



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ 3οΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ
ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ "Finegreen"**

Διπλωματική Εργασία

Αγγελική Μαυρίκη - Ευαγγελία Παππά

Επιβλέπων: Καρακωνσταντής Γεώργιος

Ιούνιος 2025



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ 3οΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ
ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ "Finegreen"**

Διπλωματική Εργασία

Αγγελική Μαυρίκη - Ευαγγελία Παππά

Επιβλέπων: Καρακωνσταντής Γεώργιος

Ιούνιος 2025



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

**ENERGY UPGRADE OF HIGHER EDUCATION BUILDING BY
INTEGRATING REWABLE ENERGY SOURCES USING THE SOFTWARE
"Finegreen"**

Diploma Thesis

Angeliki Mavriki - Evangelia Pappa

Supervisor: Karakonstantis Georgios

June 2025

Εγκρίνεται από την Επιτροπή Εξέτασης:

Επιβλέπων

Γεώργιος Καρακωνσταντής

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και
Μηχανικών Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος

Γεώργιος Σταμούλης

Καθηγητής, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών
Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος

Ηλίας Χούστης

Ομότιμος Καθηγητής, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και
Μηχανικών Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

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

Οι Δηλούσες

Αγγελική Μαυρίκη - Ευαγγελία Παππά

DISCLAIMER ON ACADEMIC ETHICS AND INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS

Being fully aware of the implications of copyright laws, I expressly state that this diploma thesis, as well as the electronic files and source codes developed or modified in the course of this thesis, are solely the product of my personal work and do not infringe any rights of intellectual property, personality and personal data of third parties, do not contain work / contributions of third parties for which the permission of the authors / beneficiaries is required and are not a product of partial or complete plagiarism, while the sources used are limited to the bibliographic references only and meet the rules of scientific citing. The points where I have used ideas, text, files and / or sources of other authors are clearly mentioned in the text with the appropriate citation and the relevant complete reference is included in the bibliographic references section. I also declare that the results of the work have not been used to obtain another degree. I fully, individually and personally undertake all legal and administrative consequences that may arise in the event that it is proven, in the course of time, that this thesis or part of it does not belong to me because it is a product of plagiarism.

The Declarants

Angeliki Mavriki - Evangelia Pappa

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αποτέλεσμα συνεργασίας δύο φοιτητριών της Μαυρίκη Αγγελικής και της Παππά Ευαγγελίας. Είναι καρπός συλλογικής προσπάθειας, καθοδήγησης και στήριξης από πολλούς ανθρώπους, στους οποίους θα θέλαμε να εκφράσουμε την ειλικρινή μας ευγνωμοσύνη.

Αρχικά, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους επιβλέποντες καθηγητές μας, κ. Καρακωνσταντή Γεώργιο και κ. Ζημέρη Δημήτριο, για τη συνεχή υποστήριξή τους, την επιστημονική τους καθοδήγηση και τις πολύτιμες παρατηρήσεις τους, που συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση και την ολοκλήρωση της εργασίας μας. Επίσης, ευχαριστούμε τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κ. Σταμούλη Γεώργιο και κ. Χούστη Ηλία για τον χρόνο που αφιέρωσαν και την προσοχή με την οποία αξιολόγησαν το έργο μας.

Θα θέλαμε ακόμη να εκφράσουμε την ευγνωμοσύνη μας προς τις οικογένειές μας, για τη σταθερή τους συμπαράσταση, την υπομονή και την αμέριστη στήριξή τους σε κάθε μας βήμα. Επίσης, ευχαριστούμε θερμά τους φίλους και συνεργάτες μας για τις εποικοδομητικές συζητήσεις και τη διαρκή ενθάρρυνση που μας προσέφεραν σε κάθε στάδιο της διαδρομής.

Τέλος, δε θα μπορούσαμε να μην αναφερθούμε στη μεταξύ μας συνεργασία και να μην ευχαριστήσουμε η μία την άλλη. Η στήριξη, η αλληλοκατανόηση και η ομαδικότητα που αναπτύξαμε υπήρξαν καθοριστικοί παράγοντες στην επιτυχή έκβαση της παρούσας εργασίας. Η κοινή προσπάθεια αποτέλεσε για εμάς πολύτιμη εμπειρία, η οποία ενίσχυσε όχι μόνο την ακαδημαϊκή μας πορεία αλλά και τη μεταξύ μας σχέση.

Η εργασία αυτή είναι για εμάς μια σημαντική προσωπική και κοινή επιτυχία, που δεν θα είχε επιτευχθεί χωρίς όλους εσάς. Σας ευχαριστούμε από καρδιάς.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ 3οΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ "Finegreen"

Αγγελική Μαυρίκη - Ευαγγελία Παππά

Περίληψη

Οι απαιτήσεις για εξοικονόμηση ενέργειας, η ενεργειακή κρίση και η ανάγκη μας για εύρεση νέων τρόπων κάλυψης των ενεργειακών μας αναγκών αυξάνονται συνεχώς. Αυτές οι απαιτήσεις μπορούν να ικανοποιηθούν κατά ένα μέρος τους με την κατασκευή κτηρίων καλύτερης ενεργειακής απόδοσης. Για να το πετύχουμε αυτό είναι απαραίτητη η εκπόνηση ενεργειακών μελετών στα κτήρια. Οι ενεργειακές μελέτες αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα του κατασκευαστικού, οικονομικού και οικολογικού τομέα στη δημιουργία ενός κτηρίου. Η παρούσα διπλωματική εργασία βασίζεται στους υπάρχοντες κανονισμούς για την εκπόνηση μιας ενεργειακής μελέτης που διαθέτει η χώρα μας. Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) καθορίζει τις απαιτήσεις για την ανάπτυξη μιας ενεργειακής μελέτης και την πιστοποίηση κτηρίων. Στο πλαίσιο της διπλωματικής πραγματοποιήθηκε η ενεργειακή μελέτη ενός κτηρίου στο κέντρο της πόλης του Βόλου προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως κτήριο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης για να στεγάσει το Οικονομικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Μέσω του λογισμικού DIALux πραγματοποιήθηκε φωτοτεχνική μελέτη. Στη συνέχεια μέσω του λογισμικού FineGREEN της 4M πραγματοποιήθηκε η ενεργειακή προσομοίωση του κτηρίου. Έπειτα, με την εφαρμογή PSYC της 4M υλοποιήθηκε η ψυχομετρία η οποία εξάγει αποτελέσματα για τον αερισμό του κτηρίου. Καθορίστηκαν επίσης, τα συστήματα αυτοματισμού με το πρόγραμμα HIT της Siemens καθώς και η μελέτη φωτοβολταϊκής εγκατάστασης με το πρόγραμμα FusionSolar SmartDesign της Huawei. Τέλος, τα αποτελέσματα που εξάχθηκαν από τα παραπάνω συγκρίθηκαν και μας οδήγησαν σε συμπεράσματα για την συμπεριφορά του κτηρίου, για την επιλογή καταλληλότερου συστήματος και την αύξηση

της ενεργειακής του απόδοσης.

Λέξεις-κλειδιά:

Ενεργειακή απόδοση, Κ.Εν.Α.Κ., κτήριο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, ενεργειακή προσομοίωση, φωτοτεχνική μελέτη, ψυχομετρία, συστήματα αυτοματισμού, φωτοβολταϊκή εγκατάσταση

ENERGY UPGRADE OF HIGHER EDUCATION BUILDING BY INTEGRATING REWABLE ENERGY SOURCES USING THE SOFTWARE "Finegreen"

Angeliki Mavriki - Evangelia Pappa

Abstract

The growing demand for energy conservation, the ongoing energy crisis, and the urgent need to identify new methods for meeting our energy needs have rendered energy efficiency a matter of critical importance. A significant portion of these challenges can be addressed through the design and construction of buildings with improved energy performance. Achieving this objective necessitates the implementation of comprehensive energy studies during the building design phase. This diploma thesis is grounded in the current national regulatory framework governing energy studies, with particular reference to the Regulation on the Energy Performance of Buildings (KENAK), which outlines the requirements for conducting energy assessments and certifying buildings in Greece. Within the scope of this study, an energy analysis was carried out for a building located in the center of Volos, intended to serve as a higher education facility accommodating the Department of Economics of the University of Thessaly. The lighting design study performed with DIALux and the energy simulation of the building was conducted using the FineGREEN software by 4M. Additionally, a psychrometric analysis was conducted using the PSYC software by 4M to evaluate the building's ventilation requirements. The study also included the specification of building automation systems through Siemens' HIT application and a photovoltaic system design using Huawei's Fusion Solar platform. The results obtained from the above analyses were evaluated and compared, leading to informed conclusions regarding the building's energy behavior, the selection of optimal systems, and strategies for enhancing overall energy performance.

Keywords: energy performance, KENAK, higher education facility, energy simulation, lighting design study, psychrometric analysis, building automation systems, photovoltaic system design

Πίνακας περιεχομένων

<i>Ευχαριστίες ή Σχόλια.....</i>	<i>x</i>
<i>Περίληψη.....</i>	<i>xi</i>
<i>Abstract</i>	<i>xiii</i>
<i>Πίνακας περιεχομένων.....</i>	<i>xv</i>
<i>Κατάλογος εικόνων</i>	<i>xx</i>
<i>Κατάλογος πινάκων</i>	<i>xxxi</i>
<i>Συνοτομογραφίες.....</i>	<i>xxxiii</i>
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή	1
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής	1
1.1.1 Συνεισφορά	2
1.2 Οργάνωση του τόμου	3
Κεφάλαιο 2 Το κτήριο υπό μελέτη	4
2.1 Εισαγωγή.....	4
2.2 Κέλυφος	4
2.2.1 Υπόγειο	4
2.2.2 Ισόγειο	5
2.2.3 Α΄ Όροφος.....	6
2.2.4 Β΄ Όροφος.....	6
2.2.5 Γ΄ Όροφος	6
2.2.6 Δώμα.....	7
2.3 Ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση	7
2.3.1 Φωτισμός.....	8
2.3.2 Θέρμανση - Ψύξη	8
2.3.3 Μηχανικός Αερισμός.....	8
2.3.4 Αυτοματισμός Κτηρίου	9

2.3.5 Φωτοβολταϊκά	9
Κεφάλαιο 3 Μελέτη Φωτισμού	11
3.1 Εισαγωγή.....	11
3.2 Φωτοτεχνική μελέτη	11
3.2.1 Απαιτήσεις φωτισμού	11
3.2.2 Λογισμικό DIALux	14
3.2.3 Αποτελέσματα φωτοτεχνικής μελέτης.....	15
3.3 Φωτισμός μη θερμαινόμενων χώρων	15
3.3.1 Μη θερμαινόμενοι χώροι.....	15
3.3.2 Φωτιστικά μη θερμαινόμενων χώρων	16
Κεφάλαιο 4 Μελέτη του κτηρίου στο FineGREEN	18
4.1 Εισαγωγή στο λογισμικό	18
4.1.1 Εισαγωγή στο λογισμικό FineGREEN της 4M	18
4.1.2 Συμβολή του EnergyPlus	20
4.2 Κέλυφος	20
4.2.1 Εισαγωγή	20
4.2.2 Περιγραφή στοιχείων κελύφους.....	21
4.3 Ζωνοποίηση κτηρίου	49
4.3.1 Κανονισμός ζωνοποίησης κτηρίου.....	49
4.3.2 Καθορισμός θερμικών ζωνών και μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου.....	49
4.4 Κλιματολογικά δεδομένα και ώρες λειτουργίας του κτηρίου	54
4.4.1 Κλιματική ζώνη κτηρίου	54
4.4.2 Ορισμός κλιματικής ζώνης στο FineGREEN.....	55
4.4.3 Ωράριο και περίοδος λειτουργίας του κτηρίου	60
Κεφάλαιο 5 Σενάρια λειτουργίας κτηρίου.	62
5.1 Εισαγωγή.....	62
5.2 Πρώτο σενάριο λειτουργίας.....	62
5.2.1 Ορισμός και τρόπος λειτουργίας συστήματος πρώτου σεναρίου	62

5.2.2 Ορισμός στοιχείων των ζωνών στο FineGREEN	64
5.2.2.1 Ορισμός στοιχείων για τις ζώνες Ισογείου, Α΄ και Β΄ ορόφου	64
5.2.2.2 Ορισμός στοιχείων για τη ζώνη των γραφείων	71
5.2.2.3 Ορισμός στοιχείων για τους μη θερμαινόμενους χώρους	77
5.3 Δεύτερο σενάριο λειτουργίας	77
5.3.1 Ορισμός και τρόπος λειτουργίας συστήματος δεύτερου σεναρίου	77
5.3.2 Ορισμός στοιχείων των ζωνών στο FineGREEN	78
Κεφάλαιο 6 Αποτελέσματα της προσομοίωσης.....	80
6.1 Αποτελέσματα πρώτου σεναρίου	80
6.1.1 Αποτελέσματα από το Heating Design.....	80
6.1.2 Αποτελέσματα από το Cooling Design	83
6.1.3 Προσομοίωση θερινής ημέρας	86
6.1.4 Προσομοίωση χειμερινής ημέρας.....	92
6.1.5 Ετήσια προσομοίωση	98
6.2 Αποτελέσματα δεύτερου σεναρίου	103
6.2.1 Αποτελέσματα από το Heating Design.....	103
6.2.2 Αποτελέσματα από το Cooling Design	105
6.2.3 Προσομοίωση θερινής ημέρας	107
6.2.4 Προσομοίωση χειμερινής ημέρας.....	113
6.2.5 Ετήσια προσομοίωση	119
6.3 Αποτελέσματα σύγκρισης των δύο σεναρίων.....	122
Κεφάλαιο 7 Ψυχομετρία	124
7.1 Αερισμός κτηρίου	124
7.2 Ορισμός ψυχομετρίας.....	124
7.3 Εκτέλεση ψυχομετρικής μελέτης	127
7.3.1 Πρώτο σενάριο λειτουργίας.....	127
7.3.2 Δεύτερο σενάριο λειτουργίας.....	138
Κεφάλαιο 8 Αυτοματισμός	147
8.1 Εισαγωγή στο λογισμικό HIT Siemens	147

8.2 Ορισμός αυτοματισμού για κάθε σενάριο λειτουργίας	147
8.2.1 Πρώτο σενάριο λειτουργίας.....	148
8.2.1.1 Ορισμός αυτοματισμού	148
8.2.1.2 Προϊόντα αυτοματισμού για το πρώτο σενάριο λειτουργίας	149
8.2.2 Δεύτερο σενάριο λειτουργίας.....	158
8.2.2.1 Ορισμός αυτοματισμού	158
8.2.2.2 Προϊόντα αυτοματισμού για το δεύτερο σενάριο λειτουργίας	158
Κεφάλαιο 9 Μελέτη φωτοβολταϊκών	160
9.1 Εισαγωγή στα φωτοβολταϊκά	160
9.2 Ιδιαιτερότητες χώρου	162
9.3 FusionSolar SmartDesign Huawei	163
9.3.1 Εισαγωγή στο FusionSolar SmartDesign	163
9.3.2 Αποτελέσματα της σχεδίασης του φωτοβολταϊκού συστήματος	163
9.4 Εξοπλισμός φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.....	170
9.4.1 Εισαγωγή	170
9.4.2 Βάσεις στήριξης των φωτοβολταϊκών πάνελ.....	171
9.4.3 Φωτοβολταϊκά στοιχεία	171
9.4.4 Αντιστροφείς (Inverters).....	174
9.4.5 Βελτιστοποιητές (Optimizers)	176
9.4.6 DC καλωδίωση.....	179
9.4.7 AC καλωδίωση.....	181
9.4.8 Καλωδίωση AC (Ισχύος)	182
9.4.9 Κεντρικός πίνακας	182
9.4.10 Μικροαυτόματοι διακόπτες.....	183
9.4.11 Αντικεραυνική προστασία και προστασία από υπερτάσεις.....	187
Κεφάλαιο 10 Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις	189
10.1 Συμπεράσματα	189
10.2 Μελλοντικές επεκτάσεις	190
Βιβλιογραφία.....	192

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	196
Παράρτημα Α.....	197
Φωτισμός κτηρίου.....	197
A.1 Αποτελέσματα φωτοτεχνικής μελέτης Ισογείου	197
A.2 Αποτελέσματα φωτοτεχνικής μελέτης Α' ορόφου	212
A.3 Αποτελέσματα φωτοτεχνικής μελέτης Β' ορόφου	233
A.4 Αποτελέσματα φωτοτεχνικής μελέτης Γ' ορόφου	258
A.5 Αρχιτεκτονικές κατόψεις κτηρίου με τοποθετημένα τα φωτιστικά.....	281
Παράρτημα Β	286
Απεικόνιση κτηρίου στο FineGREEN.....	286
B.1 Κατόψεις επιπέδων του κτηρίου στο FineGREEN.....	286
B.2 Τρισδιάστατη απεικόνιση των επιπέδων του κτηρίου στο FineGREEN	289
B.3 Τρισδιάστατη απεικόνιση του κτηρίου συνολικά στο FineGREEN	294

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 4.1: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «bitumen».....	22
Εικόνα 4.2: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «Expanded polystyrene».....	23
Εικόνα 4.3: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «screed».....	24
Εικόνα 4.4: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «roof tile».....	25
Εικόνα 4.5: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «floor tile».....	26
Εικόνα 4.6: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «concrete».....	27
Εικόνα 4.7: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «brick».....	28
Εικόνα 4.8: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «walls».....	31
Εικόνα 4.9: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «beams - columns».....	32
Εικόνα 4.10: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «building roof».....	33
Εικόνα 4.11: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «floor on ground».....	34
Εικόνα 4.12: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «floor».....	35
Εικόνα 4.13: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «Brick Wall».....	36
Εικόνα 4.14: Χαρακτηριστικά υαλοπίνακα «Dbl Clr Low Iron 3mm/13mm Air».....	37
Εικόνα 4.15: Χαρακτηριστικά στρώματος αέρα «AIR 13MM».....	38
Εικόνα 4.16: Χαρακτηριστικά στρώματος γυαλιού «LOW IRON 3MM».....	39
Εικόνα 4.17: Χαρακτηριστικά στρώματος γυαλιού «LOW IRON 4MM».....	40
Εικόνα 4.18: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «wood».....	41
Εικόνα 4.19: Χαρακτηριστικά στοιχείου κουφωμάτων «frame».....	42
Εικόνα 4.20: Χαρακτηριστικά μοντέλου παραθύρου WIND3.....	43
Εικόνα 4.21: Χαρακτηριστικά μοντέλου παραθύρου WIND1.....	44
Εικόνα 4.22: Χαρακτηριστικά μοντέλου παραθύρου WIND29.....	45
Εικόνα 4.23: Χαρακτηριστικά μοντέλου πόρτας DOOR37.....	46
Εικόνα 4.24: Χαρακτηριστικά μοντέλου πόρτας DOOR23.....	47

Εικόνα 4.25: Χαρακτηριστικά μοντέλου πόρτας DOOR18.....	48
Εικόνα 4.26: Ορισμός θερμικών ζωνών και μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου.....	51
Εικόνα 4.27: Ορισμός μη θερμαινόμενου χώρου υπογείου.....	51
Εικόνα 4.28: Ορισμός θερμικής ζώνης και μη θερμαινόμενου χώρου ισογείου.....	52
Εικόνα 4.29: Ορισμός θερμικής ζώνης και μη θερμαινόμενου χώρου Α΄ ορόφου.....	52
Εικόνα 4.30: Ορισμός θερμικής ζώνης και μη θερμαινόμενου χώρου Β΄ ορόφου.....	53
Εικόνα 4.31: Ορισμός θερμικής ζώνης και μη θερμαινόμενου χώρου Γ΄ ορόφου.....	53
Εικόνα 4.32: Χάρτης κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας KENAK.....	54
Εικόνα 4.33: Παράθυρο επιλογών για ορισμό κλιματικής ζώνης.....	55
Εικόνα 4.34: Παράθυρο ορισμού τοποθεσίας και κλιματικών δεδομένων.....	56
Εικόνα 4.35: Καρτέλα δεδομένων εξαγωγής «General».....	57
Εικόνα 4.36: Καρτέλα δεδομένων εξαγωγής «Heating».....	58
Εικόνα 4.37: Καρτέλα δεδομένων εξαγωγής «Cooling».....	59
Εικόνα 4.38: Καρτέλα δεδομένων εξαγωγής «Simulation».....	60
Εικόνα 5.1: Καρτέλα στοιχείων «Activity» για τις ζώνες «Isogeio», «A orofos», «B orofos».....	66
Εικόνα 5.2: Καρτέλα στοιχείων «Lighting» για τις ζώνες «Isogeio», «A orofos», «B orofos».....	67
Εικόνα 5.3: Καρτέλα στοιχείων «HVAC» για τις ζώνες «Isogeio», «A orofos», «B orofos».....	69
Εικόνα 5.4: Καρτέλα στοιχείων «Zone Data» για τις ζώνες «Isogeio», «A orofos», «B orofos».....	70
Εικόνα 5.5: Πίνακας για τη συμπλήρωση των τιμών «Data type and wind speed coefficients».....	71
Εικόνα 5.6: Καρτέλα στοιχείων «Activity» για τη ζώνη «C orofos - Grafeia».....	73
Εικόνα 5.7: Καρτέλα στοιχείων «Lighting» για τη ζώνη «C orofos - Grafeia».....	74
Εικόνα 5.8: Καρτέλα στοιχείων «HVAC» για τη ζώνη «C orofos - Grafeia».....	75
Εικόνα 5.9: Καρτέλα στοιχείων «Zone Data» για τη ζώνη «C orofos - Grafeia».....	76
Εικόνα 5.10: Αλλαγή «HVAC template» για τις θερμικές ζώνες του κτηρίου.....	79
Εικόνα 6.1: Διάγραμμα θερμοκρασιών του Heating Design, σενάριο 1.....	80
Εικόνα 6.2: Διάγραμμα απωλειών θερμότητας του Heating Design, σενάριο 1.....	81
Εικόνα 6.3: Διάγραμμα θερμοκρασιών Cooling Design για μια ημέρα, σενάριο 1.....	84

Εικόνα 6.4: Διάγραμμα θερμικών απωλειών και κερδών Cooling Design, σενάριο 1.....	84
Εικόνα 6.5: Διάγραμμα φορτίων ψύξης Cooling Design, σενάριο 1.....	85
Εικόνα 6.6: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας Cooling Design, σενάριο 1.....	85
Εικόνα 6.7: Διάγραμμα θερμοκρασίας θερινής ημέρας, σενάριο 1.....	86
Εικόνα 6.8: Διάγραμμα απωλειών – εισφορών θερμότητας θερινής ημέρας, σενάριο 1..	87
Εικόνα 6.9: Διάγραμμα θέρμανσης – ψύξης θερινής ημέρας, σενάριο 1.....	87
Εικόνα 6.10: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας θερινής ημέρας, σενάριο 1.....	87
Εικόνα 6.11: Διάγραμμα θερμοκρασίας χειμερινής ημέρας, σενάριο 1.....	92
Εικόνα 6.12: Διάγραμμα απωλειών - εισφορών θερμότητας χειμερινής ημέρας, σενάριο 1.....	93
Εικόνα 6.13: Διάγραμμα θέρμανσης – ψύξης χειμερινής ημέρας, σενάριο 1.....	93
Εικόνα 6.14: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας χειμερινής ημέρας, σενάριο 1.....	93
Εικόνα 6.15: Διάγραμμα θερμοκρασίας ενός χρόνου, σενάριο 1.....	98
Εικόνα 6.16: Διάγραμμα απωλειών – εισφορών θερμότητας ενός χρόνου, σενάριο 1.....	98
Εικόνα 6.17: Διάγραμμα θέρμανσης – ψύξης ενός χρόνου, σενάριο 1.....	99
Εικόνα 6.18: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας ενός χρόνου, σενάριο 1.....	99
Εικόνα 6.19: Διάγραμμα θερμοκρασιών του Heating Design, σενάριο 2.....	103
Εικόνα 6.20: Διάγραμμα απωλειών θερμότητας του Heating Design, σενάριο 2.....	103
Εικόνα 6.21: Διάγραμμα θερμοκρασιών Cooling Design για μια ημέρα, σενάριο 2.....	105
Εικόνα 6.22: Διάγραμμα θερμικών απωλειών και κερδών Cooling Design, σενάριο 2...	105
Εικόνα 6.23: Διάγραμμα φορτίων ψύξης Cooling Design, σενάριο 2.....	106
Εικόνα 6.24: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας Cooling Design, σενάριο 2.....	106

Εικόνα 6.25: Διάγραμμα θερμοκρασίας θερινής ημέρας, σενάριο 2.....	107
Εικόνα 6.26: Διάγραμμα απωλειών – εισφορών θερμότητας θερινής ημέρας, σενάριο 2.....	107
Εικόνα 6.27: Διάγραμμα θέρμανσης – ψύξης θερινής ημέρας, σενάριο 2.....	108
Εικόνα 6.28: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας θερινής ημέρας, σενάριο 2.....	108
Εικόνα 6.29: Διάγραμμα θερμοκρασίας χειμερινής ημέρας, σενάριο 2.....	113
Εικόνα 6.30: Διάγραμμα απωλειών - εισφορών θερμότητας χειμερινής ημέρας, σενάριο 2.....	113
Εικόνα 6.31: Διάγραμμα θέρμανσης - ψύξης χειμερινής ημέρας, σενάριο 2.....	113
Εικόνα 6.32: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας χειμερινής ημέρας, σενάριο 2.....	114
Εικόνα 6.33: Διάγραμμα θερμοκρασίας ενός χρόνου, σενάριο 2.....	119
Εικόνα 6.34: Διάγραμμα απωλειών – εισφορών θερμότητας ενός χρόνου, σενάριο 2...	119
Εικόνα 6.35: Διάγραμμα ψύξης – θέρμανσης ενός χρόνου, σενάριο 2.....	119
Εικόνα 6.36: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας ενός χρόνου, σενάριο 2.....	120
Εικόνα 7.1: Τυπικός ψυχομετρικός χάρτης της ASHRAE.....	126
Εικόνα 7.2: Δεδομένα για την καρτέλα «Παράμετροι Υπολογισμών».....	128
Εικόνα 7.3: Δεδομένα για την καρτέλα «Εσωτερικές συνθήκες».....	128
Εικόνα 7.4: Δεδομένα για την καρτέλα «Εξωτερικές συνθήκες».....	128
Εικόνα 7.5: Δεδομένα για την καρτέλα «Στοιχεία χώρων» για το πρώτο σενάριο.....	129
Εικόνα 7.6: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 1, σενάριο 1.....	130
Εικόνα 7.7: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 1, σενάριο 1.....	130
Εικόνα 7.8: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 2, σενάριο 1.....	131
Εικόνα 7.9: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 2, σενάριο 1.....	131
Εικόνα 7.10: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 3, σενάριο 1.....	132
Εικόνα 7.11: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 3, σενάριο 1.....	132
Εικόνα 7.12: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 4, σενάριο 1	133
Εικόνα 7.13: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 4, σενάριο 1.....	133
Εικόνα 7.14: Αποτελέσματα για τη θέρμανση στο σύστημα 1, σενάριο 1.....	134
Εικόνα 7.15: Ψυχομετρικός χάρτης για τη θέρμανση στο σύστημα 1, σενάριο 1.....	134
Εικόνα 7.16: Αποτελέσματα για τη θέρμανση στο σύστημα 2, σενάριο 1.....	135

Εικόνα 7.17: Ψυχομετρικός χάρτης για τη θέρμανση στο σύστημα 2, σενάριο 1.....	135
Εικόνα 7.18: Αποτελέσματα για τη θέρμανση στο σύστημα 3, σενάριο 1.....	136
Εικόνα 7.19: Ψυχομετρικός χάρτης για τη θέρμανση στο σύστημα 3, σενάριο 1.....	136
Εικόνα 7.20: Αποτελέσματα για τη θέρμανση στο σύστημα 4, σενάριο 1.....	137
Εικόνα 7.21: Ψυχομετρικός χάρτης για τη θέρμανση στο σύστημα 4, σενάριο 1.....	137
Εικόνα 7.22: Δεδομένα για την καρτέλα «Στοιχεία χώρων» για το δεύτερο σενάριο.....	138
Εικόνα 7.23: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 1, σενάριο 2.....	139
Εικόνα 7.24: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 1, σενάριο 2.....	139
Εικόνα 7.25: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 2, σενάριο 2.....	140
Εικόνα 7.26: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 2, σενάριο 2.....	140
Εικόνα 7.27: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 3, σενάριο 2.....	141
Εικόνα 7.28: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 3, σενάριο 2.....	141
Εικόνα 7.29: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 4, σενάριο 2.....	142
Εικόνα 7.30: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 4, σενάριο 2.....	142
Εικόνα 7.31: Αποτελέσματα για τη θέρμανση στο σύστημα 1, σενάριο 2.....	143
Εικόνα 7.32: Ψυχομετρικός χάρτης για τη θέρμανση στο σύστημα 1, σενάριο 2.....	143
Εικόνα 7.33: Αποτελέσματα για τη θέρμανση στο σύστημα 2, σενάριο 2.....	144
Εικόνα 7.34: Ψυχομετρικός χάρτης για τη θέρμανση στο σύστημα 2, σενάριο 2.....	144
Εικόνα 7.35: Αποτελέσματα για τη θέρμανση στο σύστημα 3, σενάριο 2.....	145
Εικόνα 7.36: Ψυχομετρικός χάρτης για τη θέρμανση στο σύστημα 3, σενάριο 2.....	145
Εικόνα 7.37: Αποτελέσματα για τη θέρμανση στο σύστημα 4, σενάριο 2.....	146
Εικόνα 7.38: Ψυχομετρικός χάρτης για τη θέρμανση στο σύστημα 4, σενάριο 2.....	146
Εικόνα 8.1: Σταθμός αυτοματισμού PXC4.E16S-2.....	150
Εικόνα 8.2: Τεχνικά χαρακτηριστικά σταθμού αυτοματισμού PXC4.E16S-2.....	150
Εικόνα 8.3: 2-οδη βάνα VVF53.15-0.2.....	151
Εικόνα 8.4: Τεχνικά χαρακτηριστικά 2-οδης βάνας VVF53.15-0.2.....	151
Εικόνα 8.5: 2-οδη βάνα VVP45.10-0.25.....	152
Εικόνα 8.6: Τεχνικά χαρακτηριστικά 2-οδης βάνας VVP45.10-0.25.....	152
Εικόνα 8.7: Θερμοστάτης RDF660MB.....	153
Εικόνα 8.8: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμοστάτη RDF660MB.....	153
Εικόνα 8.9: Βάση αισθητηρίου AQR2546NF.....	154
Εικόνα 8.10: Τεχνικά χαρακτηριστικά βάσης αισθητηρίου AQR2546NF.....	154

