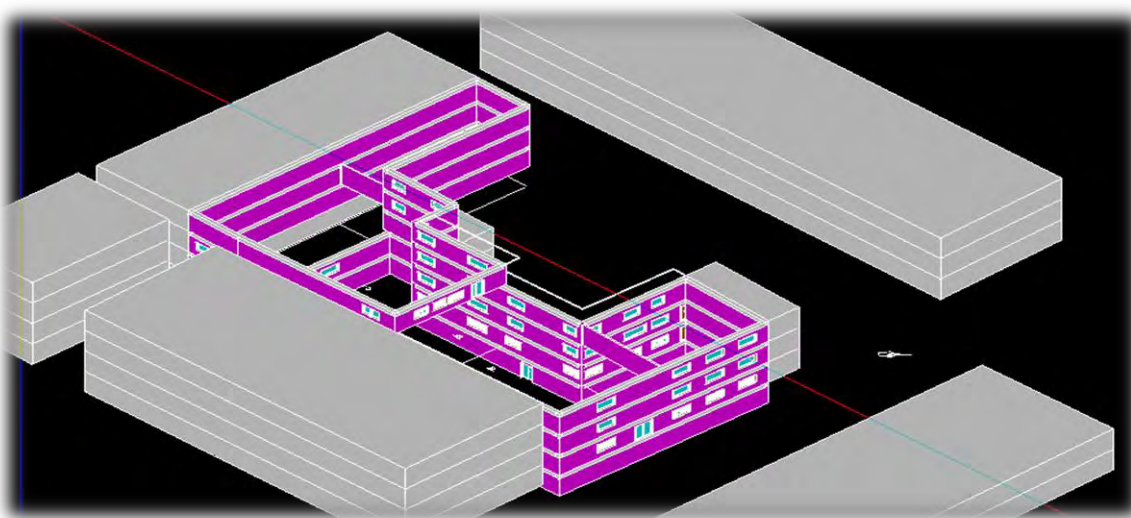
Με τον όρο οριζόντιος πρόβολος, νοείται κάθε στοιχείο (μπαλκόνι, οροφή) που προεξέχει από κάθε οριζόντια επιφάνεια του κελύφους και είναι οριζόντιο στην επιφάνεια του εδάφους. Τέτοιου είδους σκιάσεις προσπίπτουν σε κατώτερα επίπεδα ορόφων και δημιουργούν σκίαση και προστασία από

καιρικά φαινόμενα όπως βροχοπτώσεις. Όπως φαίνεται και στην κάτοψη της Εικόνας 17, τα ανώτερα σκίαστρα με λευκό περίγραμμα, έχουν επίπτωση στα κατώτερα επίπεδα.



Εικόνα 19 Σκίαση από κάθετο πρόβολο (Πηγή : Παρούσα διπλωματική εργασία)

Τέλος, οι σκιάσεις από γειτονικά κτίρια συμπεριλαμβάνονται στη μελέτη και δε αγνοούνται, όταν τα γειτονικά κτίρια βρίσκονται σε μια εύλογη κοντινή απόσταση που μπορούν να σκιάσουν το υπό μελέτη κτίριο. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα γειτονικά κτίρια λειτουργούν σε πολλές περιπτώσεις προστατευτικά, αφού περιορίζουν τις ριπές του ανέμου και προφυλάσσουν από έντονα καιρικά φαινόμενα.



Εικόνα 20 Σκίαση από γειτονικά κτίρια (Πηγή : Παρούσα διπλωματική εργασία)

Όπως διακρίνεται στη παραπάνω εικόνα, το υπό μελέτη κτίριο καλύπτεται σε θέμα σκίασης σε μεγάλο ποσοστό από γειτονικά κτίρια που το περιτριγυρίζουν, γεγονός που συμβάλει στην επιλογή κλιματιστικών μονάδων και στη πιο εύκολη διατήρηση της θερμικής άνεσης εντός των χώρων, τόσο κατά τη θερινή περίοδο από τη σκίαση που προσδίδει, όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο με τη προστασία από ριπές ανέμων που τείνουν να διαπερνούν τις μονώσεις και να ρίχνουν την εσωτερική θερμοκρασία.

7.6.4. ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Δε θα μπορούσε να διεξαχθεί μελέτη χωρίς τον απαραίτητο υπολογισμό φωτισμού και την επίδρασή του στη συνολική εγκατάσταση του κτιριακού συγκροτήματος. Η θέση του οικοπέδου του κτιρίου και ο προσανατολισμός του κελύφους, αποτελούν σημαντικό παράγοντα για τον άνετο φωτισμό του κτιρίου. Οι περιβαλλοντικές δυνατότητες και οι περιορισμοί, εξαρτώνται από τη γεωγραφική θέση του οικοπέδου, την πυκνότητα δόμησης (σκιάσεις γειτονικών κτιρίων όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα) και το περίγραμμα των γειτονικών κτιρίων, τον προσανατολισμό των οδών, την ύπαρξη υπαίθριων χώρων και τη διαμόρφωσή τους. Ο φυσικός φωτισμός σε μια σχολική αίθουσα, όπως στο κτίριο της συγκεκριμένης μελέτης, αποτελεί σημαντική σχεδιαστική παράμετρο και συνδέεται με τη βελτίωση της μαθητικής απόδοσης.

Η ηλιακή ακτινοβολία διακρίνεται σε άμεση, σε διάχυτη και σε ανακλώμενη και η διεξαγωγή της μελέτης γίνεται μέσω προσομοίωσης από διάφορα προγράμματα όπως το Dialux, το Ecotect v5.2, το Radiance κ.α. Στη συγκεκριμένη περίπτωση αξίζει να τονιστεί πως η μελέτη φωτισμού δε διεξάγεται σχεδιαστικά και το συνολικό φορτίο υπολογίζεται μέσα από προσομοιώσεις χρήσης του κτιρίου και ελεγκτές φωτισμού, με βάση τη νομοθεσία κάθε φορά για την επιλογή ποιότητας και ποσότητας φωτισμού ανάλογα με τη χρήση του εκάστοτε χώρου. [22]Ο φωτισμός του κτιρίου και η ένταση του φωτισμού στους διάφορους χώρους υπολογίζονται με συγκεκριμένους πίνακες και σκοπός είναι να δημιουργηθεί μια ευχάριστη ατμόσφαιρα που θα συμβάλλει στην καλύτερη υγεία των χρηστών και θα προσβλέπει στην εξοικονόμηση ενέργειας. Η κατανομή του φωτισμού στο χώρο εργασίας θα

πρέπει να είναι ομοιόμορφη με την κατανομή του φυσικού φωτός σε όλες τις επιφάνειες του χώρου να είναι ίδια.

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τη μέθοδο των ζωνικών κοιλοτήτων ο χώρος του οποίου θα μελετήσουμε το φωτισμό χωρίζεται σε τρεις κοιλοότητες :

- Τη κοιλότητα δαπέδου, εκεί δηλαδή όπου η ένταση φωτισμού θα πρέπει να πληροί συγκεκριμένες προδιαγραφές όπως ορίζονται από τις σχετικές οδηγίες (επίπεδο εργασίας) και είναι ανοικτή προς τα πάνω
- Τη κοιλότητα οροφής, που καθορίζεται από το ύψος τοποθέτησης των φωτιστικών και είναι ανοικτή προς τα κάτω
- Τη κοιλότητα του δωματίου, το τμήμα ανάμεσα των δύο προηγούμενων κοιλοτήτων, η οποία είναι ανοικτή και προς τα πάνω και προς τα κάτω

Ο σκοπός ενός συστήματος τεχνητού φωτισμού όπως έχει προαναφερθεί λοιπόν, είναι να δημιουργήσει τον κατάλληλο φωτισμό σε ένα χώρο ώστε να υπάρξουν οι συνθήκες οπτικής άνεσης αλλά και ασφάλειας ανάλογα με το είδος της δραστηριότητας που λαμβάνει χώρα στο χώρο αυτό. Όταν όμως η εγκατάσταση παλιώσει και οι τοίχοι και τα φωτιστικά ρυπανθούν, ο φωτισμός του χώρου μπορεί να μην πληροί τις προδιαγραφές με τις οποίες σχεδιάστηκε.

Πίνακας 6 Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου (Πηγή : Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017)

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]	Δείκτης θάμβωσης UGR	Ομοιομορφία φωτισμού (μίν/μέση τιμή)
κ.δ.				
Εισαγτήριο	200	0,8	-	-
Ζαχαροπλαστική, 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 πολιτιστικών χρήσεων	300	0,8	19	0,6
Κλειστά γυμναστήρια, κλειστά καλυβητήρια	300	0,8	22	0,6
Διαδρόμοι 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 (δωμάτιο)	100	0,8	19	0,4
Χειρουργείο (τακτικό)	1000	0,8	19	0,6
Εξωτερικών ιατρείων	500	0,8	19	0,6
Αίθουσα αναμονής	200	0,8	22	0,4

Οι τιμές για την εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού (W/m^2 ωφέλιμης επιφάνειας) του κτηρίου αναφοράς τριτογενούς τομέα και των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, για τις οποίες η φωτεινή απόδοση καθορίστηκε στα 55 (lm/W) δίνονται στον Πίνακα 6. Στις αίθουσες εργασίας, εκτός από τον απαιτούμενο φωτισμό στην περιοχή εργασίας, θα πρέπει να φωτίζεται και η υπόλοιπη περιοχή της αίθουσας η οποία δεν είναι χώρος δραστηριοτήτων (περιοχή του φόντου ή 'Background') και θα πρέπει να είναι τουλάχιστον το 1/3 της τιμής του διατηρητέου φωτισμού.

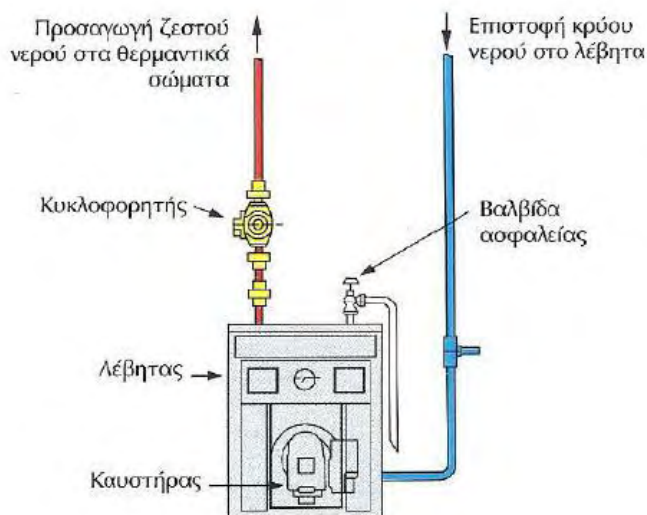
Το αυτόματο σύστημα φωτισμού, αν υπάρχει, ελέγχει την ένταση του φυσικού φωτός και οι αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης σβήνουν το φως, μόλις αδειάσει ο χώρος. Το αποτέλεσμα είναι να περιορίζεται μέχρι και 80% η ηλεκτρική ενέργεια, η οποία καταναλώνεται σε σύγκριση με το παλαιότερο σύστημα. Έτσι, με μια ορθή μελέτη φωτισμού και συνυπολογίζοντας όλες τις παραμέτρους, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως ο φωτισμός, φυσικός ή τεχνητός, δε μπορεί να απουσιάζει από οποιαδήποτε εγκατάσταση. Είναι αδήριτη η ανάγκη υπολογισμού των φορτίων και σχεδιασμού με προοπτικές εξοικονόμησης ενέργειας τόσο για το κομμάτι του φωτισμού όσο και για το κτίριο στο σύνολό του, αφού με τη χρήση κατάλληλων μεθόδων και εργαλείων φτάνουμε στο επιθυμητό αποτέλεσμα με μικρότερο τελικό κόστος.

7.7 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΥΞΗΣ & ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στο παρόν τμήμα, θα παρουσιαστούν τα συστήματα που επιλέχθηκαν για το συγκεκριμένο κτίριο της μελέτης. Αξίζει να τονιστεί το γεγονός ότι το κτίριο υφίσταται με τα υπάρχοντα κλιματιστικά συστήματα στη πραγματικότητα, αφού είναι πρόσφατα ανακαινισμένο με τις τελευταίες ενεργειακές προδιαγραφές και απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. και των ευρωπαϊκών οδηγιών. Οι προσομοιώσεις είναι βασισμένες λοιπόν στα συστήματα αυτά και οι διαστασιολογήσεις τόσο της ψύξης όσο και της θέρμανσης οδηγούν στο συμπέρασμα πως είναι τα πλέον κατάλληλα.

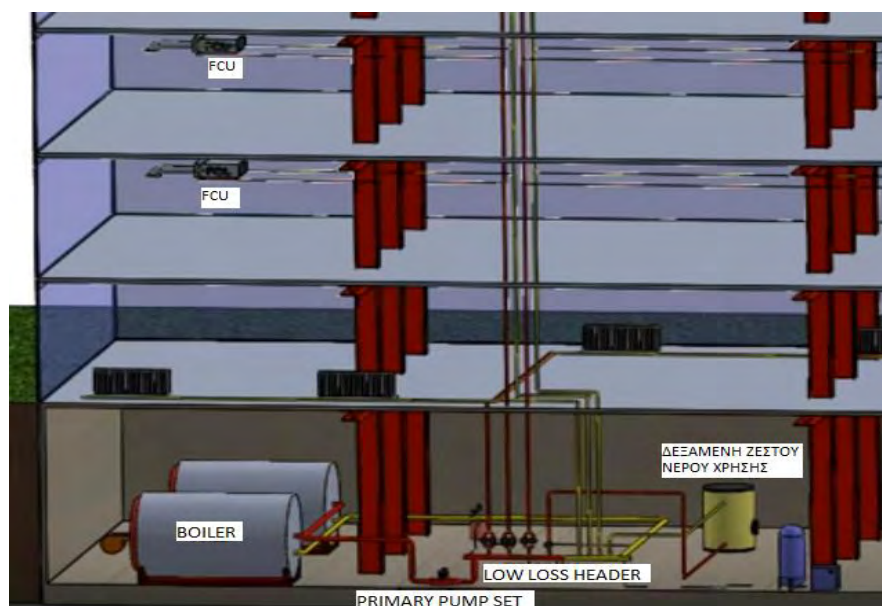
Το σύστημα αποτελείται από μονάδες Fan Coil (FCU) και χωρίζεται σε ζώνες για μεγαλύτερη εργονομία και οικονομία καυσίμων. Κάθε χώρος έχει το δικό του θερμοστάτη και ρυθμίζει ατομικά τη θερμοκρασία του ακόμα και αν βρίσκεται στην ίδια ζώνη με παραπάνω από ένα χώρους. Όπως έχει προειπωθεί, μια μονάδα πηνίου ανεμιστήρα (FCU) περιέχει έναν ανεμιστήρα ο οποίος οδηγεί τον αέρα σε ένα χώρο μέσα στη μονάδα και στη συνέχεια πάνω σε ένα ψυκτικό ή θερμαντικό πηνίο, με αποτέλεσμα ο αέρας να βγαίνει από το FCU είτε ψυχρότερος είτε θερμότερος από πριν. Συνήθως μια μεμονωμένη μονάδα FCU εξυπηρετεί μόνο μέχρι 150m² και για το λόγο αυτό υπάρχουν περισσότερες από μία στη συνολική κτιριακή εγκατάσταση, ακόμα και στον ίδιο χώρο. Οι FCU έχουν γενικά ένα πηνίο ψυχρού ύδατος για ψύξη και ένα πηνίο ζεστού νερού για θέρμανση ή ένα ηλεκτρικό στοιχείο. Το ψυχρό νερό παρέχεται από ένα ψυκτικό συγκρότημα που βρίσκεται στην κεντρική μονάδα και το ζεστό νερό σχηματίζει ένα λέβητα. Στη περίπτωση μας υπάρχει ένας αερόψυκτος ψύκτης και μια μονάδα λέβητα φυσικού αερίου αντίστοιχα.

Όσο αφορά τη θέρμανση του κτιρίου, χρησιμοποιείται λέβητας που ζεσταίνει το νερό πριν φτάσει στις μονάδες FCU, ο οποίος βρίσκεται μέσα σε έναν ειδικό χώρο που ονομάζεται λεβητοστάσιο και οι διαστάσεις του εξαρτώνται από τη θερμική του ισχύ.



Εικόνα 21 Σχηματικό διάγραμμα λέβητα

Το ζεστό νερό μέσω ενός ή περισσοτέρων κυκλοφορητών διοχετεύεται στο δίκτυο σωληνώσεων ζεστού νερού και τελικά οδηγείται στα FCU. Έτσι ο εισερχόμενος δροσερός αέρας θερμαίνεται και εισάγεται στο χώρο. Πληροφοριακά, αν στο κτίριο υπάρχει παροχή ζεστού νερού χρήσης, αυτό δεν σχετίζεται με το ζεστό νερό θέρμανσης αφού το δεύτερο περιέχει χημικά επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία. Ωστόσο, χρησιμοποιείται για τη θέρμανση καθαρού νερού του δικτύου ύδρευσης, το οποίο εναποθέτεται σε μια διαφορετική δεξαμενή.



Εικόνα 22 Διάταξη συστήματος Boiler & FCU

Περνώντας στη ψύξη του κτιρίου, χρησιμοποιείται αερόψυκτος ψύκτης για τη ψύξη του ψυκτικού υγρού. Τα ψυκτικά συγκροτήματα αφαιρούν τη θερμότητα από ένα υγρό μέσω ενός κύκλου ψύξης σε μια διαδικασία που είναι ουσιαστικά η ίδια με αυτή που χρησιμοποιείται για την ψύξη των οικιακών ψυγείων. Τα ψυκτικά συγκροτήματα θα παράγουν ψυχρό νερό που αντλείται έξω από το κτίριο στις FCU, οι οποίες αφαιρούν την ανεπιθύμητη θερμότητα από το κτίριο και την μεταφέρουν στον βρόχο κρύου νερού. Το ψυχρό νερό θα εισέλθει στις μονάδες FCU στους περίπου 6°C και από τη στιγμή που θα εγκαταλείψει τον εναλλάκτη θερμότητας εντός του FCU θα έχει αυξηθεί στους 12°C και θα γυρίσει πίσω στο ψυκτικό συγκρότημα ψύξης με αέρα για να απορριφθεί αυτή η θερμότητα στην ατμόσφαιρα πριν επαναληφθεί ο κύκλος. Το ψυκτικό μέσο είναι το μόνο υγρό που κινείται γύρω από κάθε ένα από τα συστατικά μέρη του ψυκτικού συγκροτήματος. Αλλάζει την

πίεση, τη θερμοκρασία και την ενθαλπία καθώς μετακινείται γύρω από το μηχάνημα και μεταφέρει την ανεπιθύμητη θερμότητα μακριά από το κρύο νερό του εξατμιστή.

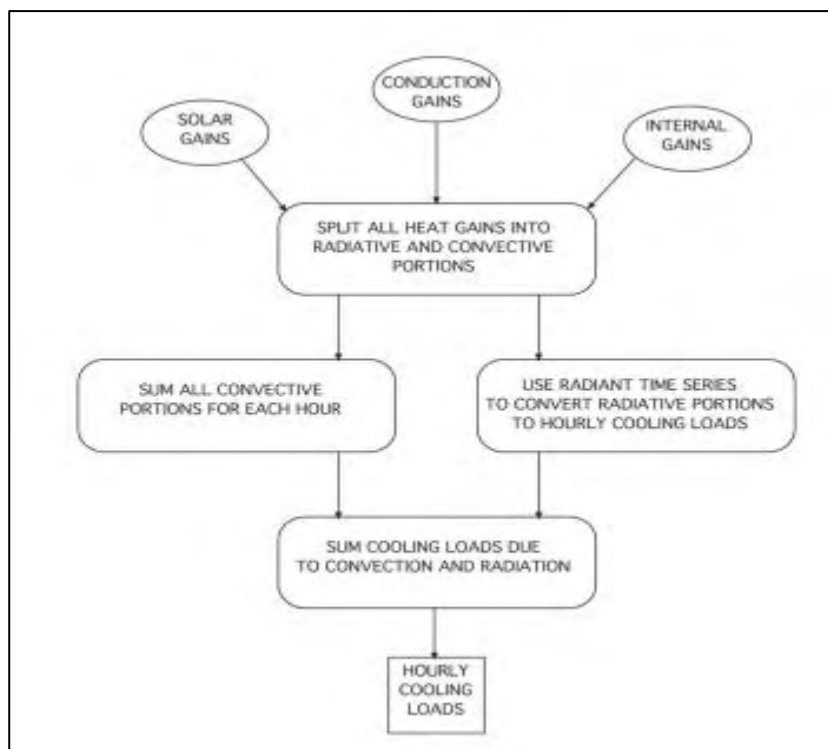
Η ψύξη με απορρόφηση λειτουργεί σε παρόμοια βάση με ένα ψυκτικό μέσο που βράζει σε χαμηλή θερμοκρασία και πίεση, ωστόσο στην περίπτωση αυτή το ψυκτικό αέριο απορροφάται σε ένα διάλυμα που στη συνέχεια θερμαίνεται σε μια «γεννήτρια» έτσι ώστε το ψυκτικό να εξατμίζεται και πάλι, αλλά αυτή τη φορά σε υψηλότερη πίεση και θερμοκρασία. Το αέριο στη συνέχεια συμπυκνώνεται, απελευθερώνοντας την λανθάνουσα θερμότητα που απορρίπτεται προς τα έξω. Στη συνέχεια η διαδικασία επαναλαμβάνεται. Ο αερόψυκτος ψύκτης έχει 5 κύρια εξαρτήματα :

- Το συμπιεστή
- Το συμπυκνωτή → μια δέσμη οριζόντιων σωλήνων που περιέχουν το θερμικό ψυκτικό μέσο, περιβάλλεται από έναν αριθμό λεπτών μεταλλικών φύλλων στον κάθετο άξονα. Αυτά βοηθούν στη διανομή της θερμότητας από τους σωλήνες στον αέρα
- Τους ανεμιστήρες του συμπυκνωτή → Αναρροφούν τον αέρα κατά μήκος των πηνίων του συμπυκνωτή και εξαναγκάζουν τον θερμό πλέον αέρα να κινηθεί από την κορυφή της μονάδας προς την ατμόσφαιρα
- Τη βαλβίδα επέκτασης → Επεκτείνει το ψυκτικό υγρό πριν εισέλθει στον εξατμιστή
- Τον εξατμιστή → Σε αυτό το σημείο παράγεται το κρύο νερό και εξάγεται η θερμότητα από το θερμό νερό που επιστρέφει

8. ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΩΝ RTS (RADIANT TIME SERIES) ΤΗΣ ASHRAE

[22]Πρόσφατα, μια νέα μέθοδος για τον υπολογισμό του σχεδιασμού του φορτίου ψύξης, το Radiant Time (RTSM), έχει αναπτυχθεί για να επωφεληθεί από τη σταθερή, περιοδική φύση του σχεδιασμού παραμέτρων εισόδου της διαδικασίας ψύξης. Το RTSM, μετατρέπει το ακτινοβόλο μέρος των ωριαίων θερμικών κερδών σε ωριαία φορτία ψύξης.. Όπως και οι παράγοντες απόκρισης, οι παράγοντες ακτινοβολίας χρόνου χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του φορτίου ψύξης για την τρέχουσα ώρα με βάση τις επικρατούσες συνθήκες και τα παρελθοντικά κέρδη θερμότητας από την ηλιακή ακτινοβολία. Η μέθοδος της Ακτινοβολικής Χρονικής Σειράς διαφέρει από τη Μέθοδο Λειτουργίας Μεταφοράς στον υπολογισμό της αύξησης της θερμικής αγωγιμότητας και στον προσδιορισμό των ψυκτικών φορτίων, αφού τα ωριαία κέρδη θερμότητας είναι γνωστά. Το RTSM βασίζεται σε μια σειρά 24 παραγόντων απόκρισης για τον υπολογισμό του κέρδους θερμότητας αγωγιμότητας και ενός άλλου 24 ώρου για τον προσδιορισμό των ψυκτικών φορτίων. Προβλήματα που σχετίζονται με τη σταθερότητα και τη σύγκλιση αποφεύγονται και για τις περισσότερες περιπτώσεις ο χρονικός υπολογισμός μπορεί να μειωθεί.

Η ASHRAE αναφέρει ότι η RTS απευθύνεται κυρίως σε εφαρμογές τριτογενούς τομέα. Η ηλιακή



ενέργεια μεταδίδεται στο εσωτερικό του κτιρίου μέσω των ανοιγμάτων και κάποια από τη θερμότητα απορροφάται και ανακλάται από αυτά, ενώ η υπόλοιπη απορροφάται από τις εσωτερικές επιφάνειες. Όταν αυτές οι επιφάνειες εκπέμπουν στη συνέχεια αυτή τη θερμότητα, δημιουργείται ψυκτικό φορτίο στο δωμάτιο -υπάρχει καθυστέρηση στην ακτινοβολία. Η μέθοδος

ισοζυγίου θερμότητας (heat balance) υπολογίζει με σαφήνεια αυτές τις επιπτώσεις χρονικής καθυστέρησης με μερικές βασικές παραδοχές, όπως οι ομοιόμορφες επιφανειακές θερμοκρασίες. Δεν υπάρχουν παράμετροι που έχουν οριστεί αυθαίρετα. Η θερμική ισορροπία αγωγιμότητας, μεταφοράς και ακτινοβολίας υπολογίζεται απευθείας για κάθε επιφάνεια μέσα σε ένα δωμάτιο.

Η χρησιμότητα του RTSM έγκειται στη σαφήνεια, όχι στην απλότητα της διαδικασίας. Το RTSM αφαιρεί την οικοδόμηση θερμικής απόκρισης από την θεμελιωδώς αυστηρή ισορροπία θερμότητας και παρουσιάζει τα αποτελέσματα σύνθετων φυσικών διεργασιών με όρους που είναι σχετικ;a ευνόητοι. Η αφαίρεση απαιτεί ορισμένες απλουστευτικές υποθέσεις και προσεγγίσεις.

Ο υπολογισμός της ακτινοβόλης χρονοσειράς (RTS) χρησιμοποιεί ακτινοβολούμενους παράγοντες χρόνου και παράγοντες χρόνου διάρκειας για τη διανομή των ωριαίων θερμικών κερδών σε περίοδο 24 ωρών αντί για τον υπολογισμό των επιδράσεων χρονικής καθυστέρησης. Εάν χρησιμοποιείται μέθοδος θερμικής ισορροπίας ή ακτινοβολούμενη χρονολογική σειρά για τον υπολογισμό των φορτίων θέρμανσης και ψύξης, σχεδόν πάντα χρησιμοποιείται λογισμικό, αφού η επίλυση στο χέρι εκτός από μια επίπονη διαδικασία με βεβαιότητα θα οδηγήσει σε λανθασμένο υπολογιστικά αποτέλεσμα.

Αν και η τρέχουσα εργασία καταδεικνύει τη βιωσιμότητα της μεθόδου RTS υπό περιορισμένο σύνολο συνθηκών, πρόσθετα δεδομένα απαιτούνται για να προσδιοριστεί πλήρως η ακρίβεια της μεθόδου, μέσα από ένα εύρος συνθηκών που αναμένονται για τους υπολογισμούς των φορτίων. Βάσει των αποτελεσμάτων μέχρι σήμερα, οι ακόλουθες συστάσεις προτρέπουν για επιπλέον έρευνα, χρησιμοποιώντας ένα πολύ μεγαλύτερο αριθμό δοκιμαστικών περιπτώσεων, για να προσδιοριστεί το σφάλμα της μεθόδου της ακτινοβόλης χρονοσειράς κατά τη σύγκριση της με τη μέθοδο της κλασικής θερμικής ισορροπίας.

9. ΘΕΜΕΛΙΩΔΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Ο μηδενικός νόμος της θερμοδυναμικής εισάγει την έννοια της θερμοδυναμικής ισορροπίας, στην οποία δύο αντικείμενα έχουν την ίδια θερμοκρασία. Εάν φέρουμε δύο αντικείμενα αρχικά σε διαφορετικές θερμοκρασίες σε φυσική επαφή, τελικά επιτυγχάνουν θερμική ισορροπία. Κατά τη διαδικασία επίτευξης θερμικής ισορροπίας, η θερμότητα μεταφέρεται μεταξύ των αντικειμένων. Η ποσότητα μεταφερόμενης θερμότητας δέλτα Q είναι ανάλογη με τη διαφορά θερμοκρασίας δέλτα T μεταξύ των αντικειμένων και την θερμική χωρητικότητα c του αντικειμένου.

$$\Delta Q = c * \Delta T$$

Για ένα αέριο (όπως ο αέρας στη περίπτωση μας), η μεταφορά θερμότητας σχετίζεται με τη μεταβολή της θερμοκρασίας. Η θερμοκρασία, η πίεση και ο όγκος του αερίου καθορίζουν την κατάσταση του αερίου, η οποία μπορεί να αλλάξει με διάφορους τρόπους. Το έργο που μπορεί να παράξει ένα αέριο εξαρτάται τόσο από την αρχική όσο και από την τελική κατάσταση και από τη διαδικασία που χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση της αλλαγής. Με τον ίδιο τρόπο, η ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται στην αλλαγή της κατάστασης ενός αερίου εξαρτάται επίσης από τις αρχικές και τελικές καταστάσεις και την ακριβή διαδικασία που χρησιμοποιείται για την αλλαγή της κατάστασης. Διαφορετικές διαδικασίες έχουν ως αποτέλεσμα διαφορετικές ποσότητες μεταφοράς θερμότητας και έργου. Τα αποτελέσματα τόσο της ροής θερμότητας όσο και της εργασίας συνδυάζονται στον Πρώτο Νόμο της Θερμοδυναμικής.

Η θερμική ισχύς είναι μια σταθερά που δείχνει πόση θερμότητα προστίθεται ανά αύξηση της θερμοκρασίας μονάδας. Η τιμή της σταθεράς είναι διαφορετική για διαφορετικά υλικά. Η θερμότητα μεταφέρεται πάντα από το αντικείμενο στην υψηλότερη θερμοκρασία στο αντικείμενο με τη χαμηλότερη θερμοκρασία. Το φορτίο ψύξης ορίζεται ως η ποσότητα θερμότητας που πρέπει να αφαιρεθεί από τον αέρα του χώρου για να διατηρηθεί μια σταθερή θερμοκρασία αέρα δωματίου. Αντιστρόφως, το φορτίο θέρμανσης είναι η ποσότητα θερμότητας που πρέπει να προστεθεί στο αέρα δωματίου. Για τον προσδιορισμό αυτών των ποσοτήτων, είναι αναγκαίο να εκτιμηθεί η ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται μέσα ή έξω από το δωμάτιο. Με τη σειρά του, αυτό απαιτεί ανάλυση του και των τριών τρόπων μεταφοράς θερμότητας που συνοψίζονται σε μεταφορά θερμότητας μέσω αγωγιμότητας, μέσω ακτινοβολίας και μέσω μεταφοράς, εντός του κελύφους κτιρίου και μεταξύ του κελύφους του κτιρίου και του περιβάλλοντος χώρου του.