Εικόνα 8.11: Αισθητήριο AQR2534ANW.....	154
Εικόνα 8.12: Τεχνικά χαρακτηριστικά αισθητηρίου AQR2534ANW.....	155
Εικόνα 8.13: Κινητήρας διαφραγμάτων GAP191.1E.....	155
Εικόνα 8.14: Τεχνικά χαρακτηριστικά κινητήρα διαφραγμάτων GAP191.1E.....	156
Εικόνα 8.15: Ρυθμιστής στροφών G120P-0.75/32A.....	157
Εικόνα 8.16: Τεχνικά χαρακτηριστικά ρυθμιστή στροφών G120P-0.75/3.....	157
Εικόνα 9.1: Κάτοψη του δώματος με περιεγραμμένο το εγκατεστημένο στέγαστρο.....	162
Εικόνα 9.2: 2D απεικόνιση των φωτοβολταϊκών.....	164
Εικόνα 9.3: 3D απεικόνιση των φωτοβολταϊκών (1).....	165
Εικόνα 9.4: 3D απεικόνιση των φωτοβολταϊκών (2).....	165
Εικόνα 9.5: Μονάδες που καλύπτει ο αντιστροφέας SUN2000-20K-MB0 (1).....	166
Εικόνα 9.6: Μονάδες που καλύπτει ο αντιστροφέας SUN2000-20K-MB0 (2).....	167
Εικόνα 9.7: Μονάδες που καλύπτει ο αντιστροφέας SUN2000-20K-MB0 (3).....	167
Εικόνα 9.8: Μονάδες που καλύπτει ο αντιστροφέας SUN2000-36KTL-M3 (1).....	168
Εικόνα 9.9: Μονάδες που καλύπτει ο αντιστροφέας SUN2000-36KTL-M3 (2).....	168
Εικόνα 9.10: Μονάδες που καλύπτει ο αντιστροφέας SUN2000-36KTL-M3 (3).....	169
Εικόνα 9.11: Κόστος φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.....	169
Εικόνα 9.12: Ποσοστό κάλυψης συνολικής ενέργειας του κτηρίου.....	170
Εικόνα 9.13: Τεχνικά στοιχεία Φωτοβολταϊκής μονάδας Ja Solar JAM72D30-550/MB 550W.....	172
Εικόνα 9.14: Στοιχεία φύλλου δεδομένων για την Ja Solar JAM72D30-550/MB 550W...173	
Εικόνα 9.15: Αντιστροφέας HUAWEI SUN2000-20K-MB0 20000W.....	174
Εικόνα 9.16: Αντιστροφέας HUAWEI SUN2000-36KTL-M3 36000W 600V.....	174
Εικόνα 9.17: Διαγράμματα αντιστροφέα HUAWEI SUN2000-20K-MB0.....	175
Εικόνα 9.18: Τεχνικά χαρακτηριστικά αντιστροφέα HUAWEI SUN2000-20K-MB0.....	175
Εικόνα 9.19: Διαγράμματα αντιστροφέα HUAWEI SUN2000-36KTL-M3.....	176
Εικόνα 9.20: Τεχνικά χαρακτηριστικά αντιστροφέα HUAWEI SUN2000-36KTL-M3.....	176
Εικόνα 9.21: Βελτιστοποιητής Huawei Smart Optimizer MERC-1100W-P Long Cable.....	177
Εικόνα 9.22: Τεχνικά χαρακτηριστικά βελτιστοποιητή Huawei Smart Optimizer MERC-1100W-P.....	178
Εικόνα 9.23: Τρόπος σύνδεσης HUAWEI MERC-1100W-P Smart Optimizer.....	179
Εικόνα 9.24: Τρόπος σύνδεσης HUAWEI MERC-1100W-P Smart Optimizer.....	179

Εικόνα 9.25: Τεχνικά χαρακτηριστικά καλωδίου τύπου DC Solar 1x6mm ²	180
Εικόνα 9.26: Όψη του καλωδίου τύπου DC Solar 1x6mm ² σε μαύρο και κόκκινο χρώμα.....	180
Εικόνα 9.27: Όψη απόληξης τύπου MCT4.....	181
Εικόνα 9.28: Όψη και τεχνικά χαρακτηριστικά καλωδίου NYV J1VV-S3X120+70mm ²	181
Εικόνα 9.29: Όψη καλωδίου ισχύος XLPE PVC/SWA/PVC.....	182
Εικόνα 9.30: Τεχνικά χαρακτηριστικά καλωδίου ισχύος XLPE PVC/SWA/PVC.....	182
Εικόνα 9.31: GEYER ΠΙΝΑΚΑΣ AC 3Φ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ 6 ΕΩΣ 10kWp.....	183
Εικόνα 9.32: Τεχνικά χαρακτηριστικά πίνακα.....	183
Εικόνα 9.33: Μικροαυτόματος 1P C40A 6kA 230V Hager.....	184
Εικόνα 9.34: Τεχνικά χαρακτηριστικά μικροαυτόματου 1P C40A 6kA 230V Hager.....	185
Εικόνα 9.35: Τεχνικά χαρακτηριστικά μικροαυτόματου 1P C63A 6kA 230V Hager.....	185
Εικόνα 9.36: Αυτόματος διακόπτης ισχύος h3+ P630 70kA LSI 4P 400A Hager.....	186
Εικόνα 9.37: Τεχνικά χαρακτηριστικά αυτόματου διακόπτη ισχύος h3+ P630 70kA LSI 4P 400A Hager.....	186
Εικόνα 9.38: Τοποθεσία κεραυνού.....	187
Εικόνα A.1: Περίληψη χώρου I1 DIALux.....	197
Εικόνα A.2: Περίληψη χώρου I2 DIALux.....	198
Εικόνα A.3: Περίληψη χώρου I3 DIALux.....	199
Εικόνα A.4: Περίληψη χώρου I6 DIALux.....	200
Εικόνα A.5: Περίληψη χώρου I9 DIALux.....	201
Εικόνα A.6: Περίληψη χώρου I16 DIALux.....	202
Εικόνα A.7: Περίληψη χώρου I17 DIALux.....	203
Εικόνα A.8: Περίληψη χώρου I18 DIALux.....	204
Εικόνα A.9: Περίληψη χώρου I23 DIALux.....	205
Εικόνα A.10: Περίληψη χώρου I25 DIALux.....	206
Εικόνα A.11: Περίληψη χώρου I26 DIALux.....	207
Εικόνα A.12: Περίληψη χώρου I27 DIALux.....	208
Εικόνα A.13: Περίληψη χώρου I28 DIALux.....	209
Εικόνα A.14: Περίληψη χώρου I30 DIALux.....	210
Εικόνα A.15: Περίληψη ΧΦΕ Ισογείου DIALux.....	211
Εικόνα A.16: Περίληψη χώρου A1 DIALux.....	212

Εικόνα Α.17: Περίληψη χώρου Α2 DIALux.....	213
Εικόνα Α.18: Περίληψη χώρου Α3 DIALux.....	214
Εικόνα Α.19: Περίληψη χώρου Α6(Χ.Διαλειμμάτων) DIALux.....	215
Εικόνα Α.20: Περίληψη χώρου Α6(ΧΦΕ) DIALux.....	216
Εικόνα Α.21: Περίληψη χώρου Α8 DIALux.....	217
Εικόνα Α.22: Περίληψη χώρου Α9 DIALux.....	218
Εικόνα Α.23: Περίληψη χώρου Α10 DIALux.....	219
Εικόνα Α.24: Περίληψη χώρου Α15 DIALux.....	220
Εικόνα Α.25: Περίληψη χώρου Α16 DIALux.....	221
Εικόνα Α.26: Περίληψη χώρου Α21 DIALux.....	222
Εικόνα Α.27: Περίληψη χώρου Α22(Χ.Διαλειμμάτων) DIALux.....	223
Εικόνα Α.28: Περίληψη χώρου Α22(ΧΦΕ) DIALux.....	224
Εικόνα Α.29: Περίληψη χώρου Α23(Γ3α) DIALux.....	225
Εικόνα Α.30: Περίληψη χώρου Α23(Γ3β) DIALux.....	226
Εικόνα Α.31: Περίληψη χώρου Α24 DIALux.....	227
Εικόνα Α.32: Περίληψη χώρου Α25 DIALux.....	228
Εικόνα Α.33: Περίληψη χώρου Α26 DIALux.....	229
Εικόνα Α.34: Περίληψη χώρου Α28(Διάδρομος) DIALux.....	230
Εικόνα Α.35: Περίληψη χώρου Α28(Χ.Διαλειμμάτων) DIALux.....	231
Εικόνα Α.36: Περίληψη χώρου Α29 DIALux.....	232
Εικόνα Α.37: Περίληψη χώρου Β1 DIALux.....	233
Εικόνα Α.38: Περίληψη χώρου Β2 DIALux.....	234
Εικόνα Α.39: Περίληψη χώρου Β3(Χ.Διαλειμμάτων) DIALux.....	235
Εικόνα Α.40: Περίληψη χώρου Β3(ΧΕΦ) DIALux.....	236
Εικόνα Α.41: Περίληψη χώρου Β5 DIALux.....	237
Εικόνα Α.42: Περίληψη χώρου Β6 DIALux.....	238
Εικόνα Α.43: Περίληψη χώρου Β7 DIALux.....	239
Εικόνα Α.44: Περίληψη χώρου Β12 DIALux.....	240
Εικόνα Α.45: Περίληψη χώρου Β13 DIALux.....	241
Εικόνα Α.46: Περίληψη χώρου Β18 DIALux.....	242
Εικόνα Α.47: Περίληψη χώρου Β19(Γ6α) DIALux.....	243
Εικόνα Α.48: Περίληψη χώρου Β19(Γ6β) DIALux.....	244

Εικόνα Α.49: Περίληψη χώρου Β20 DIALux.....	245
Εικόνα Α.50: Περίληψη χώρου Β21(ΧΕΦ) DIALux.....	246
Εικόνα Α.51: Περίληψη χώρου Β21 DIALux.....	247
Εικόνα Α.52: Περίληψη χώρου Β22 DIALux.....	248
Εικόνα Α.53: Περίληψη χώρου Β23 DIALux.....	249
Εικόνα Α.54: Περίληψη χώρου Β27(Διάδρομος) DIALux.....	250
Εικόνα Α.55: Περίληψη χώρου Β27(Χ.Διαλείμμάτων) DIALux.....	251
Εικόνα Α.56: Περίληψη χώρου Β28 DIALux.....	252
Εικόνα Α.57: Περίληψη χώρου Β29 DIALux.....	253
Εικόνα Α.58: Περίληψη χώρου Β30 DIALux.....	254
Εικόνα Α.59: Περίληψη χώρου Β32 DIALux.....	255
Εικόνα Α.60: Περίληψη χώρου Β34 DIALux.....	256
Εικόνα Α.61: Περίληψη χώρου Β35 DIALux.....	257
Εικόνα Α.62: Περίληψη χώρου Γ1(γραφείο 1) DIALux.....	258
Εικόνα Α.63: Περίληψη χώρου Γ1(γραφείο 2) DIALux.....	259
Εικόνα Α.64: Περίληψη χώρου Γ1(γραφείο 3) DIALux.....	260
Εικόνα Α.65: Περίληψη χώρου Γ1(καθιστικό) DIALux.....	261
Εικόνα Α.66: Περίληψη χώρου Γ2 DIALux.....	262
Εικόνα Α.67: Περίληψη χώρου Γ3 DIALux.....	263
Εικόνα Α.68: Περίληψη χώρου Γ7 DIALux.....	264
Εικόνα Α.69: Περίληψη χώρου Γ8 DIALux.....	265
Εικόνα Α.70: Περίληψη χώρου Γ9 DIALux.....	266
Εικόνα Α.71: Περίληψη χώρου Γ10 DIALux.....	267
Εικόνα Α.72: Περίληψη χώρου Γ11 DIALux.....	268
Εικόνα Α.73: Περίληψη χώρου Γ12 DIALux.....	269
Εικόνα Α.74: Περίληψη χώρου Γ13 DIALux.....	270
Εικόνα Α.75: Περίληψη χώρου Γ14 DIALux.....	271
Εικόνα Α.76: Περίληψη χώρου Γ15 DIALux.....	272
Εικόνα Α.77: Περίληψη χώρου Γ16 DIALux.....	273
Εικόνα Α.78: Περίληψη χώρου Γ20 DIALux.....	274
Εικόνα Α.79: Περίληψη χώρου Γ21 DIALux.....	275
Εικόνα Α.80: Περίληψη χώρου Γ22 DIALux.....	276

Εικόνα A.81: Περίληψη χώρου Γ24 DIALux.....	277
Εικόνα A.82: Περίληψη χώρου Γ26 DIALux.....	278
Εικόνα A.83: Περίληψη χώρου Γ27 DIALux.....	279
Εικόνα A.84: Περίληψη χώρου Γ31 DIALux.....	280
Εικόνα A.85: Αρχιτεκτονική κάτοψη υπογείου με τοποθετημένα τα φωτιστικά σώματα σε κάθε χώρο.....	281
Εικόνα A.86: Αρχιτεκτονική κάτοψη ισογείου με τοποθετημένα τα φωτιστικά σώματα σε κάθε χώρο.....	282
Εικόνα A.87: Αρχιτεκτονική κάτοψη Α ορόφου με τοποθετημένα τα φωτιστικά σώματα σε κάθε χώρο.....	283
Εικόνα A.88: Αρχιτεκτονική κάτοψη Β ορόφου με τοποθετημένα τα φωτιστικά σώματα σε κάθε χώρο.....	284
Εικόνα A.89: Αρχιτεκτονική κάτοψη Γ ορόφου με τοποθετημένα τα φωτιστικά σώματα σε κάθε χώρο.....	285
Εικόνα B.1: Κάτοψη υπογείου.....	286
Εικόνα B.2: Κάτοψη ισογείου.....	286
Εικόνα B.3: Κάτοψη Α' ορόφου.....	287
Εικόνα B.4: Κάτοψη Β' ορόφου.....	287
Εικόνα B.5: Κάτοψη Γ' ορόφου.....	288
Εικόνα B.6: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπογείου (1).....	289
Εικόνα B.7: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπογείου (2).....	289
Εικόνα B.8: Τρισδιάστατη απεικόνιση ισογείου (1).....	290
Εικόνα B.9: Τρισδιάστατη απεικόνιση ισογείου (2).....	290
Εικόνα B.10: Τρισδιάστατη απεικόνιση Α' ορόφου (1).....	291
Εικόνα B.11: Τρισδιάστατη απεικόνιση Α' ορόφου (2).....	291
Εικόνα B.12: Τρισδιάστατη απεικόνιση Β' ορόφου (1).....	292
Εικόνα B.13: Τρισδιάστατη απεικόνιση Β' ορόφου (2).....	292
Εικόνα B.14: Τρισδιάστατη απεικόνιση Γ' ορόφου (1).....	293
Εικόνα B.15: Τρισδιάστατη απεικόνιση Γ' ορόφου (2).....	293
Εικόνα B.16: Τρισδιάστατη απεικόνιση κτηρίου (1).....	294
Εικόνα B.17: Τρισδιάστατη απεικόνιση κτηρίου (2).....	295

Εικόνα Β.18: Τρισδιάστατη απεικόνιση κτηρίου (3).....	295
Εικόνα Β.19: Τρισδιάστατη απεικόνιση κτηρίου (4).....	296

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 3.1: Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου σύμφωνα με το EN 12464-1 2011.....	13
Πίνακας 3.2: Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m ²) κτηρίου αναφοράς ανάλογα της στάθμης φωτισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.....	13
Πίνακας 3.3: Οι τύποι των φωτιστικών που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη φωτισμού στην παρούσα εργασία.....	14
Πίνακας 4.1: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «τοιχοποιία πλήρωσης».....	29
Πίνακας 4.2: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «φέροντα στοιχεία σκυροδέματος».....	29
Πίνακας 4.3: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «πλάκα οροφής».....	29
Πίνακας 4.4: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «δάπεδο σε έδαφος».....	30
Πίνακας 4.5: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «δάπεδο».....	30
Πίνακας 4.6: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «κούφωμα».....	41
Πίνακας 6.1: Συνθήκες περιβάλλοντος και απώλειες ενέργειας κτηρίου, σενάριο 1.....	82
Πίνακας 6.2: Απώλειες ενέργειας κτηρίου, σενάριο 1.....	83
Πίνακας 6.3: Σύνοψη αποτελεσμάτων Heating Design, σενάριο 1.....	83
Πίνακας 6.4: Σύνοψη αποτελεσμάτων Cooling Design, σενάριο 1.....	86
Πίνακας 6.5: Αποτελέσματα Simulation (1) θερινής ημέρας, σενάριο 1.....	88
Πίνακας 6.6: Αποτελέσματα Simulation (2) θερινής ημέρας, σενάριο 1.....	89
Πίνακας 6.7: Αποτελέσματα Simulation (3) θερινής ημέρας, σενάριο 1.....	90
Πίνακας 6.8: Αποτελέσματα Simulation (4) θερινής ημέρας, σενάριο 1.....	91
Πίνακας 6.9: Αποτελέσματα Simulation ολικής ενέργειας θερινής ημέρας, σενάριο 1.....	92
Πίνακας 6.10: Αποτελέσματα Simulation (1) χειμερινής ημέρας, σενάριο 1.....	94
Πίνακας 6.11: Αποτελέσματα Simulation (2) χειμερινής ημέρας, σενάριο 1.....	95
Πίνακας 6.12: Αποτελέσματα Simulation (3) χειμερινής ημέρας, σενάριο 1.....	96
Πίνακας 6.13: Αποτελέσματα Simulation (4) χειμερινής ημέρας, σενάριο 1.....	97

Πίνακας 6.14: Αποτελέσματα Simulation ολικής ενέργειας χειμερινής ημέρας, σενάριο 1	97
Πίνακας 6.15: Αποτελέσματα Simulation (1) ενός χρόνου, σενάριο 1.....	100
Πίνακας 6.16: Αποτελέσματα Simulation (2) ενός χρόνου, σενάριο 1.....	101
Πίνακας 6.17: Αποτελέσματα Simulation (3) ενός χρόνου, σενάριο 1.....	102
Πίνακας 6.18: Αποτελέσματα Simulation (4) ενός χρόνου, σενάριο 1.....	102
Πίνακας 6.19: Αποτελέσματα Simulation ολικής ενέργειας ενός χρόνου, σενάριο 1.....	102
Πίνακας 6.20: Συνθήκες περιβάλλοντος και απώλειες ενέργειας κτηρίου, σενάριο 2.....	104
Πίνακας 6.21: Απώλειες ενέργειας κτηρίου, σενάριο 2.....	104
Πίνακας 6.22: Σύνοψη αποτελεσμάτων Heating Design, σενάριο 2.....	105
Πίνακας 6.23: Σύνοψη αποτελεσμάτων Cooling Design, σενάριο 2.....	107
Πίνακας 6.24: Αποτελέσματα Simulation (1) θερινής ημέρας, σενάριο 2.....	109
Πίνακας 6.25: Αποτελέσματα Simulation (2) θερινής ημέρας, σενάριο 2.....	110
Πίνακας 6.26: Αποτελέσματα Simulation (3) θερινής ημέρας, σενάριο 2.....	111
Πίνακας 6.27: Αποτελέσματα Simulation (4) θερινής ημέρας, σενάριο 2.....	112
Πίνακας 6.28: Αποτελέσματα Simulation ολικής ενέργειας θερινής ημέρας, σενάριο 2.....	112
Πίνακας 6.29: Αποτελέσματα Simulation (1) χειμερινής ημέρας, σενάριο 2.....	115
Πίνακας 6.30: Αποτελέσματα Simulation (2) χειμερινής ημέρας, σενάριο 2.....	116
Πίνακας 6.31: Αποτελέσματα Simulation (3) χειμερινής ημέρας, σενάριο 2.....	117
Πίνακας 6.32: Αποτελέσματα Simulation (4) χειμερινής ημέρας, σενάριο 2.....	118
Πίνακας 6.33: Αποτελέσματα Simulation ολικής ενέργειας χειμερινής ημέρας, σενάριο 2.....	118
Πίνακας 6.34: Αποτελέσματα Simulation (1) ενός χρόνου, σενάριο 2.....	120
Πίνακας 6.35: Αποτελέσματα Simulation (2) ενός χρόνου, σενάριο 2.....	121
Πίνακας 6.36: Αποτελέσματα Simulation (3) ενός χρόνου, σενάριο 2.....	121
Πίνακας 6.37: Αποτελέσματα Simulation (4) ενός χρόνου, σενάριο 2.....	122
Πίνακας 6.38: Αποτελέσματα Simulation ολικής ενέργειας ενός χρόνου, σενάριο 2.....	122
Πίνακας 9.1: Τιμές της μέσης μηνιαίας ακτινοβολίας για κεκλιμένες επιφάνειες 90° και 45° και για διάφορους προσανατολισμούς για την περιοχή της Αγχιάλου.....	161
Πίνακας 9.2: Μέγιστες τιμές ασφάλειας για κάθε γραμμή inverter.....	184

Συντομογραφίες

κ.α. και άλλα

ΤΕΕ Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας

ΕΛΟΤ Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας

Κ.Εν.Α.Κ. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων

Κ.Υ.Α. Κοινή Υπουργική Απόφαση

Κ.Κ.Μ. Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα

VRF Variable Refrigerant Flow

VRV Variable Refrigerant Volume

HVAC Heating Ventilation and Air-Conditioning

CAV Constant Air Volume

BIM Building Information Modeling

RSH Room Sensible Heat

RLS Room Latent Heat

WRSH Warm Room Sensible Heat

ASHRAE American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

BMS Building Management System

PV Photovoltaics

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

Ένα καίριο ζήτημα που μας απασχολεί σήμερα είναι η ενεργειακή αναβάθμιση πολλών πτυχών της καθημερινής μας ζωής. Η διασφάλιση της ενεργειακής αποδοτικότητας αποτελεί βασική προτεραιότητα λόγω της ενεργειακής κρίσης που βιώνουμε, των όλο ένα και αυξανόμενων προκλήσεων που αντιμετωπίζουμε στο περιβάλλον μας καθώς και την ανάγκη για εξοικονόμηση πόρων. Γι' αυτό το λόγο η χρήση πράσινης ενέργειας ειδικότερα στα κτήρια είναι σημαντική. Ειδικότερα, τα κτήρια τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, τα οποία είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρα και έχουν υψηλό ενεργειακό αποτύπωμα χρήζουν ενεργειακής αναβάθμισης. Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στην ενεργειακή προσομοίωση ενός κτηρίου τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής

Το αντικείμενο της συγκεκριμένης μελέτης είναι η ενεργειακή αναβάθμιση ενός κτηρίου στο κέντρο της πόλης του Βόλου προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως κτήριο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης για να στεγάσει το Οικονομικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Σκοπός της μελέτης είναι να εξάγει αποτελέσματα σχετικά με το καταναλισκόμενα ποσά ενέργειας του κτηρίου. Τα αποτελέσματα θα αφορούν τα ποσά της ενέργειας που καταναλώνεται για την ψύξη, τη θέρμανση, τον αερισμό καθώς και το φωτισμό του κτηρίου. Φυσικά η μελέτη θα βασιστεί στα πρότυπα του κανονισμού του Κ.Εν.Α.Κ. για τη διεξαγωγή, ενώ τα αποτελέσματα θα αξιολογηθούν επίσης από τον ίδιο κανονισμό για την κατάταξη του κτηρίου σε μια κατηγορία ενεργειακής απόδοσης. Ο φωτισμός θα ερευνηθεί μέσω του λογισμικού DIALux και θα προκύψουν αποτελέσματα σχετικά με τα φορτία του φωτισμού, τα είδη των φωτιστικών που θα χρησιμοποιηθούν καθώς και τη διάταξη για κάθε χώρο. Η ενεργειακή προσομοίωση που θα πραγματοποιηθεί μέσω του λογισμικού FineGREEN το οποίο στοχεύει στην ανάλυση των αποτελεσμάτων της ενεργειακής κατανάλωσης και φυσικά σε προτάσεις για την ελαχιστοποίησή της. Στην ενεργειακή απόδοση του κτηρίου συντελούν πολλοί παράγοντες που θα αναλυθούν λεπτομερώς στη μελέτη. Οι παράγοντες αυτοί είναι τα δομικά στοιχεία που απαρτίζουν το κέλυφος του κτηρίου, τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και αερισμού καθώς και η αξιοποίηση των

ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η μελέτη λοιπόν των παραπάνω παραγόντων και η συμβολή τους στην καταναλισκόμενη ενέργεια του κτηρίου είναι απολύτως σημαντική αφού μπορεί να βελτιστοποιήσει τις συνθήκες λειτουργίας του κτηρίου από ενεργειακή σκοπιά. Η μελέτη θα εξετάσει ένα σενάριο στην κατηγορία του δομικού κελύφους του κτηρίου, ενώ όσων αφορά τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και αερισμού, εκεί θα αναλυθούν δύο πιθανά σενάρια συστημάτων που μπορούν να εγκατασταθούν στο κτήριο. Έτσι, θα γίνει μία σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο σεναρίων και θα επιλεγεί το αποδοτικότερο σύστημα για την εύρυθμη λειτουργία του κτηρίου με χαμηλές καταναλώσεις. Τα συστήματα αερισμού του κτηρίου θα μελετηθούν μέσα από το λογισμικό PSYC της 4M που ειδικεύεται στην ψυχομετρία με αποτέλεσμα να εξάγουμε ακριβή και χρήσιμα δεδομένα για τον αερισμό του κτηρίου. Επιπλέον, θα προταθεί η εγκατάσταση αυτοματισμών στο κτήριο που θα στοχεύουν επίσης στη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, διότι θα λειτουργούν με τρόπο ώστε να αποφεύγονται οι άσκοπες και περιττές καταναλώσεις ενέργειας. Η μελέτη αυτοματισμών θα πραγματοποιηθεί στο λογισμικό HIT Siemens. Τέλος, από μία τέτοια έρευνα δε θα μπορούσε να παραληφθεί η μελέτη φωτοβολταϊκής εγκατάστασης για το κτήριο. Εκμεταλλευόμενοι λοιπόν το δώμα και τον ακάλυπτο χώρο του κτηρίου μπορούμε να δημιουργήσουμε μια εγκατάσταση φωτοβολταϊκών άξια να καλύψει ένα ποσοστό της απαιτούμενης ενέργειας του κτηρίου χωρίς να απαιτεί την ενέργεια του δικτύου. Η μελέτη της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης θα γίνει μέσω του λογισμικού FusionSolar SmartDesign της Huawei.

1.1.1 Συνεισφορά

Οι παρακάτω μεθοδολογίες χρησιμοποιήθηκαν με τη σειρά που αναγράφονται για την μελέτη της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου όπως περιεγράφηκαν και παραπάνω:

1. Φωτοτεχνική μελέτη με το λογισμικό DIALux

2. Σχηματισμός κτηριακού κελύφους και ορισμός θερμικών ζωνών μέσω του λογισμικού FineGREEN
3. Ορισμός των συστημάτων κλιματισμού και υπολογισμός και ανάλυση των φορτίων μέσω του λογισμικού FineGREEN αξιοποιώντας τα δεδομένα που εισήχθησαν για το κτηριακό κέλυφος και τις θερμικές ζώνες
4. Ψυχομετρική μελέτη μέσω του προγράμματος PSYC της 4M
5. Καθορισμός και μελέτη συστημάτων αυτοματισμού με το πρόγραμμα HIT της Siemens
6. Μελέτη φωτοβολταϊκής εγκατάστασης με το πρόγραμμα FusionSolar SmartDesign της Huawei

1.2 Οργάνωση του τόμου

Σε αυτή την ενότητα περιγράφονται συνοπτικά τα αντικείμενα των κεφαλαίων της παρούσας εργασίας:

- Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται μία περιγραφή του κελύφους του κτηρίου και συγκεκριμένα τη διάρθρωσή των επιπέδων του. Επιπλέον, γίνεται η ανάλυση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων που προβλέπονται για το κτήριο.
- Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται η φωτοτεχνική μελέτη και η επιλογή των φωτιστικών για το σύνολο του κτηρίου.
- Στο Κεφάλαιο 4 περιγράφεται η δημιουργία του κτηριακού κελύφους στο λογισμικό FineGREEN και γίνεται ο καθορισμός των θερμικών ζωνών.
- Στο Κεφάλαιο 5 γίνεται ορισμός των κλιματιστικών μονάδων για τα δύο σενάρια λειτουργίας του κτηρίου και παρουσιάζεται η κλιματιστική μελέτη στο λογισμικό FineGREEN.
- Στο Κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης κλιματισμού του κτηρίου για τα δύο σενάρια και γίνεται ανάλυσή τους.
- Στο Κεφάλαιο 7 πραγματοποιείται μελέτη ψυχομετρίας και παρουσιάζονται τα αποτελέσματά της.
- Στο Κεφάλαιο 8 καθορίζεται ο αυτοματισμός του κτηρίου.
- Στο Κεφάλαιο 9 πραγματοποιείται η μελέτη φωτοβολταϊκών του κτηρίου.
- Τέλος, στο Κεφάλαιο 10 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη μελέτη καθώς και προτάσεις για βελτίωση και επέκταση της έρευνας.

Κεφάλαιο 2 Το κτήριο υπό μελέτη

2.1 Εισαγωγή

Το αντικείμενο ενεργειακής μελέτης της συγκεκριμένης εργασίας είναι ένα κτήριο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης με έδρα την πόλη του Βόλου. Συγκεκριμένα, πρόκειται για το κτήριο που στεγάζει το Οικονομικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην πόλη του Βόλου. Η θέση του είναι στο κέντρο της πόλης επί της οδού «28^{ης} Οκτωβρίου 76-78» όπου βρίσκεται και η κύρια είσοδος. Το υπό μελέτη κτήριο έχει συνολική εσωτερική επιφάνεια 4572.95 m², ενώ η συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια του κτηρίου είναι 3190.5m². Από τη μελέτη του κτηρίου εξαιρούνται οι βεράντες, οι ημιυπαίθριοι χώροι, τα εξωτερικά κλιμακοστάσια και όλοι οι χώροι εκτός του εσωτερικού του κτηρίου καθώς δεν αποτελούν αντικείμενο μελέτης για τον υπολογισμό των φορτίων.

2.2 Κέλυφος

Η συγκεκριμένη θέση του κτηρίου είναι όπως προαναφέρθηκε επί της οδού «28^{ης} Οκτωβρίου 76-78» με βορειοανατολικό προσανατολισμό, όπου βρίσκεται και η πρόσοψη του κτηρίου και επομένως η κύρια είσοδος. Βορειοδυτικά βρίσκεται η οδός «Παύλου Μελά 24-26» και σε νοτιοανατολικό προσανατολισμό η οδός «Μακεδονομάχων». Επιπλέον, στο ισόγειο νοτιοδυτικά διέρχεται η «Στοά Ματσάγγου» η οποία είναι πεζόδρομος οπότε αποτελεί ακόμη μία πλευρά από την οποία υπάρχει πρόσβαση στο κτήριο αναφοράς. Τα επίπεδα που συντελούν το κτήριο είναι το υπόγειο, το ισόγειο, οι όροφοι Α', Β', Γ' καθώς και το δώμα. Το κτήριο θα μελετηθεί ως προς κάθε ένα από τα επίπεδα για την ανάλυση του κελύφους, για την οποία είναι απαραίτητα τα στοιχεία της τοιχοποιίας και των κουφωμάτων αλλά και της οροφής και των δαπέδων όπου κρίνεται απαραίτητη η συμμετοχή τους στον υπολογισμό. Το μικτό ύψος για κάθε επίπεδο του κτηρίου είναι 3.5m ενώ το ύψος από το δάπεδο έως την ψευδοροφή υπολογίζεται στα 3m.

2.2.1 Υπόγειο

Το υπόγειο βρίσκεται κάτω από το έδαφος, δηλαδή ξεκινάει από τα -3.5m και ανέρχεται έως τα 0m που είναι και η επιφάνεια του εδάφους. Πρόκειται για τη βάση του κτηρίου αφού είναι και το πρώτο από τα επίπεδα και έχει συνολική επιφάνεια 825.38m².