Η μεταφορά θερμότητας μέσω ακτινοβολίας, ακτινοβολία συμβαίνει όταν η θερμότητα κινείται ως κύματα ενέργειας, που ονομάζονται υπέρυθρα κύματα, απευθείας από την πηγή σε ένα σώμα. Με τον τρόπο αυτό για παράδειγμα μπαίνει η θερμότητα από τον Ήλιο στη Γη. Στην πραγματικότητα, όλα αντικείμενα που έχουν αποθηκευμένη θερμότητα, ακτινοβολούν τη θερμότητα αυτή σε πιο δροσερά αντικείμενα και όταν τα μόρια του αντικειμένου επιταχυνθούν, το αντικείμενο γίνεται θερμότερο.

Η επαγωγή είναι ένας άλλος τρόπος μεταφοράς θερμότητας. Η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας και όταν έρχεται σε επαφή με την ύλη κάνει τα άτομα και τα μόρια να κινούνται. Μόλις μετακινούνται άτομα ή μόρια, συγκρούονται με άλλα άτομα ή μόρια, κάνοντάς τα να κινηθούν αντίστοιχα και με τον τρόπο αυτό η θερμότητα μεταφέρεται μέσω της ύλης. Τα υπέρυθρα κύματα αποτελούν μέρος ενός φάσματος ενεργειακών κυμάτων γνωστών ως ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα περιλαμβάνει όλα τα είδη ενέργειας που μπορούν να ταξιδεύουν σε κύματα, όπως το φως, η θερμότητα, οι ακτινογραφίες, τα ραδιοκύματα, τα υπεριώδη κύματα και τα μικροκύματα. Οι τρεις τρόποι μεταφοράς θερμότητας συμβαίνουν ταυτόχρονα και στη λύση συμπεριλαμβάνονται και οι τρεις. Στην πράξη, αυτή η ταυτόχρονη λύση γίνεται με πρόγραμμα υπολογιστή είτε κατά τον υπολογισμό του ή πριν από τον υπολογισμό του φορτίου. Η μεταφορά θερμότητας μέσω των τοίχων των κτιρίων και των οροφών αντιμετωπίζεται γενικά ως καθαρή διεργασία μεταφοράς θερμότητας αγωγιμότητας, ακόμα και αν, για παράδειγμα, η μεταφορά και η ακτινοβολία μπορεί να επηρεάζει σημαντικά ένα εσωτερικό κενό αέρα στον τοίχο. Στοιχεία του κελύφους του κτιρίου όπως οι θερμογέφυρες και οι γωνίες παραμορφώνουν τις κλίσεις της θερμοκρασίας. Μια τέτοια θερμική ροή χαρακτηρίζεται ως πολυδιάστατη. Για τον υπολογισμό του φορτίου κτιρίου, η μεταφορά θερμότητας αγωγιμότητας γενικά προσεγγίζεται ως μονοδιάστατη. Ωστόσο, οι προσεγγίσεις λαμβάνουν υπόψη τις θερμογέφυρες και τις απώλειες από χαραμάδες, αφού διακατέχουν ένα αρκετά υψηλό συντελεστή απώλειας θερμότητας της τάξης του 0,7. Η απώλεια θερμότητας από τα θεμέλια είναι επίσης πολυδιάστατη, αλλά και πάλι, γίνονται προσεγγίσεις που απλοποιούν τη διαδικασία υπολογισμού.

10. ΚΤΙΡΙΑ ΣΧΕΔΟΝ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Οι ενεργειακές μελέτες, αποτελούν εργαλεία σχεδιασμού των κλιματιστικών δεδομένων των κτιριακών εγκαταστάσεων, με απώτερο σκοπό την μειωμένη ενεργειακή κατανάλωση και επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Πλέον, οι νόμοι και οι σχετικές οδηγίες συνοδεύονται από ολοένα και αυστηρότερα ενεργειακά κριτήρια σε επίπεδο σχεδιασμού και εκμετάλλευσης των φυσικών πηγών ενέργειας. [25]Έτσι έχουν παρουσιαστεί και εφαρμοστεί, σε πιλοτικό ως επί το πλείστον στάδιο, τα λεγόμενα κτίρια μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (Near Zero Energy Buildings), μοντέλα που προσομοιώνονται από το λογισμικό της FineGreen e+ που χρησιμοποιείται στη παρούσα διπλωματική.

Η επιλογή υλικών καθώς και συστημάτων καθορίζουν το ενεργειακό προφίλ για το κτίριο σε σχέση με ενσωματωμένη και λειτουργική ενέργεια. Ωστόσο, ένα χαμηλό ενεργειακό κτίριο, πρέπει να ικανοποιεί τις ανθρώπινες ανάγκες, διότι αν δεν το κάνει, η συνολική προσπάθεια αποφέρει σπατάλη. Οι στόχοι της βιωσιμότητας αποσκοπούν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, της υγείας και της ευεξίας με τους ελάχιστους πόρους. Η μη ορθή διαχείριση των εγκαταστάσεων και η αναποτελεσματική συμπεριφορά των κατοίκων σε αυτές, μπορούν οδηγήσουν οποιαδήποτε μελέτη χαμηλής κτιριακής ενέργειας σε αναποτελεσματικό μοντέλο διαχείρισης. Τα επόμενα χρόνια, όλα τα κτίρια πρέπει να ακολουθήσουν τις ρυθμιστικές πιέσεις και να εκπέμπουν χαμηλές ποσότητες άνθρακα. Στη περίοδο της μετάβασης του ευρωπαϊκού κατασκευαστικού τομέα σε κτίρια ενεργειακής απόδοσης και σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB), μια παρατήρηση της αγοράς που περιέχει ποιοτικές και ποσοτικές ενδείξεις θα πρέπει να συμβάλει στην κάλυψη ορισμένων σημερινών κενών σχετικά με τους στόχους της EE 2020 για τις εκπομπές ρύπων. Εκτός από τις οικονομικές προκλήσεις, υπάρχουν εξίσου σημαντικοί παράγοντες που εμποδίζουν την ανακαίνιση του υφιστάμενου συγκροτήματος κατοικιών και την προσθήκη νέων κτιρίων υψηλής απόδοσης. Διαπιστώνεται ότι οι περισσότερες χώρες της Νότιας Ευρώπης δεν είναι καλά προετοιμασμένες για την εφαρμογή του nZEB και ειδικότερα για την ευκαιρία εκσυγχρονισμού των υφιστάμενων κτιρίων τους. Η δημιουργία μιας κοινής προσέγγισης για την περαιτέρω ανάπτυξη στόχων, εννοιών και ορισμών nZEB σε συνέργεια με την κλιματική, κοινωνική και τεχνική κατάσταση της προόδου στη Νότια Ευρώπη είναι απαραίτητη.

[26]Το όραμα του 2050 είναι προσανατολισμένο προς το οικολογικό απόθεμα σχεδόν μηδενικών ρύπων το οποίο θα επιτευχθεί με τη σημαντική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, δηλαδή κατά μέσο όρο μείωση κατά 50% της ενεργειακής ζήτησης σε σχέση με το έτος 2005. Οι ενδεικτικοί στόχοι για το έτος 2030 περιλαμβάνουν μείωση κατά 15% της τελικής χρήσης ενέργειας στον κτιριακό τομέα σε σχέση με το 2005. Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι αυτοί θα χρειαστεί ανανέωση των πηγών ενέργειας κατά περίπου 40% σε κάθε κτίριο. Σύμφωνα με τη νομοθεσία της ΕΕ, όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να πληρούν τα κριτήρια nZEB από τα τέλη του 2020, ενώ τα νέα δημόσια κτίρια πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο nZEB πριν από δύο χρόνια, δηλαδή από το τέλος του έτους 2018. Οι επιχειρησιακοί στόχοι στη Σλοβενία για το έτος 2020 περιλαμβάνουν 11% μείωση της τελικής ενέργειας στα κτίρια, 31% μερίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική ενέργεια για θέρμανση και ψύξη κτιρίων και 53% μείωση των αερίων του θερμοκηπίου σχετικά με το έτος βάσης 2005. Για τη διευκόλυνση της υλοποίησης των πρώιμων κτιρίων nZEB διατίθενται διάφορες πολιτικές και μέσα (προχωρημένοι κανονισμοί για τα κτίρια, επιδοτήσεις, κατάρτιση, συμβουλευτικά προγράμματα, προγράμματα ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης, σχέδια επίδειξης) έως το έτος 2020 και γίνεται νόμιμη υποχρέωση άνω των 0,6 εκατομμυρίων m² των κτιρίων nZEB να κατασκευαστεί σε εθελοντική βάση.

Οι κανονισμοί πρέπει να συμβαδίζουν με τους γενικούς στόχους της ΕΕ όσον αφορά τις εκπομπές CO₂ και την ενεργειακή απόδοση σε σχέση με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Δεδομένου ότι ο εκάστοτε κανονισμός πρέπει να συμβάλλει τόσο στη μείωση των εκπομπών CO₂ όσο και στην επαρκή ενέργεια, θα πρέπει επίσης να ενσωματώσει έναν ορισμό "σχεδόν μηδενικού άνθρακα" για τα κτίρια. Τοπικές και χρονικές ανισότητες μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια θα πρέπει να εξετάζονται σωστά, συμπεριλαμβάνοντας όλες τις επιτόπιες, παρακείμενες και εκτός παραγωγής εγκαταστάσεις. Επιπρόσθετα, η ευελιξία σε διαφορετικά κλίματα, τύπους κτιρίων, οικοδομικές παραδόσεις και το υπάρχον οικοδομικό απόθεμα δε θα πρέπει να εκλείπει. Οι μελέτες δείχνουν ότι κτίριο σχεδόν μηδενικής ενέργειας θα πρέπει να περιλαμβάνει ένα κατώτατο όριο οικιακής ηλεκτρικής ενέργειας που θα χρησιμοποιείται από τον ενσωματωμένο εξοπλισμό του κτιρίου (π.χ. ανελκυστήρες και συστήματα πυροπροστασίας) που υπερβαίνουν τις κλασσικές απαιτήσεις του κτιρίου (θέρμανση, ψύξη, εξαερισμός και φωτισμός). Τονίζεται ότι ένα κοινό ενεργειακό ισοζύγιο για μια ομάδα κτιρίων θα απαιτούσε ξεχωριστή αξιολόγηση της ενεργειακής ζήτησης και του ενεργειακού εφοδιασμού. Αυτό θα επέτρεπε την

αντιστάθμιση των μειονεκτημάτων των μεμονωμένων κτιρίων, όπως τα μειωμένα ηλιακά κέρδη μέσω σκίασης.

Τα κράτη μέλη της ΕΕ μπορούν να καθορίσουν την εθνική απαίτησή τους για την ενεργειακή ζήτηση των κτιρίων εντός της επικράτειας, λαμβάνοντας υπόψη το εθνικό πλαίσιο. Αυτό θα επιτρέψει μια συγκεκριμένη ισορροπία με τις πιο βολικές και προσιτές τεχνολογίες για τη μείωση της ζήτησης ενέργειας και την αύξηση χρήσης της ανανεώσιμης ενέργειας.

11. ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΛΟΓΙΜΙΚΟΥ FineGREEN e+



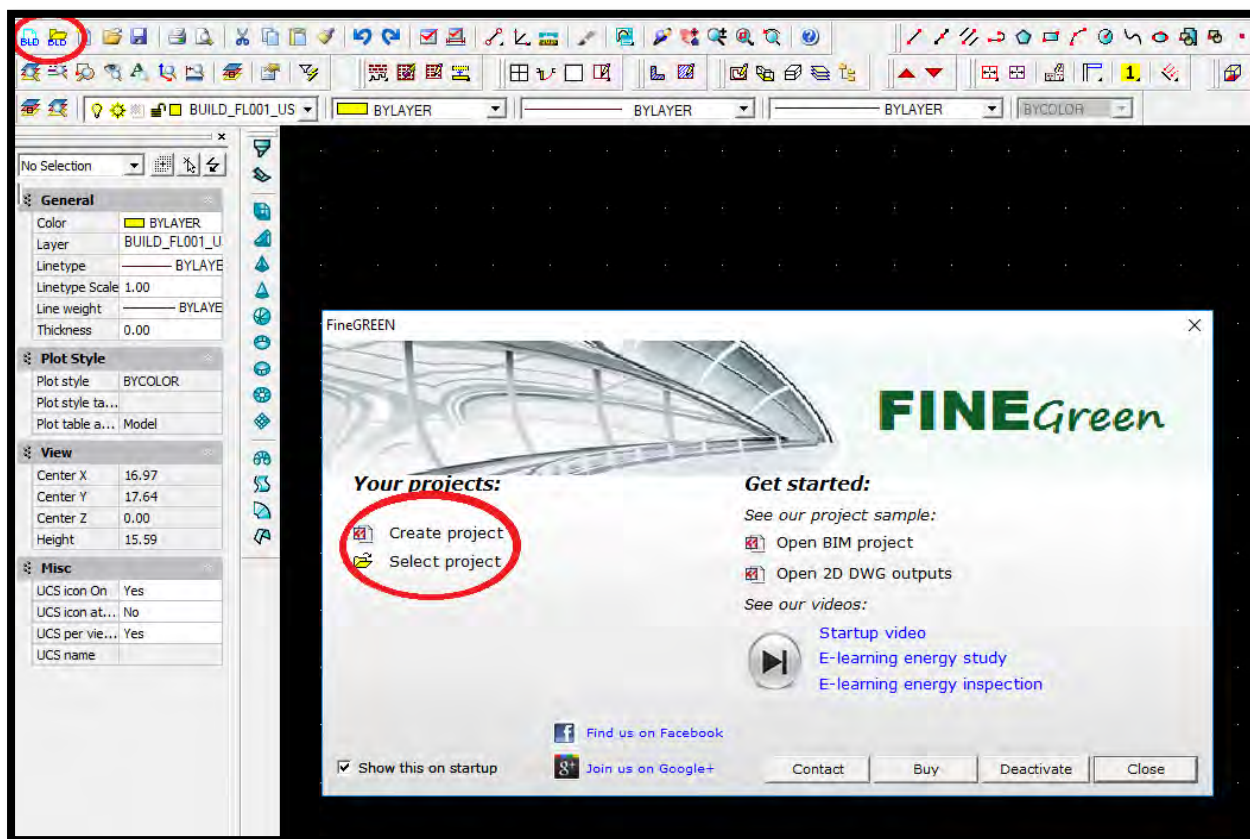
Στη παρούσα φάση θα δούμε κάποιες βασικές ενέργειες που πρέπει να γίνουν για να καταστήσουν την έναρξη της μελέτης εφικτή. Τα συγκεκριμένα βήματα αρχικοποίησης πρέπει να τηρούνται πιστά, ανεξαρτήτως του είδους της μελέτης, αφού προσδιορίζουν τη κτιριακή εγκατάσταση και θέτουν τις καίριες βάσεις πάνω στις οποίες θα χτιστούν οι υπολογισμοί που έπονται.

Αυτός ο Οδηγός γρήγορης εκκίνησης παρέχει μια γρήγορη και φιλική εισαγωγή στις κύριες λειτουργίες του FineGREEN, το οποίο αποτελεί τον κινητήριο μοχλό ενασχόλησης των μηχανικών με το συγκεκριμένο λογισμικό της EnergyPlus, αφού πρόκειται για ένα λογισμικό προσομοίωσης βασισμένο στις δυνατότητες του EnergyPlus για την παραγωγή εκτιμήσεων. Το FineGREEN προσφέρει στο χρήστη ένα συμβατικό interface που του επιτρέπει να αλληλεπιδρά με το πρόγραμμα με χαρακτηριστική ευκολία και να απολαμβάνει τις απεριόριστες δυνατότητες που του προσφέρονται τόσο σε υπολογιστικό όσο και σε μελετητικό επίπεδο. Η συμβατότητά του με το AutoCAD και αρχεία της μορφής DWG & IFC γενικότερα, θέτει την υποψηφιότητα του για ευρύτερη χρήση, αφού χρησιμοποιώντας τη διεπαφή 3D BIM παρέχει στον EnergyPlus Energy Accessor τη δυνατότητα να συμπληρώνει αυτόματα όλα τα δεδομένα κτιρίων και δεδομένων ζώνης κατευθείαν από το μοντέλο 3D στα πεδία εισαγωγής δεδομένων του EnergyPlus. Το FINE τοποθετεί μόνο του στην κάτοψη τους υποδοχείς (θερμαντικά σώματα, μονάδες FCU, στόμια αεραγωγών, sprinkler, φωτιστικά, διακόπτες κ.α.) και προσφέρει ένα ευρύ σύνολο αυτοματοποιημένων υπολογισμών που απορρέει από ένα πλούσιο μεθοδολογικό υπόβαθρο που περιλαμβάνει αρκετές επιλογές μεθόδων υπολογισμού (όπως Carrier-Ashrae κ.α.). Επιπρόσθετα ο μελετητής είναι σε θέση να δημιουργήσει τη τρισδιάστατη απεικόνιση του κτιρίου που μελετά, αφού ολοκληρώσει τη κατασκευή του κελύφους. Έτσι έχει το πλεονέκτημα ανά πάσα στιγμή να ελέγχει τις ενεργειακές απώλειες και εισροές, αφού ο προσανατολισμός και οι σκιάσεις τόσο ίδιου του κτιρίου όσο και των γειτονικών εισέρχονται σε ένα ενεργητικό μοντέλο που σε συνδυασμό με τη πληθώρα καιρικών, γεωγραφικών και εδαφικών ρυθμίσεων οδηγούν στην εύρεση της βέλτιστης ενεργειακά λύσης για το κτίριο. Η ενασχόληση με το συγκεκριμένο τύπο λογισμικού και οι δυνατότητες που προσφέρει, προϋποθέτει την πιστή τήρηση ορισμένων κανόνων και βημάτων από το χρήστη προκειμένου να υπάρξει ένα εποικοδομητικό αποτέλεσμα. Όλα αυτά σε συνδυασμό με επιπλέον πληροφορίες και οδηγίες χρήσης θα διατυπωθούν παρακάτω σε μια προσπάθεια εκμάθησης του λογισμικού από αρχάριους χρήστες.

11.1 ΞΕΚΙΝΩΝΤΑΣ

Θα ξεκινήσουμε λοιπόν παρουσιάζοντας τα πρώτα βασικά βήματα για τη δημιουργία μιας μελέτης και σταδιακά εξηγώντας τα επιμέρους τμήματα των υπολογισμών και των ορισμών των διαφόρων στοιχείων στο λογισμικό θα φτάσουμε ως το τελικό μας επιθυμητό αποτέλεσμα.

Με την προϋπόθεση ότι το πρόγραμμα έχει εγκατασταθεί σωστά χωρίς σφάλματα, το πρώτο πράγμα που πρέπει να κάνουμε, όπως και σε κάθε μελέτη, είναι η δημιουργία και η αρχικοποίησή της. Σε αυτό το σημείο είναι αναγκαίο να επισημανθεί ότι το λογισμικό της FINEGreen συνδυάζει το σχεδιαστικό τμήμα μιας μελέτης με το υπολογιστικό στο ίδιο περιβάλλον εργασίας, γεγονός που δίνει ακόμα μεγαλύτερο βάρος στην ορθή αρχικοποίηση με στόχο το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Το περιβάλλον εργασίας είναι αρκετά φιλικό προς το χρήστη και εύκολα μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει το συγκεκριμένο εργαλείο για μελέτη, αφού τα λεπτομερή του αποτελέσματα αποτελούν τον επιθυμητό στόχο του κάθε μελετητή. Η αρχικοποίηση λοιπόν γίνεται κατά την εκκίνηση του προγράμματος με μία από τις δύο διαθέσιμες επιλογές που μας δίνονται όπως φαίνεται παρακάτω.

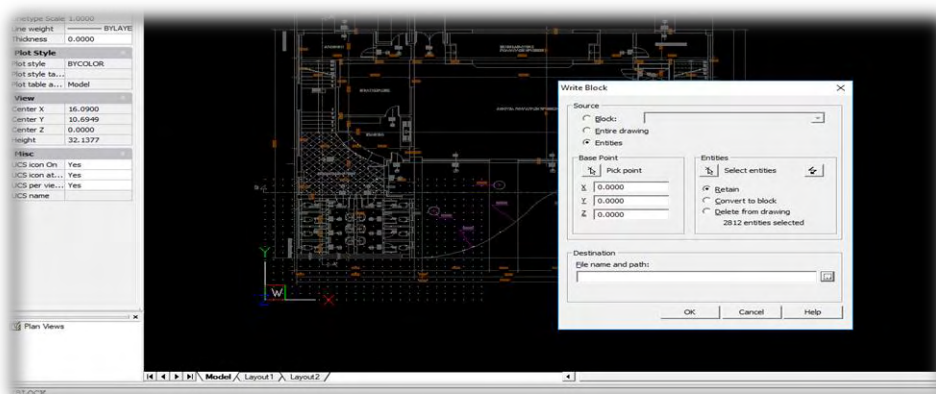


Εικόνα 24 Δημιουργία νέας μελέτης

Εν συνεχεία ορίζουμε στη μελέτη μας το όνομα που επιθυμούμε και δημιουργείται αυτόματα ένα BLD κενό αρχείο εμφανιζόμενο ως <onoma-meletis>.bld. Αξιοσημείωτο είναι ότι όλος ο σχεδιασμός της κτιριακής εγκατάστασης γίνεται υποχρεωτικά στο <onoma-meletis>.dwg σχέδιο που δημιουργείται από το ίδιο το λογισμικό κατά τον ορισμό της νέας μελέτης, που ανοίγει αυτόματα από προεπιλογή με κάθε έναρξη καινούργιας μελέτης. Μόνο έτσι το λογισμικό είναι σε θέση να αναγνωρίσει το σχέδιο από το οποίο θα πάρει τα στοιχεία για να ξεκινήσει τους υπολογισμούς. Σε περίπτωση που η μελέτη υπάρχει ήδη και χρίζει επεξεργασίας, πατώντας Select project ανοίγουμε την επιθυμητή μελέτη που θα εμφανίζεται εν προκειμένω ως <onoma-meletis>.bld.

11.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ

Αφού δημιουργηθεί η νέα μελέτη, το επόμενο βήμα προκειμένου να δημιουργηθεί το κέλυφος του κτιρίου από τα στοιχεία του, είναι να ενσωματώσουμε στο πρόγραμμα της FineGREEN τις κατόψεις των ορόφων που αποτελούν τη κτιριακή εγκατάσταση. Τα αρχιτεκτονικά σχέδια όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω εισάγονται στο πρόγραμμα σαν Blocks, με άλλα λόγια είναι επιτακτική η ανάγκη να ακολουθηθεί μια διαδικασία προετοιμασίας τους πριν την εισαγωγή τους στη μελέτη. Έχοντας λοιπόν ανοιχτό το πρόγραμμα και πατώντας Ctrl+O εμφανίζεται η καρτέλα επιλογής αρχείου. Επιλέγοντας το επιθυμητό αρχιτεκτονικό σχέδιο ο χρήστης κρατώντας την κάτοψη και μόνο και σβήνοντας τα περιττά σχεδιαστικά γραφήματα αν υπάρχουν, στη γραμμή εντολών πατώντας WBLOCK έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύσει το έτοιμο προς μελέτη πλέον σχέδιο στο φάκελο της επιλογής του.



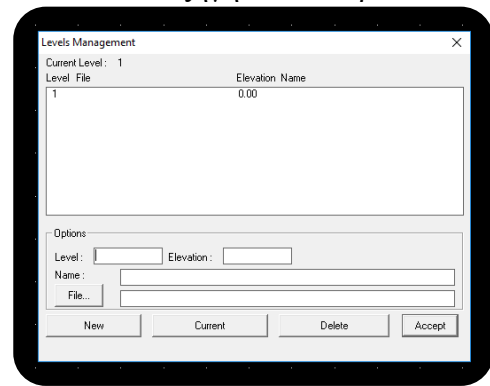
Εικόνα 25 Εντολή WBLOCK για τον ορισμό των αρχιτεκτονικών σχεδίων

Η ακριβώς αντίθετης φύσης εντολή είναι η 'explode' που ουσιαστικά μετατρέπει ένα block σε ένα σύνολο απλών γραμμών που ο χρήστης μπορεί πλέον να επεξεργαστεί.

Αφού ολοκληρωθεί η ίδια διαδικασία για τις κατόψεις όλων των ορόφων και δημιουργηθεί ο πλήρης φάκελος με τα σχέδια, το τελευταίο βήμα είναι η αντιγραφή του συγκεκριμένου φακέλου στο <onoma-meletis>.bld αρχείο της μελέτης προκειμένου να κατορθώσει το πρόγραμμα να τα φορτώσει στη μελέτη.

Στη γραμμή του μενού υπάρχουν διάφορες καρτέλες-που θα εξηγηθούν παρακάτω- με σημαντικότερη εκείνη

που απεικονίζεται ως AutoBLD, αφού εκεί είναι τοποθετημένα τα περισσότερα εργαλεία που χρησιμοποιούμε. Πηγαίνοντας λοιπόν στη συγκεκριμένη καρτέλα και επιλέγοντας Building Definition εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο εργασίας.



Εικόνα 26 Ορισμός επιπέδων κτιρίου

Μέσω του συγκεκριμένου παραθύρου ορίζουμε στο <onoma-meletis>.dwg αρχείο τους ορόφους του κτιρίου

και τα αρχιτεκτονικά τους σχέδια εισάγονται στον κάθε όροφο αντίστοιχα σαν blocks. Έτσι στην επιλογή Level ορίζουμε τον α.α. του ορόφου και στο πεδίο Elevation ορίζουμε το επιθυμητό του ύψος. Εν συνεχεία δίνουμε όνομα στον εκάστοτε όροφο (πχ 1st floor, 2nd floor...) και επιλέγουμε το αρχιτεκτονικό του σχέδιο μέσω της επιλογής File – το οποίο μπορεί να έχει μορφή dwg ή ifc. Τέλος πατώντας Accept το σχέδιο αποθηκεύεται και μέσω της επιλογής New μπορούμε να περάσουμε τον επόμενο όροφο κ.ο.κ.

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και στην περίπτωση όπου επιλέγουμε να ανοίξουμε μια ήδη υπάρχουσα μελέτη, στην οποία δεν έχουν οριστεί τα αρχιτεκτονικά δεδομένα της κτιριακής εγκατάστασης.

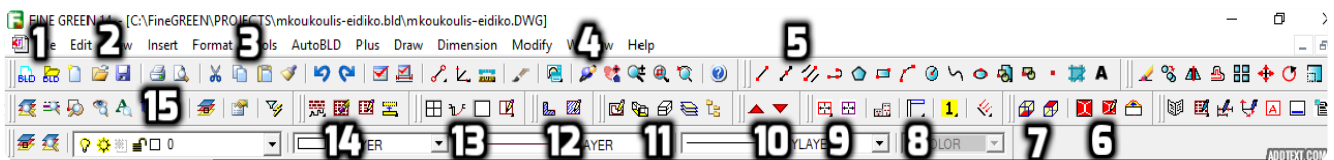
11.3 ΚΥΡΙΩΣ ΜΕΝΟΥ

Πριν εμβαθύνουμε σε περαιτέρω λεπτομέρειες σχετικά με το σχεδιασμό και τους επιμέρους υπολογισμούς, σκόπιμη θα ήταν μια περιήγηση στο αρχικό μενού του περιβάλλοντος εργασίας που

καλείται ο μηχανικός να εργαστεί. Αυτό κρίνεται αναγκαίο αφού όλες οι λειτουργίες, τα σχεδιαστικά και τα υπολογιστικά δεδομένα απαιτούν μιας πρώτης τάξεως εξοικείωση από το χρήστη. Αναλυτικότερα λοιπόν έχουμε τα εξής:

1. File : Βασικές ενέργειες που αφορούν το project και τις λειτουργίες του
2. Edit : Βασικές επιλογές διόρθωσης και αντιγραφής δεδομένων
3. View : Ενέργειες που σχετίζονται με την απεικόνιση του σχεδίου
4. Insert : Λειτουργίες εισαγωγής δεδομένων
5. Format : Επιλογές μορφοποίησης διαφόρων χαρακτηριστικών (χρώμα, μονάδες μέτρησης κ.α.)
6. Tools : Γενικές βοηθητικές επιλογές κατά τη σχεδίαση
7. AutoBLD : Το κυριότερο τμήμα της γραμμής εντολών, με όλες τις λειτουργίες που αφορούν τόσο το σχεδιαστικό όσο και το υπολογιστικό κομμάτι
8. Plus : Γενικές εντολές εισόδου
9. Draw : Εντολές σχεδιασμού γραμμών διαφόρων γραμμών
10. Dimension : Εντολές σχετικές με διαστασιολόγηση
11. Modify : Διάφορες εντολές τροποποίησης

Στη παρακάτω εικόνα φαίνεται η δομή της γραμμής εντολών και οι συντομεύσεις για γρήγορη πρόσβαση στις διάφορες λειτουργίες.