Συγκεκριμένα οι κύριοι χώροι του είναι ο ιδιωτικός υποσταθμός του κτηρίου, οι πίνακες Χ.Τ. και οι πίνακες ΔΕΗ, η γεννήτρια Η/Ζ. Επιπλέον, υπάρχουν το μηχανοστάσιο πυρόσβεσης, δύο μηχανοστάσια ανελκυστήρα, ένα για τον κάθε ένα από τους δύο ανελκυστήρες που υπάρχουν σε κάθε όροφο, δωμάτιο συντήρησης, δύο λεβητοστάσια καθώς και χώρος για server και ασθενή ρεύματα. Επιπλέον υπάρχουν τέσσερεις χώροι που λειτουργούν ως αποθήκες και αρχεία, δύο ανελκυστήρες και δύο κλιμακοστάσια. Οι τοιχοποιίες και το δάπεδο του υπογείου βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος. Όλος ο χώρος του υπογείου αποτελεί μη θερμαινόμενο χώρο διότι αποτελείται από χώρους μη κύριας χρήσης και επισκεψιμότητας, δηλαδή βοηθητικούς ως προς τη λειτουργικότητα του κτηρίου από ηλεκτρομηχανολογική άποψη αλλά και άποψη οργάνωσης της λειτουργικότητας του υπόλοιπου κτηρίου. Επομένως, δεν συμπεριλαμβάνεται στους υπολογισμούς για τα ψυκτικά και θερμικά φορτία.

2.2.2 Ισόγειο

Το ισόγειο αποτελεί το πρώτο επίπεδο του κτηρίου που βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Δηλαδή ξεκινάει από τα 0m και φτάνει ως τα 3.5m αν προσθέσουμε τα 3.5m που αποτελούν το μικτό ύψος κάθε επιπέδου. Είναι το επίπεδο στο οποίο υπάρχει η κύρια είσοδος στο κτήριο. Η συνολική του επιφάνεια εκτείνεται στα 900.61m² ενώ η επιφάνεια των θερμαινόμενων χώρων από τους οποίους αποτελείται είναι τα 760.48m². Οι θερμαινόμενοι χώροι του ισόγειου είναι οι δύο αίθουσες διδασκαλίας και οι δύο αίθουσες σεμιναρίων, ο χώρος της γραμματείας, το κυλικείο και ο χώρος έξω από αυτό με τα τραπεζοκαθίσματα. Επιπλέον, θερμαινόμενοι είναι και οι δύο χώροι με τις εισόδους και τα κλιμακοστάσια στη βορειοανατολική και τη βορειοδυτική πλευρά του κτηρίου αντίστοιχα, οι δύο διάδρομοι, ο χώρος των φοιτητικών εργασιών και ο χώρος διαλειμμάτων 1. Αντίθετα, στους μη θερμαινόμενους χώρους συμπεριλαμβάνονται ο κεντρικός πίνακας πυρανίχνευσης, ο διάδρομος διαφυγής, οι δύο ανελκυστήρες και οι χώροι των W.C. μαζί με τις μικρές αποθήκες. Σε τμήμα του χώρου διαλειμμάτων 1 και στο χώρο διαλειμμάτων 2 ενώ υπάρχει κανονικά πρόσβαση από το ισόγειο δεν γίνεται το ίδιο και με τους ορόφους πάνω από αυτό, διότι τα τμήματα αυτά δεν καλύπτονται από κάποια οροφή αλλά χαρακτηρίζονται ως αίθρια. Επομένως για αυτά τα τμήματα δεν απαιτείται ούτε μελέτη θερμικών και ψυκτικών φορτίων αλλά ούτε και μελέτη φωτισμού διότι έχουν φυσικό φωτισμό και γενικότερα έρχονται σε άμεση επαφή

με το εξωτερικό περιβάλλον. Το δάπεδο τους ισόγειο που αφορά τους θερμαινόμενους χώρους έρχεται σε επαφή με τους μη θερμαινόμενους χώρους του υπογείου οπότε πρέπει να συμπεριληφθεί στα δεδομένα για τον υπολογισμό των ψυκτικών και θερμικών φορτίων.

2.2.3 Α' Όροφος

Το επίπεδο του κτηρίου που βρίσκεται πάνω από το ισόγειο είναι ο Α' Όροφος. Ξεκινά από τα 3.5m που τελειώνει το ισόγειο και ανέρχεται στα 7m με την πρόσθεση των επιπλέον 3.5m που αποτελούν το μικτό ύψος του ορόφου. Ενώ στο ισόγειο στη νοτιοδυτική πλευρά του κτηρίου υπήρχε η Στοά Ματσάγγου που είναι εκτός του υπό μελέτη κτηρίου, στον Α' όροφο το κτήριο εκτείνεται περίπου 8m νοτιοδυτικότερα καταλαμβάνοντας και χώρο από τη στοά. Επομένως, προστίθενται ακόμη 309m² στην έκταση του ισόγειο με αποτέλεσμα η συνολική επιφάνεια του Α' ορόφου να εκτείνεται στα 1180.87m². Από αυτή τα 1011.92m² αντιπροσωπεύουν τους θερμαινόμενους χώρους. Οι θερμαινόμενοι χώροι του Α' ορόφου είναι οι έξι αίθουσες διδασκαλίας, τέσσερις χώροι γραφείων, τα δύο κλιμακοστάσια, οι δύο διάδρομοι καθώς και οι χώροι διαλειμμάτων. Απεναντίας, οι χώροι για τους οποίους δεν προβλέπεται θέρμανση είναι οι δύο ανελκυστήρες, ο διάδρομος διαφυγής, τα W.C. και οι μικρές αποθήκες. Επιπλέον στο χώρο διαλειμμάτων 3 υπάρχει ακόμη ένα τμήμα χωρίς οροφή με προβολή στο αίθριο όπως τα άλλα δύο των οποίων το δάπεδο βρίσκεται στο ισόγειο.

2.2.4 Β' Όροφος

Το επίπεδο του Β' ορόφου εκτείνεται από τα 7m έως τα 10.5m. Είναι ένας όροφος που στην κύρια έκτασή του είναι ίδιος με τον Α' όροφο με τη διαφορά ότι στο μέρος που ο Α' όροφος έχει τις αίθουσες διδασκαλίας 1 και 2 ο Β' όροφος έχει μία μεγάλη αίθουσα πολλαπλών χρήσεων που λειτουργεί και ως αμφιθέατρο και ακόμη, στο τμήμα της αίθουσας διδασκαλίας 6 του Α' ορόφου, στον Β' όροφο βρίσκονται πέντε χώροι γραφείων και ο διάδρομος επικοινωνίας τους. Φυσικά, οι χώροι που προαναφέρθηκαν είναι και αυτοί θερμαινόμενοι, επομένως η συνολική έκταση του Β' ορόφου και η θερμαινόμενη έκτασή του, είναι ίδια με αυτή του Α' ορόφου 1180.87m² και 1011.92m² αντίστοιχα.

2.2.5 Γ' Όροφος

Στην αρχιτεκτονική κάτοψη βλέπουμε ότι ο Γ' όροφος που αποτελεί και το τελευταίο επίπεδο στο εσωτερικό του κτηρίου έχει μικρότερη έκταση από τους ορόφους Α' και Β' και ανέρχεται από τα 10.5m έως τα 14m. Η επιφάνειά του είναι 488.22m^2 και από αυτή η θερμαινόμενη είναι 406.18m^2 . Όπως καταλαβαίνουμε και από τα νούμερα οι περισσότεροι χώροι είναι θερμαινόμενοι. Αυτοί είναι τα δύο κλιμακοστάσια, οι δύο διάδρομοι, η κουζίνα και οι έντεκα χώροι γραφείου. Από την άλλη οι χώροι που δηλώνονται ως μη θερμαινόμενοι είναι τα W.C. και οι μικρές αποθήκες. Παρατηρούμε ότι σε αυτό το τελευταίο επίπεδο υπάρχουν τα γραφεία του τμήματος και καμία αίθουσα διδασκαλίας ή συσκέψεων, επομένως είναι ένας παράγοντας που εξηγεί τη μικρότερη εσωτερική έκταση του ορόφου. Το υπόλοιπο τμήμα του επιπέδου αυτού είναι στο αίθριο και είναι φυτεμένο δώμα στη μεγαλύτερη έκτασή του ενώ έχει προβλεφθεί και η ύπαρξη μιας πέργκολας.

2.2.6 Δώμα

Το δώμα βρίσκεται στα 14m και δεν έχει επιπλέον ύψος. Έχει την ίδια έκταση με το εσωτερικό του Γ' ορόφου 488.22m^2 καθώς η υπόλοιπη επιφάνεια δώματος βρίσκεται στο επίπεδο του Γ' ορόφου 10.5m. Στην κύρια επιφάνειά του υπάρχει μόνωση και στεγάνωση καθώς και τελική επίστρωση με χαλίκι ενώ υπάρχουν και οι απολήξεις των αίθριων τμημάτων του κτηρίου. Είναι χώρος τοποθέτησης των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων (Κ.Κ.Μ.), των αερόψυκτων αντλιών θερμότητας και των φωτοβολταϊκών που προβλέπει η αντίστοιχη μελέτη για το κτήριο. Φυσικά το δώμα το οποίο αποτελεί και οροφή του Γ' και του Β' ορόφου συμπεριλαμβάνεται στον υπολογισμό των ψυκτικών και θερμικών φορτίων του Β' και Γ' ορόφου αντίστοιχα.

2.3 Ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση

Σύμφωνα με την τεχνική οδηγία του ΤΕΕ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, πέρα από τα στοιχεία κελύφους του κτηρίου αναφοράς μία άλλη εξίσου σημαντική ενότητα για τη μελέτη της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου είναι οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις. Με τον όρο ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις αναφερόμαστε σε ένα σύνολο από ηλεκτρικές

και μηχανολογικές εγκαταστάσεις που είναι απαραίτητες για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Αυτές είναι ο φωτισμός, η θέρμανση, η ψύξη, ο μηχανικός αερισμός, ο αυτοματισμός του κτηρίου καθώς και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Φυσικά, μέσα σε αυτά τα συστήματα συμπεριλαμβάνεται και το σύστημα ζεστού νερού χρήσης, σύστημα το οποίο δεν θα εγκατασταθεί στο παρόν κτήριο αφού ο προσδιορισμός του κτηρίου ως τμήμα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης δεν απαιτεί αυτή τη λειτουργικότητα.

2.3.1 Φωτισμός

Η μελέτη φωτισμού για το κτήριο έγινε μέσω του λογισμικού DIALux. Για τους θερμαινόμενους χώρους απαιτήθηκε να γίνει φωτοτεχνία μέσω του λογισμικού από όπου προέκυψαν τα συνολικά Watt καθώς και η διάταξη και το πλήθος των φωτιστικών για κάθε θερμαινόμενο χώρο. Αντίθετα οι μη θερμαινόμενοι χώροι δε χρήζουν την ανάγκη για φωτοτεχνική μελέτη και για αυτούς έγινε μια απλή επιλογή φωτιστικών. Στη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν φωτιστικά LED, τα οποία είναι και τα πιο αποδοτικά όπως αποδείχθηκε μέσω του λογισμικού.

2.3.2 Θέρμανση - Ψύξη

Για τα συστήματα ψύξης και θέρμανσης θα μελετηθούν δύο σενάρια. Στο ένα το κεντρικό σύστημα θα είναι το VRF ενώ στο άλλο σενάριο θα χρησιμοποιηθεί αντλία θερμότητας αέρα – νερού. Και οι δύο επιλογές καλύπτουν τις ανάγκες τόσο ψύξης όσο και θέρμανσης με αποτέλεσμα να μην χρειάζεται διαφορετικό σύστημα άλλα να χρησιμοποιούμε μια επιλογή που καλύπτει και τις δύο περιπτώσεις το ίδιο αποδοτικά. Η ψύξη και η θέρμανση του κτηρίου θα μελετηθούν με το λογισμικό FineGREEN της 4M από όπου θα εξάγουμε ολοκληρωμένα τα συστήματα ψύξης – θέρμανσης καθώς και τις ενεργειακές καταναλώσεις.

2.3.3 Μηχανικός Αερισμός

Ο μηχανικός αερισμός σε ένα κτήριο του δικού μας μεγέθους κρίνεται απαραίτητος να υπάρχει. Γι' αυτό το λόγο, όπως τα συστήματα ψύξης θέρμανσης χωρίζονται σε σενάρια

έτσι και ο μηχανικός αερισμός αποτελεί μέρος αυτών των σεναρίων. Για το πρώτο σενάριο λοιπόν, τα φορτία αερισμού θα καλυφθούν με τη χρήση της ΚΚΜ προκλιματισμένου αέρα ενώ τα φορτία χώρου θα καλυφθούν με FCU. Αντίθετα, στο δεύτερο σενάριο θα χρησιμοποιηθεί ΚΚΜ για την κάλυψη του συνόλου των φορτίων χώρου και αερισμού με 100% νωπό αέρα. Για τον αερισμό και τα συστήματά του, θα γίνει μελέτη ψυχομετρίας στο κτήριο με τη βοήθεια του λογισμικού PSYC της 4M από όπου θα προκύψουν αποτελέσματα και διαγράμματα από τους ψυχομετρικούς πίνακες για κάθε σύστημα αερισμού.

2.3.4 Αυτοματισμός Κτηρίου

Η ύπαρξη του αυτοματισμού σε ένα κτήριο έχει τεράστια σημασία για τη λειτουργία και τις καταναλώσεις του. Ο αυτοματισμός ελέγχει και ρυθμίζει τη λειτουργία των συστημάτων κλιματισμού με αποτέλεσμα να λειτουργούν με ορθό τρόπο και σε σωστό χρόνο ώστε να αποφεύγονται οι άσκοπες καταναλώσεις να επιτυγχάνεται η κάλυψη των θερμικών και ψυκτικών αναγκών και όχι η υπέρ-κάλυψη των απαιτούμενων φορτίων. Για τη μελέτη του κτηριακού αυτοματισμού λοιπόν, θα χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή HIT της Siemens. Ο αυτοματισμός θα ελέγχεται και θα συγχρονίζεται από ένα κεντρικό λογισμικό το οποίο θα συνδέεται με τους σταθμούς αυτοματισμού που θα υπάρχουν σε κάθε θερμική ζώνη του κτηρίου. Κάθε ΚΚΜ θα ελέγχεται με βάνες και άλλα εξαρτήματα αυτοματισμού, ενώ για κάθε χώρο όπου υπάρχουν μονάδες FCU θα προβλεφθεί θερμοστάτης. Επιπλέον, σε κάθε χώρο θα υπάρχουν αισθητήρια που θα μετράνε τις συνθήκες του χώρου και θα πληροφορούν το κεντρικό σύστημα για τον απαιτούμενο τρόπο λειτουργίας. Με αυτό τον τρόπο, εισάγοντας όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα στο κτήριο θα μπορέσουμε να επιτύχουμε την εύρυθμη λειτουργία των συστημάτων κλιματισμού.

2.3.5 Φωτοβολταϊκά

Στο κτήριο θα υπάρχει και εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικού φορτίου και φυσικά την κατανάλωσή του για την κάλυψη των αναγκών του. Θα γίνει λεπτομερής μελέτη της εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών στο κτήριο μέσα από

την εφαρμογή FusionSolar Smart Design της Huawei. Στην εφαρμογή θα μελετηθεί κάθε λεπτομέρεια για την εγκατάσταση και θα εξαχθούν αποτελέσματα τόσο για το σχεδιαστικό κομμάτι όσο και για την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και το ποσοστό κάλυψης των ενεργειακών αναγκών του κτηρίου. Έπειτα, θα μπορέσουμε να επιλέξουμε κάθε εξάρτημα που χρειάζεται για την ολοκλήρωση της εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών βασιζόμενοι στα δεδομένα εξαγωγής της εφαρμογής για τις προδιαγραφές που θα πρέπει να τηρεί κάθε εξάρτημα.

Κεφάλαιο 3 Μελέτη φωτισμού

3.1 Εισαγωγή

Ο φωτισμός είναι ένα από τα κομμάτια που συνθέτουν την ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση του κτηρίου. Πρόκειται για μία καθαρά ηλεκτρολογική εργασία και έχει σκοπό να εξασφαλίσει σε κάθε χώρο τον απαραίτητο φωτισμό. Σύμφωνα με την τεχνική οδηγία του ΤΕΕ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται φωτισμός που εξασφαλίζει την οπτική άνεση στους χρήστες του κτηρίου. Ένα άρτια φωτισμένο περιβάλλον συμβάλλει σημαντικά στη λειτουργικότητα του κτηρίου και στην ευχάριστη παραμονή των χρηστών του. Η μελέτη φωτισμού θα βασιστεί στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12464.1 – 2011 το οποίο δίνει λεπτομερώς τα συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού για κάθε χρήση χώρου. Για κάθε θερμική ζώνη του κτηρίου είναι απαραίτητη η φωτοτεχνική μελέτη των θερμαινόμενων χώρων που συνιστούν τη θερμική ζώνη, από όπου και θα προκύψουν τα συνολικά Watt της εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού για κάθε χώρο. Χρήσιμο εργαλείο για αυτούς του υπολογισμούς είναι το λογισμικό DIALux μέσω του οποίου γίνεται λεπτομερής μελέτη για κάθε χώρο με αποτέλεσμα να έχουμε στη διάθεσή μας χρήσιμα υπολογιστικά χαρακτηριστικά για το φωτισμό. Αντίθετα, για τους χώρους που δεν ανήκουν σε κάποια θερμική ζώνη, χαρακτηριζόμενοι ως μη θερμαινόμενοι χώροι, δεν προβλέπεται φωτοτεχνική μελέτη αυτής της μορφής, αλλά μας ενδιαφέρει να γνωρίζουμε απλά τα φωτιστικά σώματα που απαρτίζουν το χώρο.

3.2 Φωτοτεχνική μελέτη

3.2.1 Απαιτήσεις φωτισμού

Οι απαιτήσεις φωτισμού παρουσιάζονται στην τεχνική οδηγία του ΤΕΕ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Για κάθε χρήση χώρου, με βάση τις προτεινόμενες τιμές για τα συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού, δίνονται οι τιμές για την μέση ελάχιστη στάθμη γενικού φωτισμού (lx), το μέγιστο βαθμό θάμβωσης (δείκτης UGR) και την ελάχιστη τιμή ομοιομορφίας (ελάχιστη προς μέση τιμή έντασης φωτισμού). Σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. Δ6/Β/14826/17-6-

2008 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα» (ΦΕΚ Β' 1122) τα επίπεδα φωτισμού καθορίζονται από το EN 12464-1 και δεν επιτρέπεται υπέρβαση (προς τα πάνω) του ορίου της μέσης ελάχιστης στάθμης γενικού φωτισμού (lx) περισσότερο από το 30% αυτής. Επιπλέον, με βάση το όριο μέσης ελάχιστης στάθμης φωτισμού (lx) κάθε χώρου, καθορίζεται η ισχύς για το κτήριο αναφοράς και η ισχύς για ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, τιμές που μετρούνται σε (W/m^2). Έτσι, ανάλογα με τα τετραγωνικά μέτρα (m^2) κάθε θερμικής ζώνης κάθε κτηρίου θα υπολογίζονται τα Watt που συμβάλλουν στον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Οι θερμαινόμενοι χώροι που απαιτούν φωτοτεχνική μελέτη στο υπό μελέτη κτήριο είναι οι I1, I2, I3, I6, I9, I16, I17, I18, I23, ΧΦΕ, I25, I26, I27, I28, I30 του ισογείου, A1, A2, A3, A6(ΧΦΕ), A6(Χ.Διαλειμμάτων), A8, A9, A10, A15, A16, A21, A22(ΧΦΕ), A22(Χ.Διαλειμμάτων), A23(Γ3α), A23(Γ3β), A24, A25, A26, A28(Διάδρομος), A28(Χ.Διαλειμμάτων), A29 του Α' ορόφου, B1, B2, B3(ΧΦΕ), B3(Χ.Διαλειμμάτων), B5, B6, B7, B12, B13, B18, B19(Γ6α), B19(Γ6β), B20, B21, B21(ΧΦΕ), B22, B23, B27(Διάδρομος), B27(Χ.Διαλειμμάτων), B28, B29, B30, B32, B34, B35 του Β' ορόφου και Γ1(γραφείο 1), Γ1(γραφείο 2), Γ1(γραφείο 3), Γ1(καθιστικό), Γ2, Γ3, Γ7, Γ8, Γ9, Γ10, Γ11, Γ12, Γ13, Γ14, Γ15, Γ16, Γ20, Γ21, Γ22, Γ24, Γ26, Γ27, Γ31 του Γ' ορόφου. Οι χρήσεις των χώρων που απαιτούν φωτοτεχνική μελέτη είναι αίθουσα διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, γραφείο, καφενείο – ζαχαροπλαστείο που αντιπροσωπεύει το κυλικείο, διάδρομοι και άλλοι βοηθητικοί κοινόχρηστοι χώροι. Οι τιμές για την μέση ελάχιστη στάθμη γενικού φωτισμού (lx), το μέγιστο βαθμό θάμβωσης (δείκτης UGR), την ελάχιστη τιμή ομοιομορφίας καθώς και το επίπεδο αναφοράς μέτρησης για τις παραπάνω χρήσεις των χώρων, όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 2.4 του προτύπου EN 12464-1 2011, φαίνονται στον πίνακα 3.1 της παρούσας εργασίας.

Πίνακας 3.1: Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου σύμφωνα με το EN 12464-1 2011

Χρήσεις χώρων	Στάθμη φωτισμού (lx)	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης (m)	Δείκτης θάμβωσης UGR	Ομοιομορφία φωτισμού U_0 (min/μέση τιμή)
Ζαχαροπλαστείο - Καφενείο	250	0.8	-	-
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	100	0	28	0.4
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	0.8	19	0.6
Γραφείο	500	0.8	19	0.6

Επιπλέον για κάθε θερμαινόμενο χώρο με βάση την μέση ελάχιστη στάθμη γενικού φωτισμού (lx), προκύπτει και η ισχύς για ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης [W/m^2] όπως ορίζει το πρότυπο EN 12464-1 2011 (Πίνακας 3.2). Ο πίνακας 3.2 είναι απόσπασμα του πίνακα 2.4.α του προτύπου EN 12464-1 2011.

Πίνακας 3.2: Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m^2) κτηρίου αναφοράς ανάλογα της στάθμης φωτισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης

Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης [W/m^2]
100	2.8
250	7.0
500	14.0

3.2.2 Λογισμικό DIALux

Το DIALux είναι ένα από τα καλύτερα λογισμικά σχεδιασμού φωτισμού και προσφέρει στους χρήστες τη δυνατότητα να σχεδιάζουν, να υπολογίζουν και να οπτικοποιούν το φως για εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους ^[2]. Παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα εισαγωγής βιβλιοθηκών με φωτιστικά που επιθυμεί ο ίδιος, αφού διαθέτει μια ευρεία γκάμα κατασκευαστών φωτιστικών για την ικανοποίηση όλων των αναγκών. Η έκδοση που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία είναι η DIALux 4.13 η οποία αν και δεν είναι η τελευταία έκδοση του λογισμικού που παρέχει η εταιρεία είναι μια αρκετά αξιόπιστη και εύχρηστη έκδοση της εφαρμογής. Η βιβλιοθήκη των φωτιστικών που εισήχθησαν στο λογισμικό και χρησιμοποιήθηκαν στη φωτοτεχνική μελέτη είναι αυτή της Bright. Η Bright με τη σειρά της, είναι μια σύγχρονη εταιρεία φωτισμού με δραστηριοποίηση στην Ευρώπη και καινοτομία στο χώρο του φωτισμού με μία μεγάλη γκάμα φωτιστικών που ανταποκρίνονται σε κάθε ανάγκη και σέβονται το περιβάλλον ^[3]. Τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν στη φωτοτεχνική μελέτη του συγκεκριμένου κτηρίου δεν είναι πολλά και διαφορετικά. Αντιθέτως, μια και οι χρήσεις των χώρων που απαιτούν φωτοτεχνική μελέτη είναι και αυτές λίγες σε αριθμό - πολλοί χώροι έχουν τις ίδιες χρήσεις μεταξύ τους – αρκούσαν 5 διαφορετικά είδη φωτιστικών από την εταιρεία Bright για να καλύψουν τις απαιτήσεις των χώρων σε φωτισμό. Έτσι επιτεύχθηκε και η απαραίτητη ομοιομορφία στο κτήριο από άποψη αισθητικής. Τα είδη των φωτιστικών που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα 3.3.

Πίνακας 3.3: Οι τύποι των φωτιστικών που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη φωτισμού στην παρούσα εργασία

1.	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361Lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm
2.	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. NOTUS 2 STATUS LINEAR LED 1720mm 2X37.2W
3.	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm
4.	BRIGHTSPECIALLIGHTING 840 NOTUS 3 LINEAR LED 1420mm
5.	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. DOUBLE LOUVRE 1 ACRYLIC OPAL 4 x LINEAR LED 16W

Για την εισαγωγή ενός νέου θερμαινόμενου χώρου στο DIALux, οι ενέργειες που θα πρέπει να γίνουν είναι οι εξής. Αρχικά, θα πρέπει να δηλωθούν οι ακριβείς συντεταγμένες του

χώρου ώστε να σχεδιαστεί η κάτοψή του από το λογισμικό. Στη συνέχεια, στο επίπεδο εργασίας του χώρου δηλώνεται το ύψος εργασίας. Είναι μία τιμή ξεχωριστή για κάθε χρήση χώρου και ορίζεται από το πρότυπο EN 12464-1 2011, ενώ στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται στον πίνακα 3.1 και είναι για κάθε χρήση χώρου η τιμή που αναγράφεται στην κατηγορία «Επίπεδο αναφοράς μέτρησης (m)». Η τιμή αυτή είναι σημαντικό να εισαχθεί διότι δηλώνει το ύψος του επιπέδου εργασίας σε κάθε χώρο ώστε να επιτευχθεί ο αναγκαίος φωτισμός. Έπειτα, μπορούν να εισαχθούν τα φωτιστικά επιλέγοντας τον τύπο του φωτιστικού που επιθυμούμε και ελέγχοντας κάποιες παραμέτρους. Η ομοιομορφία φωτισμού όπως δηλώνεται στον πίνακα 3.1 σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464-1 2011, θα πρέπει να υπακούει στην τιμή που ορίζεται για κάθε χώρο. Το ίδιο ισχύει και για την τιμή της στάθμης φωτισμού η οποία όπως ειπώθηκε προηγουμένως δεν θα πρέπει να ξεπερνά το ποσοστό του 30% σε αύξηση.

3.2.3 Αποτελέσματα φωτοτεχνικής μελέτης

Με τον τρόπο που παρουσιάστηκε στην ενότητα 3.2.2, εισάγονται στο λογισμικό DIALux όλοι οι χώροι που απαιτούν φωτοτεχνία. Στην ενότητα «έξοδος δεδομένων» του λογισμικού μπορούμε να δούμε την περίληψη της τελικής μελέτης για κάθε χώρο. Εκεί αναγράφονται πολλά και χρήσιμα στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά είναι πρώτα και κύρια η κάτοψη του χώρου με τη διάταξη των φωτιστικών στις τελικές τους θέσεις, οι τιμές της στάθμης φωτισμού (lx), της ομοιομορφία και του δείκτη θάμβωσης UGR. Επιπλέον, παρουσιάζεται ο τύπος του φωτιστικού που έχει χρησιμοποιηθεί, ο αριθμός τεμαχίων, τα συνολικά lm των φωτιστικών καθώς και η ηλεκτρική ισχύς $P(W)$ κάθε τεμαχίου ξεχωριστά αλλά και σαν σύνολο για τα φωτιστικά ολόκληρου του χώρου. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά φαίνονται λεπτομερώς στις εικόνες της περίληψης κάθε ενός από τους χώρους του κτηρίου που απαιτούν φωτοτεχνική μελέτη, στο Παράρτημα Α και συγκεκριμένα στις ενότητες Α.1, Α.2, Α.3, Α.4.

3.3 Φωτισμός μη θερμαινόμενων χώρων

3.3.1 Μη θερμαινόμενοι χώροι

Όπως προαναφέρθηκε, οι μη θερμαινόμενοι χώροι του κτηρίου δεν απαιτούν φωτοτεχνική μελέτη μέσω κάποιου λογισμικού όπως το DIALux. Αυτό συμβαίνει επειδή, η συνολική ισχύς των φωτιστικών που θα εγκατασταθούν σε αυτούς τους χώρους δεν

επηρεάζει τη συνολική ισχύ του κτηρίου γιατί φυσικά δεν προσμετράται στους υπολογισμούς ψυκτικών και θερμικών φορτίων που γίνονται για τους θερμαινόμενους χώρους. Συγκεκριμένα, η τεχνική οδηγία του ΤΕΕ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, διευκρινίζει πως για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης τα εσωτερικά θερμικά κέρδη καθώς και ο φωτισμός των μη θερμαινόμενων χώρων δεν λαμβάνονται υπόψη και θεωρούνται μηδενικά. Έτσι για τους χώρους αυτούς έχει γίνει αυθαίρετη επιλογή φωτιστικών με βάση τα τετραγωνικά κάθε χώρου καθώς και τη χρήση του. Ας παραθέσουμε αρχικά ποιοι είναι οι μη θερμαινόμενοι χώροι για την κάθε ζώνη του κτηρίου. Στο υπόγειο δεν έχει δηλωθεί κανένας χώρος ως θερμαινόμενος επομένως καταλαβαίνουμε πως όλοι οι χώροι του υπογείου είναι μη θερμαινόμενοι. Αυτοί είναι οι Υ1, Υ2, Υ3, Υ4, Υ5, Υ6, Υ7, Υ8, Υ9, Υ10, Υ11, Υ13, Υ14, Υ15, Υ16, Υ17, Υ18, Υ19, Υ20, Υ21, Υ22, Υ24, Υ25. Για το ισόγειο είναι οι χώροι Ι4, Ι8, Ι11, Ι12, Ι15, Ι19, Ι20, Ι21, Ι31, Ι32, Ι33. Για τον Α' όροφο είναι οι Α4, Α12, Α13, Α14, Α17, Α18, Α19, Α31, Α32. Για τον Β' όροφο είναι οι Β9, Β10, Β11, Β14, Β15, Β16, Β25, Β26. Και τέλος για τον Γ' όροφο είναι οι Γ4, Γ5, Γ6, Γ18 και Γ19.

3.3.2 Φωτιστικά μη θερμαινόμενων χώρων

Ας αναλύσουμε λοιπόν τα φωτιστικά που επιλέχθηκαν για τους μη θερμαινόμενους χώρους.

- Για τους χώρους των ανδρικών και γυναικείων WC του ισογείου και των Α' και Β' ορόφων του κτηρίου, δηλαδή τους χώρους Ι19, Ι20, Α13, Α14, Α17, Α18, Β10, Β11, Β14, Β15 προβλέπονται τα εξής. Σε κάθε χώρο τουαλέτας θα τοποθετηθεί από ένα φωτιστικό τύπου downlight με λαμπτήρες LED 26W (bright max mobilis 26W) καθώς και δύο φωτιστικά ίδιου τύπου σε κάθε προθάλαμο. Δηλαδή για κάθε ένα από τους παραπάνω χώρους προβλέπονται συνολικά 4 φωτιστικά του τύπου που προαναφέρθηκε, αφού κάθε χώρος από αυτούς αποτελείται από τον προθάλαμο και δύο χώρους τουαλέτας.
- Για τους χώρους των ανδρικών και γυναικείων WC του Γ' ορόφου του κτηρίου, δηλαδή τους χώρους Γ4, Γ5 προβλέπεται ένα φωτιστικό τύπου downlight με λαμπτήρες LED 26W (bright max mobilis 26W) σε κάθε χώρο τουαλέτας και ένα σε κάθε προθάλαμο. Δηλαδή συνολικά σε αυτούς τους δύο χώρους θα τοποθετηθούν 3 φωτιστικά LED bright max mobilis 26W.
- Για τους χώρους των WC του ισογείου WC και WC Α.Μ.Κ. Ι11 και Ι12, προβλέπεται η τοποθέτηση ενός φωτιστικού τύπου downlight με λαμπτήρες LED 26W (bright max mobilis 26W) στον κάθε χώρο.
- Για τους χώρους των RACK και των μικρών αποθηκών του ισογείου και των ορόφων Α', Β', Γ', Ι15, Ι21, Ι32, Ι33, Α12, Α19, Β9, Β16, Γ6, καθώς και των χώρων που

στεγάζουν μηχανολογική και ηλεκτρολογική υποδομή για τη λειτουργικότητα του κτηρίου όπως μηχανοστάσια, λεβητοστάσια και άλλοι παρεμφερείς χώροι οι οποίοι είναι οι Ι8, Υ1, Υ2, Υ3, Υ5, Υ6, Υ7, Υ8, Υ13, Υ16, Υ17, Υ19, προβλέπεται η τοποθέτηση ενός φωτιστικού τύπου σκαφάκι ορθογωνικής διατομής με λαμπτήρες 2x32W (bright double lounvre 2x32) σε κάθε χώρο.

- Αντίστοιχα, για τις λίγο μεγαλύτερου μεγέθους αποθήκες, τους διαδρόμους διαφυγής και διαδρόμους κίνησης του κτηρίου Υ4, Υ10, Υ11, Υ20, Υ22, Ι4, Α4, Α31, Α32, Β25, Β26, Γ18, Γ19 προβλέπεται η τοποθέτηση δύο φωτιστικών τύπου σκαφάκι ορθογωνικής διατομής με λαμπτήρες 2x32W (bright double lounvre 2x32) σε κάθε χώρο.
- Όσων αφορά τα κλιμακοστάσια, Υ9, Υ25, Ι31, θα τοποθετηθεί από ένα φωτιστικό τύπου σκαφάκι τετραγωνικής διατομής με λαμπτήρες LED 4x16W (bright acrylic oral 4x16W) σε κάθε πλατύσκαλο των χώρων μεταξύ κλιμάκων.
- Τέλος, για τις μεγάλες αποθήκες του υπογείου Υ14, Υ15, Υ18, Υ21, Υ24, θα τοποθετηθεί ένα φωτιστικό τύπου σκαφάκι ορθογωνικής διατομής με λαμπτήρες 2x32W (bright double lounvre 2x32) ανά 20τ.μ. σε κάθε χώρο.

Αν μας ενδιέφερε να μετρήσουμε την ισχύ των φωτιστικών για κάθε μη θερμαινόμενο χώρο και αθροίζοντας τις ισχύεις των χώρων να υπολογίσουμε τη συνολική ισχύ των φωτιστικών των μη θερμαινόμενων χώρων, θα έπρεπε για κάθε φωτιστικό να πολλαπλασιάσουμε τον αριθμό των τεμαχίων του φωτιστικού επί την ισχύ του κάθε λαμπτήρα με μία προσαύξηση 25% για τη λειτουργία του ηλεκτρονικού εκκινήτη. Τα φωτιστικά που επιλέχθηκαν φαίνονται εγκατεστημένα στις προβλεπόμενες θέσεις τους στην αρχιτεκτονική κάτοψη του κτηρίου για κάθε όροφο στο Παράρτημα Α στην ενότητα Α5.

Κεφάλαιο 4 Μελέτη του κτηρίου στο FineGREEN

4.1 Εισαγωγή στο λογισμικό

Το κτήριο θα μελετηθεί μέσω του λογισμικού FineGREEN της 4M. Η μελέτη θα αφορά στο σύνολο των φορτίων του κτηρίου και θα προκύψει από την εισαγωγή στο λογισμικό, των στοιχείων του κελύφους αλλά και τον ορισμό των συστημάτων και των συνθηκών λειτουργίας του κτηρίου. Αρχικά, θα εισαχθούν στο λογισμικό τα στοιχεία που αφορούν στο κέλυφος του κτηρίου. Η εισαγωγή των στοιχείων του κελύφους θα πραγματοποιηθεί μέσω της δισδιάστατης σχεδίασης κάθε επιπέδου του κτηρίου. Τα στοιχεία που απαρτίζουν το κτηριακό κέλυφος και επιβάλλεται να σχεδιαστούν είναι οι τοιχοποιίες – πλήρωσης και φέρουσες – τα δάπεδα, οι οροφές καθώς και τα ανοίγματα όπως οι πόρτες και τα παράθυρα. Στη συνέχεια το κτήριο θα είναι σε θέση να παρουσιαστεί σε τρισδιάστατη μορφή. Έπειτα, θα ακολουθήσει ο ορισμός των θερμικών ζωνών του κτηρίου. Πρόκειται για ένα πολύ σημαντικό βήμα στο πλαίσιο της ενεργειακής μελέτης διότι καθορίζει τις ζώνες που έχουν απαίτηση κλιματισμού και τις διαχωρίζει τόσο μεταξύ τους όσο και από τους μη θερμαινόμενους χώρους που πρέπει επίσης να οριστούν. Φυσικά, στο λογισμικό θα πρέπει να δηλωθούν και τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής που βρίσκεται το κτήριο ώστε η προσομοίωση να βασίζεται σε ρεαλιστικά δεδομένα και να εξάγει το ίδιο ρεαλιστικά αποτελέσματα. Πριν όμως μελετήσουμε τα παραπάνω βήματα ένα – ένα οφείλουμε να αφιερώσουμε λίγες γραμμές για να ανακαλύψουμε ποιο είναι όμως το λογισμικό FineGREEN και ποιος ο τρόπος λειτουργίας του.

4.1.1 Εισαγωγή στο λογισμικό FineGREEN της 4M

Όπως αναφέραμε, το FineGREEN είναι ένα λογισμικό που δημιούργησε η εταιρεία 4M για την πραγματοποίηση μιας ολοκληρωμένης ενεργειακής προσομοίωσης. Πρόκειται για ένα πλήρως λειτουργικό και εύχρηστο περιβάλλον όπως διαπιστώθηκε από τη χρήση του με πάμπολλες επιλογές και χρήσεις για την εκπόνηση μιας ακριβούς και αξιόπιστης ενεργειακής μελέτης κτηρίου. Πάμε να δούμε τα κύρια χαρακτηριστικά και τις ευκολίες του. Αρχικά είναι ένα περιβάλλον παρόμοιο με αυτό του AutoCAD αφού προσφέρει τη δισδιάστατη και κατόπιν της τρισδιάστατη σχεδίαση του κτηρίου ενώ μπορεί επίσης να ο χρήστης μπορεί αμέσως να εργαστεί σε ένα πραγματικό μοντέλο 3D BIM και να

διαχειριστεί και .dwg αρχεία ^[4]. Η μεγαλύτερη λειτουργικότητα του λογισμικού είναι ότι ο χρήστης μπορεί αμέσως να εργαστεί σε ένα πραγματικό μοντέλο 3D BIM και να διαχειριστεί και αρχεία BIM άλλων προγραμμάτων όπως Revit, Archicad κ.α. ^[4] Επιπλέον, διαθέτει μια γκάμα πλούσιων βιβλιοθηκών για τα δομικά υλικά, τα δομικά στοιχεία, τα συστήματα HVAC, τα χρονοδιαγράμματα καθώς και τα κλιματικά δεδομένα, ^[4] ενώ επιτρέπει και τον ορισμό επιπλέον στοιχείων στις βιβλιοθήκες, δίνοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να εισάγει στο κτήριό του τα χαρακτηριστικά που ο ίδιος επιθυμεί. Φυσικά, καταλαβαίνουμε ότι όλες αυτές οι λειτουργικότητες έχουν σκοπό την ρεαλιστική αποτύπωση του κτηρίου και κατ' επέκταση την άριστη ενεργειακή προσομοίωση. Το FineGREEN βασίζεται στην υπολογιστική μηχανή ενεργειακής προσομοίωσης EnergyPlus και την ενσωματώνει στη λειτουργία του για να εξασφαλίσει έγκυρα και αξιόπιστα αποτελέσματα υπολογισμών ^[4]. Επιπλέον, η τεχνική έκθεση που παράγει έχει τη διεθνή πιστοποίηση LEED ^[4]. Η μεθοδολογία που ακολουθεί το λογισμικό είναι στην αρχή ο ορισμός του κτηριακού κελύφους και των ζωνών του κτηρίου, ο ορισμός των μη θερμαινόμενων χώρων που δεν απαιτούν κλιματισμό καθώς και οποιαδήποτε λεπτομέρεια του κτηρίου που επιθυμεί να περιγράψει ο χρήστης και θα συμβάλει στην ενεργειακή προσομοίωση ^[4]. Έτσι, προκύπτουν τα αποτελέσματα των ψυκτικών και θερμικών φορτίων με το EnergyPlus και τα αναλυτικά αποτελέσματα της ενεργειακής προσομοίωσης σε πίνακες και γραφήματα ^[4]. Έπειτα, ο χρήστης περνά στην εισαγωγή των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού HVAC μέσω του επεξεργαστή FineGREEN HVAC Editor ο οποίος είναι επίσης σε σύνδεση με το EnergyPlus ^[4]. Ο ορισμός των συστημάτων μπορεί και αυτός να γίνει με κάθε λεπτομέρεια και ακρίβεια χρησιμοποιώντας τα ήδη προκαθορισμένα συστήματα ή θέτοντας νέα ^[4]. Ο ημερήσιος υπολογισμός είναι ακόμη μία ενότητα που μελετά το FineGREEN μέσα από τους κατάλληλους υπολογισμούς ενώ παρέχει ακόμα και τη δυνατότητα μοντελοποίησης της ηλιακής και αιολικής ενέργειας ^[4]. Φυσικά, στο τέλος της μελέτης είναι σε θέση να κάνει και την πλήρη ανάλυση κόστους του έργου ^[4]. Επομένως, με βάση αυτές και άλλες πολλές λειτουργικότητες που προσφέρει στη διάθεση του χρήστη το FineGREEN είναι ένα πολυεργαλείο που μπορεί να μελετήσει εξ' ολοκλήρου την ενεργειακή προσομοίωση ενός κτηρίου και να καταλήξει σε χρήσιμα και ρεαλιστικά αποτελέσματα.

4.1.2 Η συμβολή του EnergyPlus

Στην ενότητα 4.1.1 το EnergyPlus παρουσιάστηκε ως η υπολογιστική μηχανή πάνω στην οποία βασίζεται το FineGREEN για την ενεργειακή προσομοίωση. Τι είναι ακριβώς; Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα του, το EnergyPlus είναι ένα πρόγραμμα προσομοίωσης της ενέργειας ολόκληρου του κτηρίου μέσα από υπολογιστικά μοντέλα ^[5]. Στην πραγματικότητα είναι ένα πρόγραμμα που βασίζεται σε μία κονσόλα η οποία διαβάζει δεδομένα εισόδου και εξάγει δεδομένα εξόδου μέσα από υπολογιστικά φύλλα ^[5]. Διαθέτει πηγαίο κώδικα σύμφωνα με τον οποίο γίνονται όλοι οι υπολογισμοί ^[5]. Όπως και στο FineGREEN έτσι και σε όλα τα υπόλοιπα λογισμικά στα οποία χρησιμοποιείται, ο χρήστης δεν οφείλει να γνωρίζει τον κώδικα μέσα από τον οποίο γίνονται οι υπολογισμοί απλώς πρέπει να εισάγει τα δεδομένα και να ερμηνεύσει τα δεδομένα εξόδου. Ο κώδικας του EnergyPlus είναι ανοικτός στο ευρύ κοινό για εμπλουτισμό και αναθεώρηση, ενώ οι ιδρυτές δεν επιθυμούν το πρόγραμμα να αντιμετωπίζεται σαν ένα μαύρο κουτί στο οποίο κανείς δε μπορεί να έχει πρόσβαση ^[6]. Σύμφωνα με τα παραπάνω θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι η βάση πάνω στη οποία δημιουργούνται και λειτουργούν τα λογισμικά BIM, διότι μέσα από την τρισδιάστατη απεικόνιση του κτηρίου και τις απαραίτητες τιμές συντελεστών των δομικών στοιχείων το EnergyPlus μπορεί εύκολα και μοντελοποιημένα να υπολογίσει τις απαραίτητες τιμές και να τις προσφέρει στη διάθεση του χρήστη χωρίς την απαίτηση να ασχοληθεί με τον προγραμματισμό των υπολογισμών αυτών. Η λειτουργικότητα αυτή φυσικά εξοικονομεί πολύτιμο χρόνο και ενέργεια από τους μηχανικούς και τους αφήνει να επικεντρωθούν στα αποτελέσματα της ενεργειακής προσομοίωσης και να τα αξιολογήσουν.

4.2 Κέλυφος

4.2.1 Εισαγωγή

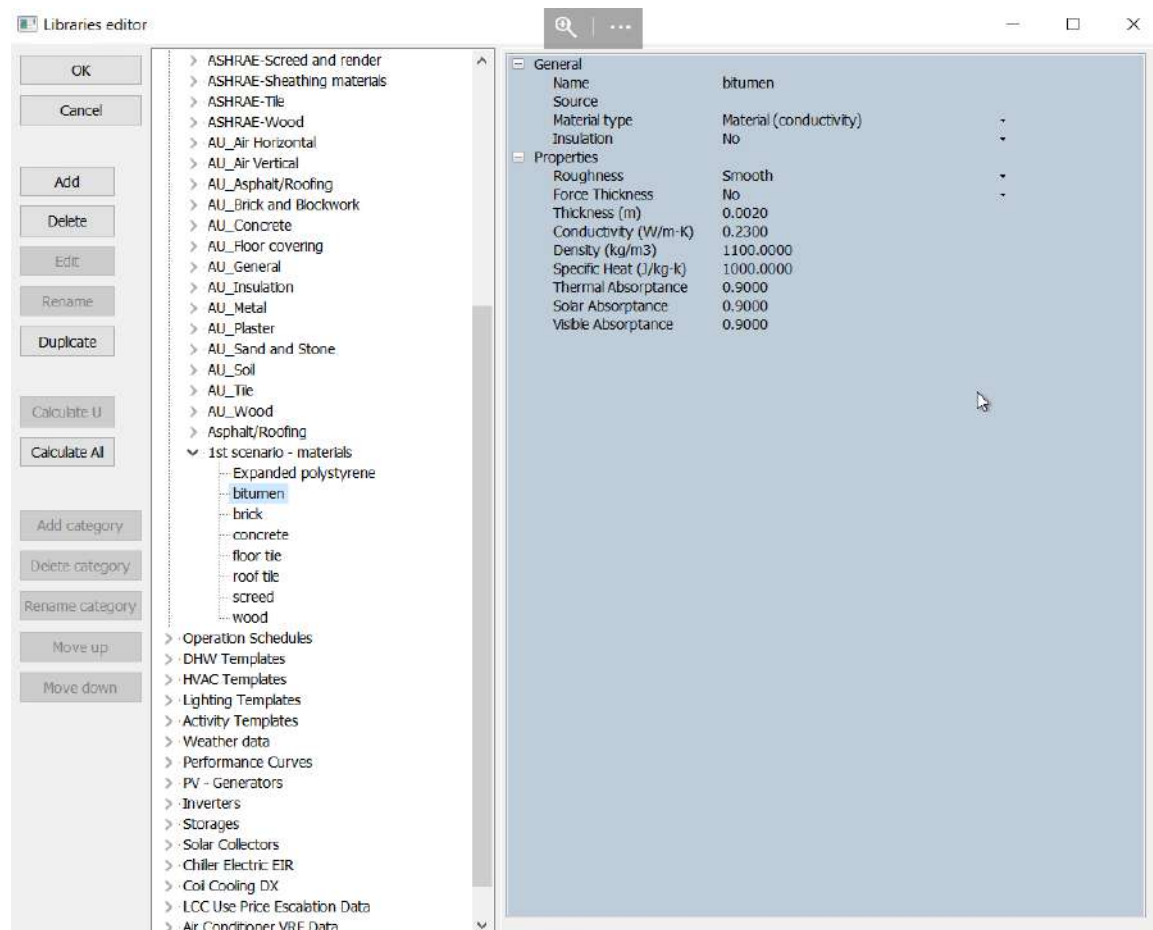
Το πρώτο βήμα που απαιτείται για τη μελέτη των ψυκτικών και θερμικών φορτίων του κτηρίου είναι η αποτύπωση του κελύφους του στο λογισμικό FineGREEN. Με βάση τα αρχεία AutoCAD που απεικονίζουν την πλήρη αρχιτεκτονική κάτοψη του κτηρίου, καθώς και τις απαιτήσεις και προδιαγραφές των δομικών στοιχείων που θα χρησιμοποιηθούν, είμαστε σε θέση να σχεδιάσουμε την τρισδιάστατη απεικόνιση του εν λόγω κτηρίου. Αρχικά, ορίζουμε στο λογισμικό τα επίπεδα του κτηρίου τα οποία είναι το Υπόγειο, το

Ισόγειο, ο Α΄ όροφος, ο Β΄ όροφος και ο Γ΄ όροφος. Για το κάθε επίπεδο απαιτείται ο σχεδιασμός της κάτοψης με όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες, προκειμένου με βάση τις κατόψεις το λογισμικό να μοντελοποιήσει το κτήριο τρισδιάστατα. Η τρισδιάστατη απεικόνιση του κτηρίου καθώς και οι κατόψεις των επιπέδων συμπεριλαμβανομένων όλων των στοιχείων του κελύφους παρουσιάζονται στο παράρτημα Β.

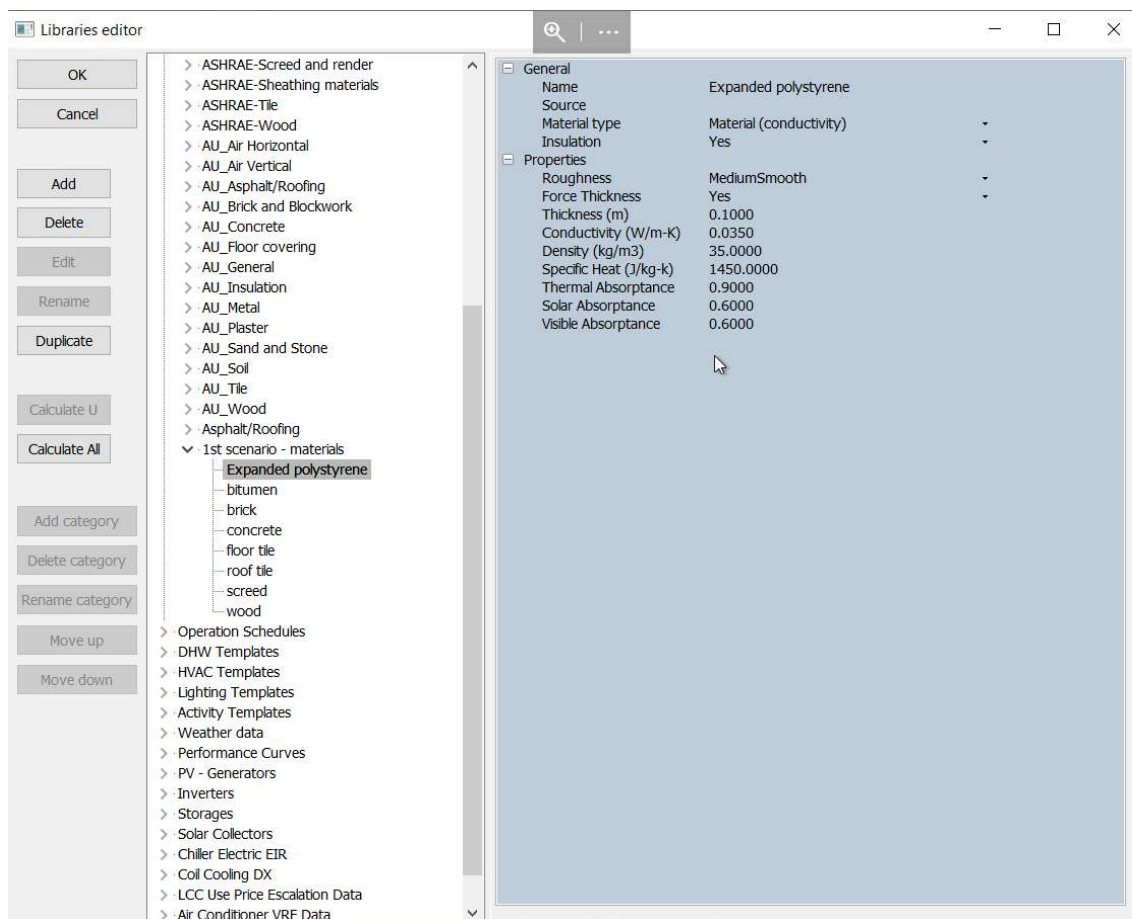
4.2.2 Περιγραφή στοιχείων κελύφους

Ας δούμε λεπτομερώς τα δομικά υλικά και τα στοιχεία που απαρτίζουν το κέλυφος του κτηρίου. Για την εισαγωγή των δεδομένων αυτών στο λογισμικό ορίσθηκαν νέες βιβλιοθήκες όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια.

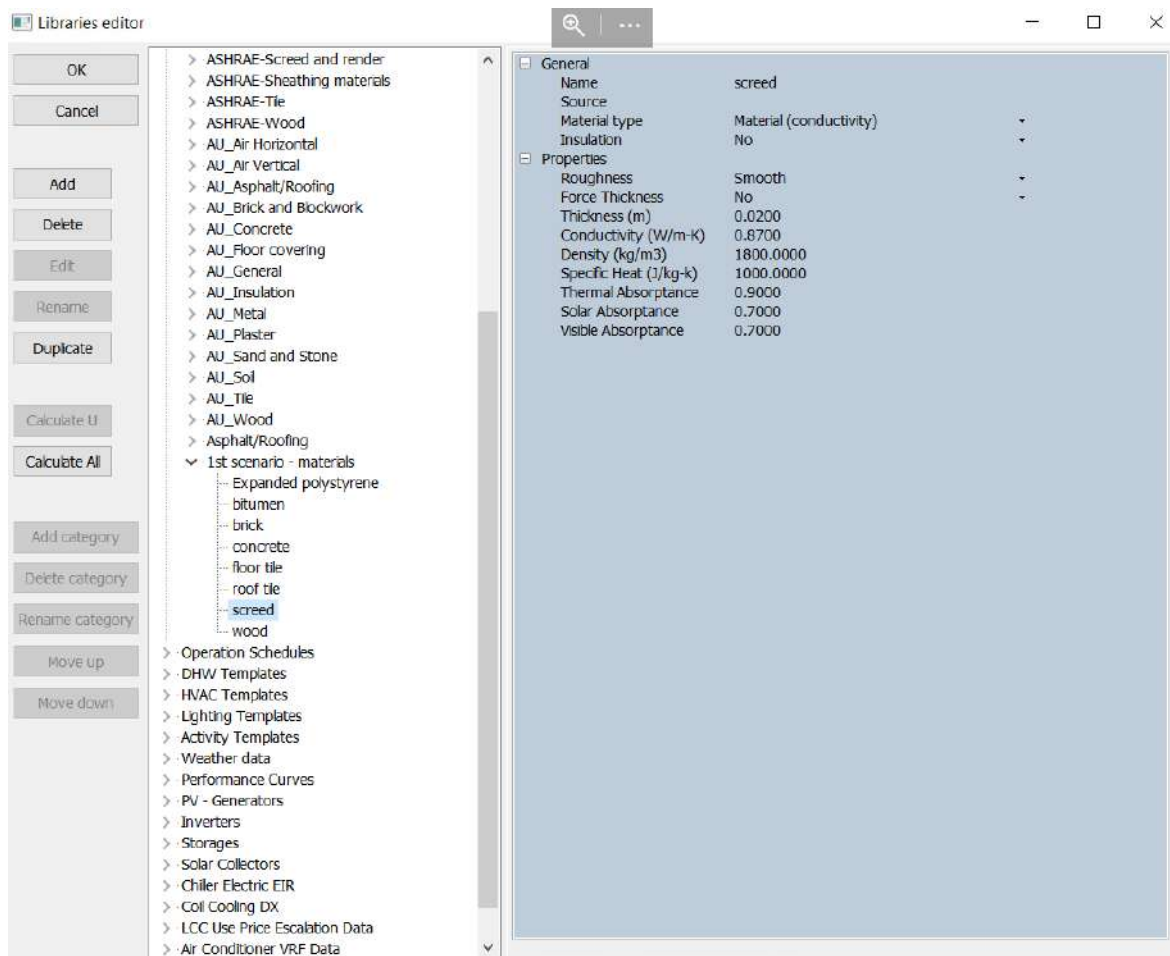
Οι προδιαγραφές για το κέλυφος απαιτούν τη δημιουργία νέων υλικών στις βιβλιοθήκες τα οποία συνθέτουν τα δομικά στοιχεία του κτηρίου. Όσον αφορά τα νέα υλικά που δημιουργήθηκαν αυτά είναι το τούβλο με ονομασία «brick», το επίχρισμα με ονομασία «screed», το σκυρόδεμα που έχει το όνομα «concrete», η εξηλασμένη πολυστερίνη με όνομα «expanded polystyrene», το ασφαλτόπανο που ονομάστηκε «bitumen», το πλακάκι δαπέδου με όνομα «floor tile», το πλακάκι οροφής με ονομασία «roof tile». Στις εικόνες 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 παρουσιάζονται οι βιβλιοθήκες των δομικών υλικών. Για καθένα από αυτά ορίζονται κάποιες ιδιότητες «Properties» που είναι η τραχύτητα του υλικού «Roughness», το πάχος «Thickness», ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας «Conductivity», η πυκνότητα «Density», η ειδική θερμοχωρητικότητα «Specific Heat», καθώς και οι τιμές της θερμικής απορρόφησης «Thermal absorptance», της ηλιακής απορρόφησης «Solar absorptance», αλλά και της ορατής απορρόφησης «Visible absorptance». Οι τιμές αυτές προκύπτουν από τον πίνακα τιμών του T.O.T.E.E. Κ.Εν.Α.Κ. για τις τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας των δομικών υλικών ^[7].



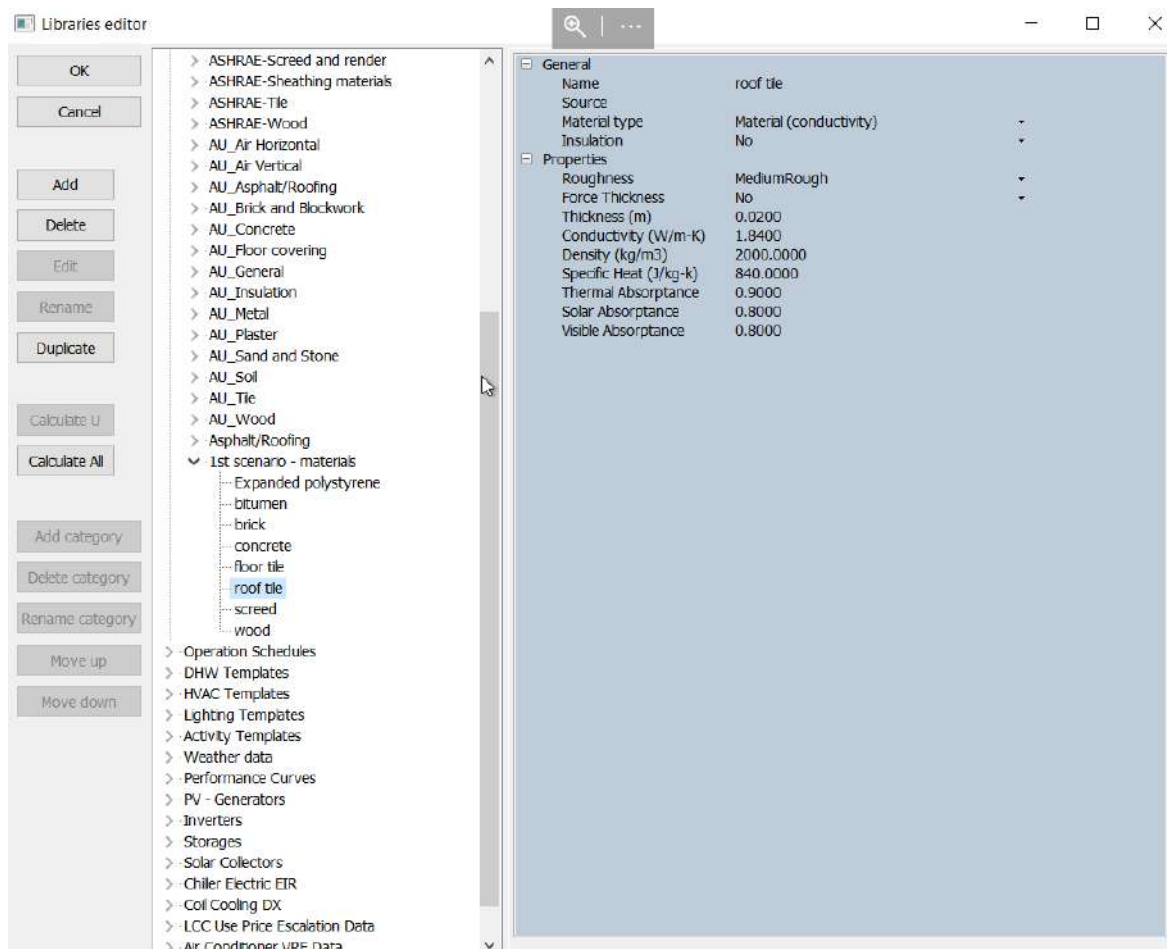
Εικόνα 4.1: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «bitumen»