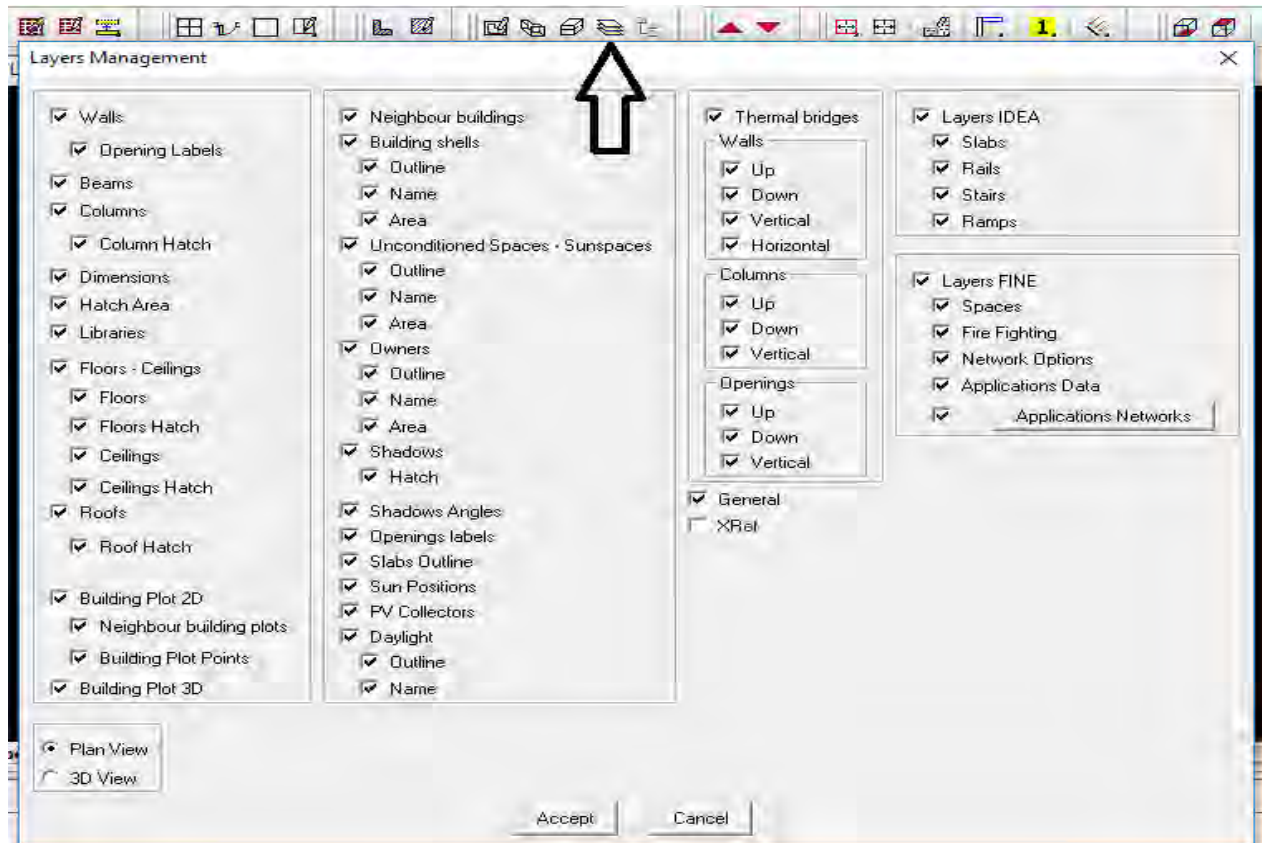
Εικόνα 27 Γραμμή εντολών στο περιβάλλον εργασίας του FineGreen e+

Όλες οι συντομεύσεις που υπάρχουν κάτω από το κύριο μενού, λειτουργούν βοηθητικά στο χρήστη και επιτρέπουν μια γρήγορη και ποιοτική συνάμα εμπειρία, που καταλυτικά προσφέρουν αμεσότητα στην εκτέλεση των αντίστοιχων εντολών. Ενδεικτικά οι κυριότερες από αυτές επεξηγούνται παρακάτω αναφορικά με τη λειτουργία τους. Έτσι :

1. Δημιουργία νέας μελέτης ή άνοιγμα ήδη υπάρχουσας
2. Άνοιγμα αρχείου για τη μελέτη (συνήθως αρχιτεκτονικά σχέδια)
3. Εργαλεία μορφοποίησης
4. Εργαλείο περιστροφής της κτιριακής εγκατάστασης στη τρισδιάστατη μορφή της
5. Σχεδίαση διαφόρων γραμμών στο επίπεδο (line, polyline, curved line κ.α.)

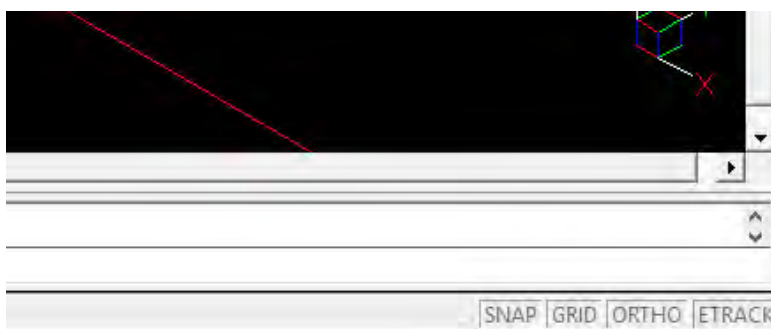
6. Σχεδιασμός οροφής κτιρίου
7. Ορισμός οροφής κτιρίου
8. Ορισμός σκιάσεων οριζόντιων προβόλων (οι σκιάσεις κάθετων προβόλων υπολογίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα και δεν απαιτείται κάποια ενέργεια από το χρήστη)
9. Ορισμός θερμικών ζωνών κτιρίου
10. Εναλλαγή ορόφων κατά το σχεδιασμό
11. Τρεις επιλογές απεικόνισης σχεδίου (δισδιάστατη ορόφου, τρισδιάστατη συγκεκριμένου ορόφου, τρισδιάστατη κτιρίου)
12. Σχεδιασμός φέροντος στοιχείου
13. Σχεδιασμός ανοιγμάτων (πόρτες, παράθυρα, ανοίγματα τοίχου)
14. Σχεδιασμός τοιχοποιίας
15. Διαχείριση εμφανιζόμενων layers

Αξίζει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση και στην επιλογή των καταλλήλων στοιχείων κάθε φορά προς εμφάνιση. Μια τέτοια επιλογή λειτουργεί βοηθητικά στο σχεδιασμό και επιτρέπει στο χρήστη να εμφανίζει στην οθόνη του ότι θεωρεί απαραίτητο και μόνο, πατώντας (και όχι διαγράφοντας) ότι εκείνη τη στιγμή δεν του προσφέρει πληροφορία. Στη παρακάτω εικόνα φαίνεται πως ενεργοποιούμε τη συγκεκριμένη επιλογή και πως ενεργοποιούμε και απενεργοποιούμε αντίστοιχα τις επιλογές που χρειαζόμαστε απλά επιλέγοντας το κουτάκι που θέλουμε και πατώντας accept. Συμπληρωματικά αναφέρεται ότι επιλογή XRef αναφέρεται στα αρχιτεκτονικά σχέδια που έχουν εισαχθεί στη μελέτη από τον εκάστοτε χρήστη απομονώνοντάς τα ή μη.



Εικόνα 28 Layers management

Στην παραπάνω εικόνα φαίνονται όλες οι δυνατές επιλογές που μπορεί να κάνει ο χρήστης. Αυτό που είναι σημαντικό να τονιστεί σχετίζεται με το γεγονός πως η ονομασία layers δε θα πρέπει να συγχέεται με το αρχιτεκτονικό σχεδιαστικό τμήμα που αφορά το σχέδιο των κατόψεων, αφού για εκείνο υπάρχει ξεχωριστή επιλογή και αποτελεί μια αυτόνομη και ξεχωριστή λειτουργία.



Εικόνα 29 Βοηθητικές εντολές σχεδιασμού

Στο μενού των διαφόρων εντολών, θα μπορούσαν να ενταχθούν και οι επιλογές που βρίσκονται κάτω δεξιά και αφορούν το σχεδιασμό. Πιο συγκεκριμένα ανά μια οι εντολές ενεργούν ως εξής:

SNAP: Εάν έχει επιλεγεί "Snap", η κίνηση του δρομέα γραφικών μπορεί να μην είναι συνεχής. Για να αλλάξει η αύξηση, κάνουμε δεξί κλικ με το ποντίκι στο "SNAP" και επιλέγουμε "Ρυθμίσεις".

GRID: Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί το πλέγμα οθόνης, ένα μοτίβο κάθετων και οριζόντιων κουκίδων. Το πλέγμα μπορεί να ενεργοποιηθεί ή να απενεργοποιηθεί κάνοντας κλικ στο αντίστοιχο εικονίδιο ή και μέσω του πλήκτρου F7.

ORTHO: Η λειτουργία "Ortho" περιορίζει τον κέρσορα σε οριζόντια ή κάθετη κίνηση και όχι αυτόνομη από το χρήστη. Η εντολή ενεργοποιείται ή απενεργοποιείται κάνοντας κλικ στο αντίστοιχο εικονίδιο ή πατώντας το πλήκτρο F8.

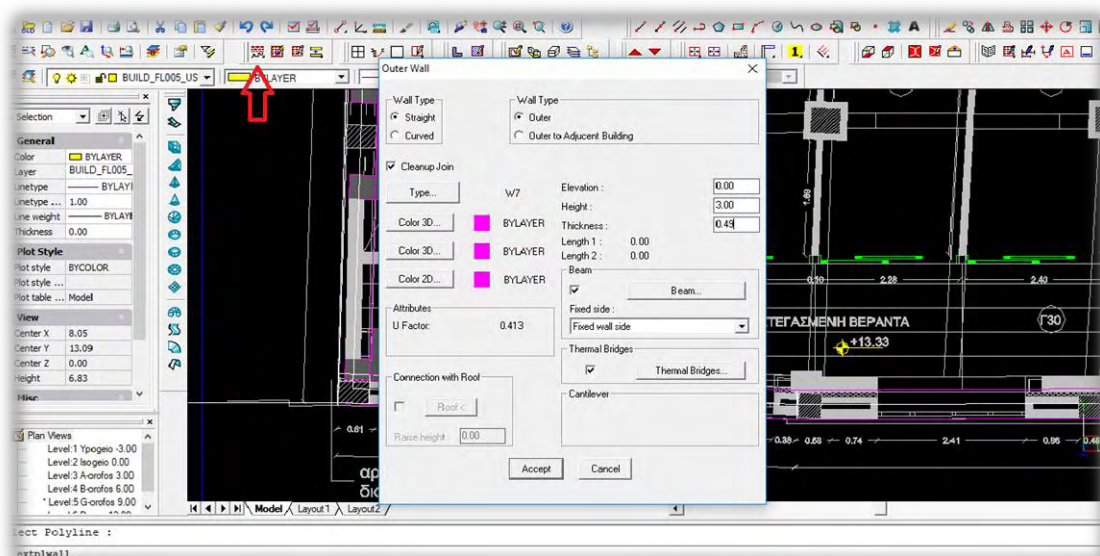
ETRACK: Απόκτηση σημείου



11.4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

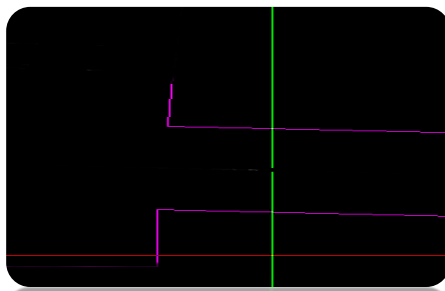
Ο σχεδιασμός του κελύφους της κτιριακής εγκατάστασης αποτελεί τον βασικό πυλώνα, πάνω στον οποίο στηρίζονται τα αποτελέσματα της εκάστοτε μελέτης. Πλέον οι σχεδιαστικές γραμμές έχουν υπόσταση στο χώρο και σε συνδυασμό με τα υλικά που επιλέγει ο μελετητής για να ορίσει τη φυσική τους δομή, καθίστανται στοιχεία. Για κάθε στοιχείο λοιπόν είναι αδήριτη η ανάγκη τόσο να σχεδιαστεί όσο και να οριστεί σωστά, αφού κάθε σχεδιαστική απόκλιση από τη πραγματικότητα ενισχύει αναλόγως και το τελικό σφάλμα της μελέτης.

Αυτή η ενότητα έχει ως στόχο να ορίσει λεπτομερώς τη διαδικασία κατασκευής του κελύφους της κτιριακής εγκατάστασης και να επισημάνει τυχόν μελετητικά λάθη που μπορούν να οδηγήσουν σε εσφαλμένα αποτελέσματα.

Αφού έχουμε εισάγει τα αρχιτεκτονικά σχέδια στη μελέτη μας, το επόμενο βήμα είναι ο σχεδιασμός της τοιχοποιίας με βάση τα παραπάνω σχέδια. Κάτι τέτοιο προϋποθέτει ορθή γνώση όλων των χαρακτηριστικών των τοιχίων, διότι η τρισδιάστατη απεικόνιση του κτιριακού κελύφους στη τελική του μορφή θα πρέπει να συμβαδίζει όσο πιο πιστά γίνεται με το πραγματικό.



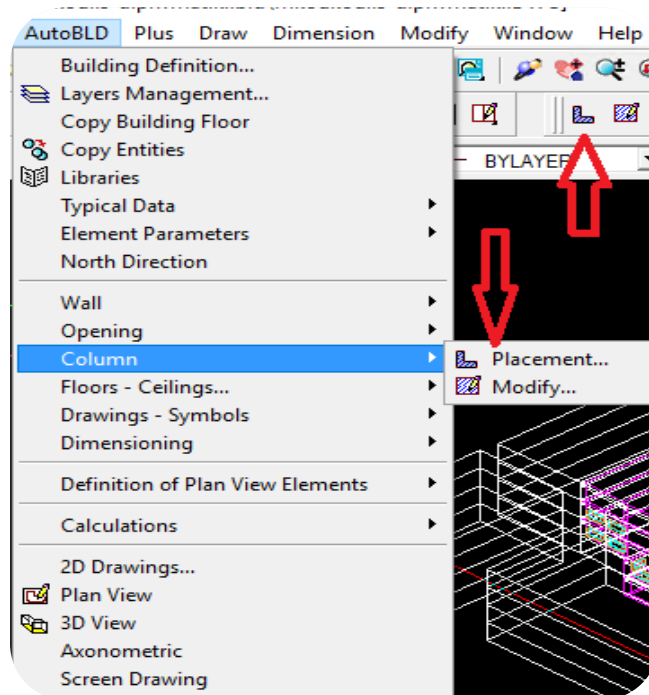
Πατώντας στη συντόμευση όπως φαίνεται και στη παραπάνω εικόνα (ή μέσω AutoBLD/Wall) επιλέγουμε τη δημιουργία ενός νέου τοιχίου και μας εμφανίζεται το παραπάνω παράθυρο μέσω του οποίου ορίζουμε τα επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως ύψος, πλάτος, είδος τοιχοποιίας, ύπαρξη ή μη δοκαριού, επιλογή θερμικής γέφυρας. Στη συνέχεια σχεδιάζουμε το νέο στοιχείο σύμφωνα με τα αρχιτεκτονικά σχέδια που υπάρχουν στο αρχείο μας. Οι επιλογές σχεδίασης ποικίλουν τόσο για εσωτερικούς όσο και για εξωτερικούς τοίχους. Στο μελετητή  δίνεται η δυνατότητα σχεδίασης ενός νέου τοίχου απευθείας σχεδιάζοντας την επιθυμητή γραμμή  ή επιλέγοντας ένα polyline που έχει σχεδιαστεί εκ των προτέρων. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται όταν σχεδιάζοντας ένα τοίχο επιθυμούμε να τον ενώσουμε με ένα ήδη υπάρχων, καθώς απαιτείται μεγαλύτερη ακρίβεια σχεδιασμού προκειμένου το πρόγραμμα να αντιληφθεί την ένωση και να συμπληρώσει τα τυχόν κενά που δημιουργούνται αυτόματα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής είναι το παρακάτω, με το πρόγραμμα να έχει αφαιρέσει τα περιττά τμήματα και να έχει ενώσει τους δύο τοίχους κάνοντάς τους να έχουν συνέχεια.



Εικόνα 31 Παράδειγμα ορθής γειννίασης κάθετων τοιχίων


Με τον ίδιο τρόπο δουλεύουμε για όλη τη κτιριακή εγκατάσταση είτε πρόκειται για εξωτερικούς είτε για εσωτερικούς τοίχους. Για πιο γρήγορη σχεδίαση μέσω της επιλογής AutoBLD/ Copy Building Floor παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να αντιγράψει σχεδιαστικά δεδομένα από ένα όροφο σε ένα άλλο αυτούσια (τοιχοποιία, polylines, ανοίγματα).




Όσο αφορά το σχεδιασμό φέροντος στοιχείου (κολώνες), η λογική δε διαφέρει από το κλασσικό σχεδιασμό των στοιχείων. Όπως απεικονίζεται και στη παρακάτω εικόνα η επιλογή σχεδιασμού μπορεί να επιτευχθεί από δύο διαφορετικά σημεία του προγράμματος. Το υλικό κατασκευής του φέροντος στοιχείου μπορεί να επιλεγεί από βιβλιοθήκη ή να δημιουργηθεί από το χρήστη όπως θα περιγραφεί στην επόμενη ενότητα.



Εικόνα 32 Εισαγωγή φέροντος στοιχείου


Ο σχεδιασμός μπορεί να γίνει είτε με απευθείας χειρισμό της εντολής, είτε με τη δημιουργία μιας polyline πάνω στην οποία θα σχεδιαστεί το φέρον στοιχείο.

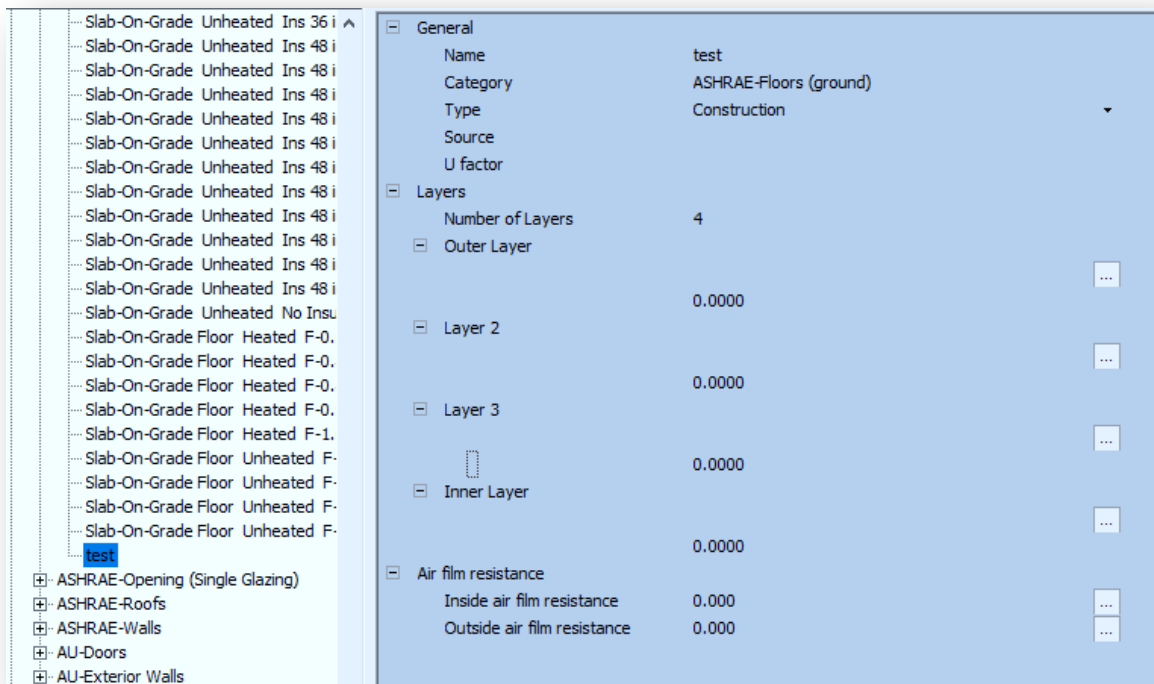
Στο σχεδιαστικό κομμάτι που αφορά το κτιριακό κέλυφος, εντάσσονται και τα διάφορων ειδών ανοίγματα όπως πόρτες, παράθυρα κ.α. Επιλέγοντας κάθε φορά το επιθυμητό άνοιγμα () ορίζουμε τα χαρακτηριστικά του, παρόμοια με αυτά της τοιχοποιίας και επιλέγουμε τον τοίχο στον οποίο θα τοποθετηθεί. Εν συνεχεία το πρόγραμμα από μόνο του κάνει τις απαραίτητες τομές στον τοίχο και μας παρουσιάζει το τελικό αποτέλεσμα αυτόματα. Πιο συγκεκριμένα κατά την εισαγωγή παραθύρων ο μελετητής επιλέγει το είδος του παραθύρου που θέλει να χρησιμοποιήσει – μονόφυλλο ή δίφυλλο – επιλογή που έχει τη σημασία της κυρίως κατά τη τρισδιάστατη απεικόνιση αφού το u factor ορίζεται από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του στοιχείου. Αναφερόμενοι στην εισαγωγή ανοιγμάτων τύπου πόρτας ο σχεδιαστής πρέπει να γνωρίζει ότι αφενός όπως και στα παράθυρα το u factor ορίζεται από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του στοιχείου και το είδος της πόρτας έχει νόημα μόνο κατά τη τρισδιάστατη απεικόνιση και αφετέρου ότι πλέον εκτός από την επιλογή του τοίχου στον οποίο θα μπει, ορίζονται τρία ακόμη σημεία που αφορούν τη θέση έναρξης, τη θέση τερματισμού και τη φορά ανοίγματος.

Επιπρόσθετα, πατώματα  και οροφές   πρέπει να οριστούν σωστά για να ολοκληρωθεί το κτιριακό κέλυφος και να προχωρήσουμε σε ηλεκτρομηχανολογικές αναλύσεις που συνθέτουν τη τελική εικόνα της μελέτης. Έτσι με προσοχή τόσο στα υλικά κατασκευής όσο και στις επιφάνειες ο μελετητής δίνει στο πρόγραμμα πληροφορίες σχετικές με δάπεδα (προς το έδαφος, προς πυλωτή ή προς μη θερμαινόμενο χώρο) και οροφές, με έμφαση στο γεγονός ότι η επιφάνεια που ορίζει το δάπεδο (ή το άθροισμα των επιμέρους δαπέδων εφόσον υπάρχουν) θα πρέπει τελικά να ισούται με την επιφάνεια που ορίζει η οροφή (ή το άθροισμα των επιμέρους οροφών εφόσον υπάρχουν). Για να μπορέσει ο μελετητής να είναι ακριβής σε αυτό το τμήμα της μελέτης, καλό θα ήταν να σχεδιάσει εκ των προτέρων το περίγραμμα του δαπέδου και να το αντιγράψει στο επίπεδο της οροφής, έτσι ώστε να βεβαιωθεί πως στο τέλος τα δυο συνολικά εμβαδά θα συμπίπτουν.

11.5 ΟΡΙΣΜΟΣ ΝΕΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το πρόγραμμα διαθέτει μια αρκετά μεγάλη και αναλυτική βιβλιοθήκη στοιχείων, από τα οποία μπορεί ο μελετητής να επιλέξει για να εισάγει στη μελέτη του προκειμένου να φτάσει σχεδιαστικά το μοντέλο της κτιριακής εγκατάστασης όσο γίνεται πιο κοντά στη πραγματικότητα και στα πραγματικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται. Τα περισσότερα στοιχεία που ήδη εμπεριέχονται καθώς και τα μοντέλα υπολογισμών ακολουθούν τα πρότυπα της ASHRAE, και αναλόγως τη μελέτη, εφόσον αφορά την Ελληνική επικράτεια, ενδέχεται να μην καλύπτουν τις κατασκευαστικές απαιτήσεις. Για το λόγο αυτό δημιουργείται η ανάγκη ένταξης στοιχείων στη μελέτη που δεν εμπεριέχονται στη βιβλιοθήκη, αλλά που πρέπει να κατασκευαστούν από τον ίδιο το μελετητή με βάση τα πραγματικά. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο αρκούν μερικά απλά βήματα όπως φαίνεται και στις παρακάτω εικόνες.

Αρχικά ανοίγουμε τη βιβλιοθήκη  και επιλέγουμε το τμήμα στο οποίο θέλουμε να εντάξουμε το νέο στοιχείο ανάλογα με το τύπο του (τοιχοποιία, άνοιγμα, δάπεδο, οροφή) συνήθως στο τμήμα Constructions . Πατώντας Add εμφανίζεται το πλαίσιο εισαγωγής ονόματος του νέου στοιχείου που έχει δημιουργηθεί στο συγκεκριμένο τμήμα της βιβλιοθήκης και χρίζει ανάλυσης ως προς τα υλικά που το συνθέτουν.

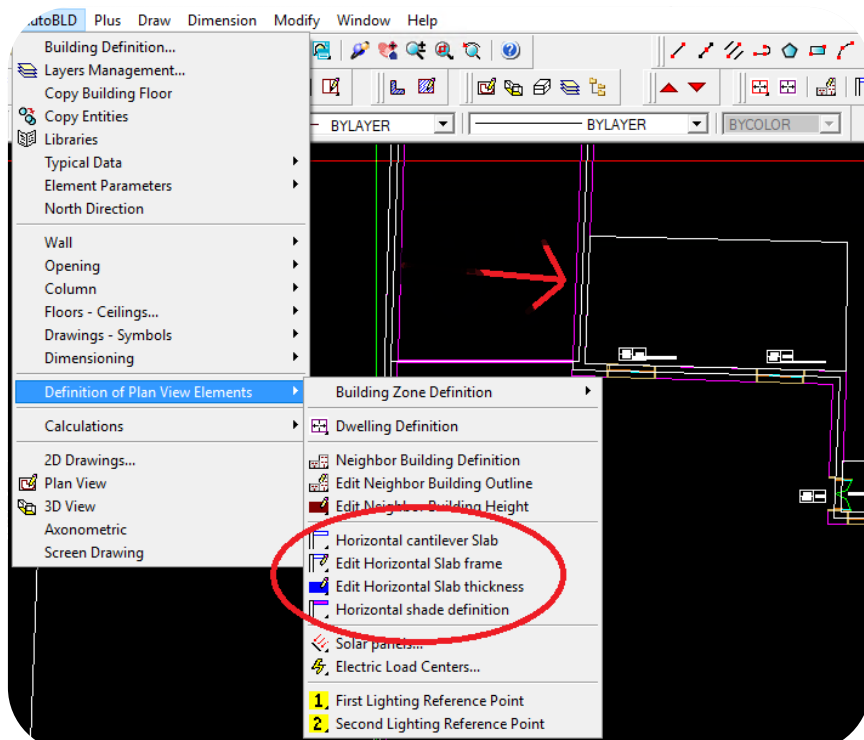


Εικόνα 33 Παράδειγμα δημιουργίας νέου στοιχείου

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται μια τυπική δήλωση στοιχείου. Από πάνω προς τα κάτω παρατηρούμε την ονομασία του νέου στοιχείου, τον τύπο του και αν θα αποτελείται από στρώσεις υλικών. Σε περίπτωση που υπάρχουν στρώσεις δηλώνονται από την εξωτερική προς την εσωτερική πατώντας τις τρεις τελείες και επιλέγοντας σε κάθε περίπτωση το κατάλληλο υλικό, με το επιθυμητό πάχος να σημειώνεται ακριβώς από κάτω (σε m). Τα υπόλοιπα δεδομένα που απαιτούνται συμπληρώνονται με βάση πίνακες και νομοθεσίες της χώρας, για παράδειγμα με βάση τους κανονισμούς του KENAK για την Ελλάδα. Εφόσον λοιπόν έχει ολοκληρωθεί η όλη διαδικασία ορισμού ενός νέου στοιχείου που πληροί τις προϋποθέσεις, έρχεται η ώρα εισαγωγής του στη κτιριακή εγκατάσταση για την οποία δημιουργήθηκε. Ο μελετητής επιλέγει μέσω του μονοπατιού AutoBLD/Typical Data την ομάδα δεδομένων που θέλει να βάλει το νέο στοιχείο (openings, outer walls, inner walls...) και πατώντας library του δίνεται η δυνατότητα να βρει και να εισάγει το στοιχείο σε όποια θέση διαλέξει. Αυτομάτως το πεδίο που μπαίνει το νέο στοιχείο, ανανεώνει όλα τα σχεδιαστικά δεδομένα που το εμπεριέχουν χωρίς να απαιτείται να αλλαχθούν τα δεδομένα σε κάθε σχεδιαστικό πλαίσιο ξεχωριστά. Αυτή η σχεδιαστική λειτουργία εξοικονομεί χρόνο σχεδιασμού και επιτρέπει αλλαγές ανά πάσα στιγμή με απόλυτη ευκολία και ακρίβεια.

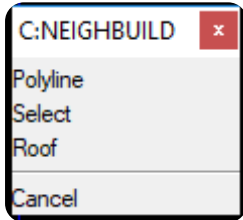
11.6 ΣΚΙΑΣΕΙΣ

Ένα ακόμη τμήμα του κτιρίου που πρέπει να συμπεριληφθεί στη μελέτη για την ακριβέστερη και πιο αποτελεσματική εξοικονόμηση πόρων, είναι οι φυσικές σκιάσεις που επιδρούν στο κτίριο είτε αυτές προέρχονται από το ίδιο το κτιριακό κέλυφος προς τον εαυτό τους είτε όχι. Τέτοια παραδείγματα είναι σκιάσεις από μπαλκόνια ορόφων στον προηγούμενο όροφο, σκιάσεις εξωτερικών κλιμακοστασίων κ.α. Στο συγκεκριμένο λογισμικό ο μελετητής πρέπει να προνοήσει μόνο για τις σκιάσεις των οριζόντιων προβόλων, αφού τις σκιάσεις των καθέτων τις εντάσσει στον υπολογισμό το πρόγραμμα αυτόνομα. Με τον όρο πρόβολο εννοούμε κάθε τμήμα της κτιριακής εγκατάστασης που προεξέχει και κρατιέται στο κενό χωρίς να έχει υποστήριγμα. Έτσι με μια απλή στη βάση της διαδικασία, ο μελετητής πηγαίνει αρχικά στον όροφο του προβόλου και σχεδιάζει το περίγραμμά του. Εν συνεχεία αντιγράφει το περίγραμμα στον αμέσως προηγούμενο όροφο και με την εντολή που φαίνεται στη παρακάτω εικόνα το ορίζει σαν σκίαση, δίνοντάς του το χαρακτηριστικό λευκό χρώμα (κόκκινο βέλος).



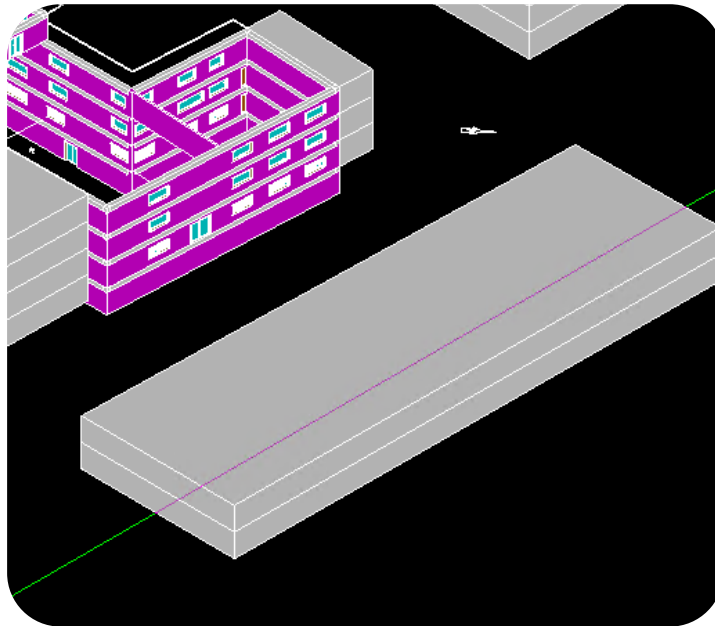
Εικόνα 34 Εισαγωγή σκιάσεων οριζόντιων προβόλων

Στο μελετητικό τμήμα των σκιάσεων εντάσσεται και ο σχεδιασμός των γειτονικών κτιρίων της κτιριακής εγκατάστασης που βρίσκεται υπό μελέτη καθώς ανάλογα με το προσανατολισμό και την ηλιακή κίνηση σκιάζει το κτίριο και το προστατεύει από καιρικές συνθήκες ανά περίπτωση. Έτσι η ένταξη στη μελέτη γίνεται μέσω του μονοπατιού AutoBLD/Definition of Plan View Elements/Neighbor Building Definition όπου ανοίγει το παρακάτω παράθυρο επιλογών.