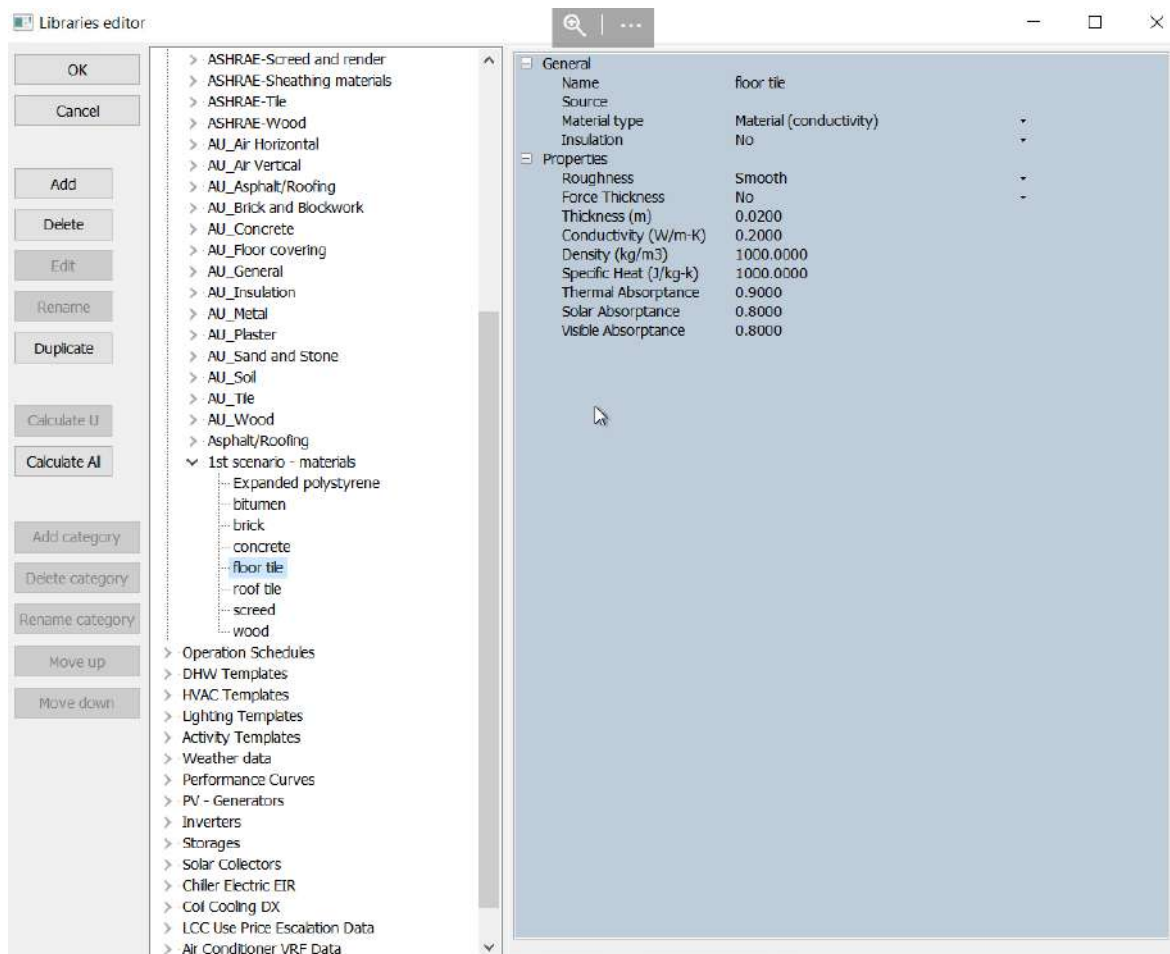
Εικόνα 4.2: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «Expanded polystyrene»



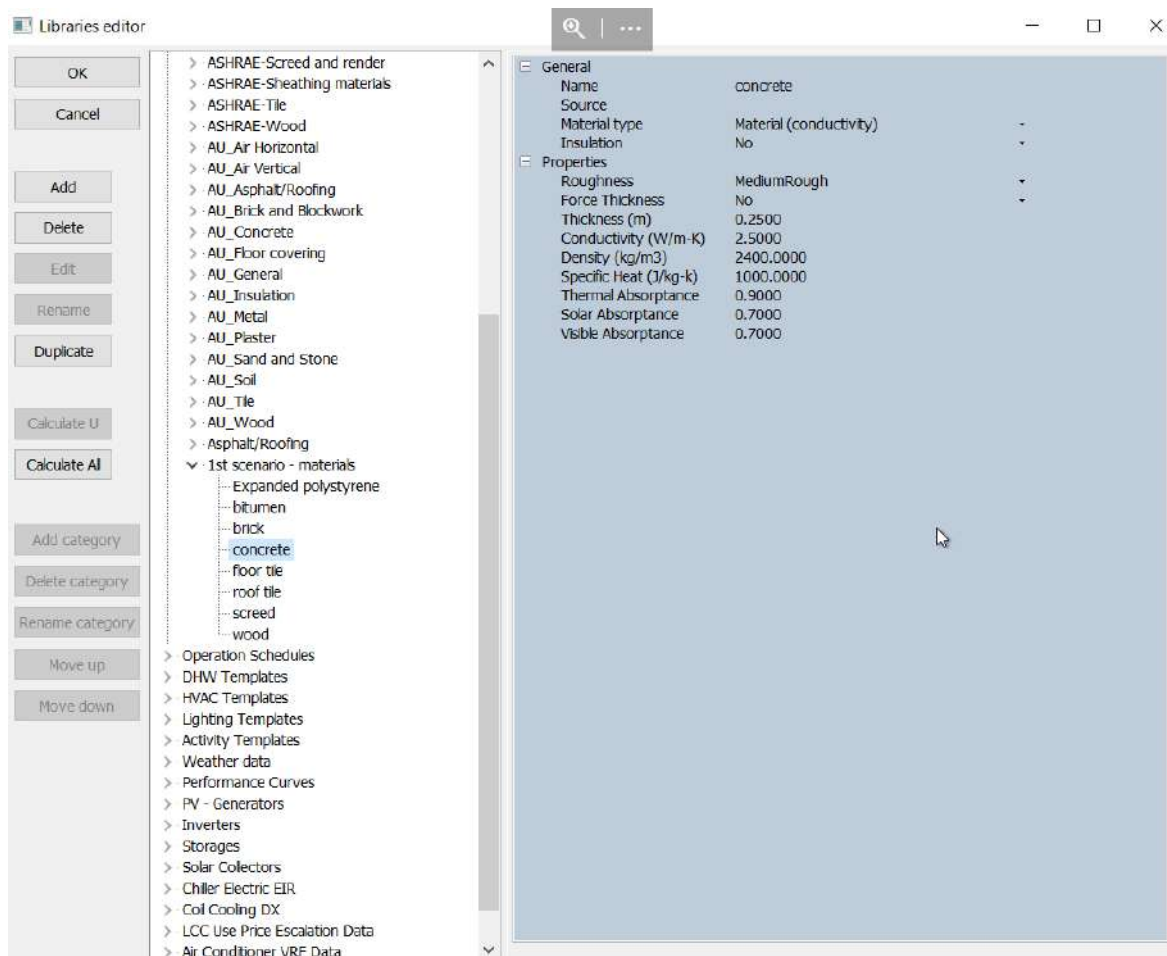
Εικόνα 4.3: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «screed»



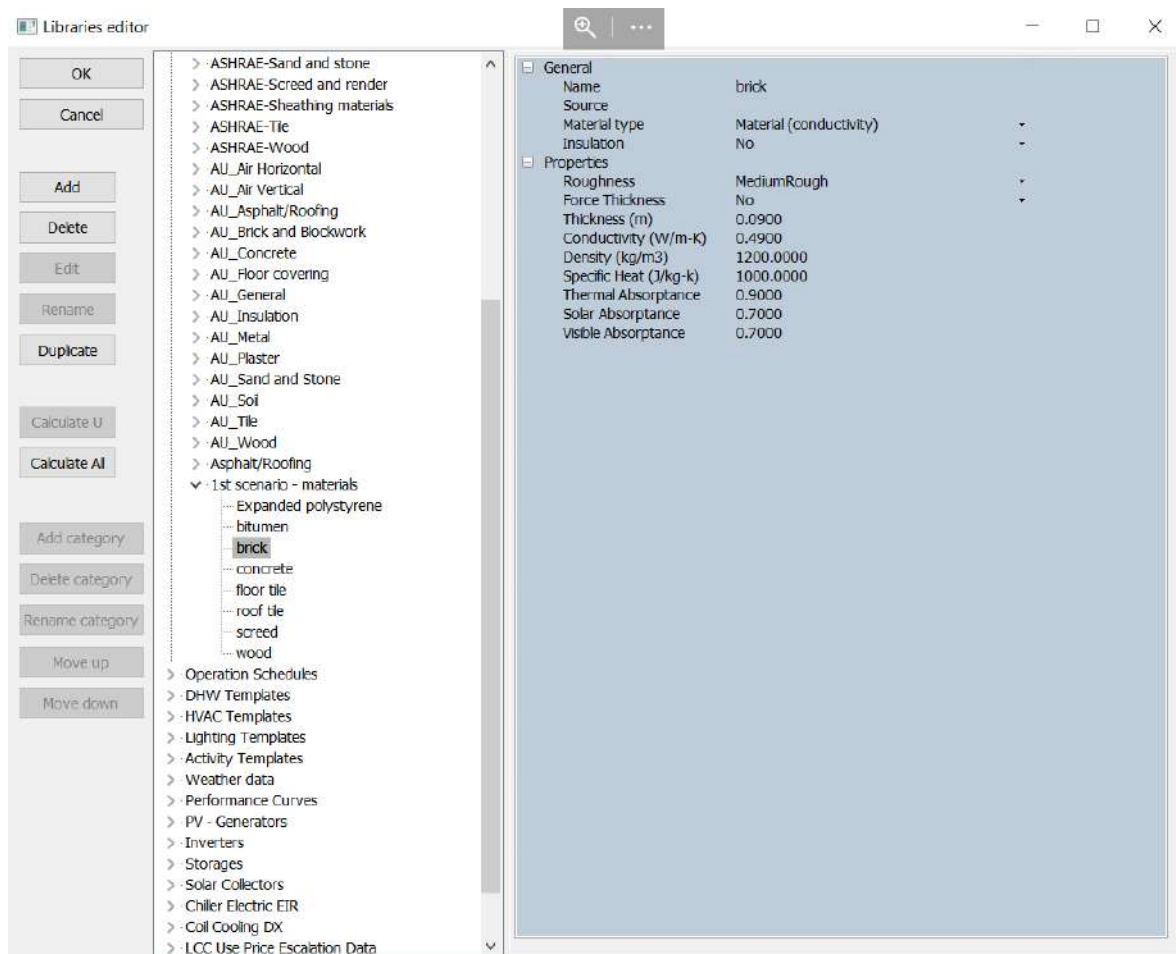
Εικόνα 4.4: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «roof tile»



Εικόνα 4.5: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «floor tile»



Εικόνα 4.6: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «concrete»



Εικόνα 4.7: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «brick»

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σεναρίου και τους πίνακες τιμών του T.O.T.E.E. Κ.Εν.Α.Κ. [7] εισήχθησαν στις βιβλιοθήκες οι χαρακτηριστικές τιμές για κάθε υλικό όπως φαίνεται στις εικόνες που μόλις παρουσιάστηκαν. Οι κυριότερες από αυτές τις τιμές παρουσιάζονται στους πίνακες 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 οι οποίοι απαριθμούν με τη σειρά τις στρώσεις των δομικών υλικών για το κάθε δομικό στοιχείο παραθέτοντας και τα χαρακτηριστικά του κάθε στοιχείου.

Πίνακας 4.1: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «τοιχοποιία πλήρωσης»

Δομικό υλικό	Πυκνότητα ρ [Kg/m ³]	Πάχος υλικού d [m]	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ [W/mK]
Επίχρισμα	1800	0.02	0.87
Τούβλο	1200	0.09	0.49
Εξηλασμένη πολυστερίνη	35	0.1	0.035
Τούβλο	1200	0.09	0.49
Επίχρισμα	1800	0.02	0.87

Πίνακας 4.2: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «φέροντα στοιχεία σκυροδέματος»

Δομικό υλικό	Πυκνότητα ρ [Kg/m ³]	Πάχος υλικού d [m]	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ [W/mK]
Επίχρισμα	1800	0.02	0.87
Εξηλασμένη πολυστερίνη	35	0.07	0.035
Σκυρόδεμα	2400	0.25	2.5
Επίχρισμα	1800	0.02	0.87

Πίνακας 4.3: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «πλάκα οροφής»

Δομικό υλικό	Πυκνότητα ρ [Kg/m ³]	Πάχος στρώσης d [m]	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ [W/mK]
Πλακάκι οροφής	2000	0.02	1.84
Επίχρισμα	1800	0.05	0.87

Ασφαλτόπανο	1100	0.002	0.23
Εξηλασμένη πολυστερίνη	35	0.08	0.035
Σκυρόδεμα	2400	0.15	2.5
Επίχρισμα	1800	0.02	0.87

Πίνακας 4.4: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «δάπεδο σε έδαφος»

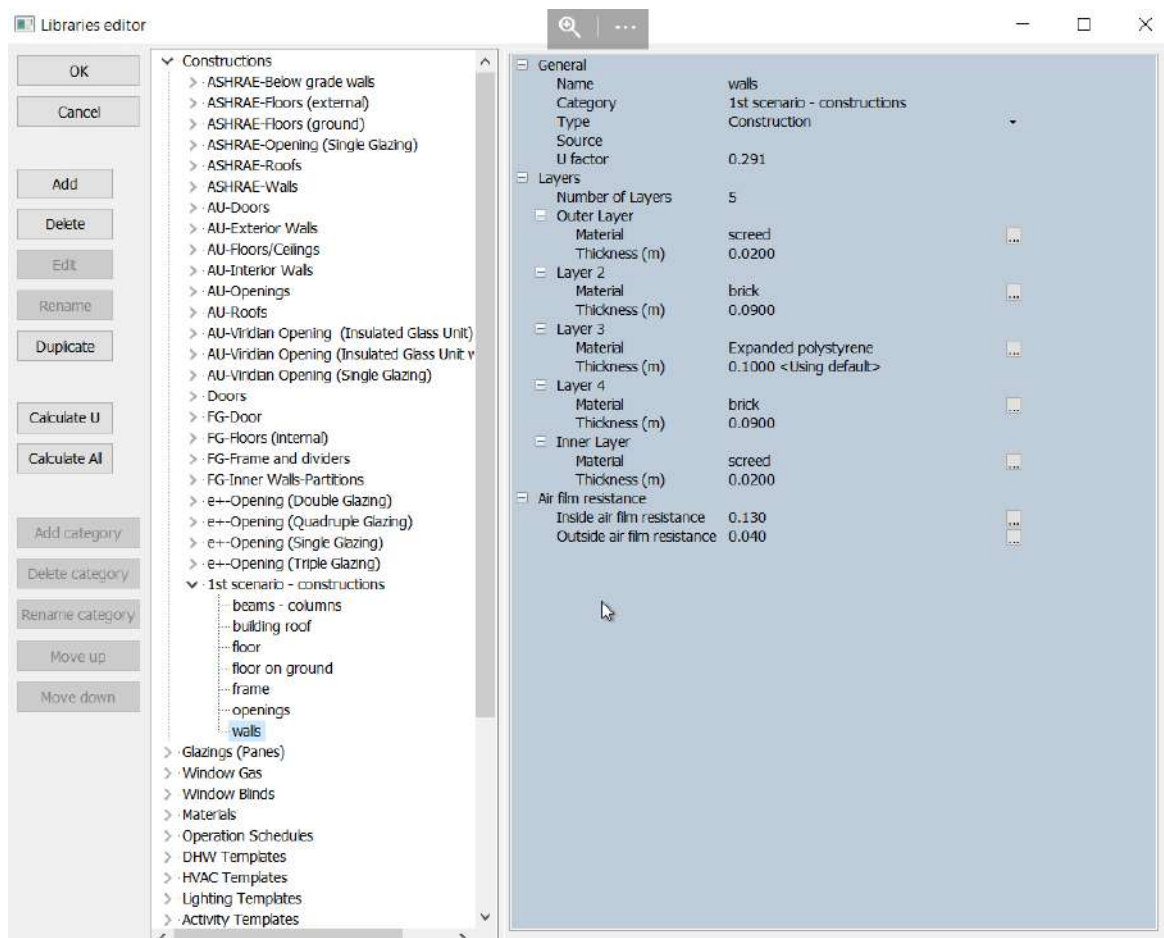
Δομικό υλικό	Πυκνότητα ρ [Kg/m ³]	Πάχος στρώσης d [m]	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ [W/mK]
Πλακάκι πατώματος	1000	0.02	0.2
Επίχρισμα	1800	0.05	0.87
Σκυρόδεμα	2400	0.2	2.5
Εξηλασμένη πολυστερίνη	35	0.05	0.035

Πίνακας 4.5: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «δάπεδο»

Δομικό υλικό	Πυκνότητα ρ [Kg/m ³]	Πάχος στρώσης d [m]	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ [W/mK]
Πλακάκι πατώματος	1000	0.02	0.2
Επίχρισμα	1800	0.05	0.87
Σκυρόδεμα	2400	0.2	2.5
Εξηλασμένη πολυστερίνη	35	0.05	0.035
Επίχρισμα	1800	0.02	0.87

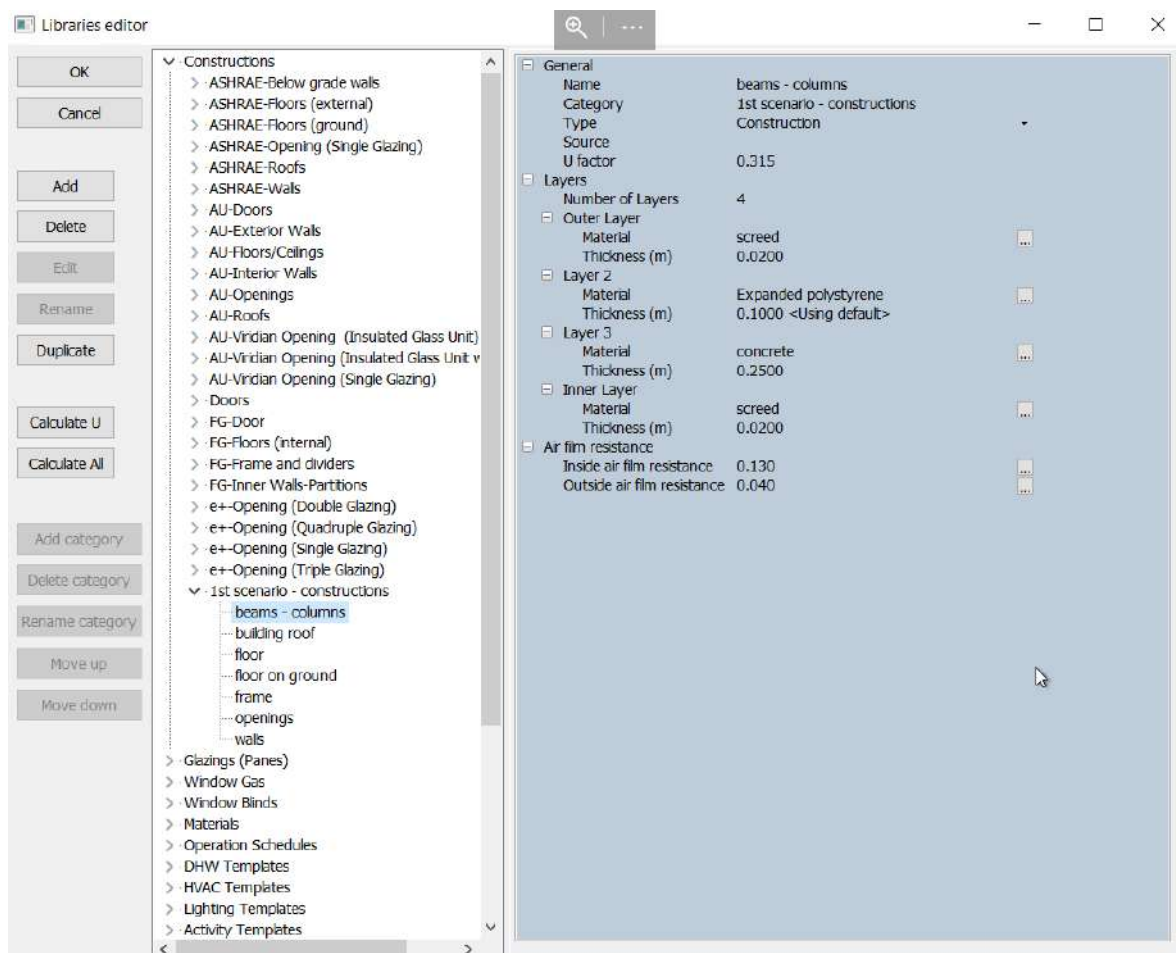
Με βάση λοιπόν τα παραπάνω δεδομένα είμαστε σε θέση να παρουσιάσουμε τα χαρακτηριστικά του κάθε δομικού στοιχείου που εισάγαμε στη βιβλιοθήκη και χρησιμοποιήσαμε για την περιγραφή του κελύφους στο FineGREEN.

Για την τοιχοποιία πλήρωσης, δηλαδή την εξωτερική τοιχοποιία του κτηρίου δημιουργήσαμε το δομικό στοιχείο «walls» το οποίο αποτελείται από τα υλικά επίχρισμα, τρούβλο, εξηλασμένη πολυστερίνη, τούβλο και επίχρισμα - από έξω προς τα μέσα - που δημιουργήσαμε επίσης όπως προαναφέρθηκε. Το λογισμικό μέσα από τους κατάλληλους υπολογισμούς εμφανίζει ότι η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας είναι ίση με $0.291 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ τιμή αποδεκτή, διότι είναι μικρότερη της μέγιστης τιμής που θέτει ο Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Κ.Εν.Α.Κ. για τους εξωτερικούς τοίχους σε επαφή με εξωτερικό αέρα. Για την ακρίβεια είναι $U_{\max} = 0.45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ και παρατηρούμε ότι $U = 0.291 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{\max} = 0.45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Το δομικό στοιχείο όπως το δημιουργήσαμε στις βιβλιοθήκες του λογισμικού παρουσιάζεται στην εικόνα 4.8.



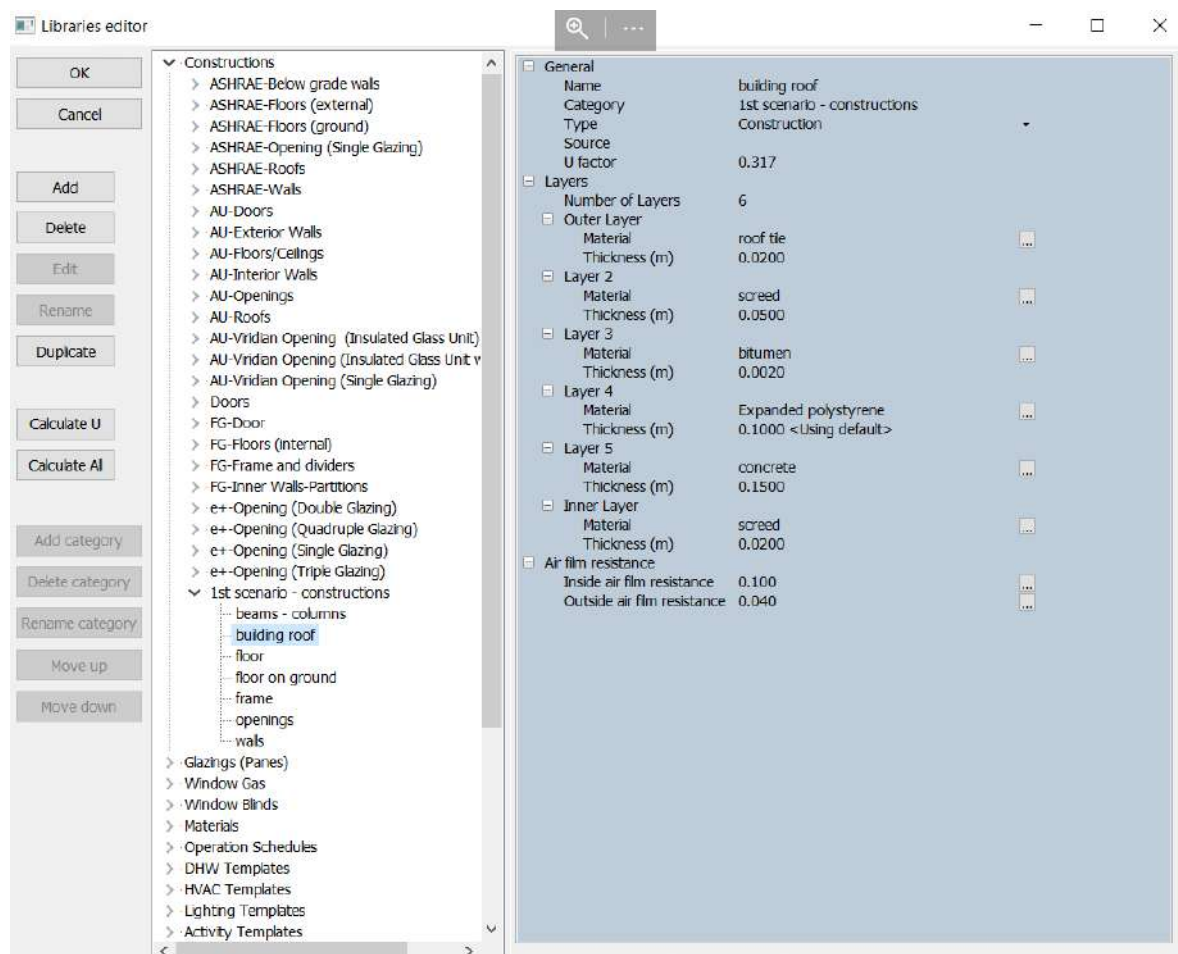
Εικόνα 4.8: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «walls»

Για την φέρουσα τοιχοποιία που αναφέρεται στους δοκούς και τα υποστηλώματα του κτηρίου δημιουργήσαμε το δομικό στοιχείο «beams – columns» τα χαρακτηριστικά του οποίου φαίνονται στην εικόνα 4.9. Τα στρώματα των υλικών από τα οποία αποτελείται είναι – από έξω προς τα μέσα είναι το επίχρισμα, η εξηλασμένη πολυστερίνη, το σκυρόδεμα και ξανά το επίχρισμα. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας που υπολόγισε το λογισμικό για το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο είναι ίσος με $0.315 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ενώ ο Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Κ.Εν.Α.Κ. ενδुकνεύει ως μέγιστη την τιμή το $0.45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Επομένως ισχύει ότι $U = 0.315 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{\max} = 0.45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.



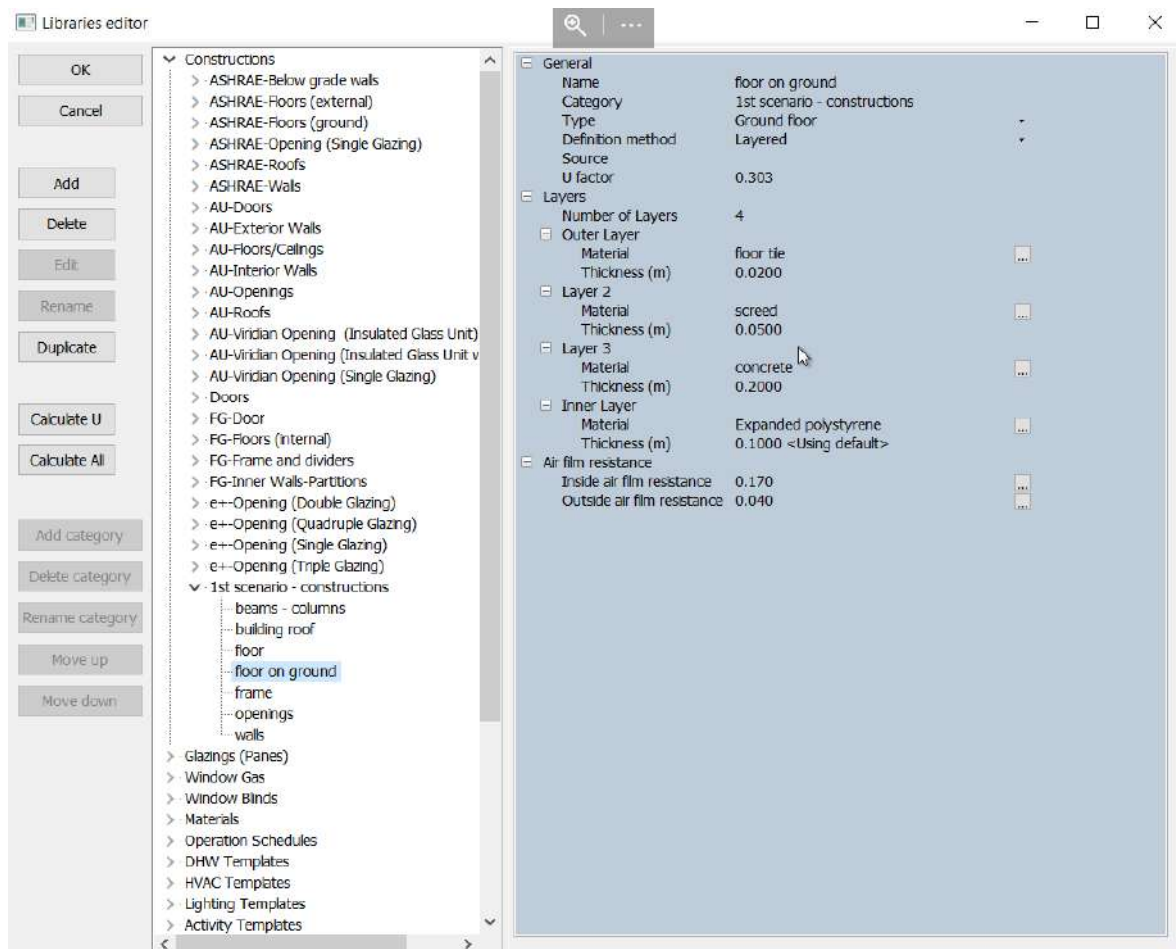
Εικόνα 4.9: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «beams - columns»

Για την περιγραφή της οροφής του κτηρίου δημιουργήθηκε το στοιχείο «building roof» το οποίο αποτελείται από τις στρώσεις των υλικών πλακάκι οροφής, επίχρισμα, ασφαυτόπανο, εξηλασμένη πολυστερίνη, σκυρόδεμα και επίχρισμα - από πάνω προς τα κάτω – όπως φαίνεται στην εικόνα 4.10. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας που υπολογίστηκε μέσω του λογισμικού ισούται με $0.317 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ τιμή μικρότερη της μέγιστης που επιδεικνύει ο T.O.T.E.E. Κ.Εν.Α.Κ. για οριζόντια οροφή σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα αφού ισχύει ότι $U = 0.317 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{\max} = 0.40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.