Εικόνα 35 Επιλογές ορισμού γειτονικού κτιρίου

Ο συνηθέστερος τρόπος ορισμού ενός γειτονικού κτιρίου είναι η επιλογή μιας προσχεδιασμένης Polyline που θα θέσει το περίγραμμα του κτιρίου που ενδιαφέρει τη μελέτη και μόνο. Εφόσον γίνει η εισαγωγή μιας τέτοιας δομής στη μελέτη το γειτονικό κτίριο ανάλογα με τα χαρακτηριστικά που δίνουμε στο Command line εμφανίζεται κάπως έτσι με γκρι χρώμα.

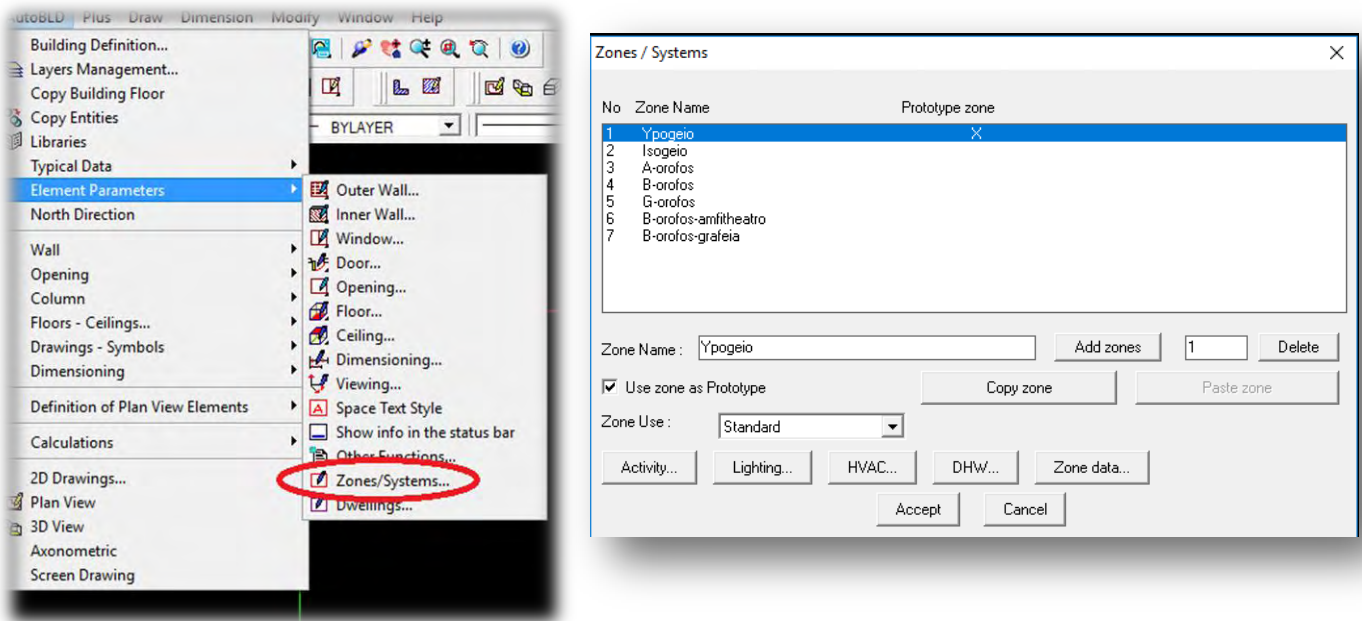


Εικόνα 36 Αποψη σχεδιασμένου γειτονικού κτιρίου


11.6 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

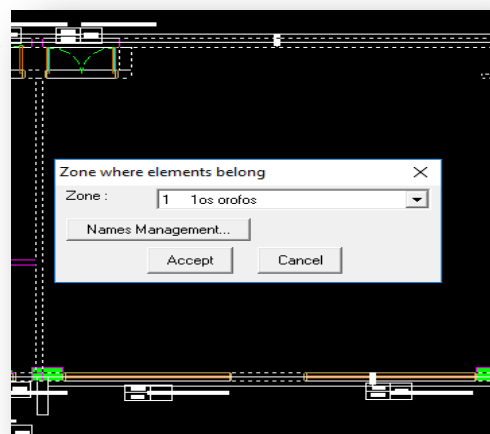
Οι θερμικές ζώνες είναι ένα από τα θεμέλια των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου, διότι με βάση αυτές και τη ρύθμιση που έχουν σχετικά με τη λειτουργία τους καθορίζουν τόσο το βιοκλιματικό σχεδιασμό όσο και τα μηχανολογικά συστήματα ψύξης, θέρμανσης και αερισμού. Ουσιαστικά πρόκειται για μια εισαγωγή δεδομένων στη μελέτη που αποσκοπεί στη ρύθμιση των συστημάτων που θα ενταχθούν αργότερα, με βάση τη λειτουργία των χώρων, το είδος

τους και τον προσδιορισμό τους. Μια θερμική ζώνη καθορίζει το σύνολο των χώρων που έχουν κοινή χρήση (πχ γραφεία).



Εικόνα 37 Ορισμός θερμικών ζωνών

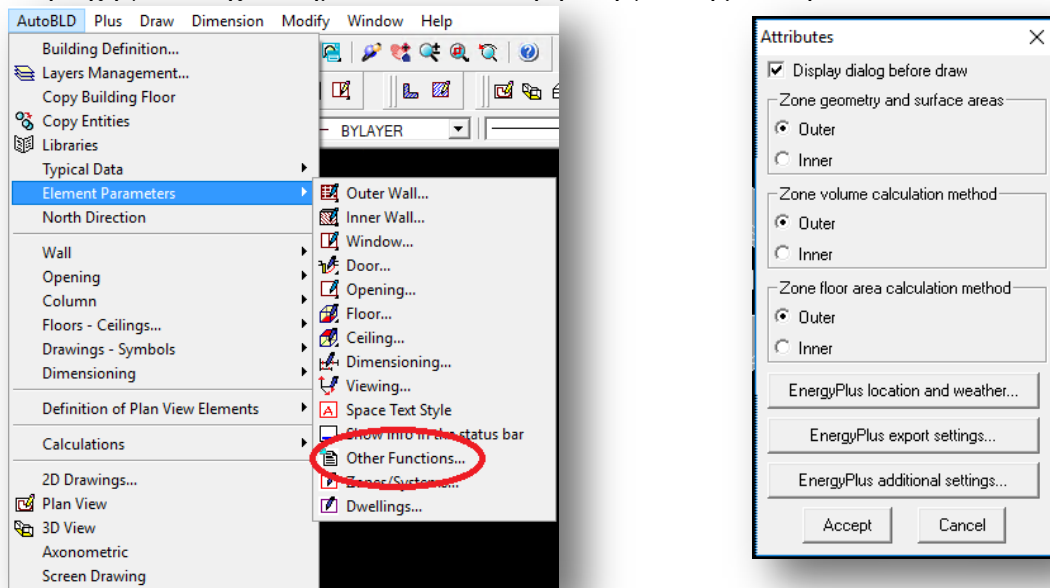
Μέσω του παραπάνω μονοπατιού γίνεται η αρχικοποίηση των ζωνών πριν περαστούν στο σχεδιαστικό τμήμα. Καθορίζεται η ονομασία και η χρήση, καθώς και άλλα χαρακτηριστικά που αφορούν τα ηλεκτρομηχανολογικά χαρακτηριστικά που θα αναλυθούν εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να βάλει ζώνη είτε επιλέγοντας τους τοίχους που τη περικλείουν είτε με την επιλογή σημείου όπου το πρόγραμμα σκιαγραφεί την τοιχοποιία και βρίσκει το σύνολο των τοίχων με αρχή, μέση και τέλος, χωρίς ενδιάμεσα κενά και στις δύο των περιπτώσεων ().



Εικόνα 38 Εισαγωγή θερμικών ζωνών στη μελέτη

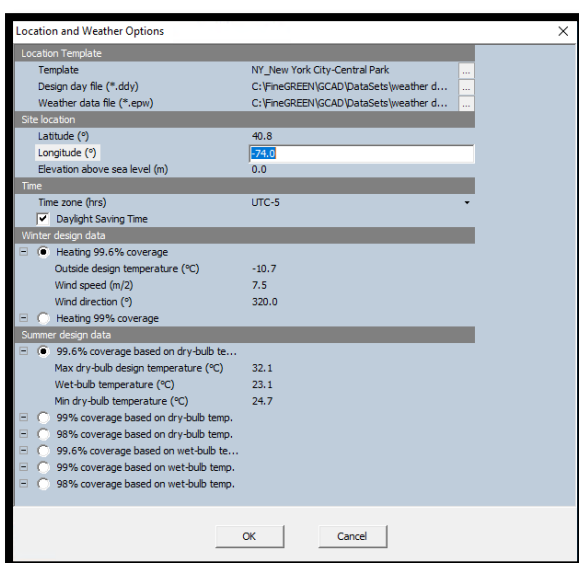
11.7 ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ

Ανάμεσα στις χρήσιμες και αναλυτικές επιλογές που προσφέρονται κατά το σχεδιασμό στο χρήστη, δίνονται και επιλογές που αφορούν το περιβάλλοντα χώρο και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στη περιοχή για ακριβέστερα τελικά αποτελέσματα κατά τη προσομοίωση. Τέτοια δεδομένα είναι απαραίτητο να μπουν στα γενικότερα δεδομένα της μελέτης, αφού κρίνουν σε ουσιαστικό επίπεδο τα τελικά αποτελέσματα και επηρεάζουν ακόμα και τα δομικά υλικά που πρέπει να χρησιμοποιηθούν ανά περιοχή για να έχει νόημα και υπόσταση η ενεργειακή μελέτη.



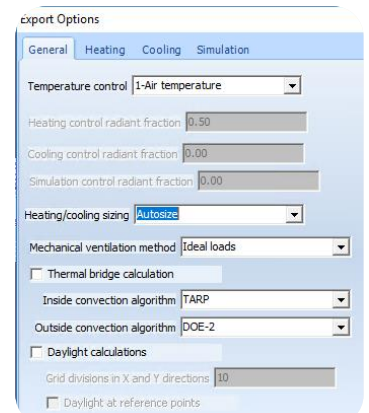
Εικόνα 39 Other Functions

Έτσι λοιπόν όπως βλέπουμε, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ορίσει τοπικά, καιρικά και επιπρόσθετα δεδομένα στη μελέτη. Στη πρώτη επιλογή (Location and Weather Options) ορίζεται η πόλη στην οποία βρίσκεται το κτίριο είτε από μια λίστα διαφορετικών πόλεων που ήδη έχει το πρόγραμμα, είτε από εισαγωγή



Εικόνα 40 Καιρικά δεδομένα

καιρικών δεδομένων από τον ίδιο το χρήστη, είτε μέσω προσδιορισμού γεωγραφικού πλάτους και μήκους απευθείας. Οι δυνατότητες επιλογών



Εικόνα 41 Επιλογές εξαγωγής αποτελεσμάτων

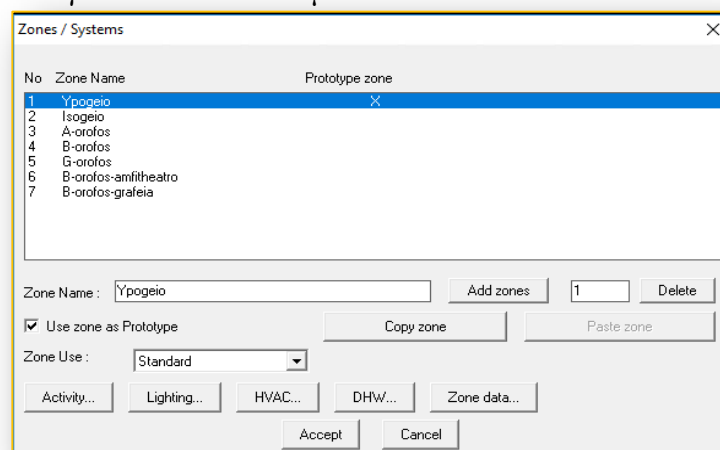
είναι σε πάρα πολλές, γεγονός που αποδεικνύει εν μέρη την ακρίβεια στους υπολογισμούς αν ο χρήστης εισάγει σωστά όλα τα δεδομένα.

Η δεύτερη επιλογή (Export options) περιορίζεται σε ρυθμίσεις που έχουν να κάνουν με την εξαγωγή των δεδομένων μετά τη προσομοίωση και αφορούν κυρίως επιλογές όπως την απεικόνιση των αποτελεσμάτων, τη διάρκεια ανανέωσης χρόνου κατά τη προσομοίωση (ανά ώρα, ανά τέταρτο κτλ), έναρξη και λήξη ημερολογιακά της μελέτης για παραγωγή αποτελεσμάτων.


11.8 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

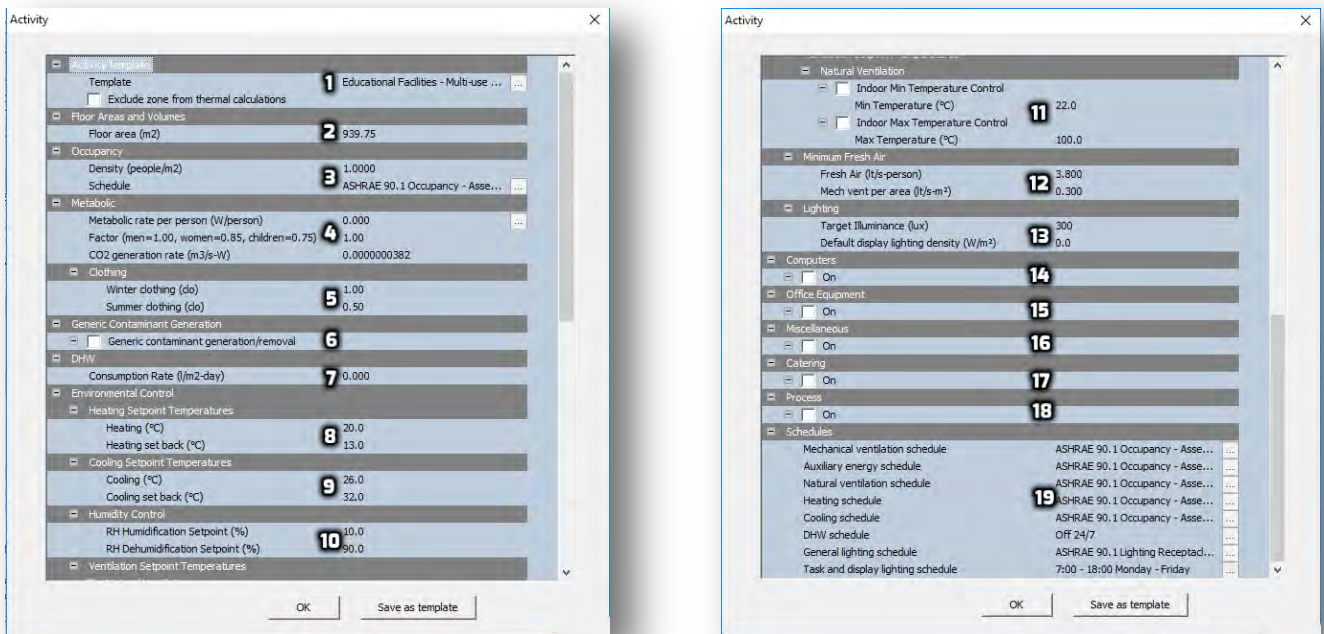
Η ρύθμιση της θερμοκρασίας της υγρασίας και της κίνησης της καθαρότητας του αέρα ενός χώρου συνθέτουν την έννοια του κλιματισμού. Οι βασικές λειτουργίες που διαθέτει ένα σύστημα κλιματισμού είναι η θέρμανση, μέσω της οποίας έχουμε προσθήκη ενέργειας (θερμότητας) στον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό την άνοδο της θερμοκρασίας ή την διατήρηση της σε ορισμένα όρια και η ψύξη, μέσω της οποίας έχουμε αφαίρεση θερμικής ενέργειας (θερμότητας) από τον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό την πτώση της θερμοκρασίας ή την διατήρηση της σε ορισμένα όρια. Μια ενεργειακή μελέτη βασίζεται κατά το ήμισυ στον κλιματισμό της κτιριακής εγκατάστασης που προσδίδει μεγάλα φορτία και συμβάλλει στη διατήρηση της θερμικής άνεσης των χώρων. Είναι λοιπόν μείζονος σημασίας να επιλεγεί από το μελετητή ο σωστός συνδυασμός μοντέλων για το κλιματισμό ενός κτιρίου που θα του προσδίδει χαμηλές καταναλώσεις και υψηλή ποιότητα θερμικής άνεσης.

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα μας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξουμε κλιματιστικά δεδομένα μέσα από έτοιμες βιβλιοθήκες αρκετά πλούσιες και αναλυτικές ως προς το περιεχόμενό τους. Κάτι τέτοιο προϋποθέτει ο χρήστης να έχει ορίσει τις θερμικές ζώνες, όπως αναλύθηκε παραπάνω, για να εισάγει τις πληροφορίες σε κάθε μια ξεχωριστά. Πριν περάσουμε σε αναλυτικότερη περιγραφή των επιλογών καλό θα ήταν να υπενθυμίσουμε πως το μονοπάτι εύρεσης εισαγωγής των συγκεκριμένων δεδομένων είναι ίδιο με αυτό ορισμού των ζωνών AutoBLD/ (Zones/Systems). Για κάθε μια ζώνη εργαζόμαστε ξεχωριστά για κάθε τύπο δεδομένων.




Αφού επιλέξουμε τη ζώνη εργασίας ξεκινάμε τη διαδικασία.

 **Activity:** Στο τμήμα αυτό ως επί το πλείστον βρίσκονται τα προγράμματα λειτουργίας (schedules) χρήσης. Πιο αναλυτικά προκύπτουν τα εξής.




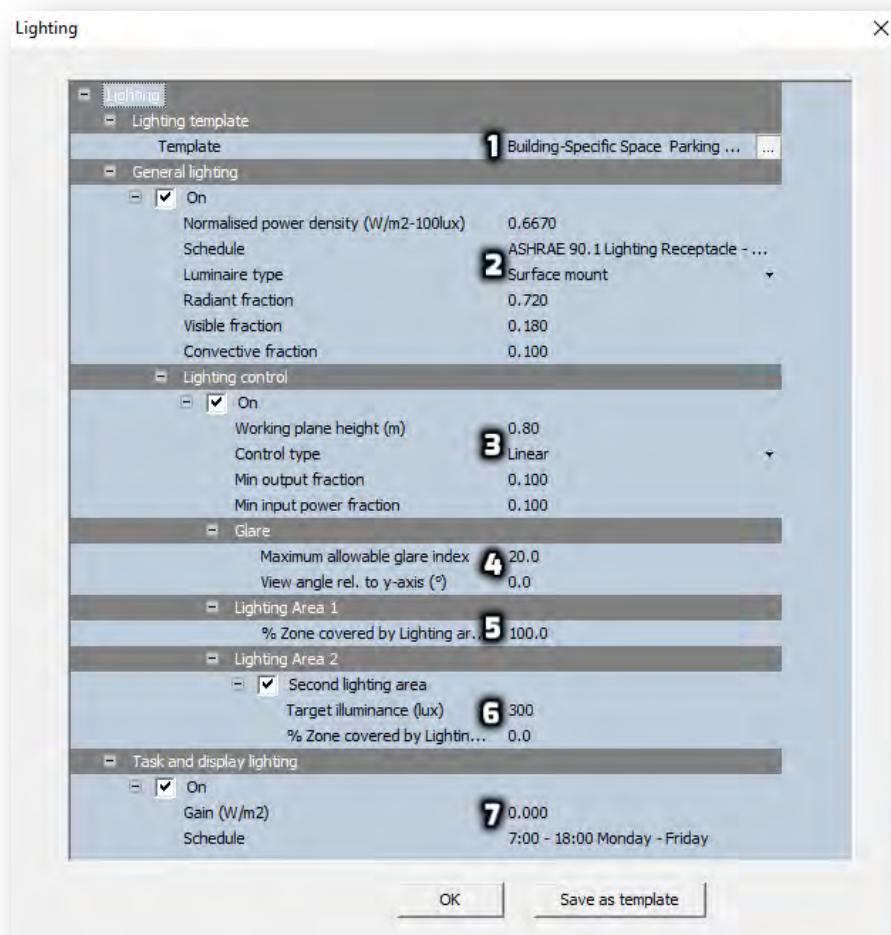
Εικόνα 43 Αρίθμηση επιλογών για επεξήγηση της καρτέλας Activity

1. Περιγραφή χώρου ανάλογα με τη χρήση του  ανάμεσα σε πολλές έτοιμες από το πρόγραμμα επιλογές και επιλογή αποκλεισμού της συγκεκριμένης ζώνης από θερμικούς υπολογισμούς αν πρόκειται για μη θερμαινόμενο χώρο.
2. Αναφορά των τετραγωνικών που περικλείει η θερμική ζώνη
3. Επιλογή αριθμού ατόμων/m² και πληρότητας χώρου ανά χρήση
4. Επιλογή τύπου δραστηριότητας ατόμων για υπολογισμό θερμικών κερδών (εργάζονται, τρέχουν κ.α.)
5. Επιλογή ρουχισμού ανάλογα με την εποχή
6. Γενική παραγωγή και αποβολή ρύπων
7. Προσδιορισμός μέσου όρου όρου l/m² ζεστού νερού χρήσης
8. Οριακές θερμοκρασίες (άνω και κάτω) για ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση θέρμανσης
9. Οριακές θερμοκρασίες (άνω και κάτω) για ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση ψύξης
10. Κατώτατο όριο υγρασίας για ενεργοποίηση ύγρανσης και ανώτατο όριο υγρασίας για ενεργοποίηση αφύγρανσης
11. Φυσικός αερισμός

12. Ελάχιστη ποσότητα φυσικού αέρα στο χώρο ανά άτομο
13. Καθορισμός φωτεινότητας χώρου
14. Ύπαρξη ή μη υπολογιστών (θερμικά κέρδη)
15. Ύπαρξη ή μη συσκευών γραφείου (θερμικά κέρδη)
16. Άλλα θερμικά κέρδη ζώνης
17. Άλλαθερμικά κέρδη
18. Άλλαθερμικά κέρδη
19. Μόνο στον τομέα αυτό ο χρήστης δίνει δεδομένα που αφορούν τα προγράμματα λειτουργίας της ζώνης ανά περίπτωση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ζεστό νερό χρήσης κ.α.)


Όλα τα παραπάνω δεδομένα που εισάγει ο μελετητής προκύπτουν από πίνακες και θεσμοθετημένους κανόνες ανά χώρα που διέπουν την ορθή λειτουργία των κτιρίων και τη περιβαλλοντική ασφάλεια.

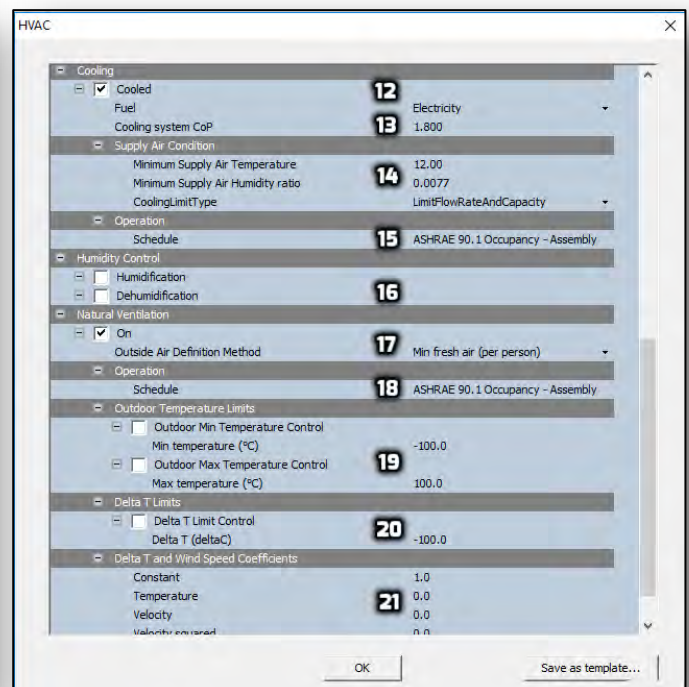
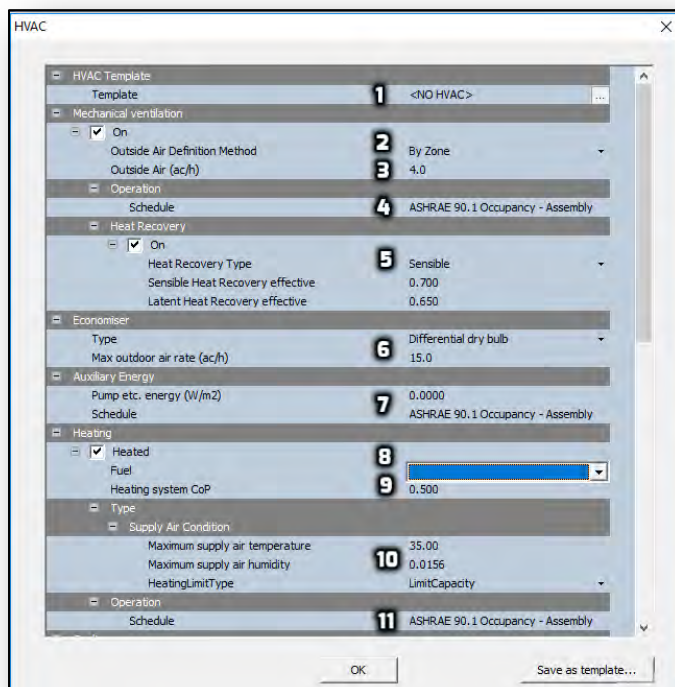
 **Lighting:** Στο τμήμα αυτό, στο πλαίσιο των συστημάτων, ο μελετητής εισάγει δεδομένα που αφορούν το φωτισμό για να συμπεριληφθούν στη μελέτη τόσο σαν φορτία όσο και σαν θερμικά κέρδη. Σε μελετητικό επίπεδο δε γίνεται ορισμός φωτιστικών στοιχείων στο χώρο που απαιτούνται για τη κάλυψη των αναγκών, αφού το ενδιαφέρον στρέφεται στα φορτία και τις καταναλώσεις. Εκτενέστερα έχουμε:




Εικόνα 44 Αρίθμηση επιλογών για επεξήγηση της καρτέλας Lighting

1. Καθορισμός λειτουργίας ζώνης που πρόκειται να φωτιστεί ανά περίπτωση και χρήση
2. Ορισμός παραμέτρων που σχετίζονται με το φωτισμό από το μελετητή. Αξίζει εδώ να αναφερθεί ότι το Schedule δεν τροποποιείται από αυτή τη καρτέλα αφού οι αλλαγές σε όλα τα Schedule γίνονται από τη καρτέλα Activity.
3. Έλεγχος φωτισμού και επιλογή τύπου ελέγχου
4. Επιλογή αντηλιάς με ποσότητα και κλίση εισόδου να είναι στοιχεία τροποποιήσιμα
5. Πρώτη περιοχή ελέγχου φωτισμού (αν έχει γίνει τέτοιος διαχωρισμός) και ποσοστό κάλυψης της ζώνης
6. Δεύτερη περιοχή ελέγχου φωτισμού (αν έχει γίνει τέτοιος διαχωρισμός) και ποσοστό κάλυψης της ζώνης με επιλεγμένα lux σαν στόχο κάλυψης
7. Χρονοπρογραμματισμός χρήσης φωτισμού στη ζώνη (συνέχεια ενεργός, Δευτέρα-Παρασκευή 7:00-15:00 κ.α.)


 HVAC (Heating, ventilation, and air conditioning): Στο συγκεκριμένο πλαίσιο ρυθμίζονται οι παράμετροι που αφορούν τα κλιματιστικά στοιχεία και συστήματα που θα χρησιμοποιηθούν για ψύξη, θέρμανση και αερισμό στη κτιριακή εγκατάσταση.

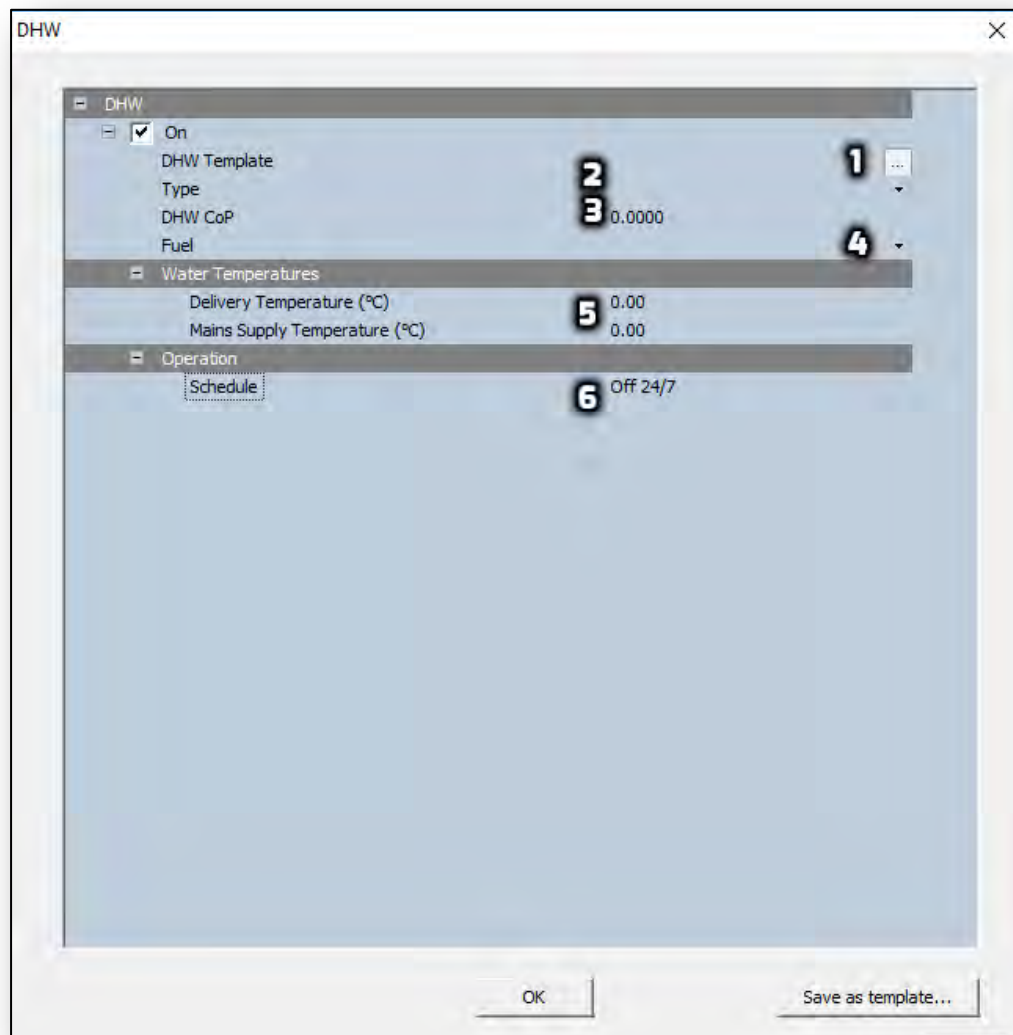


Εικόνα 45 Αριθμηση επιλογών για επεξήγηση της καρτέλας HVAC

1. Επιλογή συστήματος πατώντας  και επιλέγοντας ένα από τα διαθέσιμα μοντέλα της βιβλιοθήκης του προγράμματος
2. Επιλογή για υπόδειξη ότι ο εξωτερικός αέρας και / ή ο ανακυκλωμένος αέρας παραδίδονται στη ζώνη. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτή τη ρύθμιση για να ορίσετε τον μηχανικό αερισμό και τον αέρα που διανέμετε μέσω συστημάτων κλιματισμού με κεντρικό σύστημα ή τοπικών συστημάτων καθαρού αέρα.
3. Εισαγωγή εναλλαγών αέρα ανά ώρα. Ο υπολογισμός γίνεται στο χέρι με βάση το μέγεθος του χώρου, τη χρήση και τους δοθέντες πίνακες
4. Αναγραφή λειτουργίας χώρου ως προς τον αερισμό. Όλα τα schedules ορίζονται από τη καρτέλα Activity και μόνο
5. Επιλογή ανάκτησης θερμότητας
6. Επιλογή εξοικονομητή αν απαιτείται κάποια ψύξη όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από την εσωτερική θερμοκρασία
7. Εισαγωγή βοηθητικής ενέργειας (W/m²)
8. Επιλογές που αφορούν τη θέρμανση του χώρου. Συγκεκριμένα εδώ το καύσιμο παραγωγής θερμότητας
9. Επιλογές που αφορούν τη θέρμανση του χώρου. Συγκεκριμένα εδώ ορίζεται από το χρήστη το CoP (coefficient of performance) του συστήματος θέρμανσης
10. Συμπληρωματικά δεδομένα του συστήματος θέρμανσης
11. Αναγραφή λειτουργίας χώρου ως προς τη θέρμανση. Όλα τα schedules ορίζονται από τη καρτέλα Activity και μόνο
12. Επιλογές που αφορούν τη ψύξη του χώρου. Συγκεκριμένα εδώ το καύσιμο παραγωγής θερμότητας
13. Επιλογές που αφορούν τη ψύξη του χώρου. Συγκεκριμένα εδώ ορίζεται από το χρήστη το CoP (coefficient of performance) του συστήματος ψύξης
14. Συμπληρωματικά δεδομένα του συστήματος ψύξης
15. Αναγραφή λειτουργίας χώρου ως προς την ψύξη. Όλα τα schedules ορίζονται από τη καρτέλα Activity και μόνο
16. Επιλογή ύγρανσης ή και αφύγρανσης των χώρων της ζώνης
17. Επιλογή αν υπάρχει φυσικός αερισμός (ανοίγματα χώρων)
18. Αναγραφή λειτουργίας χώρου ως προς το φυσικό αερισμό. Όλα τα schedules ορίζονται από τη καρτέλα Activity και μόνο

19. Κατώτατο και ανώτατο όριο θερμοκρασιών. Η αλλαγή των δεδομένων γίνεται πατώντας πάνω στη παλιά τιμή και τοποθετώντας τη νέα
20. Επιλογή για περιορισμό της λειτουργίας φυσικού αερισμού με βάση τη διαφορά εσωτερικού και εξωτερικού αέρα. Παρέχει τη δυνατότητα διακοπής του αερισμού εάν η εξωτερική θερμοκρασία είναι αρκετά μεγάλη και θα μπορούσε ενδεχομένως να θερμάνει το χώρο
21. Θερμοκρασιακά και συμπληρωματικά δεδομένα ανέμου

 DHW (Domestic Hot Water) : Στη συγκεκριμένη επιλογή της ζώνης, ο μελετητής εισάγει ή όχι στα φορτία και κατά συνέπεια στους υπολογισμούς της μελέτης το ζεστό νερό χρήσης στο κτίριο. Σε κτιριακές εγκαταστάσεις που δεν απαιτούν τέτοιου είδους φορτίο, πρέπει να εξαιρεθεί αφού το φορτίο του δεν είναι αμελητέο και επηρεάζει σημαντικά το τελικό αποτέλεσμα



Εικόνα 46 Αρίθμηση επιλογών για επεξήγηση της καρτέλας DHW

1. Αν επιλέξουμε να συμπεριλάβουμε στη μελέτη ζεστό νερό χρήσης, τότε οι επιλογές συστήματος γίνονται μέσω του κουμπιού ...
2. Επιλογή τύπου συστήματος ως προς τη χρήση του ζεστού νερού χρήσης
3. CoP (coefficient of performance) του συστήματος θέρμανσης του νερού. Ορίζεται από το χρήστη πατώντας πάνω στη τιμή 0.0000 και ορίζοντας τη νέα
4. Τύπος καυσίμου συστήματος
5. Επιθυμητή θερμοκρασία νερού χρήσης μετά τη θέρμανσή του και μέσος όρος θερμοκρασίας νερού όπως φτάνει από το δίκτυο ύδρευσης
6. Αναγραφή λειτουργίας χώρου ως προς το ζεστό νερό χρήσης. Όλα τα schedules ορίζονται από τη καρτέλα Activity και μόνο

 Zone data : Γενικότερα δεδομένα που αφορούν τη ζώνη μελέτης



Εικόνα 47 Αρίθμηση επιλογών για επεξήγηση της καρτέλας Zone Data

1. Διήθηση αέρα. Πρόκειται για μια εκτίμηση ροής αέρα στη κτιριακή εγκατάσταση λόγω φυσικών απωλειών από χαραμάδες κ.α.

Εφόσον επιλεγεί η παραπάνω εκτίμηση, ο μελετητής εισάγει εμπειρικά δεδομένα εκτιμήσεων όπως:

2. Εναλλαγές αέρα ανά ώρα
3. Ώρες και ημέρες λειτουργίας

$$\mathbf{Infiltration = I_{design} * O_{schedule} * [A+B*(T_{in}-T_{out}) + C*(Wind\ Speed) + D*(Wind\ Speed)^2]}$$

Οι επόμενες επιλογές (4,5,6) αφορούν χαρακτηριστικά στοιχεία της εξίσωσης από την οποία υπολογίζονται οι επιπτώσεις του αθέλητου αέρα ροής από το εξωτερικό περιβάλλον στο κτίριο.

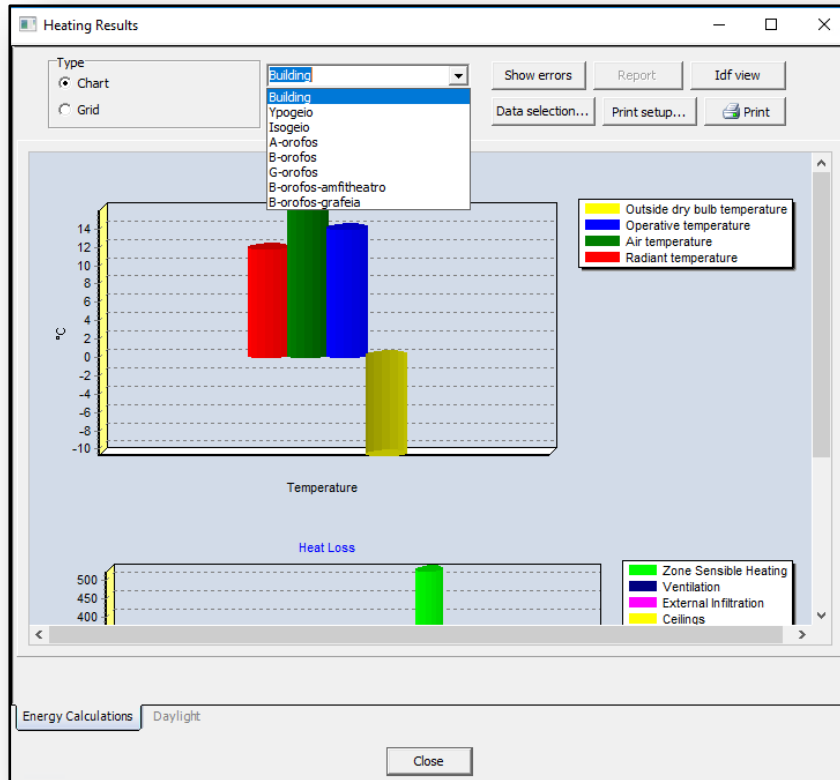
11.9 CALCULATIONS

Αφού ο χρήστης έχει ορίσει σωστά όλες τις ζώνες, μπορεί να προχωρήσει στους υπολογισμούς φορτίων. Με αυτόν τον τρόπο, οι μελετητές μπορούν να καθορίσουν τον απαιτούμενο εξοπλισμό για να καλύψουν το φορτίο στις πιο ακραίες καιρικές συνθήκες σχεδιασμού. Οι υπολογισμοί του FineGREEN βασίζονται στη δυναμική προσομοίωση του Energy Plus και στα πρότυπα ASHRAE και CIBSE. Οι υπολογισμοί αποσκοπούν στην ορθότερη επιλογή συστημάτων ανά περίπτωση και είναι αυτοί που καθορίζουν την σημαντικά την ενεργειακή κλάση του κτιρίου και χωρίζονται σε θερμική, ψυκτική και τελικά ολική προσομοίωση της κτιριακής εγκατάστασης που μέσω των αποτελεσμάτων δίνει πληροφορίες στο χρήστη για τη συμπεριφορά του κτιρίου μέσα σε έναν ημερολογιακό χρόνο λειτουργίας.

11.9.1 HEATING DESIGN

Με τη συγκεκριμένη επιλογή, ο χρήστης δίνει εντολή στο πρόγραμμα να προσομοιώσει τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου, παράγοντας αποτελέσματα στην έξοδο. Αυτό γίνεται μέσω του

μονοπατιού AutoBLD/Calculations/Heating design. Αφού εμφανιστούν, αν υπάρχουν, προειδοποιήσεις (warnings) ξεκινά η προσομοίωση και τα παραγόμενα αποτελέσματα εμφανίζονται στην οθόνη.

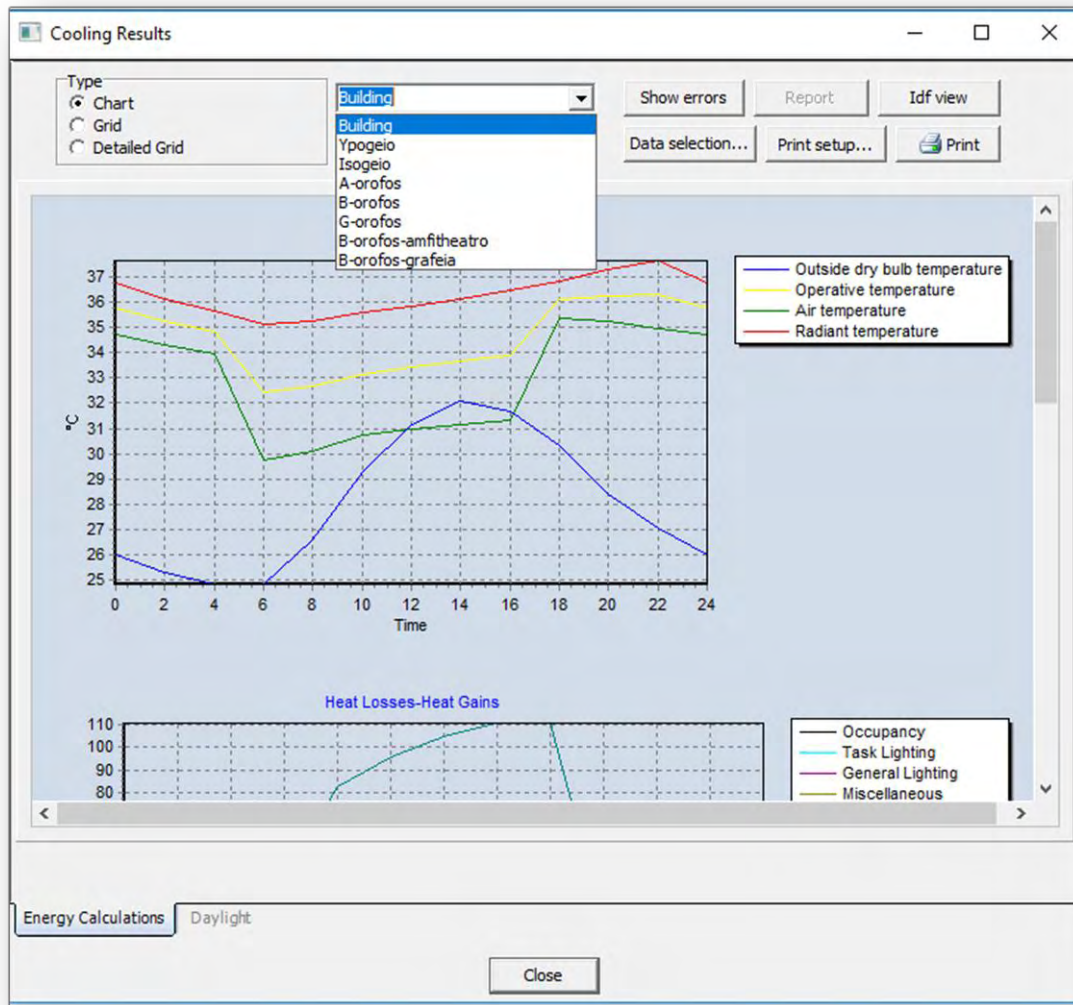


Εικόνα 48 Μορφή αποτελεσμάτων Heating Design

Όπως φαίνεται και παραπάνω, δίνεται η δυνατότητα εμφάνισης αποτελεσμάτων για το κτίριο στο σύνολό του ή για κάθε ζώνη ξεχωριστά. Εκτός από τις γραφικές παραστάσεις το πρόγραμμα δίνει την επιλογή εμφάνισης των αποτελεσμάτων σαν αριθμητικά δεδομένα πατώντας Grid. Η ερμηνεία γίνεται από το μελετητή μέσω διαφόρων προτύπων και λειτουργεί βοηθητικά για τις επιλογές που θα κάνει.

11.9.2 COOLING DESIGN

Το cooling design δε διαφέρει σε λογική λειτουργίας από το heating design, αφού ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να προσομοιώσει το κτίριο ψυκτικά στη προκειμένη περίπτωση και να βγάλει τα συμπεράσματά του σχετικά με τα συστήματα που θα χρησιμοποιήσει, με βάση τα αποτελέσματα που εμφανίζονται. Έτσι λοιπόν μέσω του μονοπατιού AutoBLD/Calculations/Heating design ενεργοποιείται η συγκεκριμένη εντολή και ξεκινά η προσομοίωση. Όπως και στο Heating design εμφανίζονται κάποια warnings αν υπάρχουν και στη συνέχεια τα αποτελέσματα στην οθόνη.



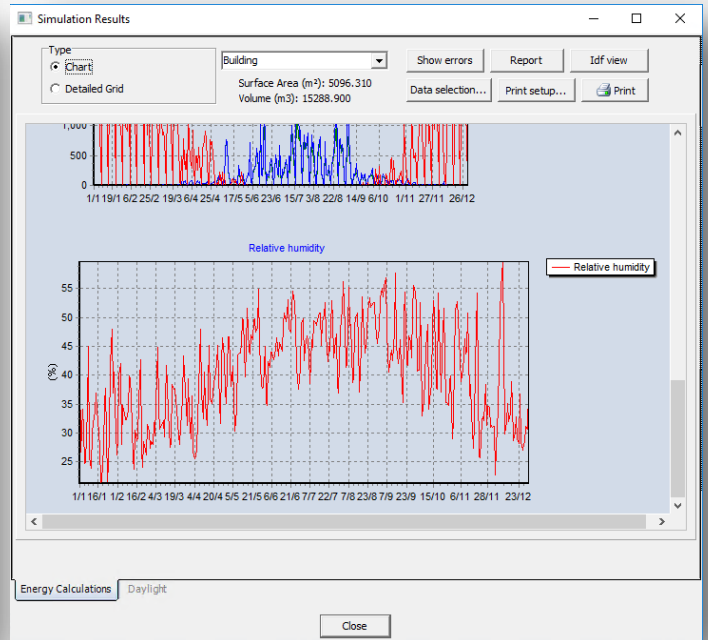
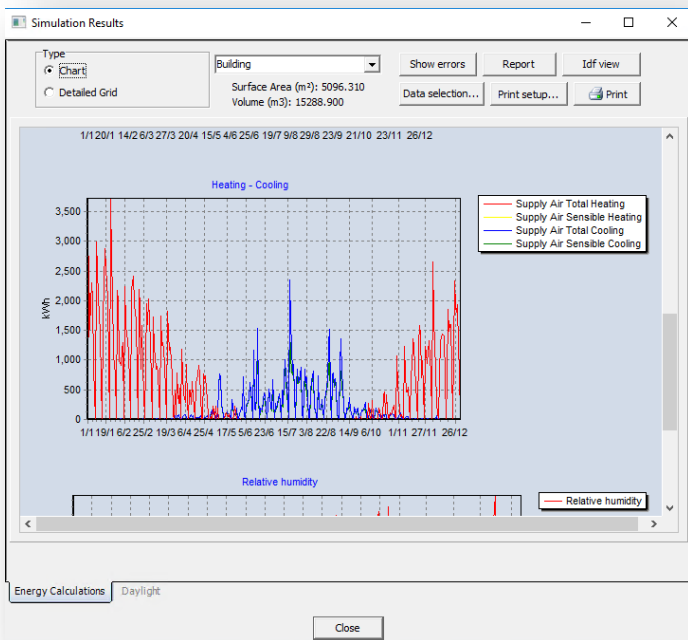
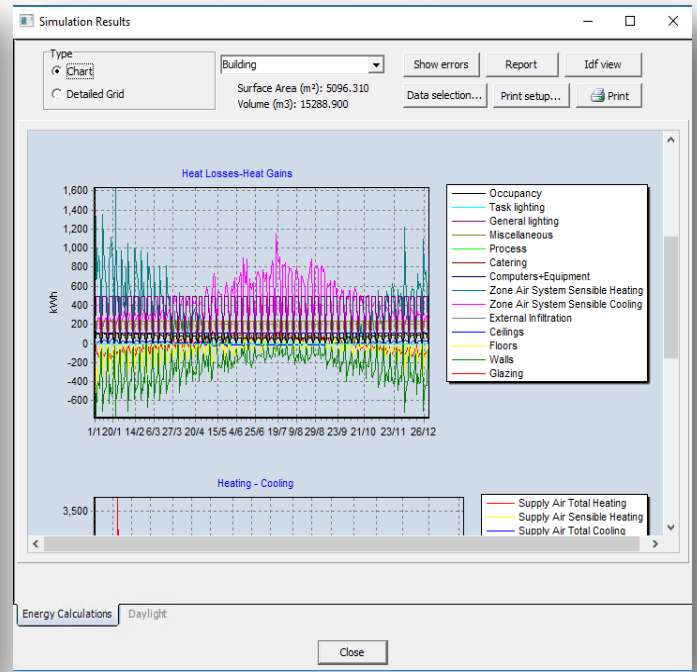
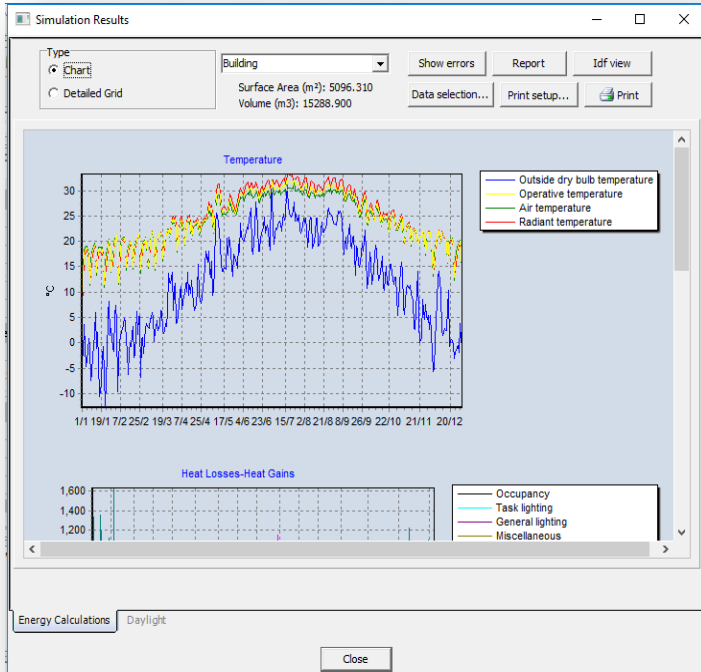
Εικόνα 49 Μορφή αποτελεσμάτων Cooling Design

Ενδεικτικά και σε αυτή τη περίπτωση τα αποτελέσματα εμφανίζονται στην οθόνη του χρήστη στη συγκεκριμένη μορφή είτε για ολόκληρο το κτίριο είτε για κάθε θερμική ζώνη ξεχωριστά ανάλογα με τις εκάστοτε επιλογές. Και πάλι η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων είναι στη κρίση του μελετητή και μόνο. Τα αποτελέσματα είναι λεπτομερή και βοηθητικά για το χρήστη.

11.9.3 SIMULATION

Αφού ολοκληρωθούν οι παραπάνω προσομοιώσεις και καταλήξουμε σε κάποιο ενδεικτικό ολικό σύστημα ψύξης, θέρμανσης και αερισμού, έρχεται η ώρα της ολικής προσομοίωσης του κτιρίου για ένα ημερολογιακό έτος που θα δώσει αναλυτικά αποτελέσματα για τη λειτουργία του και τις καταναλώσεις που θα έχει κατά τη χρήση του, όπως αυτή έχει οριστεί από τον μελετητή. Μέσω του

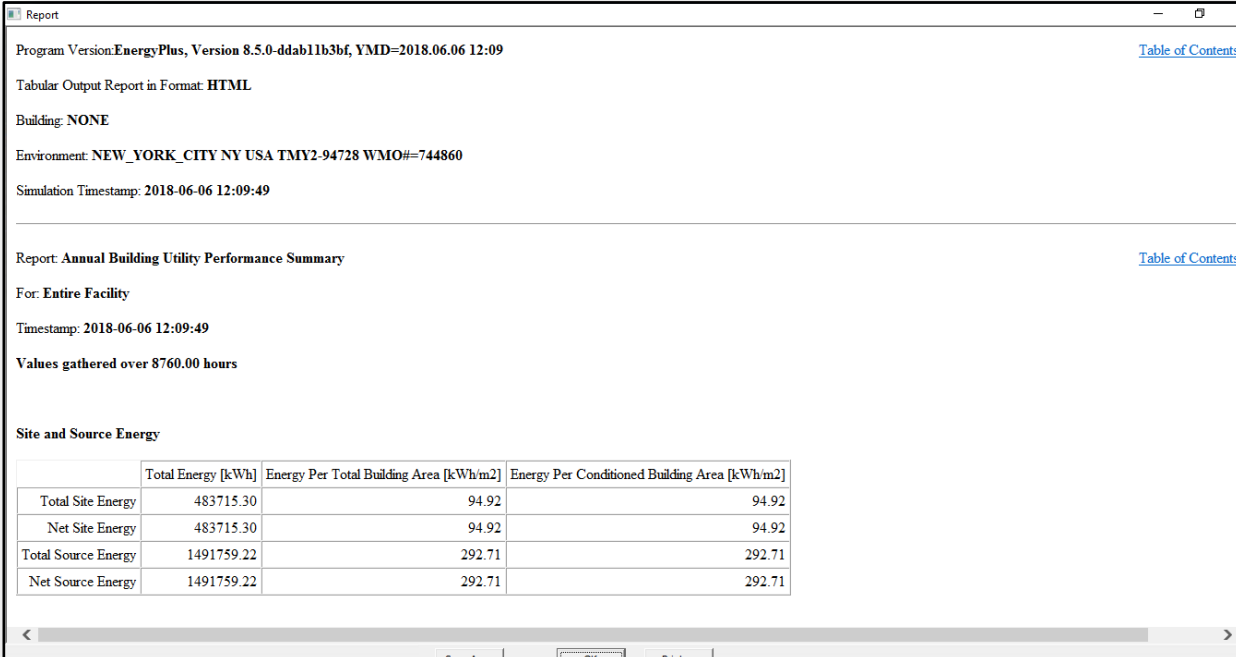
μονοπατιού AutoBLD/Calculations/Simulation δίνεται η εντολή έναρξης της προσομοίωσης όπως και στις προηγούμενες δύο περιπτώσεις.



Εικόνα 50 Μορφή αποτελεσμάτων Simulation

Όπως είναι φανερό τα αποτελέσματα είναι πλήρως αναλυτικά και συνυπολογίζουν όλες τις παραμέτρους που έχουν εισαχθεί στο πρόγραμμα. Θερμοκρασιακές μεταβολές, θερμικά κέρδη και απώλειες, θερμική και ψυκτική λειτουργία καθώς και σχετική υγρασία υπολογίζονται για όλο το κτίριο ή και για κάθε θερμική ζώνη ξεχωριστά. Μέσω του Data selection... ο χρήστης μπορεί να ορίσει ποια δεδομένα θα εμφανίζονται στα γραφήματα και στους πίνακες για ευκολότερη ανάγνωση των αποτελεσμάτων.

Τέλος πατώντας Report εμφανίζεται μια έτοιμη προς εκτύπωση προεπισκόπηση.



Report

Program Version: EnergyPlus, Version 8.5.0-ddab11b3bf, YMD=2018.06.06 12:09 [Table of Contents](#)

Tabular Output Report in Format: HTML

Building: NONE

Environment: NEW_YORK_CITY NY USA TMY2-94728 WMO#=744860

Simulation Timestamp: 2018-06-06 12:09:49

Report: Annual Building Utility Performance Summary [Table of Contents](#)

For: Entire Facility

Timestamp: 2018-06-06 12:09:49

Values gathered over 8760.00 hours

Site and Source Energy

	Total Energy [kWh]	Energy Per Total Building Area [kWh/m2]	Energy Per Conditioned Building Area [kWh/m2]
Total Site Energy	483715.30	94.92	94.92
Net Site Energy	483715.30	94.92	94.92
Total Source Energy	1491759.22	292.71	292.71
Net Source Energy	1491759.22	292.71	292.71

Save as Print

Εικόνα 51 Τελικό Report μελέτης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στο συγκεκριμένο τμήμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα δημοσιευτούν αποτελέσματα χρήσης του λογισμικού FineGREEN e+, από τη μελέτη που εκπόνησα στα πλαίσια της εργασίας, καθώς και σχηματικά δεδομένα όπως προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού.

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

Time → Χρονικός ορίζοντας υπολογισμών

Air Temperature → Μέση θερμοκρασία εσωτερικού χώρου

Radiant Temperature → Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας (MRT) της ζώνης

Operative Temperature → Μέσος όρος εσωτερικού αέρα και ακτινοβολουμένων θερμοκρασιών

Outside Dry Bulb Temperature → Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα

Relative Humidity → Σχετική υγρασία αέρα

Mech Vent + Nat Vent + Infiltration → Το άθροισμα των φορτίων που εισρέουν από το σύστημα διανομής αέρα HVAC, τον αερισμό και το φιλτράρισμα του αέρα

Glazing → Φορτίο που εισέρχεται/εξέρχεται από τους υαλοπίνακες

Walls → Φορτίο που εισέρχεται/εξέρχεται από την τοιχοποιία

Floors → Φορτίο που εισέρχεται/εξέρχεται από τα δάπεδα

Ceilings → Φορτίο που εισέρχεται/εξέρχεται από τις οροφές

External Infiltration → Φορτίο που εισέρχεται/εξέρχεται από το φιλτράρισμα του αέρα

Ventilation → Φορτίο που εισέρχεται/εξέρχεται από τον αερισμό

Zone Sensible Cooling → Απαιτήσεις χώρου σε ψύξη

Sensible Cooling → Αισθητό φορτίο ψύξης συστήματος

Total Cooling → Συνολικό φορτίο ψύξης συστήματος (αισθητό + λανθάνον)

Computers + Equipment → Φορτίο από τη λειτουργία υπολογιστών και εξοπλισμού (εσωτερικό θερμικό κέρδος)

Catering → Εσωτερικά θερμικά κέρδη από τη λειτουργία εξοπλισμού εστίασης (φούρνοι κ.α.)