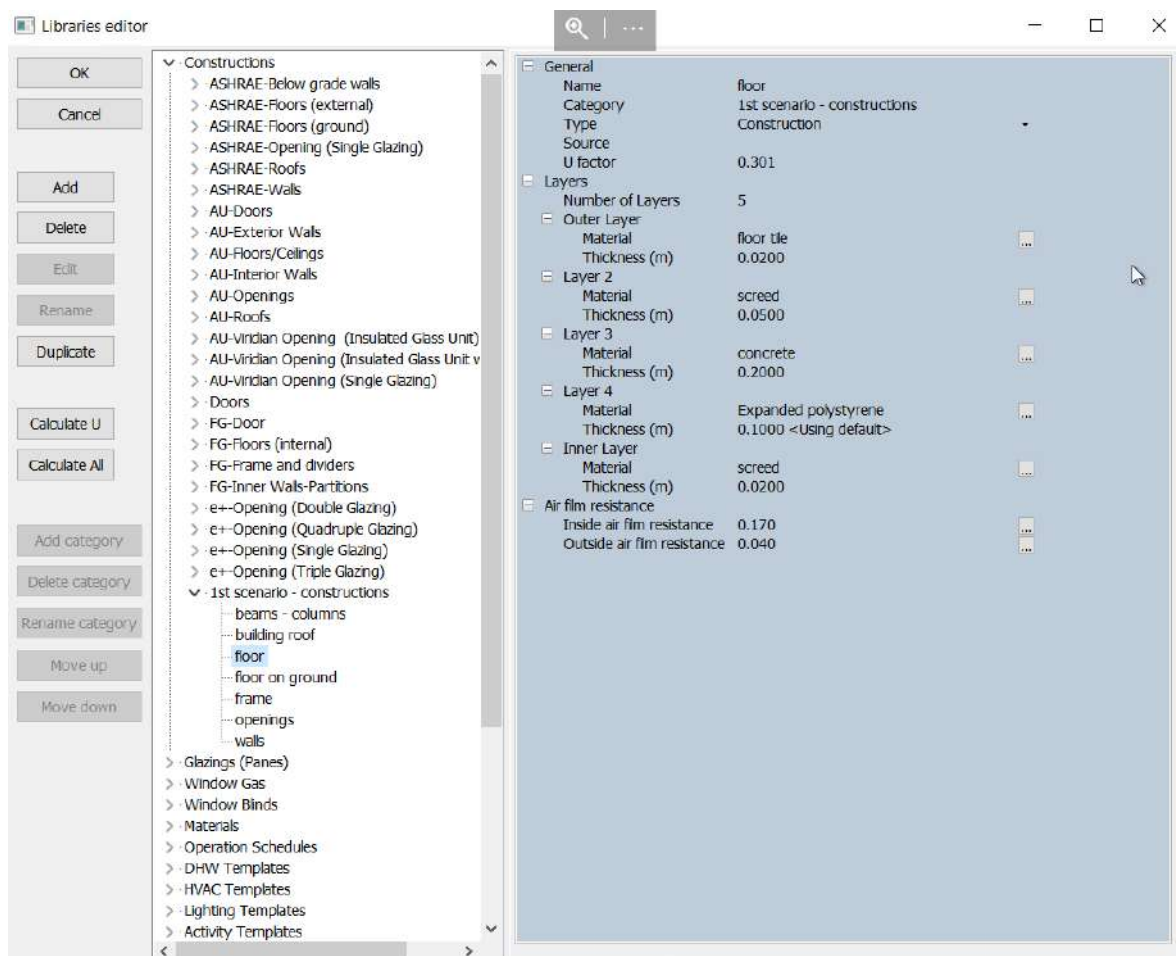
Εικόνα 4.10: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «building roof»

Για το δάπεδο που ακουμπά στο έδαφος το οποίο θα τοποθετηθεί σαν δάπεδο του υπογείου στο σχέδιο του κτηρίου δημιουργήθηκε το στοιχείο «floor on ground» τα χαρακτηριστικά του οποίου παρουσιάζονται στην εικόνα 4.11. Αποτελείται από τα στρώματα των υλικών πλακάκι δαπέδου, επίχρισμα, σκυρόδεμα και εξηλασμένη πολυστερίνη - από πάνω προς τα κάτω – και ο συντελεστής θερμοπερατότητας του στοιχείου υπολογίστηκε ίσος με $0.303 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Ο Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Κ.Ε.ν.Α.Κ. θέτει μέγιστη τιμή συντελεστή θερμοπερατότητας για δάπεδο σε επαφή με το έδαφος $U_{\max} = 0.80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Επομένως ισχύει ότι $U = 0.303 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{\max} = 0.80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.



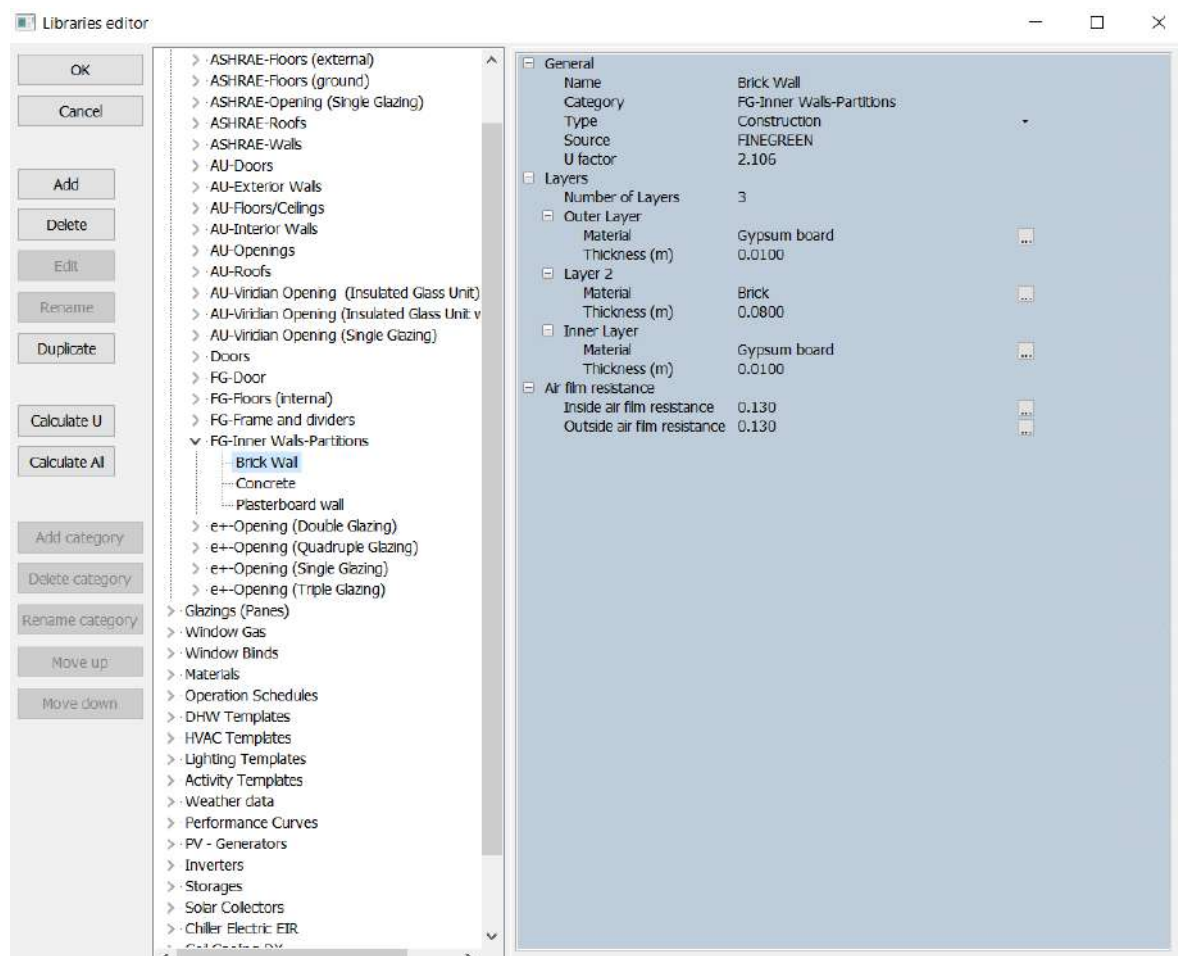
Εικόνα 4.11: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «floor on ground»

Τέλος ένα ακόμη δομικό στοιχείο του κτηρίου είναι το δάπεδο που θα χρησιμοποιήσουμε στο εσωτερικό του κτηρίου για το διαχωρισμό των ζωνών που θα δημιουργήσουμε το οποίο έχει τη ονομασία «floor» και τα χαρακτηριστικά του φαίνονται στην εικόνα 4.12. Τα στρώματα που το συνθέτουν - από πάνω προς τα κάτω - είναι το πλακάκι δαπέδου, το επίχρισμα το σκυρόδεμα, η εξηλασμένη πολυστερίνη και το επίχρισμα ενώ ο συντελεστής θερμοπερατότητας που υπολογίστηκε ισούται με $0.301\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Ο Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Κ.Εν.Α.Κ. θέτει μέγιστη τιμή συντελεστή θερμοπερατότητας για δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο $U_{\max} = 0.80\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Επομένως ισχύει ότι $U = 0.301\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}) < U_{\max} = 0.80\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.



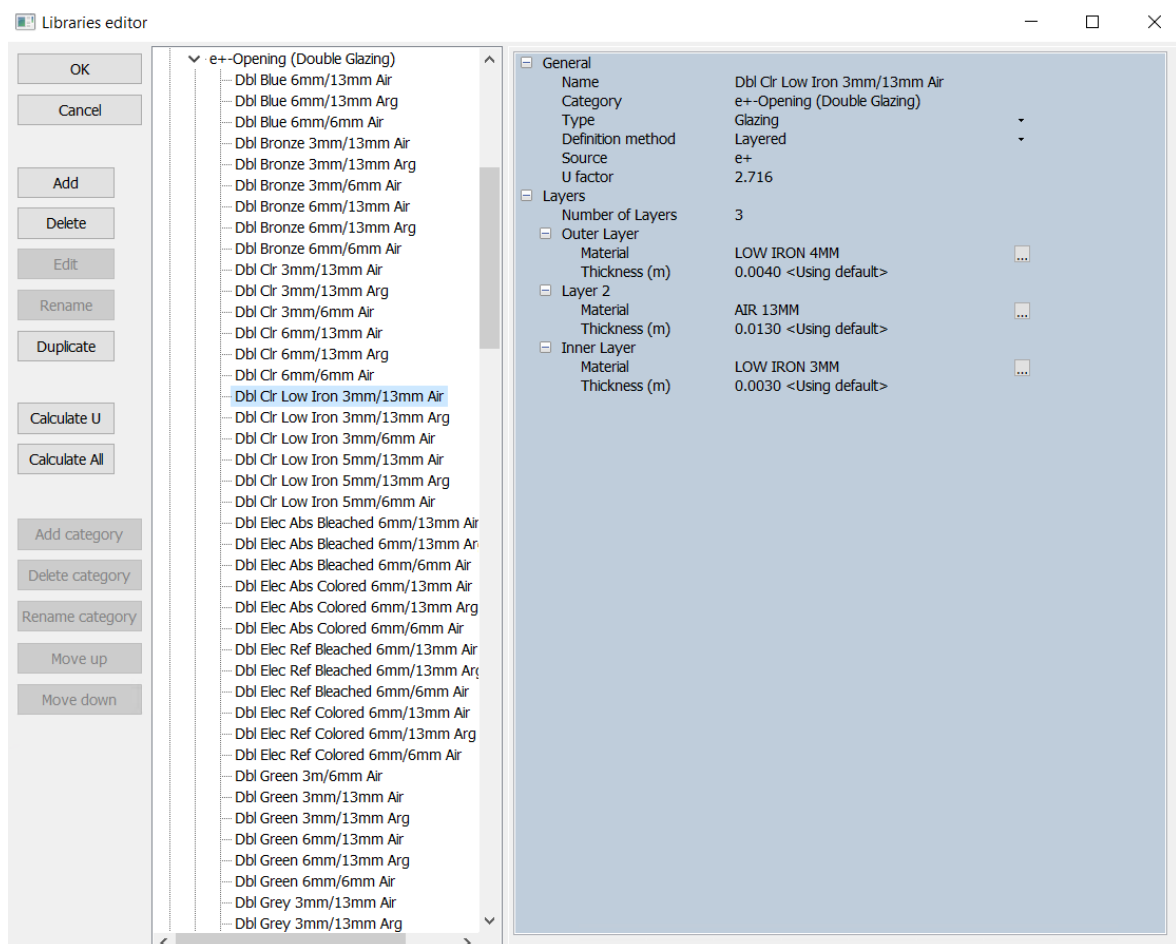
Εικόνα 4.12: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «floor»

Για την αποτύπωση της εσωτερικής τοιχοποιίας στο κτήριο η οποία χρησιμοποιείται στο σχέδιο για το διαχωρισμό των θερμικών ζωνών που έχουν οριστεί, γίνεται χρήση ενός δομικού στοιχείου το οποίο είναι ήδη ορισμένο στις βιβλιοθήκες του λογισμικού και ονομάζεται «Brick Wall». Πρόκειται για εσωτερική τοιχοποιία αφού ανήκει και στην κατηγορία «FG-Inner Walls-Partitions» και αποτελείται από τρία στρώματα. Αυτά είναι ένα στρώμα τούβλου στη μέση που καλύπτεται και από τις δύο πλευρές με πίνακα γυψοσανίδας. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του στοιχείου ισούται με $2.106 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και το στοιχείο φαίνεται στην εικόνα 4.13.

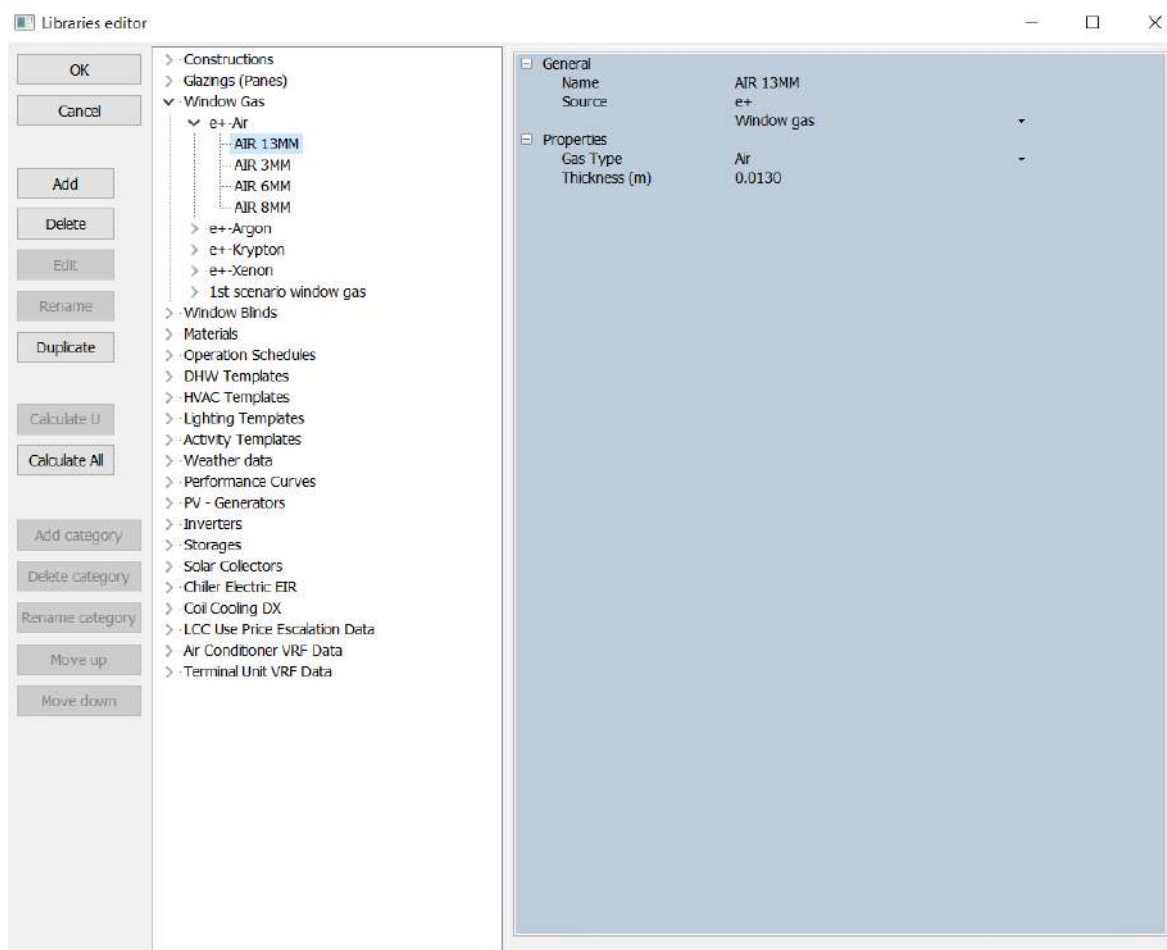


Εικόνα 4.13: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «Brick Wall»

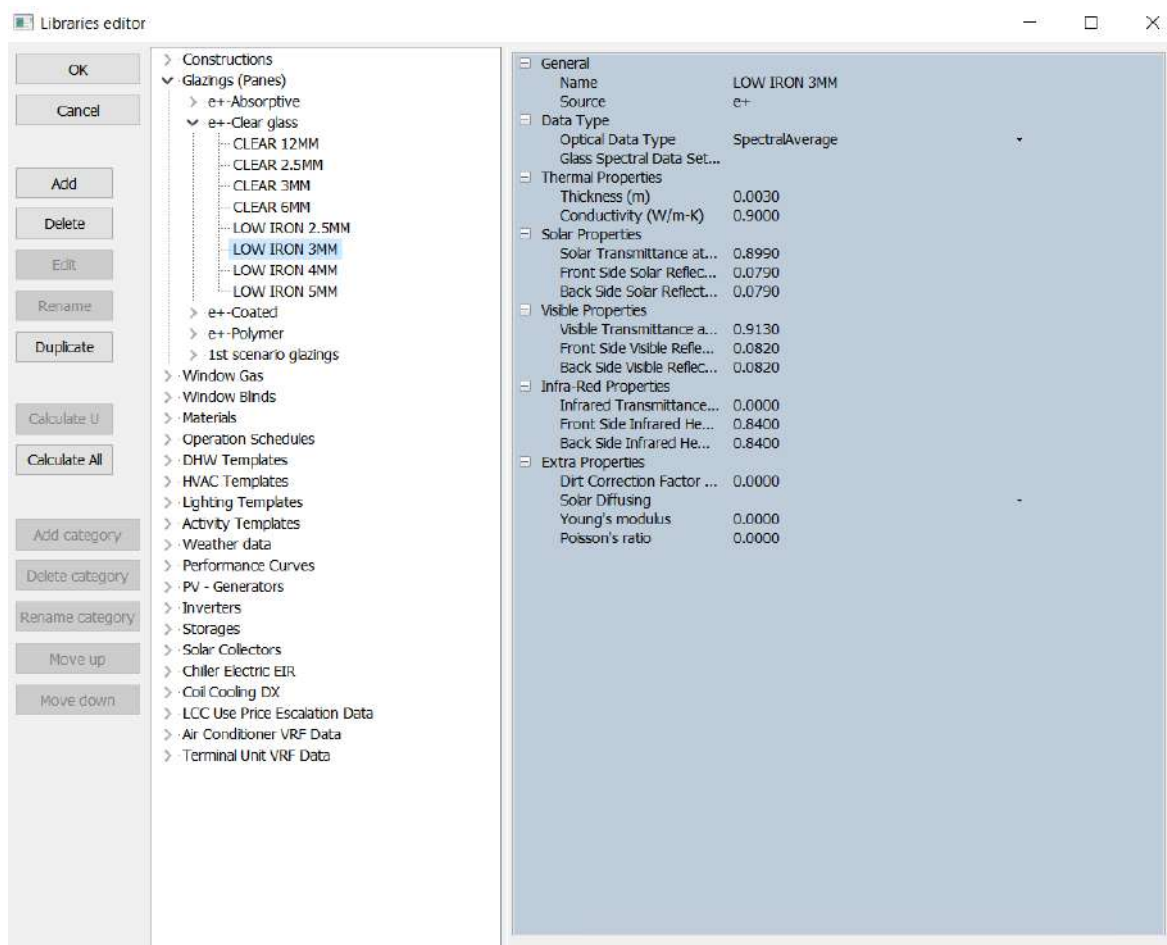
Το κέλυφος αποτελείται από ένα ακόμη στοιχείο που είναι τα παράθυρα. Για την αποτύπωση των παραθύρων απαιτούνται δύο βασικά στοιχεία, το ένα είναι ο υαλοπίνακας και το άλλο το πλαίσιο. Για τον υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί στο κτήριο δεν δημιουργήσαμε κάποια νέα βιβλιοθήκη αλλά χρησιμοποιήσαμε μία από τις είδη υπάρχουσες. Το στοιχείο λοιπόν του υαλοπίνακα που χρησιμοποιήθηκε είναι το «Dbl Clr Low Iron 3mm/13mm Air». Πρόκειται για έναν υαλοπίνακα με διπλή επίστρωση γυαλιού, από τη μία πλευρά χρησιμοποιήθηκε γυαλί «Low Iron 4mm» και από την άλλη γυαλί «Low Iron 3mm», ενώ στο διάκενο υπάρχει αέρας «Air 13mm». Στις εικόνες 4.14, 4.15, 4.16, 4.17 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του υαλοπίνακα όπως διαμορφώνονται από το λογισμικό καθώς και τα χαρακτηριστικά των στρωμάτων γυαλιού και αέρα που το συνθέτουν. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα προκύπτει ίσος με $2.716\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$.



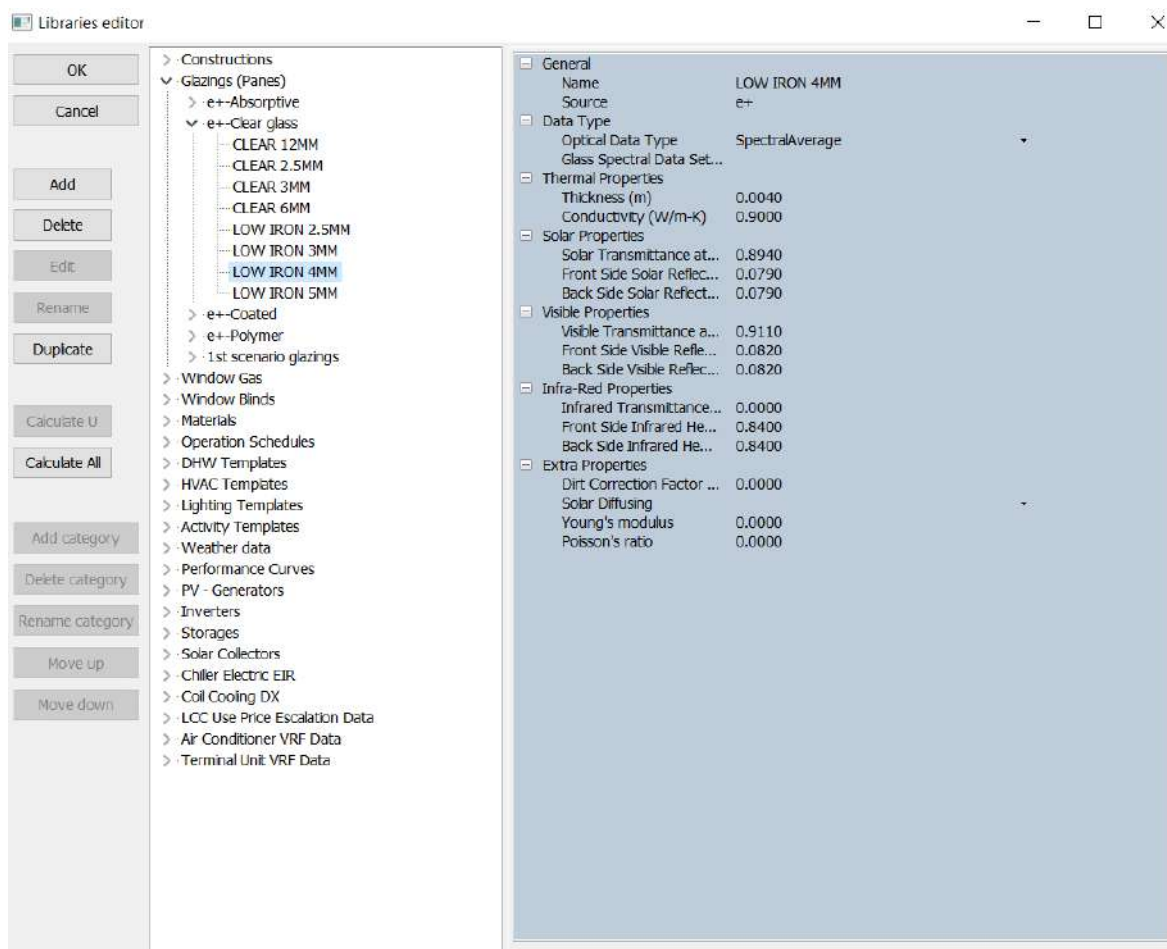
Εικόνα 4.14: Χαρακτηριστικά υαλοπίνακα «Dbl Clr Low Iron 3mm/13mm Air»



Εικόνα 4.15: Χαρακτηριστικά στρώματος αέρα «AIR 13MM»



Εικόνα 4.16: Χαρακτηριστικά στρώματος γυαλιού «LOW IRON 3MM»

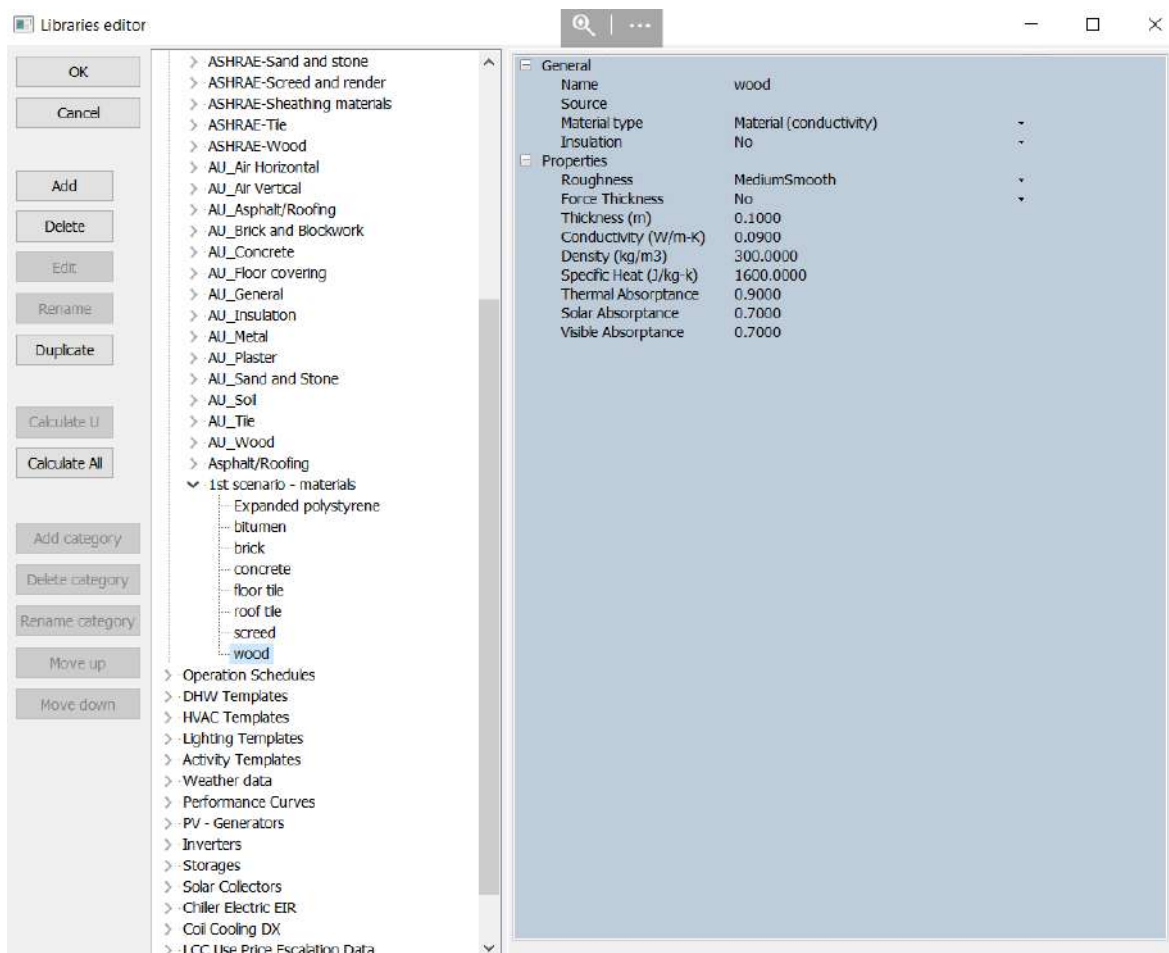


Εικόνα 4.17: Χαρακτηριστικά στρώματος γυαλιού «LOW IRON 4MM»

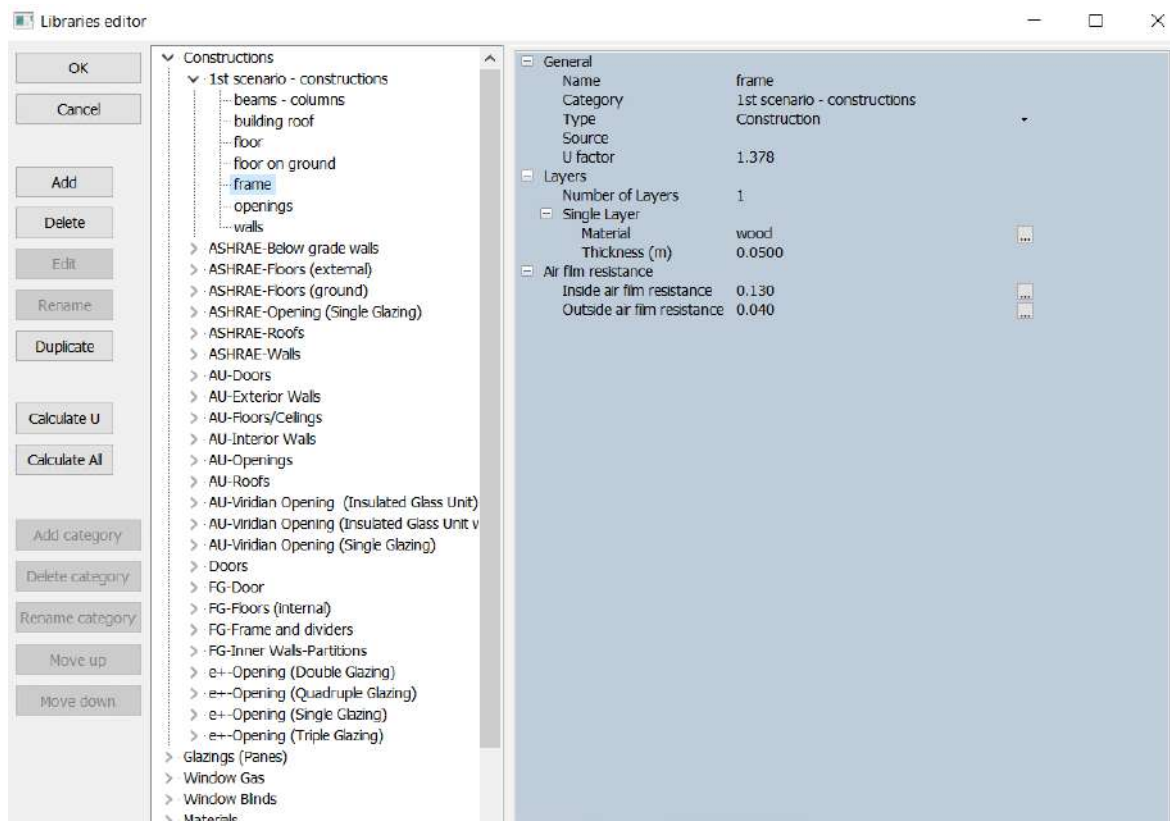
Αντίστοιχα στον πίνακα 4.6 και στις εικόνες 4.18, 4.19 παρουσιάζονται τα δεδομένα που αφορούν τα κουφώματα των υαλοπινάκων καθώς και των πορτών που θα χρησιμοποιηθούν για την περιγραφή του κελύφους του κτηρίου. Τα κουφώματα αποτελούνται από ξύλο με τα χαρακτηριστικά που φαίνονται στον πίνακα 4.6. Στη βιβλιοθήκη ορίστηκε ένα νέο υλικό στοιχείο για την αναπαράσταση του ξύλου με το όνομα «wood» και παρουσιάζεται στην εικόνα 4.18. Επιπλέον, το δομικό στοιχείο των κουφωμάτων με όνομα «frame» ορίστηκε στις βιβλιοθήκες για να χρησιμοποιηθεί στην περιγραφή των κουφωμάτων. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.19 ο συντελεστής θερμοπερατότητας του νέου κουφώματος ισούται με $1.378\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Πίνακας 4.6: Χαρακτηριστικά δομικού στοιχείου «κούφωμα»

Δομικό υλικό	Πυκνότητα ρ [Kg/m ³]	Πάχος στρώσης d [m]	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ [W/mK]
Ξύλο	300	0.1	0.09



Εικόνα 4.18: Χαρακτηριστικά δομικού υλικού «wood»



Εικόνα 4.19: Χαρακτηριστικά στοιχείου κουφωμάτων «frame»

Στο αρχιτεκτονικό σχέδιο του κτηρίου γίνεται χρήση τριών ειδών παραθύρου. Αυτά είναι τα ανοιγόμενα με δύο φύλλα, τα παράθυρα ενός φύλλου και τα συρόμενα παράθυρα. Στις εικόνες 4.20, 4.21, 4.22 παρουσιάζονται τα αντίστοιχα μοντέλα WIND3, WIND1 και WIND29 που τοποθετήθηκαν στο σχέδιο του FineGREEN με τη σειρά που προαναφέρθηκαν. Το ύψος των παραθύρων είναι 2m, ξεκινά από το ύψος των 0.5m σε κάθε επίπεδο και φτάνει έως τα 2.5m.