Process → Εσωτερικό θερμικό κέρδος από την δραστηριότητα του κτιρίου (συνήθως σε βιομηχανικά κτίρια)

Miscellaneous → Βοηθητική ενέργεια εξοπλισμού

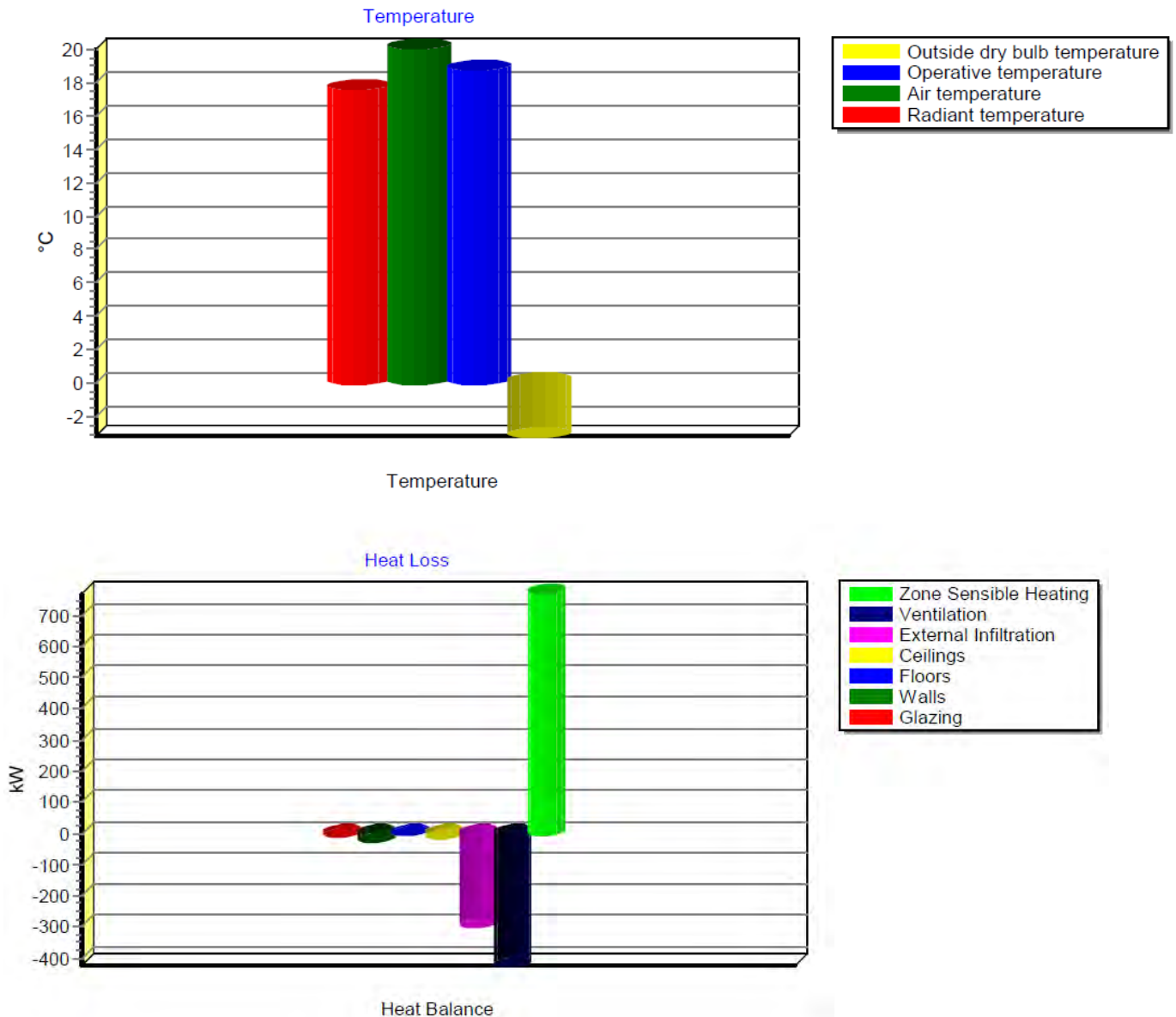
General Lighting → Φορτίο προερχόμενο από το φωτισμό (εσωτερικό θερμικό κέρδος)

Task Lighting → Φορτίο προερχόμενο από τοπικό φωτισμό όπως λάμπα γραφείου κ.α.

Occupancy → Φορτίο προερχόμενο αναλογικά από το πλήθος των ατόμων και τις ενέργειες τους

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ HEATING DESIGN

Το Heating Design βοηθά στο σχεδιασμό εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης για οικιστικά και εμπορικά κτίρια, και διασφαλίζει την συμμόρφωση με τους κανονισμούς για τη παραγωγή διαφορετικών μοντέλων συστημάτων. Παρέχει επίσης μια πληθώρα βοηθητικών πληροφοριών για τη λήψη αποφάσεων σχεδιασμού και την αποφυγή υπερμεγέθυνσης εξαρτημάτων και εξοπλισμού.



Εικόνα 52 Σχηματική αναπαράσταση αποτελεσμάτων Heating Design

Στην Εικόνα 22, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διαστασιολόγησης που αφορά το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου, μέσω γραφημάτων. Ως μέρα Design επιλέγεται η δυσμενέστερη μέρα του χειμώνα, έτσι ώστε να επιλεγεί ένα σύστημα που θα καλύπτει τις θερμαντικές ανάγκες του κτιρίου σε οποιαδήποτε περίπτωση. Ο κίνδυνος που ελλοχεύει από μια τέτοιου είδους ανάλυση, μπορεί να οδηγήσει σε υπερδιαστασιολόγηση των συστημάτων και τελικά σε μη αποδοτική ενεργειακά προσέγγιση του κτιρίου, αφού το σύστημα που επιλέγεται έχει την δυνατότητα να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες στη δυσμενέστερη των ημερών, δηλαδή στο 1% των περιπτώσεων.

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)
Ypogeio	20.265	20.24707	20.25626	-3.20000	19.6886034	0.00000
Isogeio	20.000	17.94614	18.97307	-3.20000	20.0145719	8.68753
A-orofos	20.000	17.57982	18.78991	-3.20000	20.0145719	8.68816
B-orofos	20.000	17.17253	18.58627	-3.20000	20.0145719	4.34440
G-orofos	20.000	16.51291	18.25645	-3.20000	20.0145719	8.68942
B-orofos-amfitheatro	20.000	16.15951	18.07976	-3.20000	20.0145720	4.34440
B-orofos-grafeia	20.000	17.35312	18.67656	-3.20000	20.0145720	4.34439
Heat loss						
Zone	Glazing (kW)	Walls (kW)	Floors (kW)	Ceilings (kW)	External Infiltration (kW)	Ventilation (kW)
Ypogeio	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	-0.0000000	-0.0000000
Isogeio	-2.3125019	-5.7559011	0.9801956	-0.2366658	-95.5263600	-95.5263691
A-orofos	-2.1424386	-7.4433443	-1.9336911	-0.4268898	-127.3401395	-127.3401456
B-orofos	-1.3451283	-5.2913837	0.2319532	-4.9711110	-0.0000000	-93.1133454
G-orofos	-1.0271305	-4.6035055	0.0000000	-6.6504607	-72.8016496	-72.8016618
B-orofos-amfitheatro	-0.7928544	-1.4212928	0.0000000	-2.4259853		-18.7743339
B-orofos-grafeia		-2.1265949	0.0676395	-0.0676377		-15.5088122
Building total	-7.6200538	-26.6420223	-0.6539028	-14.7787502	-295.6681491	-423.0646681
Summary						
	Comfort temperature (°C)	Steady state heat loss (kW)	Design capacity (kW)	Design capacity (W/m²)		
	18.802611	768.8962680	961.1203350	188.5914191		

Πίνακας 7 Αποτελέσματα Heating Design σε μορφή πινάκων (1)

Στον Πίνακα 7 εμφανίζονται αναλυτικότερα τα αποτελέσματα της διαστασιολόγησης για μια ημέρα του χειμώνα, που επιλέγεται ως η πιο δυσμενής. Για κάθε ζώνη ξεχωριστά και στο τέλος για το κτίριο στο σύνολό του, φαίνονται ποσοτικά οι απώλειες και τα θερμικά κέρδη που προκύπτουν από τη χρήση του κτιρίου για το επιλεγμένο Schedule λειτουργίας του. Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται τα

κλιματικά δεδομένα που επικρατούν στο εξωτερικό περιβάλλον αλλά και στο εσωτερικό, μετά τη θέρμανση των χώρων.

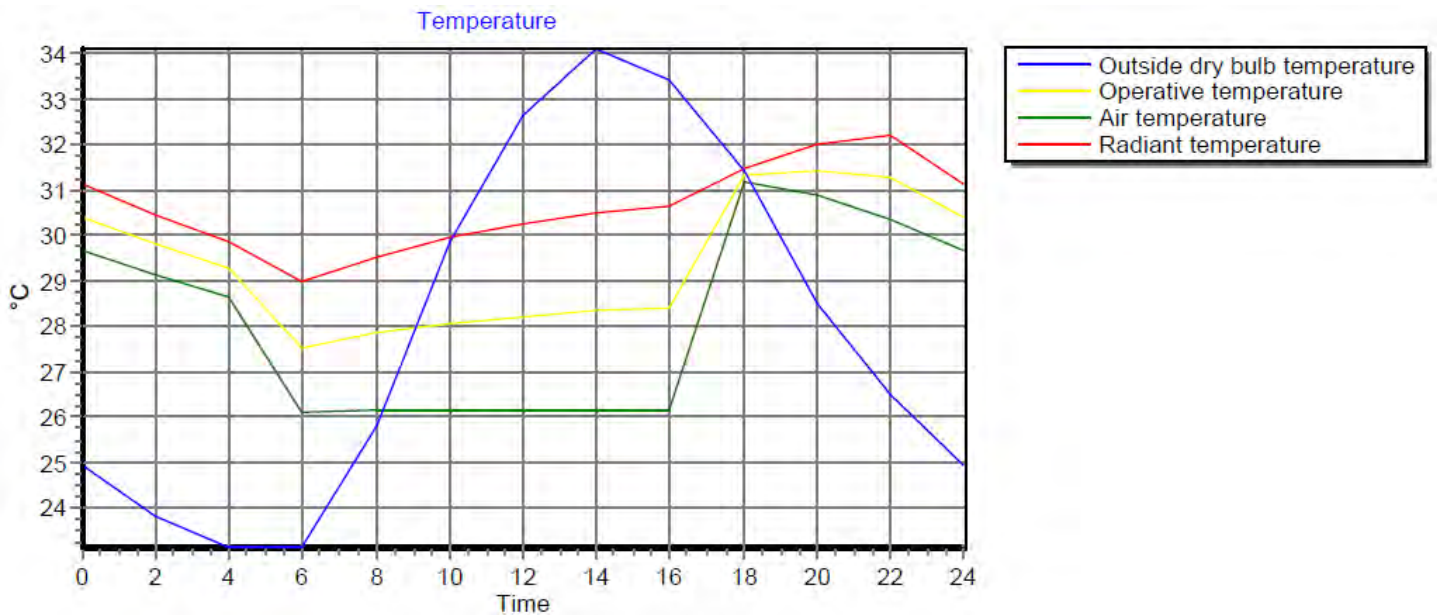
Πίνακας 8 Αποτελέσματα Heating Design σε μορφή πινάκων (1)

Steady State	
Comfort	
Zone	
Υπογειο	
Ισογειο	
A-οροφος	
B-οροφος	
G-οροφος	
B-οροφος-amfitheatro	
B-οροφος-grafeia	
Heat loss	
Zone	Zone sensible heating (kW)
Υπογειο	0.000000
Ισογειο	198.8444606
A-οροφος	266.8740118
B-οροφος	104.6786743
G-οροφος	157.7142012
B-οροφος-amfitheatro	23.1136878
B-οροφος-grafeia	17.6712322
Building total	768.8962680

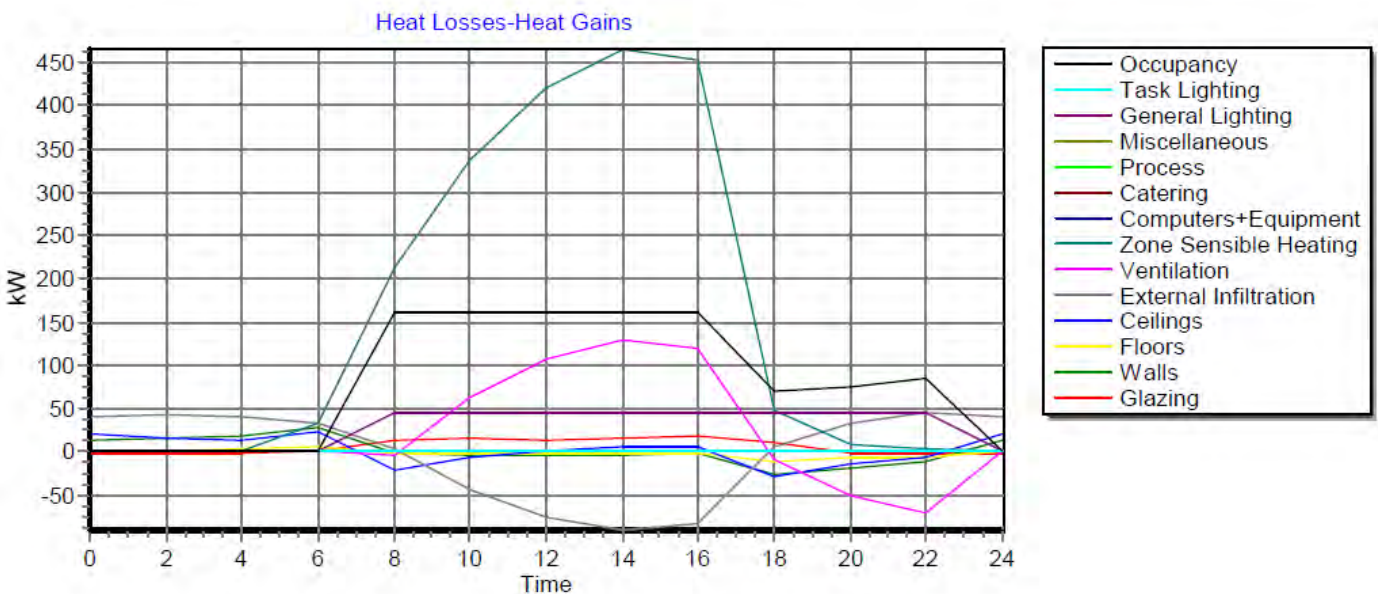
Στον Πίνακα 8, παρουσιάζονται τα συμπληρωματικά δεδομένα της ανάλυσης, που αφορούν το συνολικό φορτίο θέρμανσης που απαιτείται για τη κάλυψη των αναγκών ανά Θερμική Ζώνη και συνολικά για το κτίριο στη τελευταία γραμμή. Αξίζει να τονιστεί το γεγονός ότι, κατά τη χειμερινή περίοδο δεν είναι αφύσικο να υπάρξει τάση για ψύξη ορισμένων χώρων σε περιπτώσεις όπου τα εσωτερικά θερμικά κέρδη (άνθρωποι, συσκευές, κ.α.) υπερκαλύπτουν το φορτίο του χώρου.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ COOLING DESIGN

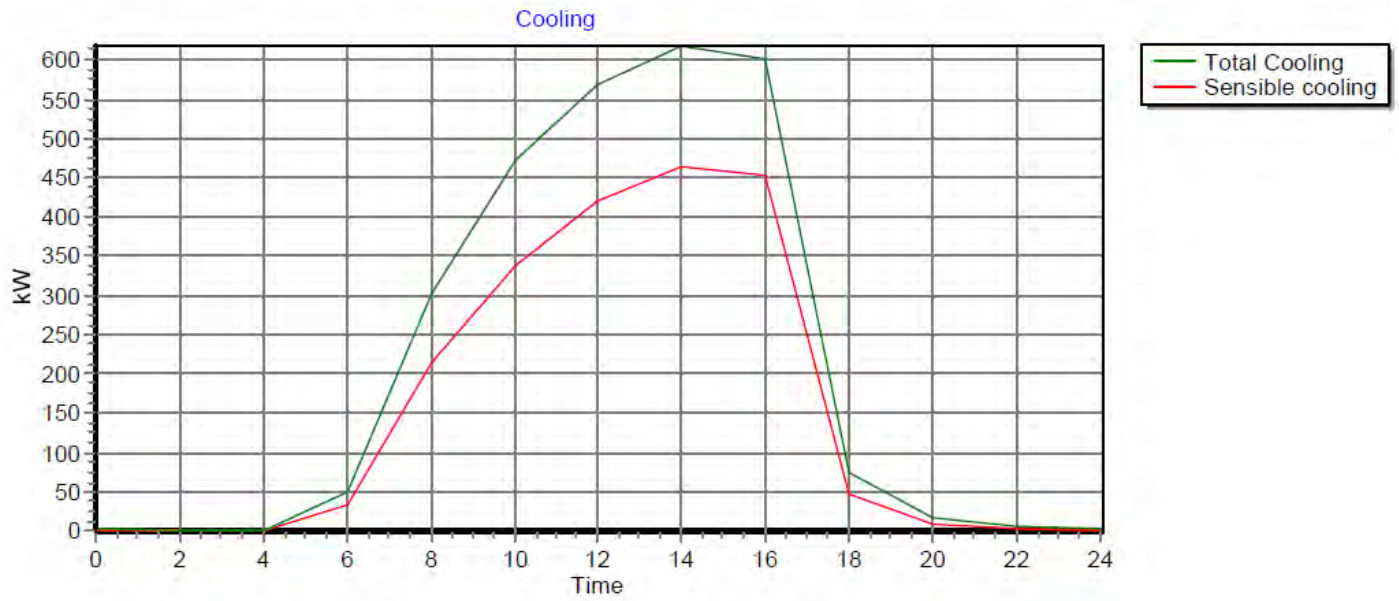
Το Cooling Design είναι στην πραγματικότητα η δυσμενέστερη ημέρα για τα φορτία κλιματισμού. Η "χειρότερη περίπτωση" αυτής της ημέρας καθορίζει την ικανότητα του εξοπλισμού και τα μεγέθη των συστημάτων. Αυτό επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το κόστος λειτουργίας, σε συνδυασμό με τη ώρα σχεδιασμού.



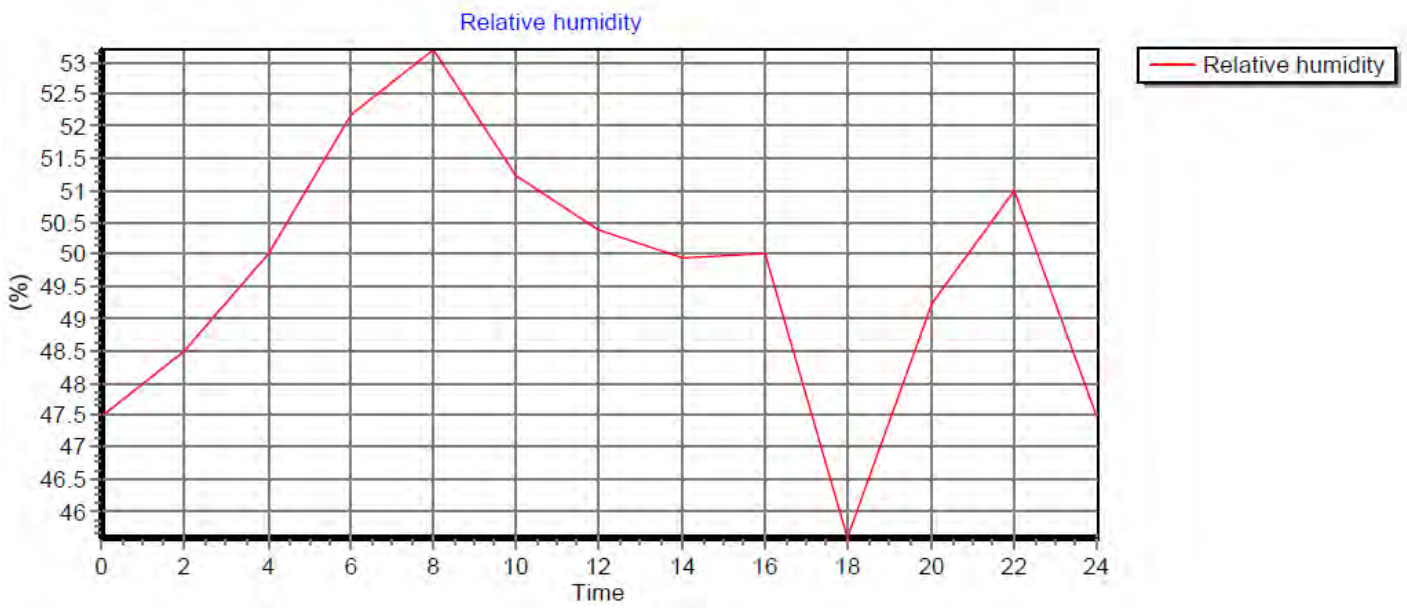
Εικόνα 53 Σχηματική αναπαράσταση αποτελεσμάτων Cooling Design (1)



Εικόνα 54 Σχηματική απεικόνιση αποτελεσμάτων Cooling Design (2)



Εικόνα 25 Σχηματική απεικόνιση αποτελεσμάτων Cooling Design (3)



Εικόνα 26 Σχηματική απεικόνιση αποτελεσμάτων Cooling Design (4)

Τα παραπάνω αποτελέσματα που απεικονίζονται στις Εικόνες 23,24,25 και 26, αφορούν τη διαστασιολόγηση των συστημάτων ψύξης κατά τη θερινή περίοδο λειτουργίας του κτιρίου. Η μορφή αυτή, δίνει μια γενική εικόνα των καταστάσεων στο μελετητή, χωρίς περαιτέρω λεπτομέρειες. Στους πίνακες που ακολουθούν, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ποσοτικά ανά μισάωρο χρήσης του κτιρίου κατά την ημέρα της διαστασιολόγησης (επιλεγμένη στις 23/07).

Πίνακας 9 Αποτελέσματα Cooling Desing σε μορφή πίνακα (1)

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
00:30	29.51355	30.92246	30.21801	24.58000	47.6907525	12.15277
01:00	29.38184	30.75816	30.07000	24.24400	47.9052024	12.15430
01:30	29.26272	30.59748	29.93010	24.02000	48.1681730	12.14511
02:00	29.14294	30.44907	29.79601	23.79600	48.4888191	12.14469
02:30	29.01753	30.30159	29.65956	23.62800	48.8495718	12.14303
03:00	28.88618	30.15871	29.52244	23.46000	49.2351803	12.14180
03:30	28.75427	30.01822	29.38624	23.29200	49.6253512	12.14067
04:00	28.62491	29.87942	29.25216	23.12400	50.0106562	12.13965
04:30	28.50601	29.74287	29.12444	23.01200	50.3676520	12.13724
05:00	28.39197	29.60982	29.00089	22.90000	50.7131078	12.13531
05:30	25.93486	29.49077	27.71281	23.01200	54.3896538	12.13032
06:00	26.07906	28.99455	27.53680	23.12400	52.1762760	12.11916
06:30	26.15586	28.88028	27.51807	23.51600	49.1190785	12.10952
07:00	26.15928	28.79452	27.47690	23.90800	47.4081119	12.08621
07:30	26.15991	29.38185	27.77088	24.86000	51.4354720	36.14169
08:00	26.16042	29.52740	27.84391	25.81200	53.1930849	36.02392
08:30	26.16086	29.67455	27.91771	26.87600	52.6618925	35.89738
09:00	26.16128	29.79444	27.97786	27.94000	51.9081512	35.77199
09:30	26.16170	29.89277	28.02723	28.89200	51.5108629	35.66005
10:00	26.16213	29.97483	28.06848	29.84400	51.2368653	35.54861
10:30	26.16258	30.04459	28.10359	30.68400	50.9754927	35.45088
11:00	26.16306	30.11063	28.13685	31.52400	50.7206579	35.35367
11:30	26.16357	30.17635	28.16996	32.08400	50.5337604	35.28919
12:00	26.16411	30.24481	28.20446	32.64400	50.3753117	35.22488
12:30	26.16467	30.31117	28.23792	33.09200	50.2405323	35.17362
13:00	26.16527	30.37040	28.26783	33.54000	50.1166528	35.12249
13:30	26.16588	30.42156	28.29372	33.82000	50.0265139	35.09063
14:00	26.16652	30.47437	28.32044	34.10000	49.9484631	35.05881
14:30	26.16718	30.52796	28.34757	34.10000	49.9160548	35.05887
15:00	26.16787	30.57736	28.37261	34.10000	49.9000393	35.05889
15:30	26.16857	30.61534	28.39196	33.76400	49.9407440	35.09718
16:00	26.16930	30.64138	28.40534	33.42800	50.0046310	35.13551
16:30	26.17005	30.65064	28.41034	32.98000	50.0930270	35.18675
17:00	26.17081	30.63794	28.40437	32.53200	50.1973109	35.23810
17:30	30.72234	30.57870	30.65052	31.97200	42.2896008	35.97479
18:00	31.17864	31.44421	31.31143	31.41200	45.5815518	36.08841
18:30	31.21358	31.67051	31.44204	30.57200	47.8693598	36.13885
19:00	31.15039	31.79865	31.47452	29.73200	48.4783898	36.22824
19:30	31.04520	31.90090	31.47305	29.11600	48.6381194	36.31478
20:00	30.89210	31.99038	31.44124	28.50000	49.2285068	36.36336
20:30	30.75801	32.06852	31.41326	27.99600	49.7099821	36.37191
21:00	30.62736	32.13449	31.38093	27.49200	50.1265907	36.41102
21:30	30.49287	32.18121	31.33704	26.98800	50.5447757	36.44986
22:00	30.33924	32.21213	31.27569	26.48400	51.0008317	36.48694
22:30	30.14440	31.74108	30.94274	26.09200	49.1008809	12.15391
23:00	29.98074	31.50736	30.74405	25.70000	47.2866392	12.15024
23:30	29.84902	31.31864	30.58383	25.30800	47.6743620	12.15185

Πίνακας 10 Αποτελέσματα Cooling Desing σε μορφή πίνακα (2)

Time	Glazing (kW)	Walls (kW)	Floors (kW)	Ceilings (kW)	External Infiltration (kW)	Ventilation (kW)
00:30	-2.6274628	14.5055123	0.2003944	19.3985787	41.6108453	0.0000000
01:00	-2.6586859	15.4726475	0.5601157	18.1580564	42.1399770	0.0000000
01:30	-2.6549841	16.3087442	0.9638465	17.2497644	41.8561423	0.0000000
02:00	-2.6600036	16.5940988	1.1937813	15.9859662	41.8128944	0.0000000
02:30	-2.6477326	16.9711667	1.5223709	15.2067604	41.4059669	0.0000000
03:00	-2.6355343	17.1834195	1.7941665	14.4840281	41.1188932	0.0000000
03:30	-2.6232751	17.3085537	2.0587484	13.8709120	40.8600372	0.0000000
04:00	-2.6124789	17.3777435	2.3224493	13.3610276	40.6267181	0.0000000
04:30	-2.5851170	17.3868965	2.5783923	12.9053404	39.9930975	0.0000000
05:00	-2.5606670	17.2771431	2.7915973	12.4055773	39.4963727	0.0000000
05:30	-2.0422758	16.9971950	2.9430066	11.7279843	33.1385545	0.0000000
06:00	1.4722512	27.8277803	6.1236061	23.9102840	31.8948892	0.0000000
06:30	6.0629261	24.1585094	4.3723473	18.1357046	29.0461496	0.0000000
07:00	9.6650018	21.2207664	3.9813301	13.7525909	24.5150229	0.0000000
07:30	12.6196505	-1.2494233	-3.4960732	-26.0032574	13.4361989	-19.3021566
08:00	13.9827381	-1.7387429	-1.4227566	-20.7637407	2.4278717	-3.5537062
08:30	15.1859929	-2.6088995	-1.4804954	-17.0017777	-9.7928848	13.9292608
09:00	15.6284510	-3.1208186	-1.4185927	-13.4646619	-21.9272641	31.2886595
09:30	15.3398000	-3.3714236	-1.3510970	-10.1583149	-32.7118688	46.7170750
10:00	14.5489897	-3.4425659	-1.2616812	-7.1051507	-43.4286984	62.0485306
10:30	13.6881717	-3.4229411	-1.2123560	-4.3910538	-52.8289492	75.4964922
11:00	13.0882351	-3.3920052	-1.1898627	-2.0622108	-62.1773622	88.8702939
11:30	12.7510560	-3.3746258	-1.1598421	-0.0970606	-68.3810502	97.7452640
12:00	13.1179391	-3.4291161	-1.2027001	1.4053131	-74.5620149	106.5877258
12:30	13.6298657	-3.4784021	-1.2196663	2.6556999	-79.4905096	113.6384090
13:00	13.9123592	-3.4726382	-1.2258381	3.8140392	-84.4046046	120.6684917
13:30	14.1353557	-3.4230983	-1.2513428	4.8434354	-87.4686296	125.0518723
14:00	15.1021536	-3.4060850	-1.3204555	5.4177231	-90.5270697	129.4272629
14:30	16.5167193	-3.3205556	-1.4107615	5.6771883	-90.5270697	129.4272629
15:00	17.8989070	-3.1126825	-1.4968584	5.8154666	-90.5270697	129.4272629
15:30	18.7707620	-2.7598704	-1.5471931	5.9874282	-86.8562719	124.1758361
16:00	19.2346797	-2.3049098	-1.5568988	6.1239600	-83.1774274	118.9128974
16:30	18.9682403	-1.7297816	-1.5111743	6.3209378	-78.2597384	111.8776731
17:00	17.6616697	-1.0144651	-1.3785946	6.6562205	-73.3276338	104.8218255
17:30	15.6296341	0.4344216	-1.0740326	8.0822145	-5.1417603	8.2290137
18:00	11.5302352	-26.5212192	-11.6812391	-28.9241790	6.3141581	-8.7117750
18:30	8.1315528	-25.2026186	-9.1045723	-24.1004949	16.2917830	-23.0560345
19:00	3.0025718	-23.2236359	-8.4235359	-19.0118204	24.8253205	-35.6250919
19:30	-0.3310797	-21.4328341	-8.0145707	-15.4965951	29.4849882	-43.2298329
20:00	-1.3792676	-19.6406750	-7.7539832	-13.0476922	33.2264024	-49.8754155
20:30	-1.5358087	-17.9279117	-7.4991993	-11.0004289	36.2262780	-55.2509134
21:00	-1.7006664	-16.1718469	-7.2434255	-9.3816125	39.2894585	-60.7094058
21:30	-1.8568885	-14.2067155	-7.1028900	-7.7346756	42.3395180	-66.0186929
22:00	-2.0055284	-12.2095205	-6.7910774	-6.2189707	45.3698372	-70.8555794
22:30	-2.6224483	5.2290544	-1.0352560	23.1639013	41.3084828	0.0000000
23:00	-2.5473131	9.5809911	-0.7040207	24.4260228	39.8255246	0.0000000
23:30	-2.5614202	11.4464199	-0.5598040	22.1910100	41.2293339	0.0000000
24:00	-2.6062646	13.0806002	-0.1477982	20.5391973	41.0868856	0.0000000

Πίνακας 11 Αποτελέσματα Cooling Desing σε μορφή πίνακα (3)

Time	Zone sensible cooling (kW)	Sensible cooling (kW)	Total cooling (kW)	Computers+Equipme (kW)	Catering (kW)	Process (kW)
00:30	0.7116394	0.7118508	1.3232777	0.0000000	0.0000000	0.0000000
01:00	0.2697875	0.2698286	0.5023195	0.0000000	0.0000000	0.0000000
01:30	0.0790569	0.0790569	0.1483171	0.0000000	0.0000000	0.0000000
02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
02:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
03:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
04:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
05:30	35.2612075	40.4675904	66.6808590	0.0000000	0.0000000	0.0000000
06:00	32.3439957	31.9387046	49.5444733	0.0000000	0.0000000	0.0000000
06:30	42.4682088	42.4628481	58.1340689	0.0000000	0.0000000	0.0000000
07:00	43.6919054	43.6912054	55.4872082	0.0000000	0.0000000	0.0000000
07:30	177.3763133	177.3761309	223.8856714	0.0000000	0.0000000	0.0000000
08:00	213.0841860	213.0841446	302.2724510	0.0000000	0.0000000	0.0000000
08:30	246.8586794	246.8586687	364.4495152	0.0000000	0.0000000	0.0000000
09:00	279.9326309	279.9326278	405.6597085	0.0000000	0.0000000	0.0000000
09:30	309.0147260	309.0147250	437.7594562	0.0000000	0.0000000	0.0000000
10:00	337.3649631	337.3649628	471.6691505	0.0000000	0.0000000	0.0000000
10:30	362.1407569	362.1407568	501.2545014	0.0000000	0.0000000	0.0000000
11:00	386.6332424	386.6332424	530.1768870	0.0000000	0.0000000	0.0000000
11:30	403.3909059	403.3909058	548.2970218	0.0000000	0.0000000	0.0000000
12:00	420.2065552	420.2065552	567.5427492	0.0000000	0.0000000	0.0000000
12:30	433.9167417	433.9167417	582.9218524	0.0000000	0.0000000	0.0000000
13:00	447.3534616	447.3534616	598.2518955	0.0000000	0.0000000	0.0000000
13:30	456.0822471	456.0822471	607.4078127	0.0000000	0.0000000	0.0000000
14:00	465.0016144	465.0016144	617.4703270	0.0000000	0.0000000	0.0000000
14:30	466.6673032	466.6673032	618.1096517	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15:00	468.3100160	468.3100160	619.7171712	0.0000000	0.0000000	0.0000000
15:30	460.7372718	460.7372718	609.4860903	0.0000000	0.0000000	0.0000000
16:00	452.8378026	452.8378026	600.0543645	0.0000000	0.0000000	0.0000000
16:30	441.4370143	441.4370143	586.3896081	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17:00	429.3304653	429.3304653	572.1769025	0.0000000	0.0000000	0.0000000
17:30	88.8059132	88.7096003	125.2359084	0.0000000	0.0000000	0.0000000
18:00	46.9570497	46.7892500	73.4559365	0.0000000	0.0000000	0.0000000
18:30	25.6069491	25.6069491	44.2049858	0.0000000	0.0000000	0.0000000
19:00	18.6678609	18.6678609	34.1210961	0.0000000	0.0000000	0.0000000
19:30	12.3327246	12.3327246	23.9114033	0.0000000	0.0000000	0.0000000
20:00	8.6255852	8.6245370	17.4022504	0.0000000	0.0000000	0.0000000
20:30	6.7284033	6.7284033	13.9633394	0.0000000	0.0000000	0.0000000
21:00	4.8280326	4.8280326	10.4268086	0.0000000	0.0000000	0.0000000
21:30	3.3187210	3.3187210	7.5567137	0.0000000	0.0000000	0.0000000
22:00	2.9324930	2.9324930	6.7443643	0.0000000	0.0000000	0.0000000
22:30	3.0038075	3.0026648	6.1250973	0.0000000	0.0000000	0.0000000
23:00	2.2657223	2.2665918	4.4196845	0.0000000	0.0000000	0.0000000
23:30	1.6071965	1.6071965	3.0868166	0.0000000	0.0000000	0.0000000
24:00	1.1478729	1.1479340	2.1716837	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 12 Αποτελέσματα Cooling Desing σε μορφή πίνακα (4)

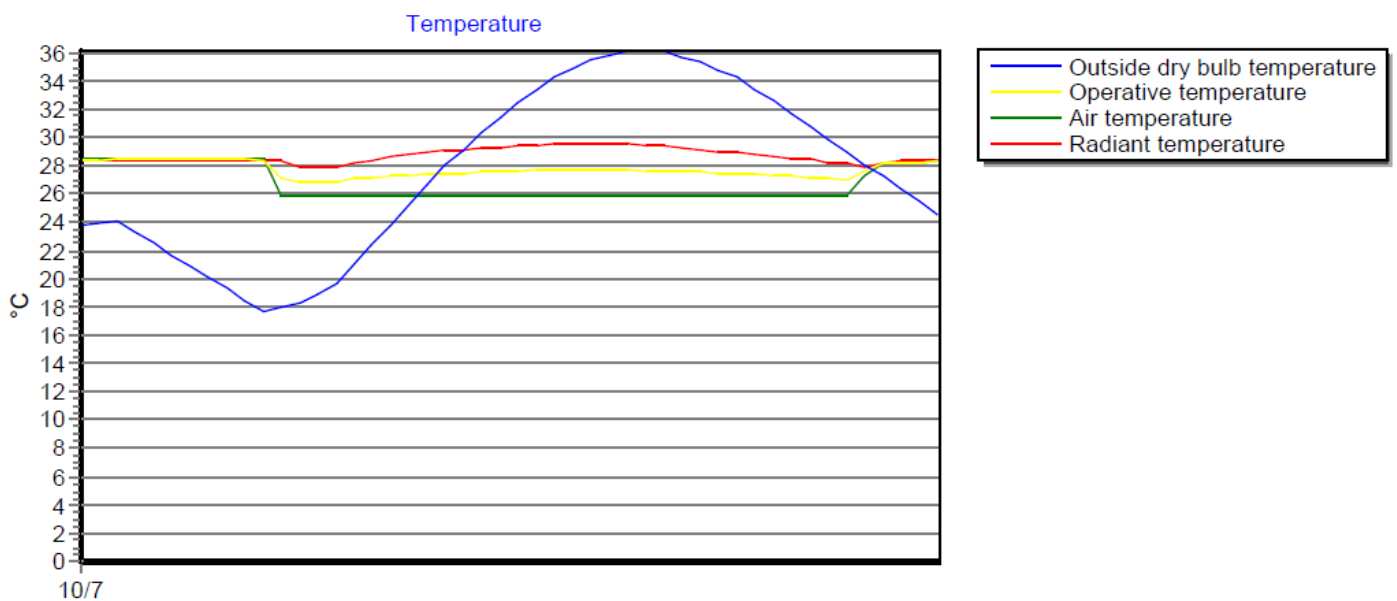
Time	Miscellaneous (kW)	General Lighting (kW)	Task Lighting (kW)	Occupancy (kW)
00:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
01:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
02:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
03:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
04:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
05:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
06:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
07:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
07:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5592042
08:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5590375
08:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5590029
09:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589944
09:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589920
10:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589912
10:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589910
11:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589909
11:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589908
12:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589908
12:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589908
13:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589908
13:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589908
14:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589908
14:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589908
15:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589908
15:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589908
16:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589908
16:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589908
17:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589908
17:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	161.5589908
18:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	70.3232576
18:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	70.3126355
19:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	70.4869724
19:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	71.5749111
20:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	74.7101493
20:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	78.0056033
21:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	80.2589480
21:30	0.0000000	45.9721382	0.0000000	83.0028865
22:00	0.0000000	45.9721382	0.0000000	85.9025655
22:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
23:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
23:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
24:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Μια τέτοιου είδους παρουσίαση των αποτελεσμάτων, όπως και στη περίπτωση του Heating Design, παρέχει συγκεκριμένες πληροφορίες στο μελετητή για τη λειτουργία των θερμικών ζωνών ξεχωριστά αλλά και του κτιρίου στο σύνολό του. Στη συγκεκριμένη περίπτωση αξίζει να τονιστεί ότι δεν υπάρχει ενδεχόμενο τάσης για θέρμανση του κτιρίου, αφού εδώ τα θερμικά εσωτερικά κέρδη δεν είναι επιθυμητά και πρέπει να αποβληθούν από τους χώρους του κτιρίου.

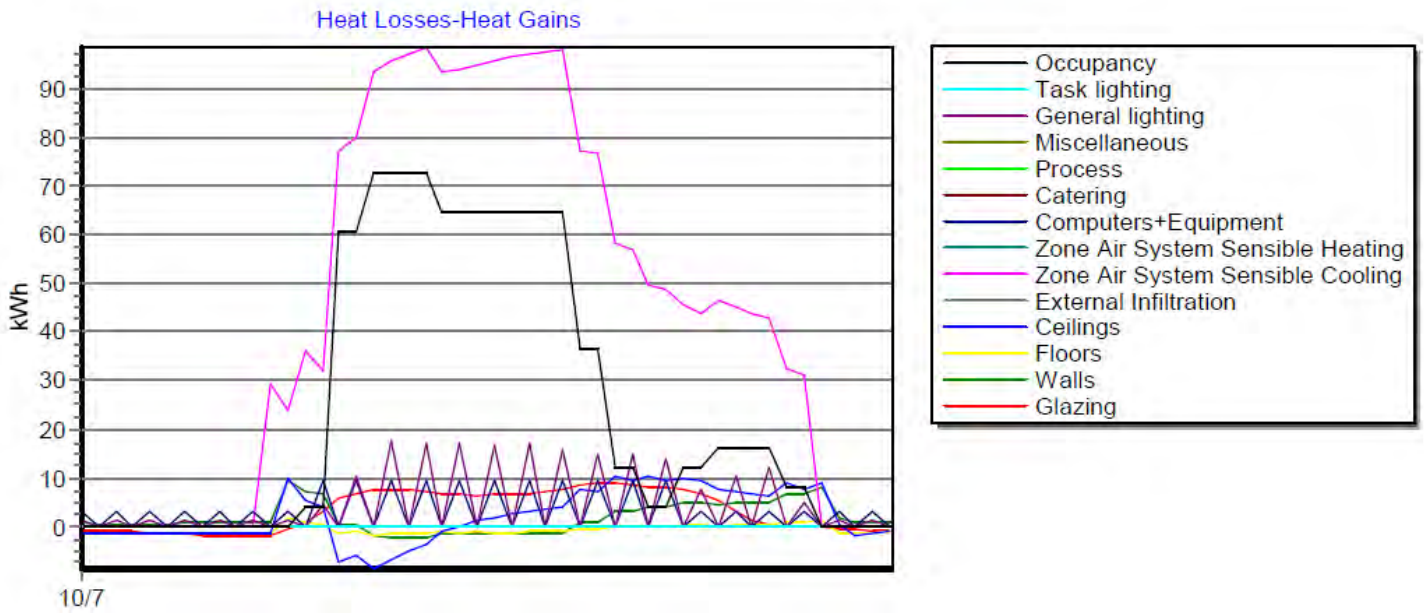
SIMULATION

Με τον όρο Simulation, ορίζεται η προσομοίωση χρήσης ολόκληρου του κτιρίου για ένα ημερολογιακό έτος. Έτσι, ο μελετητής λαμβάνει πλέον πραγματικά και ποσοτικά δεδομένα από τη λειτουργία του κτιρίου και είναι σε θέση να αξιολογήσει τις καταναλώσεις και να τροποποιήσει παραμέτρους που θα επιφέρουν το βέλτιστο ενεργειακό αποτέλεσμα. Διαφέρει δραστικά από τα Heating & Cooling Design, αφού αφενός όπως προαναφέρθηκε προσομοιώνει για ένα ημερολογιακό έτος και όχι για τη δυσμενέστερη ημέρα και αφετέρου διότι τα αποτελέσματα μεταξύ των ημερών της προσομοίωσης αλληλεπιδρούν δυναμικά και προσαρμόζουν το τελικό αποτέλεσμα. Είναι δύσκολο έως ακατόρθωτο να επιτύχουμε ακραίες συνθήκες παρόμοιες με αυτές που απεικονίζονται στο Heating & Cooling Design. Στις παρακάτω Εικόνες φαίνονται τα ποσοτικά αποτελέσματα της προσομοίωσης για μια ημέρα του καλοκαιριού και μια του χειμώνα για λόγους πρακτικούς, αφού για τα αποτελέσματα ολόκληρου του ημερολογιακού έτους λαμβάνουν πάρα πολλές σελίδες. Φυσικά, είναι διαθέσιμα σε ηλεκτρονική μορφή μαζί με το υλικό της μελέτης.

SUMMER SIMULATION



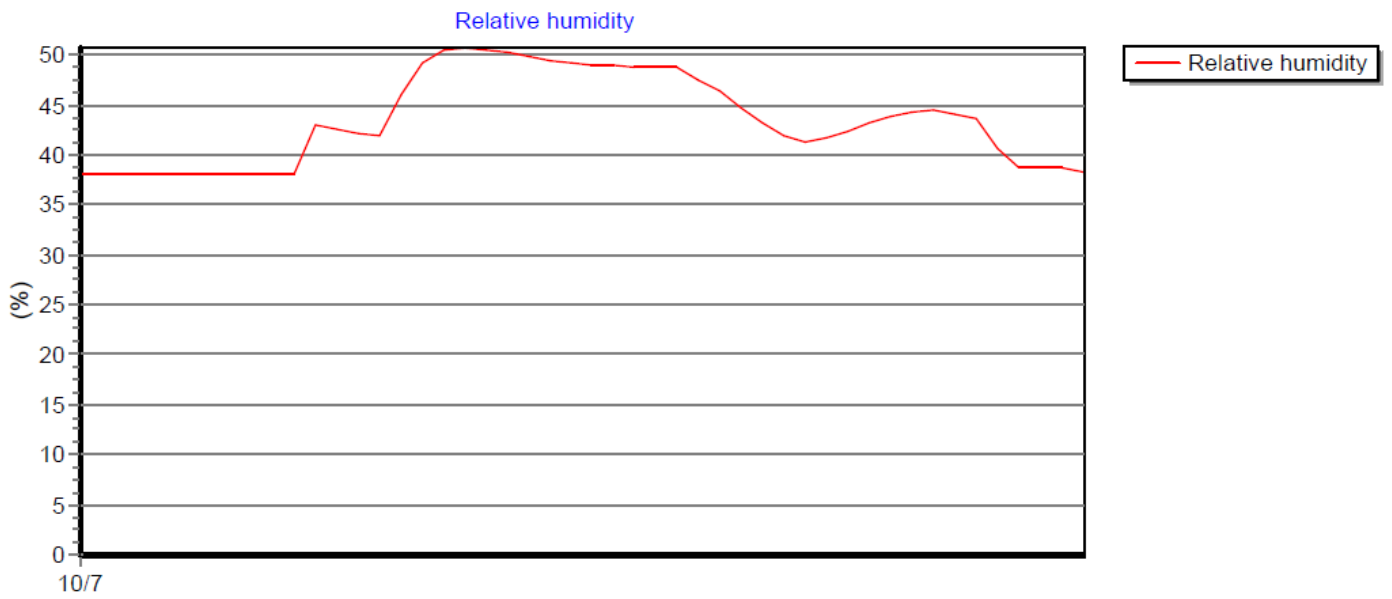
Εικόνα 55 Αποτελέσματα Simulation θερινής ημέρας (1)



Εικόνα 56 Αποτελέσματα Simulation θερινής ημέρας (2)



Εικόνα 57 Αποτελέσματα Simulation θερινής ημέρας (3)



Εικόνα 58 Αποτελέσματα Simulation θερινής ημέρας (4)

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα ίδια αποτελέσματα σε μορφή πινάκων με τιμές ανά μισάωρο χρήσης.

Πίνακας 13 Αποτελέσματα Simulation θερινής ημέρας σε μορφή πίνακα (1)

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
10/7 00:00	26.97304	27.82910	27.40107	23.70000	41.7326458	12.10706
10/7 00:30	26.87239	27.70615	27.28927	23.85000	42.2865362	12.09027
10/7 01:00	26.87281	27.64953	27.26117	24.00000	43.1111019	12.08609
10/7 01:30	26.73311	27.59565	27.16438	23.25000	43.9053957	12.10463
10/7 02:00	26.54203	27.51306	27.02754	22.50000	44.2254270	12.12603
10/7 02:30	26.29035	27.39559	26.84297	21.70000	44.7115089	12.13815
10/7 03:00	26.06511	27.27057	26.66784	20.90000	45.0404042	12.15263
10/7 03:30	25.82600	27.13313	26.47956	20.10000	45.4712153	12.16610
10/7 04:00	25.58187	26.98289	26.28238	19.30000	45.9600235	12.17933
10/7 04:30	25.33994	26.82325	26.08160	18.50000	46.5147173	12.19232
10/7 05:00	25.09111	26.65055	25.87083	17.70000	47.1290110	12.20488
10/7 05:30	24.17869	26.48635	25.33252	18.00000	49.0354573	12.60507
10/7 06:00	24.25071	26.29022	25.27046	18.30000	48.8075115	12.58321
10/7 06:30	24.54401	26.29633	25.42017	18.95000	48.1042479	14.15474
10/7 07:00	24.73287	26.41254	25.57270	19.60000	47.7613886	14.14649
10/7 07:30	25.54666	26.91083	26.22875	21.00000	48.4975560	33.46067
10/7 08:00	25.77026	27.30431	26.53729	22.40000	48.9634518	33.47759
10/7 08:30	25.81734	27.68411	26.75072	23.80000	49.5935443	37.04932
10/7 09:00	25.81817	27.93848	26.87833	25.20000	50.0757575	36.99743
10/7 09:30	25.81865	28.16310	26.99087	26.60000	50.1567285	36.94227
10/7 10:00	25.81905	28.35034	27.08470	28.00000	49.8644288	36.88432
10/7 10:30	25.81947	28.47311	27.14629	29.15000	49.1664356	34.49639
10/7 11:00	25.81992	28.60804	27.21398	30.30000	48.5798168	34.44703
10/7 11:30	25.82044	28.73295	27.27670	31.35000	48.1151470	34.40236
10/7 12:00	25.82101	28.86381	27.34241	32.40000	47.6598294	34.35793
10/7 12:30	25.82165	28.98252	27.40208	33.30000	47.3523587	34.32102
10/7 13:00	25.82234	29.07447	27.44841	34.20000	47.1439712	34.28497
10/7 13:30	25.82309	29.15482	27.48896	34.85000	47.0043394	34.25917
10/7 14:00	25.82389	29.23259	27.52824	35.50000	46.8873563	34.23367
10/7 14:30	25.82474	29.18148	27.50311	35.80000	45.8958125	26.04604
10/7 15:00	25.82563	29.20274	27.51418	36.10000	45.2647605	26.03160
10/7 15:30	25.82656	29.10156	27.46406	36.10000	44.1098610	19.03174
10/7 16:00	25.82753	29.06228	27.44491	36.10000	43.4084476	19.03063
10/7 16:30	25.82852	28.95773	27.39312	35.70000	42.7582229	14.03059
10/7 17:00	25.82953	28.90021	27.36487	35.30000	42.3871506	14.04535
10/7 17:30	25.83055	28.77708	27.30381	34.75000	42.9234859	15.57016
10/7 18:00	25.83156	28.67295	27.25226	34.20000	43.5041521	15.59195
10/7 18:30	25.83258	28.59944	27.21601	33.40000	44.0678591	16.78903
10/7 19:00	25.83359	28.48150	27.15754	32.60000	44.4585480	16.82052
10/7 19:30	25.83459	28.35915	27.09687	31.65000	44.7804693	16.85781
10/7 20:00	25.83557	28.26160	27.04859	30.70000	45.0676832	16.89512
10/7 20:30	25.83654	28.07177	26.95416	29.80000	44.8682501	14.59715
10/7 21:00	25.83750	27.96205	26.89977	28.90000	44.6064269	14.63187
10/7 21:30	27.20777	27.78258	27.49517	28.05000	41.6523948	12.20694
10/7 22:00	27.37717	28.01310	27.69513	27.20000	41.2834350	12.24105
10/7 22:30	27.32332	27.99321	27.65826	26.30000	41.3857959	12.26161
10/7 23:00	27.32084	27.94933	27.63509	25.40000	41.4052280	12.28263
10/7 23:30	27.17074	27.90226	27.53650	24.55000	41.5880477	12.09126

Πίνακας 14 Αποτελέσματα Simulation θερμής ημέρας σε μορφή πινάκα (2)

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
10/7 00:00	-0.9468658	4.4746798	-0.3861539	3.3227392	28.0904019	0.0000000
10/7 00:30	-0.8919221	5.3943953	-0.1210950	4.0900131	25.0540365	0.0000000
10/7 01:00	-0.8593953	5.4230396	-0.1927077	3.5796009	23.9063380	0.0000000
10/7 01:30	-0.9628187	5.3239542	-0.2385769	3.0195290	29.3796232	0.0000000
10/7 02:00	-1.0519351	5.8368838	0.0174658	3.3932869	33.3643320	0.0000000
10/7 02:30	-1.1331123	6.8672379	0.4687591	4.4743385	36.8577838	0.0000000
10/7 03:00	-1.2135797	7.6832338	0.7863882	5.1995031	41.0111737	0.0000000
10/7 03:30	-1.2966246	8.4888077	1.1293184	5.8861967	44.8507752	0.0000000
10/7 04:00	-1.3776657	9.3000223	1.4893065	6.5676659	48.6536829	0.0000000
10/7 04:30	-1.4491235	10.0701758	1.8469500	7.1715476	52.3664390	0.0000000
10/7 05:00	-1.5186333	10.8404759	2.2171155	7.7445578	55.9882716	0.0000000
10/7 05:30	-1.1342011	11.5063119	2.5522556	8.1351931	51.6924339	0.0000000
10/7 06:00	-0.1282604	12.2421864	2.5660029	8.2786017	48.2029914	0.0000000
10/7 06:30	1.2216484	10.0740179	1.8903208	4.5536208	47.3760067	0.0000000
10/7 07:00	3.6527248	7.2508108	1.0958534	0.9326274	44.6582126	0.0000000
10/7 07:30	6.3547444	-0.1725131	-1.3695503	-11.2135901	49.9523191	0.0000000
10/7 08:00	6.8797077	-4.2832778	-2.6026299	-14.1196982	39.9316807	0.0000000
10/7 08:30	7.4837198	-6.9665701	-3.0973319	-16.1991964	25.1985867	0.0000000
10/7 09:00	7.7324895	-7.0348994	-2.7993961	-13.4720537	9.2861548	0.0000000
10/7 09:30	7.8154979	-6.9886143	-2.7379344	-10.9023479	0.0000000	0.0000000
10/7 10:00	7.2933986	-6.7906167	-2.6235638	-8.4926992	0.0000000	0.0000000
10/7 10:30	6.8561115	-5.8910618	-2.3153487	-5.2535936	0.0000000	0.0000000
10/7 11:00	6.5661056	-5.6663359	-2.3564135	-3.7208162	0.0000000	0.0000000
10/7 11:30	6.4784543	-5.3493394	-2.3098447	-2.2299212	0.0000000	0.0000000
10/7 12:00	6.7237819	-5.1627032	-2.3430545	-1.1053202	0.0000000	0.0000000
10/7 12:30	6.8691008	-4.9482209	-2.3117141	-0.1030165	0.0000000	0.0000000
10/7 13:00	6.8369221	-4.6290731	-2.2640472	0.8546154	0.0000000	0.0000000
10/7 13:30	7.1110896	-4.2911339	-2.2197239	1.6217999	0.0000000	0.0000000
10/7 14:00	7.8072928	-3.9773565	-2.2017638	2.0636399	0.0000000	0.0000000
10/7 14:30	8.6128560	-1.5467969	-1.4441975	6.1908309	0.0000000	0.0000000
10/7 15:00	9.0035688	-1.2842371	-1.6439328	5.8697969	0.0000000	0.0000000
10/7 15:30	9.0029445	0.8717834	-0.9748045	9.0113070	0.0000000	0.0000000
10/7 16:00	8.6519093	1.1567187	-1.1098707	8.3990219	0.0000000	0.0000000
10/7 16:30	8.0249141	2.2403142	-0.8235208	9.2024140	0.0000000	0.0000000
10/7 17:00	7.9133735	2.4620661	-0.8993397	8.4761822	0.0000000	0.0000000
10/7 17:30	7.7390430	3.520982	-0.7710797	9.2391535	0.0000000	0.0000000
10/7 18:00	6.5790088	3.7933380	-0.7393985	8.6135249	0.0000000	0.0000000
10/7 18:30	5.3868194	3.4693633	-0.8323821	7.0355424	0.0000000	0.0000000
10/7 19:00	2.9104020	3.6926969	-0.7109047	6.7049325	0.0000000	0.0000000
10/7 19:30	1.0870412	4.0150458	-0.6337230	6.3582991	0.0000000	0.0000000
10/7 20:00	0.3372816	4.1339387	-0.6436187	5.6875568	0.0000000	0.0000000
10/7 20:30	0.1192255	6.0017859	0.0190419	8.3740253	0.0000000	0.0000000
10/7 21:00	-0.0183476	6.0077441	-0.1295318	7.2821025	0.0000000	0.0000000
10/7 21:30	-0.2050712	7.2639764	0.3271057	8.6584633	1.4637648	0.0113734
10/7 22:00	-0.4683751	1.5685453	-1.8321577	0.3653158	6.8723599	0.0000000
10/7 22:30	-0.6161092	2.2186437	-1.1883225	1.1382954	13.3032294	0.0000000
10/7 23:00	-0.7300601	2.9926898	-0.9342119	1.9601746	19.0685705	0.0000000
10/7 23:30	-0.8427258	3.5833105	-0.7172137	2.4898047	23.6175050	0.0000000

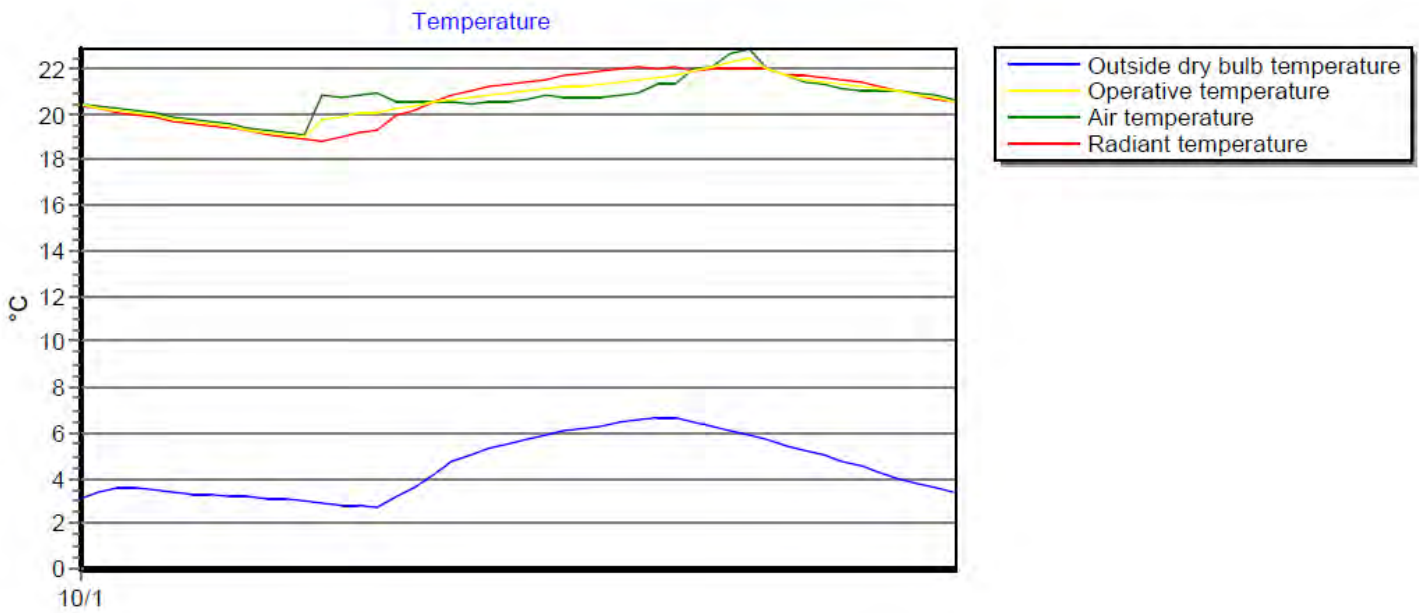
Πίνακας 15 Αποτελέσματα Simulation θερικής ημέρας σε μορφή πίνακα (3)

Time	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)
10/7 00:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	3.1289409
10/7 00:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 01:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	3.1289409
10/7 01:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 02:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	3.1289409
10/7 02:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 03:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	3.1289409
10/7 03:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 04:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	3.1289409
10/7 04:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 05:00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	3.1289409
10/7 05:30	4.3870587	4.5513491	5.4757249	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 06:00	0.3124851	0.0783775	0.0956605	0.000000	0.000000	3.1289409
10/7 06:30	6.3963931	3.9459198	4.9985751	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 07:00	6.6140166	4.3513142	5.5054481	0.000000	0.000000	9.4260029
10/7 07:30	39.1955709	10.2041767	17.5920066	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 08:00	43.2893398	20.8613392	37.1270513	0.000000	0.000000	9.4260029
10/7 08:30	66.7399266	49.9800166	73.9839076	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 09:00	78.3340350	72.1590701	97.0403924	0.000000	0.000000	9.4260029
10/7 09:30	88.8325046	92.8562243	119.0998913	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 10:00	98.9413794	112.6691078	141.5870823	0.000000	0.000000	9.4260029
10/7 10:30	101.0609504	120.4166356	157.5100468	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 11:00	108.9907617	135.5132504	176.7338062	0.000000	0.000000	9.4260029
10/7 11:30	116.1885230	149.2250102	192.0953265	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 12:00	123.5857182	163.1120746	206.4662440	0.000000	0.000000	9.4260029
10/7 12:30	129.9747826	175.1055178	221.0797598	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 13:00	135.8806053	186.6017655	234.5217793	0.000000	0.000000	9.4260029
10/7 13:30	140.2028278	194.9640696	244.3915345	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 14:00	144.5665432	203.3606071	254.1205481	0.000000	0.000000	9.4260029
10/7 14:30	125.7106278	160.2057339	204.3024685	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 15:00	127.2450052	162.8197879	203.8528097	0.000000	0.000000	9.4260029
10/7 15:30	109.0516377	121.5092701	153.5837012	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 16:00	108.2200625	120.6877173	148.4564364	0.000000	0.000000	9.4260029
10/7 16:30	98.9831890	102.9633739	124.0005264	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 17:00	96.0708012	99.8883819	118.4800700	0.000000	0.000000	9.4260029
10/7 17:30	90.3406523	100.4673208	118.7777895	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 18:00	86.0524811	95.5419210	114.9929914	0.000000	0.000000	3.1289409
10/7 18:30	84.2541113	95.6493367	117.1773728	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 19:00	79.0641747	89.2260287	110.8303243	0.000000	0.000000	3.1289409
10/7 19:30	72.7280186	81.4301851	102.4421571	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 20:00	66.7240654	73.9647969	94.1208924	0.000000	0.000000	3.1289409
10/7 20:30	51.7400324	54.6829325	69.9976593	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 21:00	45.3607507	47.6062945	60.5207900	0.000000	0.000000	3.1289409
10/7 21:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 22:00	0.0065722	0.0000000	0.0000000	0.000000	0.000000	3.1289409
10/7 22:30	0.0221598	0.0000000	0.0000000	0.000000	0.000000	0.0000000
10/7 23:00	0.0404920	0.0000000	0.0000000	0.000000	0.000000	3.1289409
10/7 23:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.000000	0.000000	0.0000000