Type: Window

Type...

Dbf Clr Low Iron 3mm/13mm Air

Attributes

U factor(Watt/m²K) 2.72

Number: 12

Height: 2.00

☐ Top: 0.50

Rise: 0.50

Length: 2.42

Proposed Length: 1.18

☐ Turn X:

☐ Turn Y:

☒ Draw 2D

☒ Label...

Airflow control windows

☐ Airflow control

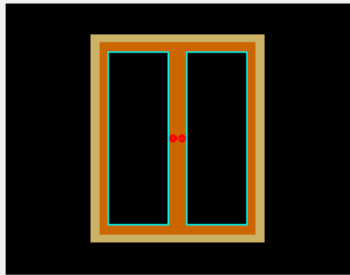
Source:

Destination:

Max flowrate (m³/s-m): 0.00

Schedule multiplier: ...

3D Drawing



WIND3

2 panels, casement, orthogonal

Select... Properties...

Alignment

Casing Alignment

☐ 1st Side ☒ Center ☐ 2nd Side

Distance of Casing from

Wall Side: 0.10

Frames Alignment

☐ 1st Side ☒ Center ☐ 2nd Side

Distance of Frames from

Casing Side: 0.02

Thermal Bridges

☒ Thermal Bridges...

Cantilever

Not exists

Frame and shadings

☒ Frame Frame and dividers...

☐ Shade Shading...

Accept Cancel

Εικόνα 4.20: Χαρακτηριστικά μοντέλου παραθύρου WIND3

Type: Window

Type...

Dbf Clr Low Iron 3mm/13mm Air

Attributes

U factor(Watt/m²K) 2.72

Number: 34

Height: 2.00

☐ Top: 0.50

Rise: 0.50

Length: 1.48

Proposed Length: 2.00

☐ Turn X:

☐ Turn Y:

☒ Draw 2D

☒ Label...

Airflow control windows

☐ Airflow control

Source:

Destination:

Max flowrate (m³/s-m): 0.00

Schedule multiplier: ...

3D Drawing

WIND1

1 panel, casement, orthogonal

Select.. Properties...

Alignment

Casing Alignment

☐ 1st Side ☒ Center ☐ 2nd Side

Distance of Casing from Wall Side: 0.10

Frames Alignment

☐ 1st Side ☒ Center ☐ 2nd Side

Distance of Frames from Casing Side: 0.02

Thermal Bridges

☒ Thermal Bridges...

Cantilever

Not exists

Frame and shadings

☒ Frame Frame and dividers...

☐ Shade Shading...

Accept Cancel

Εικόνα 4.21: Χαρακτηριστικά μοντέλου παραθύρου WIND1

Type: Window

Type...

Dbl Clr Low Iron 3mm/13mm Air

Attributes

U factor(Watt/m²K) 2.72

Number: 1

Height:

☐ Top:

Rise:

Length:

Proposed Length: 2.00

☐ Turn X:

☒ Turn Y:

☒ Draw 2D

☒ Label...

Airflow control windows

☐ Airflow control

Source:

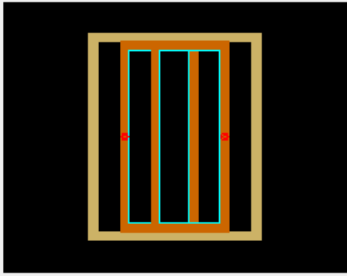
Destination:

Max flowrate (m³/s-m):

Schedule multiplier:

Accept Cancel

3D Drawing



WIND29

2 panels, sliding, orthogonal

Select... Properties...

Alignment

Casing Alignment

☐ 1st Side ☒ Center ☐ 2nd Side

Distance of Casing from

Wall Side:

Frames Alignment

☐ 1st Side ☒ Center ☐ 2nd Side

Distance of Frames from

Casing Side:

Thermal Bridges

☒ Thermal Bridges...

Cantilever

Not exists

Frame and shadings

☒ Frame Frame and dividers...

☐ Shade Shading...

Εικόνα 4.22: Χαρακτηριστικά μοντέλου παραθύρου WIND29

Τέλος οι πόρτες που εισάγαμε στο σχέδιο του κτηρίου στο FineGREEN αποτελούνται από τον ίδιο υαλοπίνακα που χρησιμοποιήσαμε και στα παράθυρα και από το ίδιο κούφωμα. Για την κάλυψη των αναγκών του κτηριακού σχεδίου χρησιμοποιήθηκαν τρία είδη πόρτας τα οποία παρουσιάζονται στις εικόνες 4.23, 4.24, 4.25. Το ένα είδος αφορά τις κύριες εισόδους – εικόνα 4.23, μοντέλο DOOR37 – το άλλο τις εισόδους του κτηρίου που δεν είναι κύριες αλλά αποτελούνται από δύο φύλλα – εικόνα 4.24, μοντέλο DOOR23 – και το τρίτο αφορά τις πλαϊνές εισόδους του κτηρίου που αποτελούνται από ένα φύλλο και είναι βοηθητικής χρήσης – εικόνα 4.25, μοντέλο DOOR18. Οι πόρτες του κτηρίου έχουν ύψος που ξεκινά από το πάτωμα και ανέρχεται στα 2.5m.

Type: Door

Type...

Dbf Clr Low Iron 3mm/13mm Air

Attributes

U factor(Watt/m²K) 2.72

Number: 41

Height: 2.50

☐ Top: 0.50

Rise: 0.00

Length: 3.50

Proposed Length: 1.47

☒ Turn X:

☐ Turn Y:

☒ Draw 2D

☒ Label...

Airflow control windows

☐ Airflow control

Source:

Destination:

Max flowrate (m3/s-m): 0.00

Schedule multiplier:

3D Drawing

DOOR37

2 panels, casement, orthogonal, with cubits

Select... Properties...

Alignment

Casing Alignment

☐ 1st Side ☒ Center ☐ 2nd Side

Distance of Casing from

Wall Side: 0.10

Frames Alignment

☐ 1st Side ☒ Center ☐ 2nd Side

Distance of Frames from

Casing Side: 0.02

Thermal Bridges

☐ Thermal Bridges...

Cantilever

Not exists

Frame and shadings

☒ Frame Frame and dividers...

☐ Shade Shading...

Accept Cancel

Εικόνα 4.23: Χαρακτηριστικά μοντέλου πόρτας DOOR37

Type: Door

Type...

Dbl Clr Low Iron 3mm/13mm Air

Attributes

U factor(Watt/m²K) 2.72

Number: 48

Height: 2.50

☒ Top: 0.50

Proposed Rise: 0.50

Rise: 0.00

Length: 1.34

Proposed Length: 1.47

☒ Turn X:

☐ Turn Y:

☒ Draw 2D

☒ Label...

Airflow control windows

☐ Airflow control

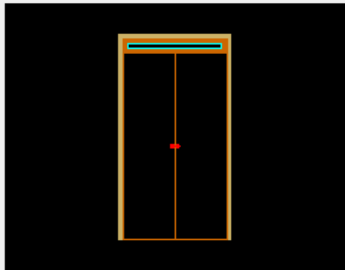
Source:

Destination:

Max flowrate (m³/s-m): 0.00

Schedule multiplier:

3D Drawing



DOOR23
2 panels, casement, orthogonal, compact

Select... Properties...

Alignment

Casing Alignment

☒ 1st Side ☐ Center ☐ 2nd Side

Distance of Casing from Wall Side: 0.10

Frames Alignment

☐ 1st Side ☒ Center ☐ 2nd Side

Distance of Frames from Casing Side: 0.02

Thermal Bridges

☐ Thermal Bridges...

Cantilever

Not exists

Frame and shadings

☒ Frame Frame and dividers...

☐ Shade Shading...

Accept Cancel

Εικόνα 4.24: Χαρακτηριστικά μοντέλου πόρτας DOOR23

Door

Type : Door

Type...

Dbl Clr Low Iron 3mm/13mm Air

Attributes

U factor(Watt/m²K) 2.72

Number:

Height: 2.50

☒ Top : 0.50

Proposed Rise : 0.20

Rise : 0.00

Length : 1.00

Proposed Length : 1.47

☒ Turn X :

☐ Turn Y :

☒ Draw 2D

☒ Label...

Airflow control windows

☐ Airflow control

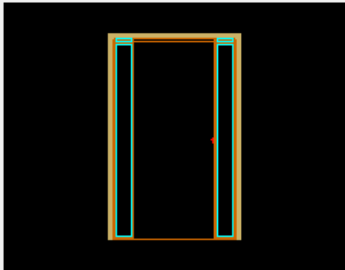
Source :

Destination :

Max flowrate (m3/s-m) : 0.00

Schedule multiplier :

3D Drawing



DOOR18

1 panel, casement, orthogonal, solid

Select... Properties...

Alignment

Casing Alignment

☐ 1st Side ☒ Center ☐ 2nd Side

Distance of Casing from

Wall Side : 0.10

Frames Alignment

☐ 1st Side ☒ Center ☐ 2nd Side

Distance of Frames from

Casing Side : 0.02

Thermal Bridges

☐ Thermal Bridges...

Cantilever

Not exists

Frame and shadings

☒ Frame Frame and dividers...

☐ Shade Shading...

Accept

Cancel

Εικόνα 4.25: Χαρακτηριστικά μοντέλου πόρτας DOOR18

4.3 Ζωνοποίηση κτηρίου

4.3.1 Κανονισμός ζωνοποίησης κτηρίου

Μετά την περιγραφή του κελύφους του υπό μελέτη κτηρίου, απαραίτητη κρίνεται η ζωνοποίησή του. Η διαδικασία αυτή θα βοηθήσει στην ενεργειακή μελέτη του κτηρίου και συγκεκριμένα στον καθορισμό των φορτίων ψύξης και θέρμανσης. Με τον όρο ζωνοποίηση εκφράζεται ο καθορισμός των θερμικών ζωνών του κτηρίου. Σύμφωνα με τον ορισμό του Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Κ.Εν.Α.Κ., θερμική ζώνη ενός κτηρίου ορίζεται το σύνολο των χώρων με παρόμοια χρήση, ίδιο προφίλ λειτουργίας και κοινά ηλεκτρολογικά συστήματα ^[1]. Για παράδειγμα μία θερμική ζώνη που θα μπορούσε να προκύψει από τη δική μας περίπτωση κτηρίου είναι οι αίθουσες διδασκαλίας – εφόσον αναφερόμαστε σε δημόσιο εκπαιδευτήριο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Φυσικά, οι χώροι που εντάσσονται σε μία θερμική ζώνη και αποτελούν σύνολό της είναι θερμαινόμενοι χώροι αφού αυτοί είναι οι χώροι που απαιτούν την μελέτη για ψύξη, θέρμανση και αερισμό. Όσον αφορά τους μη θερμαινόμενους χώρους καθορίζονται και αυτοί με την ίδια ακρίβεια όπως οι θερμικές ζώνες διότι η συμμετοχή τους είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό των ψυκτικών και θερμικών φορτίων των θερμικών ζωνών με τις οποίες γειτνιάζουν ^[1]. Οι γενικοί κανόνες με βάση τους οποίους γίνεται ο καθορισμός των θερμικών ζωνών του κτηρίου είναι τρεις. Αρχικά, ο αριθμός των θερμικών ζωνών θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος, επίσης κατά τη μελέτη του κτηρίου ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτηρίου και τέλος, τα τμήματα του κτηρίου με ποσοστό όγκου μικρότερο από το 10% του συνολικού κτηρίου θα πρέπει να εντάσσονται σε άλλες θερμικές ζώνες ακόμη και αν η χρήση τους απαιτεί τον ορισμό τους ως μία ανεξάρτητη θερμική ζώνη ^[1].

4.3.2 Καθορισμός ζωνών και μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

Με βάση λοιπόν τους παραπάνω κανόνες ο καθορισμός των θερμικών ζωνών του εξεταζόμενου κτηρίου μπορεί να γίνει ως εξής. Στο υπο μελέτη κτήριο καθορίστηκαν τέσσερις θερμαινόμενες ζώνες και πέντε μη θερμαινόμενοι χώροι. Η εικόνα 4.26 παρουσιάζει το σύνολο των θερμικών ζωνών και των μη θερμαινόμενων χώρων όπως ορίστηκαν στο λογισμικό της FineGREEN. Η πρώτη θερμική ζώνη αφορά το χώρο του

ισογείου, ορίστηκε με το όνομα «Isogeio» και έχει τη χρήση της τριτοβάθμιας αίθουσας διδασκαλίας. Ομοίως, η δεύτερη θερμική ζώνη έχει οριστεί στο Α' όροφο και η Τρίτη θερμική ζώνη στον Β' όροφο με τα ονόματα «Α orofos» και «Β orofos» αντίστοιχα, έχοντας την ίδια χρήση με τη ζώνη του ισογείου. Η τέταρτη θερμική ζώνη αφορά ολόκληρο το χώρο του Γ' ορόφου καθώς και ένα τμήμα του Β' ορόφου και έχει τη χρήση των γραφείων. Το όνομά της στο λογισμικό είναι «C orofos – Grafeia». Ο διαχωρισμός αυτός έγινε βασισμένος στο γεγονός ότι το ισόγειο του κτηρίου και οι όροφοι Α' και Β' αποτελούνται κυρίως από αίθουσες διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Επιπλέον, εφόσον, σε ένα κομμάτι του Β' ορόφου καθώς και στο Γ' όροφο συγκεντρώνονται τα γραφεία του κτηρίου η ζώνη αυτή ορίστηκε να έχει τη χρήση των γραφείων. Όσον αφορά τους μη θερμαινόμενους χώρους του κτηρίου αυτοί ορίστηκαν ως εξής. Ο πρώτος μη θερμαινόμενος χώρος είναι το υπόγειο, με όνομα «Υποgeio – Mh thermainomenos xoros», ενώ οι υπόλοιποι τέσσερις βρίσκονται στο ισόγειο και τους ορόφους Α', Β' και Γ' αντίστοιχα και περικλύουν χώρους όπως είναι τα W.C. και οι στεγασμένες βεράντες. Τα ονόματά τους είναι «Isogeio – Mh thermainomenos xoros», «Α orofos – Mh thermainomenos xoros», «Β orofos – Mh thermainomenos xoros» και «C orofos – Mh thermainomenos xoros». Φυσικά τα αίθρια που υπάρχουν σε κεντρικά σημεία του κτηρίου εξαιρέθηκαν από τη ζωνοποίηση αφού δεν είναι χώροι που απαιτούν θέρμανση ψύξη και αερισμό. Ο διαχωρισμός των ζωνών έγινε με εισαγωγή δαπέδου στο χώρο του ισογείου για το διαχωρισμό της θερμικής ζώνης από το μη θερμαινόμενο χώρο του υπογείου. Επιπλέον, δάπεδο τοποθετήθηκε και στο χώρο του Α' ορόφου για το διαχωρισμό της ζώνης από αυτή του ισογείου και αντίστοιχα ορίζοντας δάπεδο στο Β' όροφο διαχωρίστηκε η ζώνη του από αυτή του Α' ορόφου. Επιπλέον, η θερμική ζώνη των γραφείων διαχωρίστηκε από αυτή του Β' ορόφου τοποθετώντας δάπεδο στον Γ' όροφο εκτός από το κομμάτι που ενώνεται με τον Β' όροφο για τη δημιουργία της ζώνης των γραφείων. Παράλληλα, λόγω των αιθρίων που υπάρχουν στο εσωτερικό των ορόφων και δεν μπορούν να συμπεριληφθούν στις ορισμένες θερμικές ζώνες δημιουργήθηκαν κάποιοι εσωτερικοί τοίχοι που χώρισαν τον κάθε όροφο σε επιμέρους μικρότερα κομμάτια τα οποία ομαδοποιούνται στις ζώνες που ορίστηκαν. Οι εικόνες 4.27, 4.28, 4.29, 4.30, 4.31 παρουσιάζουν το διαχωρισμό των ζωνών και των μη θερμαινόμενων χώρων όπως έγινε στο λογισμικό του FineGREEN με τον τρόπο που περιγράψαμε παραπάνω.

Zones / Systems ✕

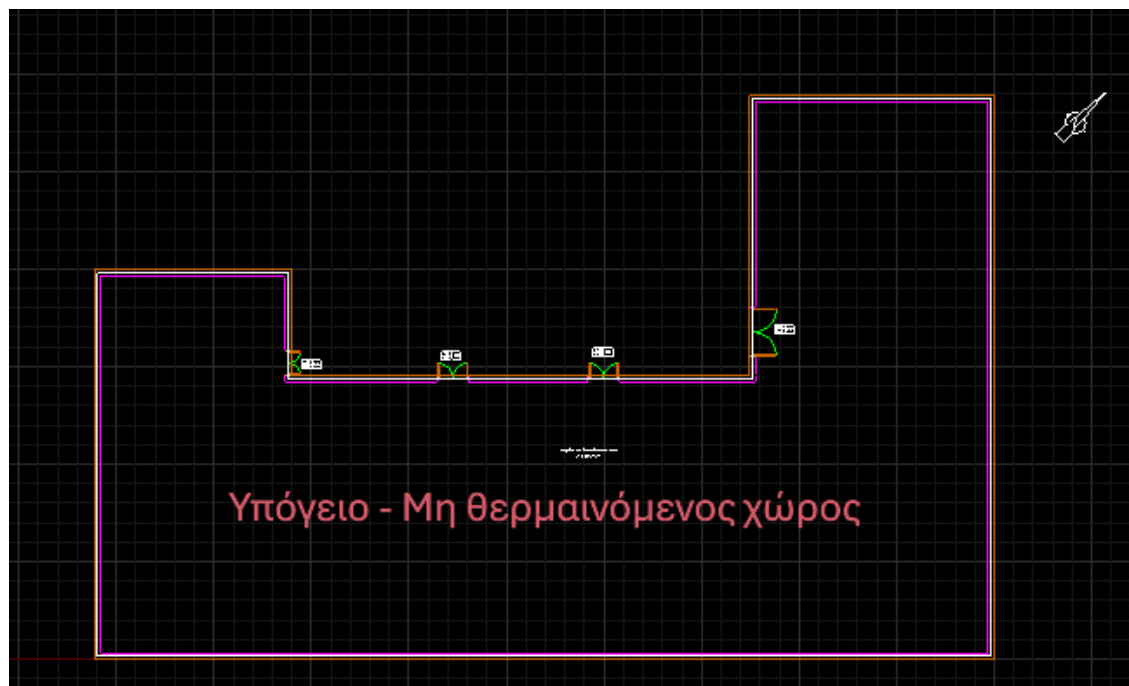
No	Zone Name	Temp. Heating	Temp. Cooling	Build.Use
1	Υπόγειο - Mh thermainomenos xoros		X	
2	Isogeio			
3	A orofos			
4	B orofos			
5	C orofos - Grafeia			
6	Isogeio - Mh thermainomenos xoros			
7	A orofos - Mh thermainomenos xoros			
8	B orofos - Mh thermainomenos xoros			
9	C orofos - Mh thermainomenos xoros			

Zone Name :

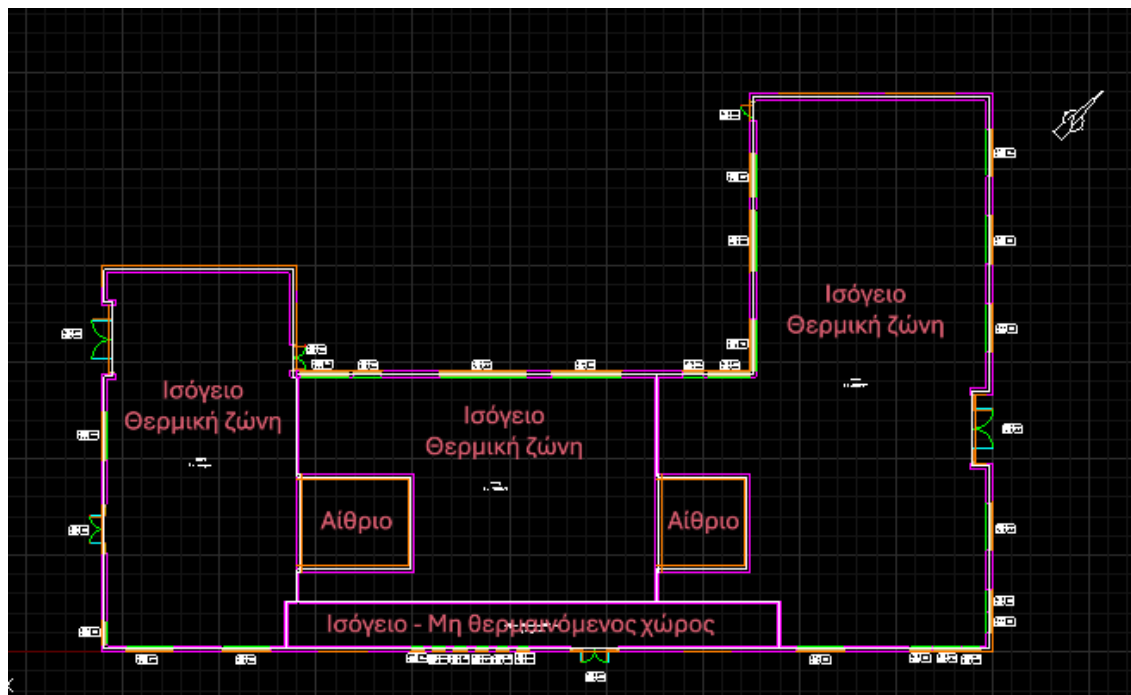
☒ Use zone as Prototype

Zone Use :

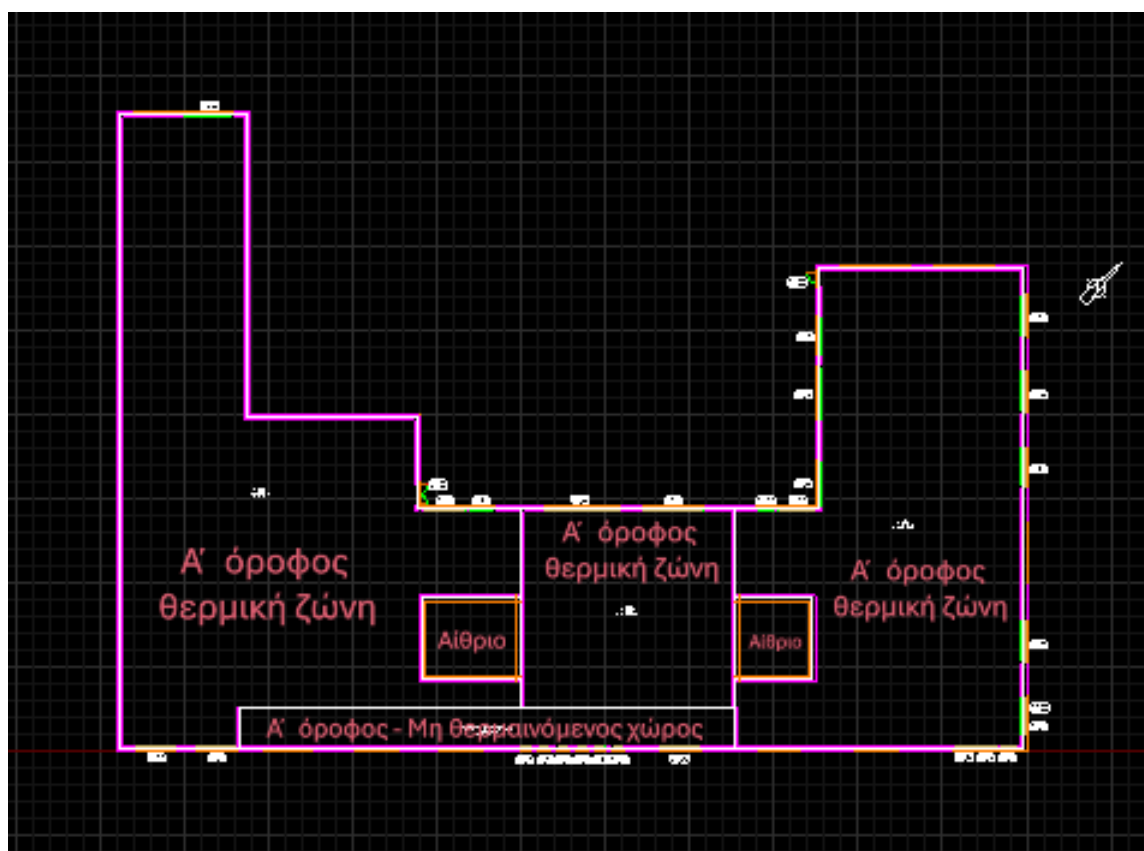
Εικόνα 4.26: Ορισμός θερμικών ζωνών και μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου



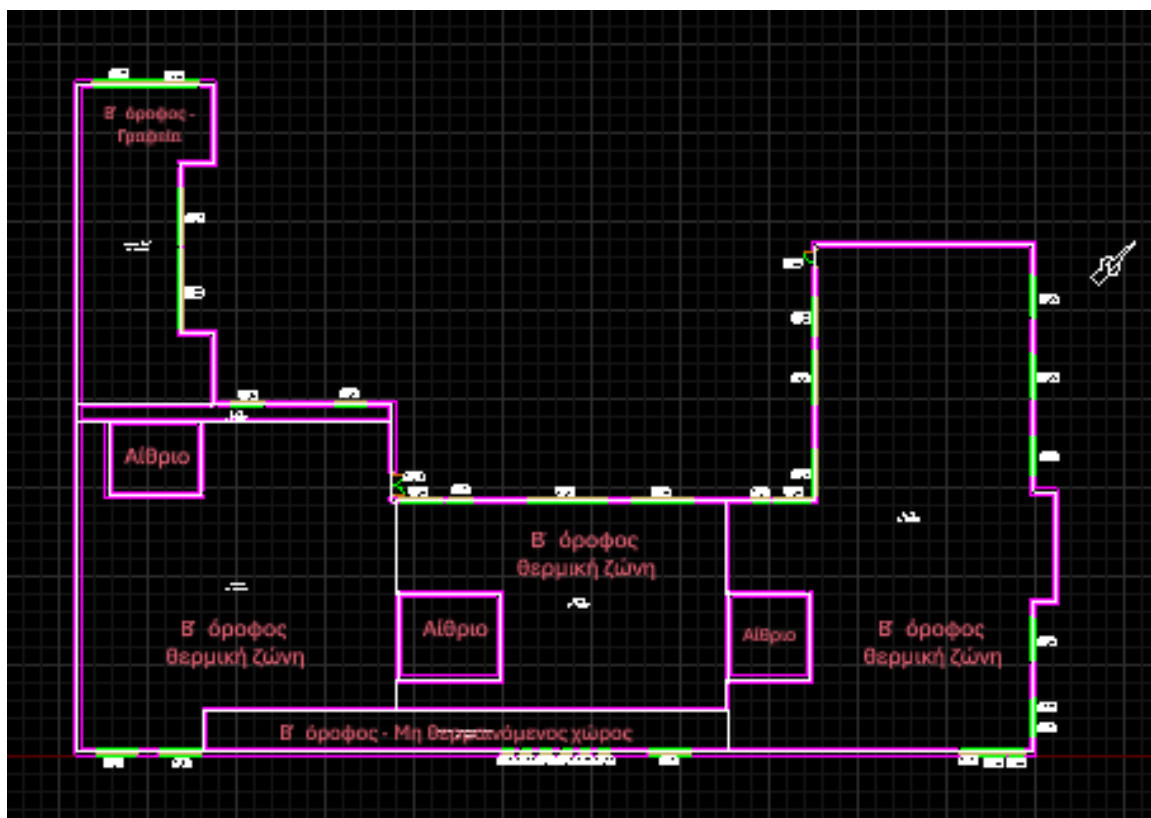
Εικόνα 4.27: Ορισμός μη θερμαινόμενου χώρου υπογείου



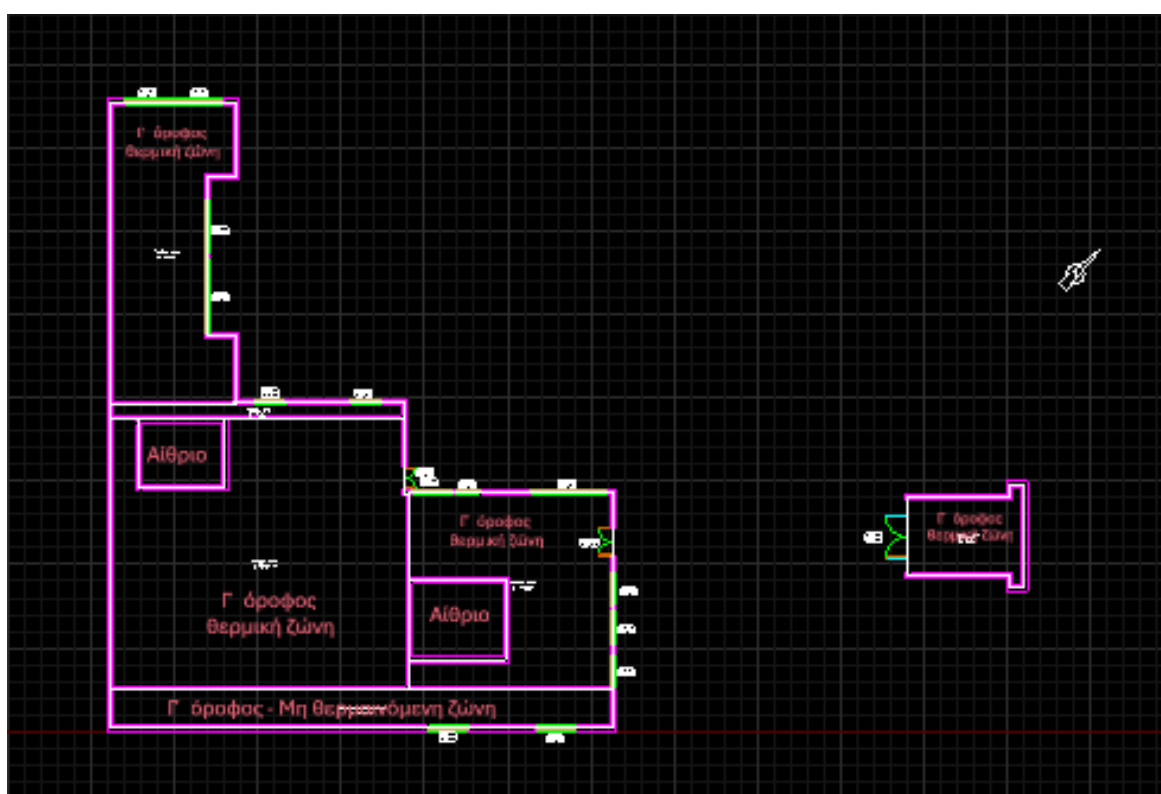
Εικόνα 4.28: Ορισμός θερμικής ζώνης και μη θερμαινόμενου χώρου ισόγειου