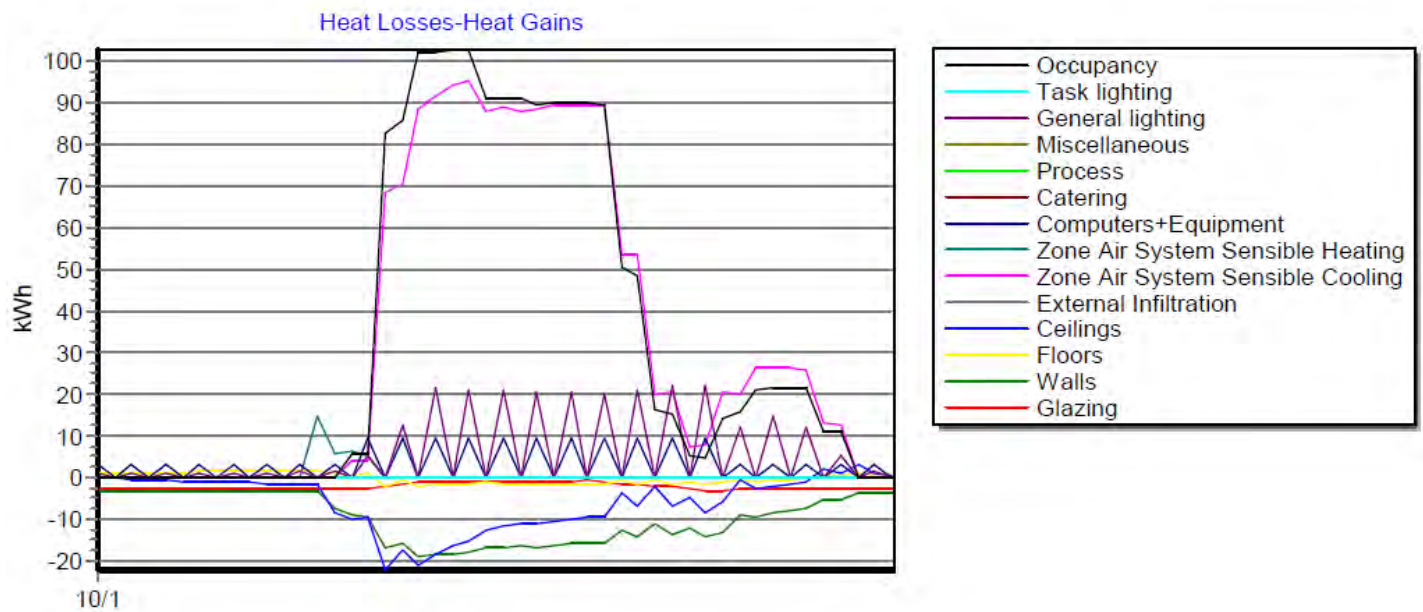
Πίνακας 16 Αποτελέσματα Simulation θερινής ημέρας σε μορφή πίνακα (4)

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
10/7 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.2601683	0.0000000	0.0000000
10/7 00:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
10/7 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.2601683	0.0000000	0.0000000
10/7 01:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
10/7 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.2601683	0.0000000	0.0000000
10/7 02:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
10/7 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.2601683	0.0000000	0.0000000
10/7 03:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
10/7 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.2601683	0.0000000	0.0000000
10/7 04:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
10/7 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.3217130	0.0000000	0.0000000
10/7 05:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0174566
10/7 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.2747861	0.0000000	0.0222094
10/7 06:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	4.8122487
10/7 07:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	4.4670198	0.0000000	4.6568963
10/7 07:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	68.5105310
10/7 08:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	10.2848523	0.0000000	61.5969022
10/7 08:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	72.7400114
10/7 09:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	17.3525658	0.0000000	72.7197006
10/7 09:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	72.7144418
10/7 10:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	17.0828578	0.0000000	72.7130998
10/7 10:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	64.6570096
10/7 11:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	16.8896699	0.0000000	64.6569336
10/7 11:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	64.6569162
10/7 12:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	16.7769310	0.0000000	64.6569119
10/7 12:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	64.6569108
10/7 13:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	16.8651292	0.0000000	64.6569105
10/7 13:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	64.6569104
10/7 14:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	15.8924085	0.0000000	64.6569104
10/7 14:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	36.4618197
10/7 15:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	14.9013421	0.0000000	36.4618197
10/7 15:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	12.2945991
10/7 16:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	14.6296058	0.0000000	12.2945991
10/7 16:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	4.0944982
10/7 17:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	14.0675484	0.0000000	4.0944982
10/7 17:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	12.1058196
10/7 18:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	7.7244678	0.0000000	12.1058196
10/7 18:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	16.1336897
10/7 19:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	10.3277324	0.0000000	16.1336897
10/7 19:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	16.1336897
10/7 20:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	11.9768663	0.0000000	16.1336897
10/7 20:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	8.0779495
10/7 21:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	5.0406733	0.0000000	8.0779495
10/7 21:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0111047
10/7 22:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.3217130	0.0000000	0.0093272
10/7 22:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0092752
10/7 23:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.2601683	0.0000000	0.0093364
10/7 23:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

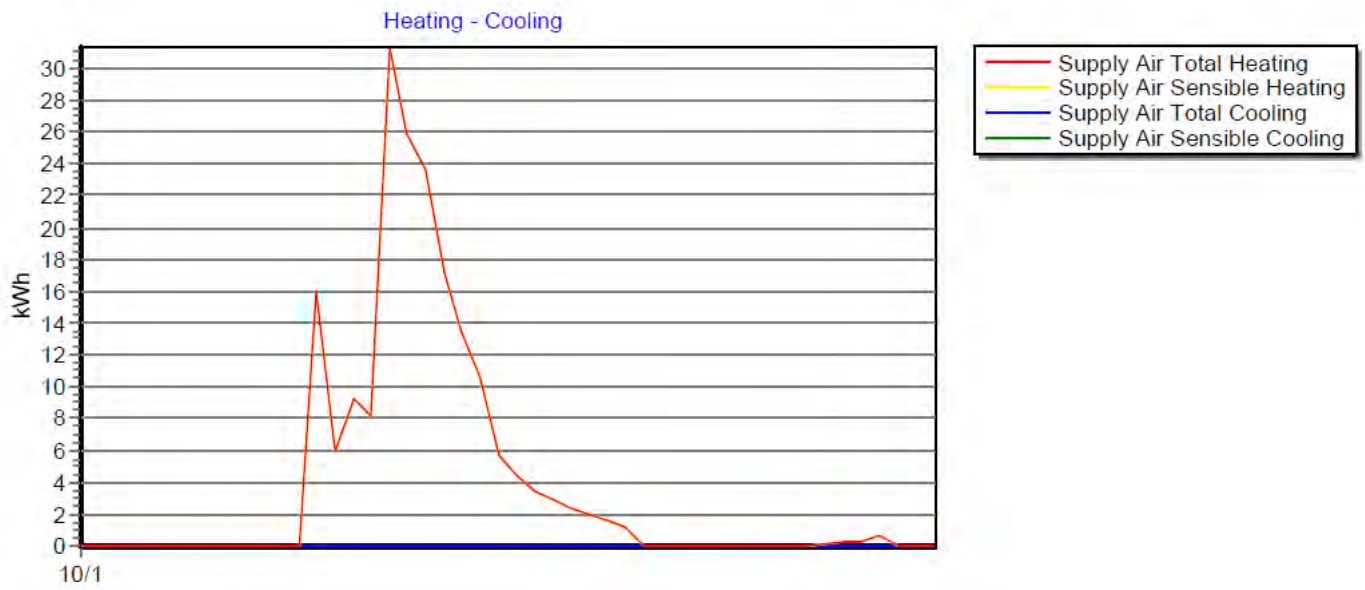
WINTER SIMULATION



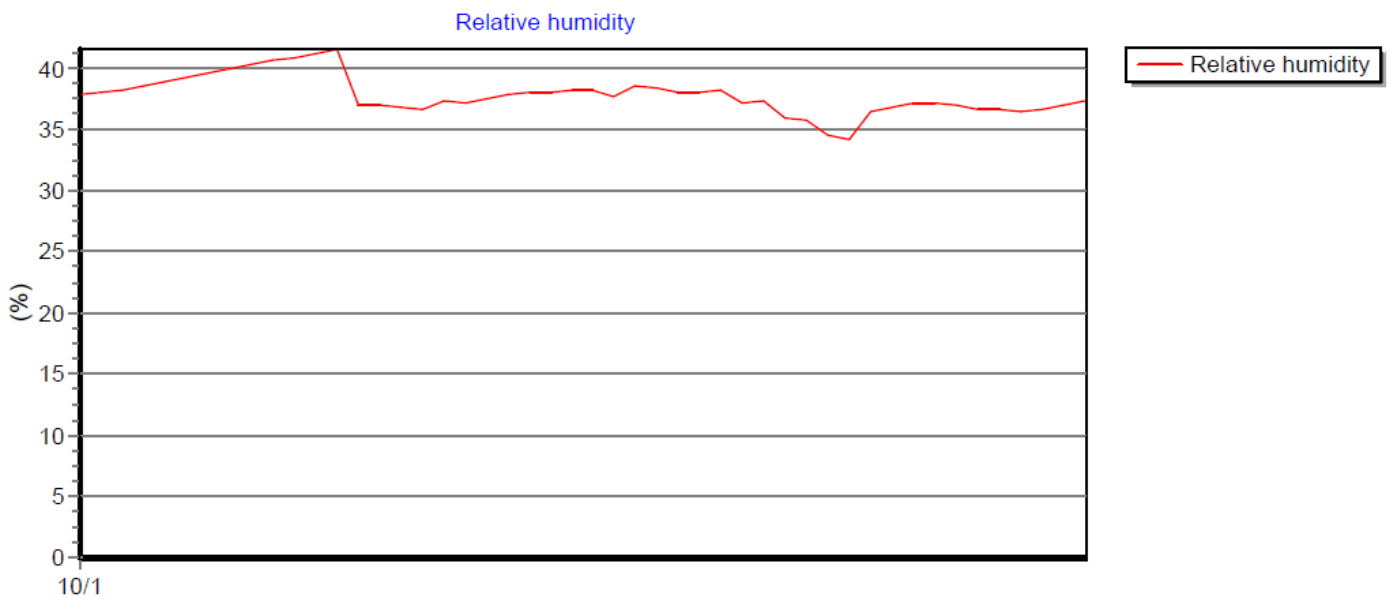
Εικόνα 59 Αποτελέσματα Simulation χειμερινής ημέρας (1)



Εικόνα 60 Αποτελέσματα Simulation χειμερινής ημέρας (2)



Εικόνα 61 Αποτελέσματα Simulation χειμερινής ημέρας (3)



Εικόνα 62 Αποτελέσματα Simulation χειμερινής ημέρας (4)

Στους παρακάτω πίνακες θα παρουσιαστούν τα ίδια αποτελέσματα σε μορφή πινάκων ποσοτικά.

Πίνακας 17 Αποτελέσματα Simulation χειμερινής ημέρας σε μορφή πίνακα (1)

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
10/1 00:00	15.25506	17.65713	16.45610	3.10000	44.4280836	12.52013
10/1 00:30	15.18612	17.31898	16.25255	3.35000	45.4602856	12.29977
10/1 01:00	14.94358	16.99312	15.96835	3.60000	47.5263765	12.27598
10/1 01:30	14.72042	16.68250	15.70146	3.55000	48.9736718	12.26610
10/1 02:00	14.48810	16.38273	15.43541	3.50000	49.8856818	12.25540
10/1 02:30	14.26169	16.09812	15.17990	3.40000	50.6265656	12.24736
10/1 03:00	14.03959	15.82322	14.93141	3.30000	51.2657094	12.23968
10/1 03:30	13.83025	15.55747	14.69386	3.25000	51.8907597	12.22774
10/1 04:00	13.62790	15.31121	14.46955	3.20000	52.5372526	12.22010
10/1 04:30	13.43317	15.06830	14.25074	3.15000	53.2553812	12.21314
10/1 05:00	13.24554	14.83501	14.04027	3.10000	54.0146959	12.20658
10/1 05:30	13.07351	14.61272	13.84311	3.05000	54.7484874	12.20041
10/1 06:00	12.90666	14.39790	13.65228	3.00000	55.4643447	12.19465
10/1 06:30	19.61491	14.19131	16.90311	2.90000	34.7064770	13.10675
10/1 07:00	20.10534	15.61240	17.85887	2.80000	33.3815461	13.15338
10/1 07:30	20.13206	16.17621	18.15413	2.75000	33.3782944	14.69128
10/1 08:00	20.12914	16.55259	18.34086	2.70000	33.4438843	14.69360
10/1 08:30	20.26949	17.39456	18.83202	3.15000	34.2751723	33.53253
10/1 09:00	20.34712	17.86775	19.10744	3.60000	34.7763345	33.52723
10/1 09:30	20.33172	18.44987	19.39080	4.15000	35.3006405	36.89768
10/1 10:00	20.29988	18.89011	19.59500	4.70000	36.1208756	36.86903
10/1 10:30	20.29573	19.22459	19.76016	5.00000	36.2629142	36.85242
10/1 11:00	20.22235	19.51793	19.87014	5.30000	36.7223340	36.82731
10/1 11:30	20.21956	19.69508	19.95732	5.50000	36.5993341	34.55295
10/1 12:00	20.21282	19.92384	20.06833	5.70000	36.7857527	34.54291
10/1 12:30	20.21502	20.11054	20.16278	5.90000	36.9073263	34.53503
10/1 13:00	20.38248	20.25749	20.31999	6.10000	36.4063044	34.58732
10/1 13:30	20.25372	20.47401	20.36387	6.20000	37.2989637	34.52967
10/1 14:00	20.17750	20.58599	20.38174	6.30000	37.1590961	34.53635
10/1 14:30	20.18011	20.71006	20.44509	6.45000	36.9575233	34.59016
10/1 15:00	20.19865	20.82757	20.51311	6.60000	37.0511598	34.58699
10/1 15:30	20.25940	20.74027	20.49984	6.65000	36.6459189	26.60536
10/1 16:00	20.26942	20.77857	20.52399	6.70000	36.4942006	26.63170
10/1 16:30	20.40951	20.63343	20.52147	6.50000	35.6987676	19.80879
10/1 17:00	20.48485	20.62843	20.55664	6.30000	35.0604202	19.81872
10/1 17:30	20.61744	20.52525	20.57134	6.10000	34.4907219	14.94532
10/1 18:00	20.64278	20.49229	20.56754	5.90000	34.1307747	14.95416
10/1 18:30	20.30455	20.36602	20.33529	5.65000	34.9428140	16.42380
10/1 19:00	20.21344	20.24581	20.22962	5.40000	34.9244483	16.43540
10/1 19:30	20.17759	20.23436	20.20598	5.20000	34.7877833	17.57257
10/1 20:00	20.17163	20.19524	20.18343	5.00000	34.4301119	17.58117
10/1 20:30	20.18206	20.13281	20.15743	4.75000	34.2203046	17.59337
10/1 21:00	20.20872	20.09342	20.15107	4.50000	33.8215395	17.60534
10/1 21:30	20.24748	19.90383	20.07565	4.25000	33.3054919	15.35623
10/1 22:00	20.24755	19.80524	20.02640	4.00000	32.9182306	15.36742
10/1 22:30	16.83882	19.60629	18.22256	3.80000	41.0054293	12.59624
10/1 23:00	16.24532	18.39303	17.31918	3.60000	42.1227461	12.56293
10/1 23:30	15.73304	18.11564	16.92434	3.35000	43.4061413	12.53579

Πίνακας 18 Αποτελέσματα Simulation χειμερινής ημέρας σε μορφή πίνακα (2)

Time	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)	External Infiltration (kWh)	Zone air system sensible heating rate
10/1 00:00	-1.9981161	13.2720394	5.7388254	19.8865322	90.4902866	0.0000000
10/1 00:30	-1.8594846	13.3023116	5.7866144	17.7352537	84.8747120	0.0000000
10/1 01:00	-1.7599349	12.7832928	5.7849257	15.4649223	78.3206633	0.0000000
10/1 01:30	-1.7435164	12.3009088	5.8385318	13.7958751	75.7257414	0.0000000
10/1 02:00	-1.7181529	11.9937226	6.0027530	12.7249719	72.8231294	0.0000000
10/1 02:30	-1.6562580	11.6501169	6.1335977	11.7929872	70.6667824	0.0000000
10/1 03:00	-1.5965310	11.3281631	6.2742261	11.0126601	68.5927980	0.0000000
10/1 03:30	-1.5470983	11.0050770	6.4044446	10.3225642	66.2591595	0.0000000
10/1 04:00	-1.5096005	10.4966083	6.4443774	9.4467755	64.1698124	0.0000000
10/1 04:30	-1.4825693	10.1320725	6.5504152	8.8773174	62.2529220	0.0000000
10/1 05:00	-1.4528051	9.7592287	6.6299718	8.3606186	60.4536706	0.0000000
10/1 05:30	-1.4295284	9.3758483	6.6995774	7.8833816	58.7630732	0.0000000
10/1 06:00	-1.4083091	9.0104166	6.7639522	7.4615812	57.1782057	0.0000000
10/1 06:30	-1.3810897	8.6551803	6.8195184	7.0677918	196.4578240	194.3705022
10/1 07:00	-2.2732211	-20.7912860	-3.4453386	-46.3097394	209.2366443	180.1140571
10/1 07:30	-2.3238554	-22.0339331	-1.9068753	-38.4582822	210.6320127	159.7152732
10/1 08:00	-2.2467189	-21.7671891	-1.6008362	-30.8136036	211.2815738	142.9399312
10/1 08:30	-1.7871085	-28.7574385	-4.5438225	-38.3920003	205.4610326	82.1301164
10/1 09:00	-1.4806239	-28.1081670	-3.8724320	-32.3342683	199.6586471	72.9584885
10/1 09:30	-1.0815203	-29.9791366	-4.9854963	-32.5438846	192.5919541	53.3112548
10/1 10:00	-1.0931769	-29.3885049	-4.8064521	-28.5404971	185.5528912	45.5878083
10/1 10:30	-1.0865552	-28.0903026	-4.7601604	-24.6151986	181.7258662	40.2917154
10/1 11:00	-1.0571304	-27.0392682	-4.7332398	-21.8383132	177.9069876	35.6087767
10/1 11:30	-0.9329294	-24.9474870	-4.3354390	-17.9699628	175.3647793	37.8763741
10/1 12:00	-0.7682839	-24.1352828	-4.4464313	-16.8049527	172.8261732	34.9471255
10/1 12:30	-0.7304371	-23.1584653	-4.3965998	-15.6639464	170.2911617	32.2839144
10/1 13:00	-0.8349178	-22.1437898	-4.3423602	-14.5728977	167.7597378	29.6634633
10/1 13:30	-1.0078201	-21.9061033	-4.4177472	-14.2685496	166.4953690	27.9230927
10/1 14:00	-0.7966208	-20.7331306	-4.2786148	-13.1071516	165.2318943	26.3658688
10/1 14:30	-0.6115998	-20.0118671	-4.2386494	-12.3002990	163.3389551	24.5712933
10/1 15:00	-0.8746104	-19.4645268	-4.2335605	-11.6852893	161.4480214	22.6202527
10/1 15:30	-1.1906906	-15.9018863	-3.0599755	-5.5878462	160.8173590	41.8164680
10/1 16:00	-1.4323509	-15.5483189	-3.3559676	-5.9518274	160.1869197	41.2887150
10/1 16:30	-1.7986430	-12.4607874	-2.3400364	-1.3426656	162.7052321	59.5779972
10/1 17:00	-2.0033459	-12.5050607	-2.7034807	-2.6537349	165.2271030	60.9595452
10/1 17:30	-2.4105952	-11.1572672	-2.2988789	-1.5212671	167.7537405	67.9533873
10/1 18:00	-2.5293770	-11.0864904	-2.3805928	-2.4308582	170.2839567	69.4872545
10/1 18:30	-2.5546778	-9.5875345	-1.9709345	-0.7716044	173.4514710	72.6626915
10/1 19:00	-2.5024132	-8.5308837	-1.8732049	-0.4141701	176.6246046	74.6729167
10/1 19:30	-2.4643064	-9.2622273	-2.2530919	-2.6758723	179.1674089	72.5467431
10/1 20:00	-2.4556755	-9.0977411	-2.1275242	-2.9098245	181.7138280	73.8164177
10/1 20:30	-2.4533266	-8.5882377	-1.9488586	-2.5010089	184.9016468	76.2667590
10/1 21:00	-2.4200591	-8.5219083	-1.9602516	-2.9625436	188.0951426	78.0102768
10/1 21:30	-2.4967460	-6.2520240	-1.0681999	0.6513513	191.2931290	87.7174520
10/1 22:00	-2.4966909	-6.1618218	-1.1951196	-0.1901152	194.4968273	89.8656284
10/1 22:30	-2.5731235	-4.5154012	-0.5170092	1.9860056	109.2240243	0.0000000
10/1 23:00	-2.0067874	16.6137148	9.1247192	32.0653353	101.2496792	0.0000000
10/1 23:30	-2.0195682	11.7203582	4.5207399	20.5319927	94.4246269	0.0000000

Πίνακας 19 Αποτελέσματα Simulation χειμερινής ημέρας σε μορφή πίνακα (3)

Time	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)
10/1 00:00	0.2203574	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	3.1289409
10/1 00:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
10/1 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	3.1289409
10/1 01:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
10/1 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	3.1289409
10/1 02:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
10/1 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	3.1289409
10/1 03:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
10/1 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	3.1289409
10/1 04:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
10/1 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	3.1289409
10/1 05:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
10/1 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	3.1289409
10/1 06:30	0.0348172	0.0000000	0.0000000	216.2118415	216.2118415	0.0000000
10/1 07:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	182.8519457	182.8519457	3.1289409
10/1 07:30	0.0000000	0.0000000	0.0000000	166.5394626	166.5394626	0.0000000
10/1 08:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	149.7820986	149.7820986	9.4260029
10/1 08:30	12.1203793	0.0000000	0.0000000	168.1881585	168.1881585	0.0000000
10/1 09:00	13.6511598	0.0000000	0.0000000	155.1149477	155.1149477	9.4260029
10/1 09:30	20.0443254	0.0000000	0.0000000	145.1528126	145.1528126	0.0000000
10/1 10:00	21.4401058	0.0000000	0.0000000	132.7328153	132.7328153	9.4260029
10/1 10:30	23.0161715	0.0000000	0.0000000	124.5849473	124.5849473	0.0000000
10/1 11:00	24.3981800	0.0000000	0.0000000	117.1053454	117.1053454	9.4260029
10/1 11:30	22.4883192	0.0000000	0.0000000	108.5381562	108.5381562	0.0000000
10/1 12:00	22.9393328	0.0000000	0.0000000	103.9877912	103.9877912	9.4260029
10/1 12:30	23.7100434	0.0000000	0.0000000	99.7292903	99.7292903	0.0000000
10/1 13:00	22.8678123	0.0000000	0.0000000	95.5245742	95.5245742	9.4260029
10/1 13:30	23.9267466	0.0000000	0.0000000	92.7888463	92.7888463	0.0000000
10/1 14:00	25.3624257	0.0000000	0.0000000	90.3209268	90.3209268	9.4260029
10/1 14:30	25.5823181	0.0000000	0.0000000	87.3445196	87.3445196	0.0000000
10/1 15:00	25.8228385	0.0000000	0.0000000	84.2514426	84.2514426	9.4260029
10/1 15:30	16.3385818	0.0000000	0.0000000	75.1175054	75.1175054	0.0000000
10/1 16:00	16.3286559	0.0000000	0.0000000	74.4476165	74.4476165	9.4260029
10/1 16:30	6.4667560	0.0000000	0.0000000	70.8191518	70.8191518	0.0000000
10/1 17:00	6.6716421	0.0000000	0.0000000	72.3756403	72.3756403	9.4260029
10/1 17:30	2.6041930	0.0000000	0.0000000	71.8001808	71.8001808	0.0000000
10/1 18:00	2.6435784	0.0000000	0.0000000	73.3933882	73.3933882	9.4260029
10/1 18:30	5.6533502	0.0000000	0.0000000	84.6335811	84.6335811	0.0000000
10/1 19:00	5.5979320	0.0000000	0.0000000	86.8972501	86.8972501	3.1289409
10/1 19:30	6.9502952	0.0000000	0.0000000	89.2650296	89.2650296	0.0000000
10/1 20:00	6.4431233	0.0000000	0.0000000	91.0489580	91.0489580	3.1289409
10/1 20:30	5.9791044	0.0000000	0.0000000	94.2149855	94.2149855	0.0000000
10/1 21:00	5.8756780	0.0000000	0.0000000	96.4641938	96.4641938	3.1289409
10/1 21:30	2.1685213	0.0000000	0.0000000	97.6071483	97.6071483	0.0000000
10/1 22:00	1.9359005	0.0000000	0.0000000	100.1687562	100.1687562	3.1289409
10/1 22:30	0.2310183	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
10/1 23:00	0.2266040	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	3.1289409
10/1 23:30	0.2242390	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 20 Αποτελέσματα Simulation χειμερινής ημέρας σε μορφή πίνακα (4)

Time	Catering (kWh)	Process (kWh)	Miscellaneous (kWh)	General Lighting (kWh)	Task Lighting (kWh)	Occupancy (kWh)
10/1 00:00	0.000000	0.000000	0.000000	1.2601683	0.000000	0.0169594
10/1 00:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10/1 01:00	0.000000	0.000000	0.000000	1.2601683	0.000000	0.000000
10/1 01:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10/1 02:00	0.000000	0.000000	0.000000	1.2601683	0.000000	0.000000
10/1 02:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10/1 03:00	0.000000	0.000000	0.000000	1.2601683	0.000000	0.000000
10/1 03:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10/1 04:00	0.000000	0.000000	0.000000	1.2601683	0.000000	0.000000
10/1 04:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10/1 05:00	0.000000	0.000000	0.000000	1.2601683	0.000000	0.000000
10/1 05:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10/1 06:00	0.000000	0.000000	0.000000	1.3217130	0.000000	0.000000
10/1 06:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.0354647
10/1 07:00	0.000000	0.000000	0.000000	1.3217130	0.000000	0.0314751
10/1 07:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.7759096
10/1 08:00	0.000000	0.000000	0.000000	5.1436619	0.000000	5.7758660
10/1 08:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	85.9925200
10/1 09:00	0.000000	0.000000	0.000000	12.7595008	0.000000	85.6535282
10/1 09:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	102.9601436
10/1 10:00	0.000000	0.000000	0.000000	21.3734729	0.000000	102.0451341
10/1 10:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	102.6924474
10/1 11:00	0.000000	0.000000	0.000000	21.1398478	0.000000	102.6204853
10/1 11:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	91.6523906
10/1 12:00	0.000000	0.000000	0.000000	20.8712986	0.000000	91.3205906
10/1 12:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	91.3154914
10/1 13:00	0.000000	0.000000	0.000000	20.5885062	0.000000	91.6811032
10/1 13:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	90.3251710
10/1 14:00	0.000000	0.000000	0.000000	20.6524978	0.000000	91.4758588
10/1 14:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	91.6181247
10/1 15:00	0.000000	0.000000	0.000000	20.1880471	0.000000	91.5388660
10/1 15:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	51.5932941
10/1 16:00	0.000000	0.000000	0.000000	20.9841404	0.000000	51.4618333
10/1 16:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	17.3578991
10/1 17:00	0.000000	0.000000	0.000000	22.0096595	0.000000	17.2026229
10/1 17:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.7204785
10/1 18:00	0.000000	0.000000	0.000000	22.1906724	0.000000	5.6895208
10/1 18:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	16.8142644
10/1 19:00	0.000000	0.000000	0.000000	12.3555045	0.000000	17.1369183
10/1 19:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	22.8318825
10/1 20:00	0.000000	0.000000	0.000000	14.7527518	0.000000	22.8466322
10/1 20:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	22.8230122
10/1 21:00	0.000000	0.000000	0.000000	12.2324152	0.000000	22.8050774
10/1 21:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	11.4220130
10/1 22:00	0.000000	0.000000	0.000000	5.0406733	0.000000	11.4138447
10/1 22:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.0157376
10/1 23:00	0.000000	0.000000	0.000000	1.3217130	0.000000	0.0166156
10/1 23:30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.0167753

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Popi Droutsas, Constantinos Balaras, Elena Dascalaki, A. Gaglia, Simon Kontoyiannidis, «An Overview of the New Hellenic Regulation on the Energy Performance of Buildings (KENAK) », Nicosia-Cyprous, May 2011
2. <https://www.ashrae.org>
3. <https://www.eea.europa.eu> : European environment agency
4. T.O.T.E.E. 20701-1/2010, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»
5. T.O.T.E.E. 20701-2/2010, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»
6. T.O.T.E.E. 20701-3/2010, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών»
7. T.O.T.E.E. 20701-4/2010, «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού»
8. Shan K. Wang, «Handbook of Air Conditioning and Refrigeration», New York 1994
9. Ricardo P. Dias, Carla S. Fernandes, Manuel Mota, Jose´ A. Teixeira, Alexander Yelshin, «Permeability and effective thermal conductivity of bisized porous media», 2006 Elsevier
10. Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας T.O.T.E.E 20701-1/2017, «ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ»
11. Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας T.O.T.E.E 20701-2/2017, «ΘΕΡΜΟΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ»
12. Elias Kinab, Dominique Marchio, Philippe Riviere, «Seasonal Coefficient of Performance of Heat Pumps», Purdue University 2008
13. Ramesh Nayak, K. Mahender, G. Naresh Babu, «Evaluation of Vapour Compression Refrigeration System Using Different Refrigerants-A Review», 2017
14. Ibrahim Dincer, Mehmet Kanoglu, «Refrigeration Systems and Applications, Second Edition», 2010

15. Mike Price «Fan coil units», London 2008
16. Πέτρος Ντοκόπουλος «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών», Θεσσαλονίκη 2005
17. Andrew D. Chiasson, «GEOTHERMAL HEAT PUMP AND HEAT ENGINE SYSTEMS THEORY AND PRACTICE», India 2016
18. James E. Brumbaugh, «HVAC Fundamentals Volume 1, Heating Systems, Furnaces, and Boilers», Indianapolis, Indiana, 2004
19. Κατάλογος DAIKIN VRV IV, 2013
20. Carrier Corporation Syracuse, «Variable Refrigerant Flow (VRF) Systems - Flexible Solutions for Comfort», New York January 2013
21. Athanassios Tzempelikos, Andreas K. Athienitis, «The impact of shading design and control on building cooling and lighting demand», Montreal, 28 August 2006
22. Jeffrey D. Spitler, Daniel E. Fisher, «On The Relationship between the Radiant Time Series and Transfer Function Methods for Design Cooling Load Calculations», Oklahoma State University & University of Illinois, 28 Feb 2011
23. S Goel, M Rosenberg, C Eley, «ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1- 2016 Performance Rating Method Reference Manual», Washington September 2017
24. ASHRAE ,«Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality», 2007
25. Marjana Šijanec Zavrl, Gašper Stegnar, Henrik Gjerkeš,«Demonstration of the nearly zero energy building concept», University of Nova Gorica 2015
26. Marta J.N. Oliveira Panão, Miguel P. Rebelo, Susana M.L. Camelo,«How low should be the energy required by a nearly Zero-Energy Building? The load/generation energy balance of Mediterranean housing», 2013