Εικόνα 4.29: Ορισμός θερμικής ζώνης και μη θερμαινόμενου χώρου Α' ορόφου



Εικόνα 4.30: Ορισμός θερμικής ζώνης και μη θερμαινόμενου χώρου Β' ορόφου

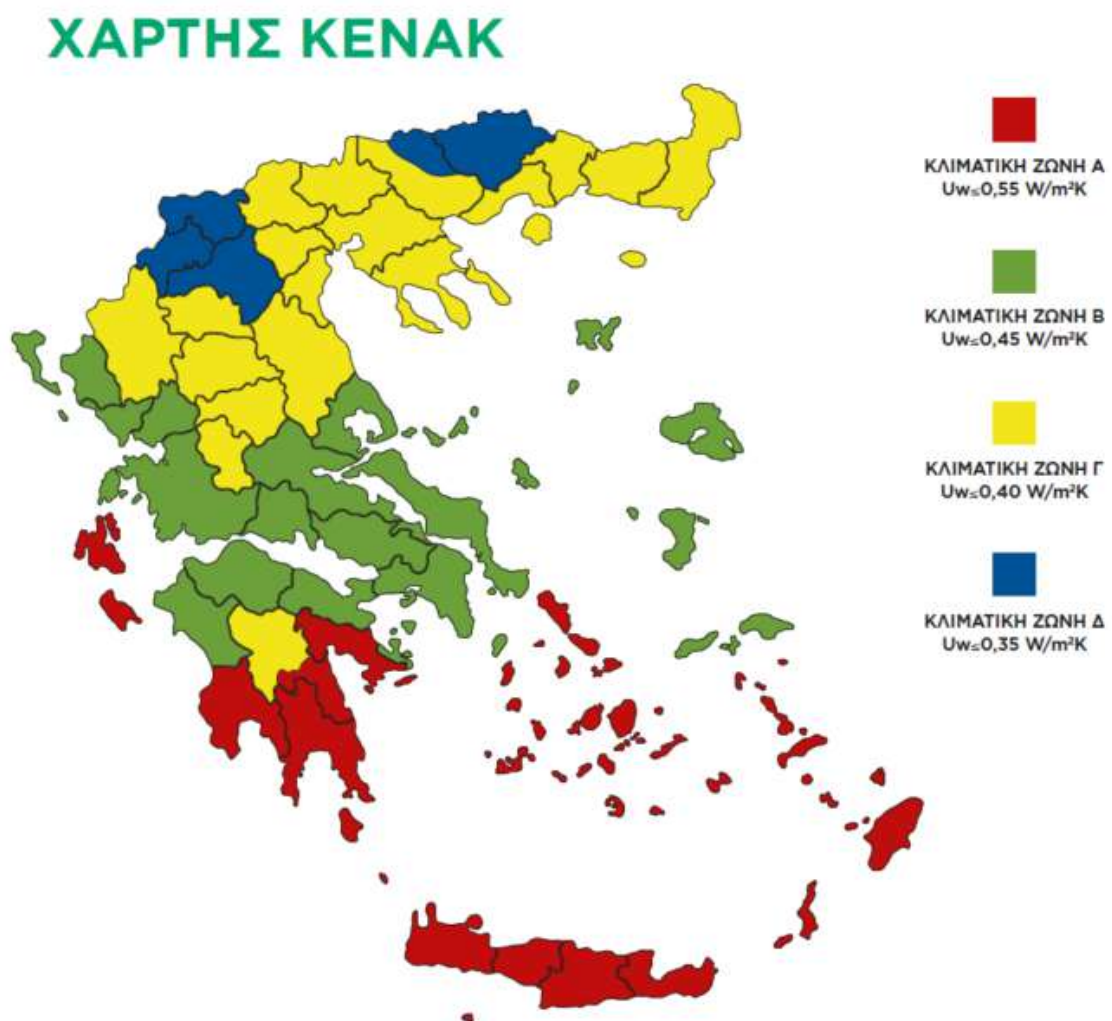


Εικόνα 4.31: Ορισμός θερμικής ζώνης και μη θερμαινόμενου χώρου Γ' ορόφου

4.4 Κλιματολογικά δεδομένα και ώρες λειτουργίας του κτηρίου

4.4.1 Κλιματική ζώνη κτηρίου

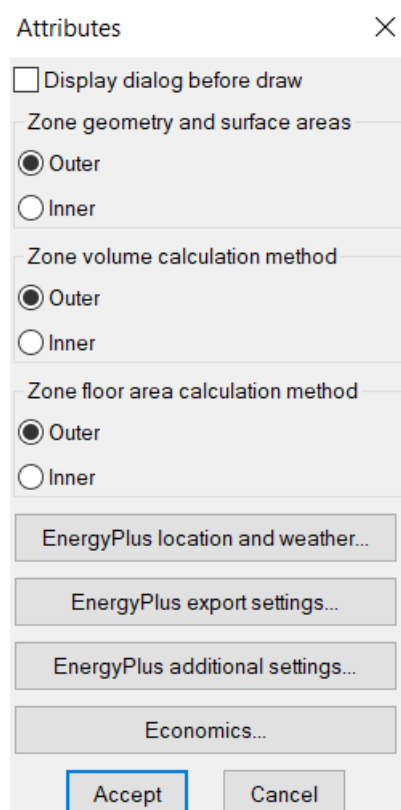
Για τον υπολογισμό των ψυκτικών και των θερμικών φορτίων και κατόπιν την ολοκλήρωση της ενεργειακής προσομοίωσης, απαιτείται σύμφωνα με τον κανονισμό να προσδιοριστεί η κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει το κτήριο. Σύμφωνα με τον Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Κ.Εν.Α.Κ. και τη διαίρεση των ζωνών που επιβάλλει ανάλογα με το κλίμα της κάθε περιοχής, το κτήριο που μελετάμε το οποίο βρίσκεται στην περιοχή του Βόλου του Νομού Μαγνησίας κατατάσσεται στην κλιματική ζώνη Β'. Στην εικόνα 4.32 παρουσιάζεται και ο χάρτης της Ελλάδος διαιρεμένος στις τέσσερις κλιματικές ζώνες όπως ορίζεται από το πρότυπο του Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Κ.Εν.Α.Κ..



Εικόνα 4.32: Χάρτης κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας ΚΕΝΑΚ

4.4.2 Ορισμός κλιματικής ζώνης στο FineGreen

Σε αυτό το σημείο θα ορίσουμε τα κλιματικά δεδομένα και την τοποθεσία του κτηρίου στο λογισμικό FineGREEN προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στην ενεργειακή προσομοίωση. Στις εικόνες 4.33, 4.34 παρουσιάζονται τα παράθυρα τα οποία εμφανίζονται ακολουθώντας τη διαδρομή «Element Parameters» -> «Other Functions» στη γραμμή εργαλείων του λογισμικού. Αρχικά εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 4.33 που είναι το παράθυρο επιλογών ορισμού των καιρικών συνθηκών ανάλογα με την τοποθεσία. Στη συνέχεια με την επιλογή «EnergyPlus location and weather» περνάμε στο παράθυρο της εικόνας 4.34 όπου μπορούμε να επιλέξουμε την τοποθεσία του κτηρίου μας από τις βιβλιοθήκες του λογισμικού. Οι υπάρχουσες τοποθεσίες για την Ελλάδα είναι η Αθήνα, η Θεσσαλονίκη και η Ανδραβίδα. Από αυτές επιλέγουμε την Αθήνα διότι βρίσκεται στην ίδια κλιματική ζώνη με την περιοχή του Βόλου σύμφωνα με τον Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Κ.Εν.Α.Κ. – κλιματική ζώνη Β΄. Έτσι αυτομάτως περνάν στο λογισμικό τα απαραίτητα κλιματικά δεδομένα της περιοχής όπως φαίνονται στην εικόνα 4.34.



Εικόνα 4.33: Παράθυρο επιλογών για ορισμό κλιματικής ζώνης

Location and Weather Options ✕

Location Template

Template

Athens

...

Design day file (*.ddy)

C:\FineGREEN19\GCAD\DataSets...

...

Weather data file (*.epw)

C:\FineGREEN19\GCAD\DataSets...

...

Site location

Latitude (°)

37.90

Longitude (°)

23.73

Elevation above sea level (m)

15.00

Time

Time zone (hrs)

UTC+2

▼

☒ Daylight Saving Time

Winter design data

☐ ☒ Heating 99.6% coverage

Outside design temperature (°C)

1.6

Wind speed (m/2)

3.5

Wind direction (°)

0.0

☐ ☐ Heating 99% coverage

Summer design data

☐ ☒ 99.6% coverage based on dr...

Max dry-bulb design temperat...

35.1

Wet-bulb temperature (°C)

21.1

Min dry-bulb temperature (°C)

26.0

☐ ☐ 99% coverage based on dry-...

☐ ☐ 98% coverage based on dry-...

☐ ☐ 99.6% coverage based on we...

☐ ☐ 99% coverage based on wet-...

☐ ☐ 98% coverage based on wet-...

OK

Cancel

Εικόνα 4.34: Παράθυρο ορισμού τοποθεσίας και κλιματικών δεδομένων

Με την επιλογή «EnergyPlus export settings» από το παράθυρο επιλογών της εικόνας 4.33 εμφανίζονται τα παράθυρα των εικόνων 4.35, 4.36, 4.37, 4.38. Στην καρτέλα «General» ορίζουμε τα πρότυπα εξαγωγής των αποτελεσμάτων της ενεργειακής προσομοίωσης, στην καρτέλα «Heating» ορίζουμε δεδομένα που αφορούν τη θέρμανση του κτηρίου, όπως ποια είναι η πιο κρύα ημέρα του χρόνου χρησιμοποιώντας την ως το χειρότερο σενάριο λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης. Στην καρτέλα «Cooling» ορίζουμε αντίστοιχα τα δεδομένα για την ψύξη του κτηρίου συμπεριλαμβανομένης της πιο ζεστής ημέρας του έτους αφού αυτή η ημέρα θα θεωρηθεί το χειρότερο σενάριο λειτουργίας του συστήματος

ψύξης. Επιπλέον, στην καρτέλα «Simulation» δηλώνουμε το διάστημα προσομοίωσης ίσο με ένα χρόνο, καθώς και τις ημερομηνίες εξαγωγής των δεδομένων της προσομοίωσης.

The image shows a software dialog box titled "Export Options" with a close button (X) in the top right corner. The dialog has four tabs: "General", "Heating", "Cooling", and "Simulation". The "General" tab is currently selected. It contains several configuration options:

- Temperature control:** A dropdown menu set to "1-Air temperature".
- Heating control radiant fraction:** A text input field containing "0.50".
- Cooling control radiant fraction:** A text input field containing "0.00".
- Simulation control radiant fraction:** A text input field containing "0.00".
- Heating/cooling sizing:** A dropdown menu set to "Autosize".
- Mechanical ventilation method:** A dropdown menu set to "Ideal loads".
- HVAC simulation method:** A dropdown menu set to "Simple".
- Thermal bridge calculation:** An unchecked checkbox.
- Inside convection algorithm:** A dropdown menu set to "TARP".
- Outside convection algorithm:** A dropdown menu set to "DOE-2".
- Daylight calculations:** An unchecked checkbox.
- Grid divisions in X and Y directions:** A text input field containing "10".
- Daylight at reference points:** An unchecked checkbox.

At the bottom of the dialog are two buttons: "OK" and "Cancel".

Εικόνα 4.35: Καρτέλα δεδομένων εξαγωγής «General»

Export Options ✕

General Heating Cooling Simulation

☐ Exclude all zone natural ventilation

☐ Exclude all zone mechanical ventilation

Heating design margin

Winter design day

Day

Month

OK Cancel

Εικόνα 4.36: Καρτέλα δεδομένων εξαγωγής «Heating»

Export Options ✕

General Heating **Cooling** Simulation

Summer design day

Day

Month

DayOfWeek

☐ Exclude all zone natural ventilation

☐ Exclude all zone mechanical ventilation

Cooling design margin

Solar distribution

Shadow polygon clipping method

Max figures in shadow overlap calculations

Export cooling loads to FANC

Export cooling loads to AERA

Εικόνα 4.37: Καρτέλα δεδομένων εξαγωγής «Cooling»

Export Options ✕

General Heating Cooling **Simulation**

Simulation start date 01/01

Simulation end date 31/12

Simulation interval for reporting Daily

Time steps per hour 2

Solar distribution Full Exterior

Shadow calculation frequency 20

Shadow polygon clipping method SutherlandHodgman

Max figures in shadow overlap calculations 15000

Reporting tolerance for time heating setpoint not met 0.2

Reporting tolerance for time cooling setpoint not met 0.2

OK Cancel

Εικόνα 4.38: Καρτέλα δεδομένων εξαγωγής «Simulation»

4.4.3 Ωράριο και περίοδος λειτουργίας του κτηρίου

Ένα ακόμη στοιχείο που απαιτείται να προσδιοριστεί για τις ανάγκες της μελέτης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου είναι οι ώρες και η περίοδος λειτουργίας. Η τεχνική οδηγία του Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Κ.Εν.Α.Κ. ορίζει σύμφωνα με κάθε χρήση του κτηρίου τις ώρες λειτουργίας του, τις ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα και την περίοδο λειτουργίας σε μήνες. Με αυτό τον χρονολογικό μοντέλο προσδιορίζει πλήρως τις περιόδους λειτουργίας του κτηρίου που θα μας βοηθήσουν να διεξάγουμε με ακρίβεια την ενεργειακή μελέτη. Η δική μας περίπτωση κτηρίου λοιπόν όντας ένα εκπαιδευτήριο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, σύμφωνα με τον πίνακα του TOTE KENAK για τον προσδιορισμό της περιόδου λειτουργίας

έχει την εξής κατηγοριοποίηση. Αρχικά, ως βασική κατηγορίας κτηρίου ορίζουμε ότι είναι κτήριο εκπαίδευσης, και συγκεκριμένα η χρήση του κτηρίου είναι τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Επομένως οι ώρες λειτουργίας του είναι 13 ώρες ημερισίως, οι ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα είναι 5 και η περίοδος λειτουργίας σε μήνες είναι 10 μήνες – από Σεπτέμβριο μέχρι και Ιούνιο. Για τους υπολογισμούς λοιπόν των ψυκτικών και θερμικών φορτίων λαμβάνονται συγκεκριμένες περίοδοι για την ψύξη και τη θέρμανση δεδομένης της κλιματικής ζώνης στην οποία ανήκει το υπο μελέτη κτήριο. Για τη ζώνη Β' συγκεκριμένα – στην οποία όπως προείπαμε ανήκει το υπό μελέτη κτήριο – η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου ^[1]. Αυτά λοιπόν θα είναι και τα δεδομένα με βάση τα οποία θα διεξάγουμε την μελέτη για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου, εισάγοντας φυσικά το κατάλληλο πρόγραμμα λειτουργίας του λογισμικού FineGREEN.

Κεφάλαιο 5 Σενάρια λειτουργίας κτηρίου

5.1 Εισαγωγή

Με την ολοκλήρωση της περιγραφής του κτηριακού κελύφους και τον ορισμό των θερμικών ζωνών στο FineGREEN είμαστε σε θέση να ασχοληθούμε με τα συστήματα κλιματισμού των θερμικών ζωνών του κτηρίου. Θα δημιουργηθούν δύο εναλλακτικά σενάρια λειτουργίας κλιματισμού του κτηρίου. Για την ακρίβεια, κάθε ένα από τα σενάρια θα εξετάσει μια ξεχωριστή περίπτωση χρήσης συστημάτων για τα οποία θα εξάγουμε τα αποτελέσματα της ενεργειακής προσομοίωσης και θα μπορέσουμε να τα συγκρίνουμε ως προς τις αποδόσεις τους. Το λογισμικό θα εξάγει τα αποτελέσματα της ψύξης και της θέρμανσης τα οποία θα προκύψουν από τους υπολογισμούς του λογισμικού μέσω της προσομοίωσης με το EnergyPlus.

5.2 Πρώτο σενάριο λειτουργίας

5.2.1 Ορισμός και τρόπος λειτουργίας συστήματος πρώτου σεναρίου

Το πρώτο σενάριο εξετάζει την περίπτωση της τοποθέτησης VRF ως κεντρική κλιματιστική μονάδα και ως τερματικές μονάδες θα χρησιμοποιηθούν K.K.M. για την κάλυψη των φορτίων αερισμού και FCU για την κάλυψη των φορτίων χώρου. Ας δούμε με λεπτομέρεια τα μέρη που απαρτίζουν το συγκεκριμένο σύστημα.

- Κλιματιστική μονάδα VRF/VRV:

Οι κλιματιστικές μονάδες τύπου VRF/VRV (Variable Refrigerant Flow/Variable Refrigerant Volume) είναι ένα δημιούργημα της εταιρείας Daikin που έχει κριθεί ιδανικό για εγκαταστάσεις κλιματισμού ψύξης – θέρμανσης σε μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις^[8]. Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί το σύστημα είναι να εναλλάσσει τον όγκο του ψυκτικού συνεχώς ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις ψύξης – θέρμανσης του χώρου με απόλυτη ακρίβεια^[9]. Το σύστημα διατηρεί τις ρυθμισμένες θερμοκρασίες με ελάχιστη απαίτηση ενέργειας και απενεργοποιείται αυτόματα όταν δεν εντοπίζονται άτομα στο χώρο^[9]. Οι κλιματιστικές μονάδες VRF αποτελούνται από δύο ή περισσότερες εσωτερικές μονάδες που τοποθετούνται στους κλιματιζόμενους χώρους και φυσικά την εξωτερική κεντρική μονάδα (αντλία θερμότητας) που τοποθετείται στο εξωτερικό περιβάλλον, όπως το δώμα του κτηρίου^[8]. Κάθε μεμονωμένη εσωτερική μονάδα καθορίζει αυτόματα την απόδοση που χρειάζεται βάση της εσωτερικής θερμοκρασίας του χώρου καθώς και της ζητούμενης θερμοκρασίας (από το τηλεχειριστήριο) που απαιτεί ο χρήστης^[9]. Έτσι, η εξωτερική μονάδα λαμβάνοντας

υπόψη τις απαιτήσεις των εσωτερικών μονάδων καθορίζει και προσαρμόζει ανάλογα τον όγκο του ψυκτικού και τη θερμοκρασία ^[9]. Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι μιλάμε για ένα σύστημα που καθορίζει αυτόματα την απαραίτητη ενέργεια που χρειάζεται για ψύξη και θέρμανση με αποτέλεσμα να αποφεύγονται οι υψηλές και άσκοπες καταναλώσεις και έτσι, εξοικονομείται μεγάλη ποσότητα ενέργειας κατά τη λειτουργία του.

- Κεντρική κλιματιστική μονάδα (Κ.Κ.Μ.):

Η μονάδα που θα χρησιμοποιήσουμε για τον αερισμό του κτηρίου είναι η Κεντρική Κλιματιστική μονάδα ή ΚΚΜ. Η Κ.Κ.Μ. αποτελεί ένα μηχάνημα που χρησιμοποιείται για τον κεντρικό κλιματισμό του κτηρίου καθώς ελέγχει τη θερμοκρασία, την υγρασία και την καθαρότητα του αέρα ^[10]. Για ένα κτήριο εκπαίδευσης σαν αυτό που μελετάμε στην παρούσα εργασία, οι Κ.Κ.Μ. είναι ιδανική επιλογή για τον κλιματισμό του κτηρίου, διότι όπως έχει αποδειχθεί είναι πλέον ο ιδανικός τρόπος για την εξασφάλιση των συνθηκών θερμικής άνεσης σε κτήρια με μεγάλη συνάθροιση. Στο συγκεκριμένο σενάριο η Κ.Κ.Μ. θα χρησιμοποιηθεί για να καλύψει μόνο τα φορτία αερισμού του κτηρίου. Πρόκειται και για ένα οικονομικό σύστημα όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας κάτι που είναι απολύτως σημαντικό να επιτευχθεί ^[10]. Η κύρια λειτουργία μίας Κ.Κ.Μ. είναι ο αερισμός του χώρου, δηλαδή η ανανέωση του αέρα με φρέσκο από το εξωτερικό περιβάλλον. Τα κύρια εξαρτήματα μιας Κ.Κ.Μ. είναι ο ανεμιστήρας προσαγωγής που φέρνει νωπό αέρα στο χώρο και ο ανεμιστήρας απαγωγής αέρα που διώχνει προς το εξωτερικό περιβάλλον τον κλιματισμένο αέρα. Άλλα κύρια εξαρτήματα μιας Κ.Κ.Μ. είναι η διάταξη φίλτρων για τον καθαρισμό του αέρα, καθώς και ο εναλλάκτης θερμότητας αέρος νερού ^[11]. Ακόμη ένα εξάρτημα των Κ.Κ.Μ. είναι το κιβώτιο μίξης όπου ο νωπός αέρας αναμιγνύεται με τον προκλιματισμένο ^[11]. Η λειτουργία αυτή ονομάζεται ανακυκλοφορία του αέρα στο χώρο αφού, εισέρχεται ξανά στο χώρο μαζί με φρέσκο. Επιπλέον, ακόμη μία λειτουργία της Κ.Κ.Μ. είναι η αναθέρμανση του αέρα προσαγωγής πριν εισέλθει στο χώρο η οποία γίνεται με ανάκτηση θερμότητας (heat recovery). Τα δύο ρεύματα αέρα αναμιγνύονται μηχανικά με αποτέλεσμα να ανταλλάσσουν ιδιότητες μέσω του εναλλάκτη με αποτέλεσμα να γίνεται μία αναθέρμανση του αέρα πριν εισέλθει στο χώρο. Όσον αφορά την εξωτερική τους εμφάνιση οι Κ.Κ.Μ. είναι κατασκευασμένες από αλουμίνιο στο περίβλημά τους και είναι συστήματα που τοποθετούνται στον εξωτερικό χώρο του κτηρίου. Συγκεκριμένα στο παρόν κτήριο όσες μονάδες τοποθετηθούν για την κάλυψη των φορτίων του κτηρίου θα τοποθετηθούν στο δώμα.

- Τερματικές μονάδες νερού (FCU):

Τα FCU (Fan Coil Units) ή αλλιώς τερματικές μονάδες νερού είναι τερματικές εσωτερικές μονάδες κλιματισμού ^[12] και αποτελούν το σύστημα μετάδοσης θερμικής ενέργειας εντός των χώρων του κτηρίου ^[13]. Στη συγκεκριμένη περίπτωση έχουν ως πηγή για την παραγωγή θερμότητας την κλιματιστική μονάδα VRF και ως μέσο για τη μεταφορά θερμότητας χρησιμοποιούν το νερό. Τα κύρια μέρη που απαρτίζουν ένα FCU είναι ο εναλλάκτης θερμότητας, ο ανεμιστήρας και ο κινητήρας του ανεμιστήρα ^[12]. Ο τύπος του FCU που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι γυμνή μονάδα κρυμμένη στην ψευδοροφή γνωστή ως μονάδα οροφής.

5.2.2 Ορισμός στοιχείων των ζωνών στο FineGREEN

Προκειμένου να εξάγουμε τα αποτελέσματα του σεναρίου πρέπει να εισάγουμε στις ζώνες που έχουμε ορίσει τα στοιχεία που αφορούν τον τρόπο λειτουργίας της κάθε ζώνης. Οι ζώνες που έχουν οριστεί είναι αυτή του ισογείου, του Α΄ ορόφου, του Β΄ ορόφου και η τελευταία αφορά τα γραφεία που συγκεντρώνονται στον Γ΄ και στον Β΄ όροφο. Η χρήση των τριών πρώτων ζωνών – του ισογείου, του Α΄ και του Β΄ ορόφου – είναι η ίδια και για τις τρεις και είναι η αίθουσα διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης όπως ορίζεται και στον Κ.Εν.Α.Κ.. Αντιθέτως, η τέταρτη ζώνη που αφορά στα γραφεία δεν έχει την ίδια χρήση όπως είναι φυσικό. Η χρήση της είναι αυτή των γραφείων. Επομένως, τα στοιχεία που θα εισάγουμε στο FineGREEN για τις τρεις πρώτες ζώνες είναι τα ίδια και διαφέρουν από αυτά που θα εισάγουμε για τη ζώνη των γραφείων.

5.2.2.1 Ορισμός στοιχείων για τις ζώνες Ισογείου, Α΄ και Β΄ ορόφου

Ας μελετήσουμε στην αρχή τα στοιχεία που αφορούν τις ζώνες «Isogeio», «Α οροφος», «Β οροφος» για τις οποίες εισάγουμε τα ίδια δεδομένα όσον αφορά τη χρήση τους. Στο λογισμικό του FineGREEN στην καρτέλα «Zone Parameters» εμφανίζονται όλες οι θερμικές ζώνες που έχουμε θέσει για το κτήριο και οι καρτέλες που αφορούν την κάθε ζώνη. Αυτές οι καρτέλες με ονομασίες «Activity», «Lighting», «HVAC», «DHW» «Zone Data» είναι αυτές που θα αναλύσουμε παρακάτω.

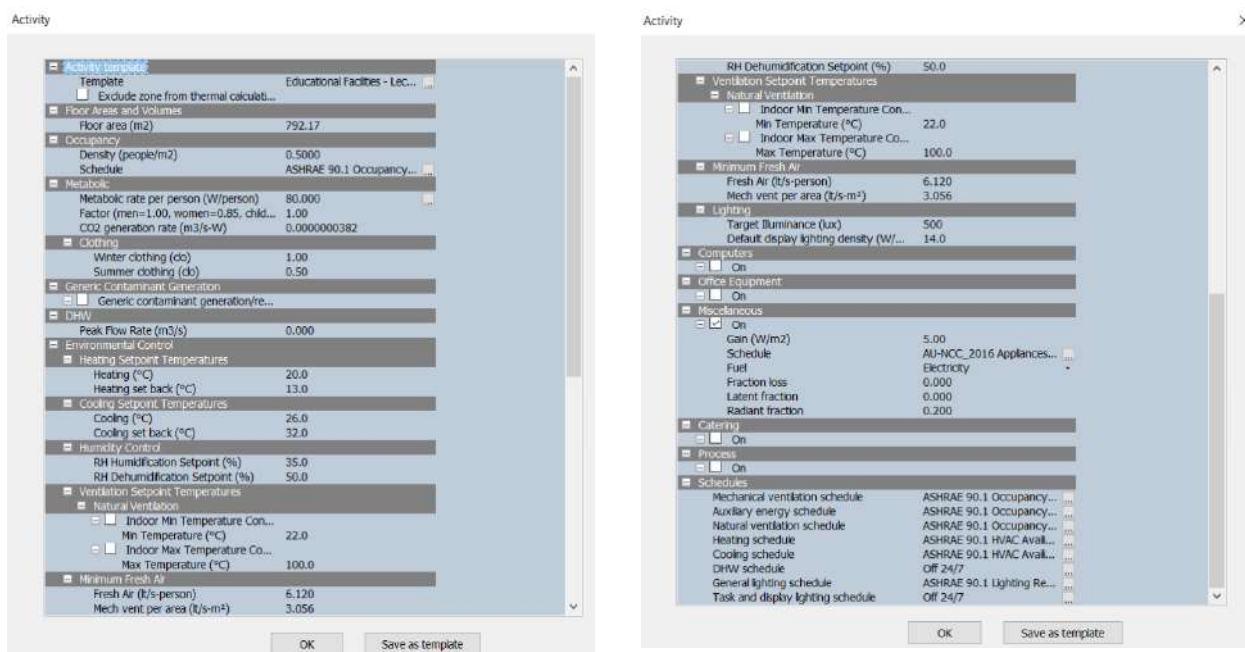
Αρχικά επιλέγοντας της καρτέλα «Activity» εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.1 όπου εισήχθησαν τα εξής στοιχεία:

- Ορίσαμε τη χρήση της θερμικής ζώνης «Education Facilities – Lecture Classroom» για τον υπολογισμό των φορτίων.

- Το λογισμικό εμφανίζει το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου που εντάσσονται στη θερμική ζώνη που εξετάζουμε – για παράδειγμα για τη ζώνη «Isogeio» είναι 792.17m^2 .
- Στην επιλογή «Occurancy» ορίσαμε σύμφωνα με τον πίνακα 2.3 του Κ.Εν.Α.Κ.^[1] τα άτομα/ m^2 «Density (people/ m^2)» για τη συγκεκριμένη χρήση της ζώνης ίσο με 0.5 άτομα/ m^2 και επιπλέον, επιλέξαμε από τις βιβλιοθήκες του λογισμικού το πρόγραμμα «Schedule» να είναι το «ASHRAE 90.1 Occurancy -School»
- Στην κατηγορία «Metabolic», στο «Metabolic rate per person (W/person)» που αναφέρεται στη θερμική ισχύ ανά άτομο, ορίσαμε την τιμή 80 W/άτομο σύμφωνα με τον πίνακα 2.7 του Κ.Εν.Α.Κ. για τη χρήση της αίθουσας διδασκαλίας τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Επιπλέον, ορίστηκαν και οι τιμές «Factor» για την ομοιόμορφη κατανομή των ατόμων και «CO2 generation rate» για το παραγόμενο CO2.
- Το λογισμικό καθορίζει επίσης το συντελεστή χειμερινού και καλοκαιρινού ρουχισμού ίσο με 1.0 και 0.5 αντίστοιχα.
- Στο πεδίο «DHW» που αφορά το ζεστό νερό χρήσης έχουμε ορίσει την τιμή 0.0 διότι στο σύνολο του κτηρίου δεν απαιτείται παροχή ζεστού νερού χρήσης όντας ένα κτήριο εκπαιδευτικού σκοπού λειτουργίας.
- Στο πεδίο «Environmental Control» ορίζουμε στοιχεία που αφορούν τις τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας των εσωτερικών χώρων του κτηρίου σύμφωνα με τον πίνακα 2.2 του Κ.Εν.Α.Κ.. Για τις τιμές που εισάγονται στο «Heating set back» και «Cooling set back», αφορούν τις τιμές που στοχεύουν στον έλεγχο της θερμοκρασίας μιας ζώνης κατά τις περιόδους που το κτήριο δε λειτουργεί, όπως τις περιόδους διακοπών, τα σαββατοκύριακα ή στη διάρκεια της νύχτας.
- Στην κατηγορία «Minimum Fresh Air» εισάγουμε τα δεδομένα του πίνακα 2.3 του Κ.Εν.Α.Κ.. Συγκεκριμένα το «Fresh Air ($\text{lt/s} - \text{person}$)» λαμβάνει την τιμή του νωπού αέρα [$\text{m}^3/\text{s/άτομο}$] η οποία έχει μετατραπεί από [$\text{m}^3/\text{s/άτομο}$] σε [$\text{lt/s} - \text{person}$] και ισούται με 6.12 . Επιπλέον, το «Mech vent per area ($\text{lt/s} - \text{m}^2$)» λαμβάνει την τιμή του νωπού αέρα [$\text{m}^3/\text{s/m}^2$] του πίνακα Κ.Εν.Α.Κ. για τη συγκεκριμένη χρήση αφού φυσικά έχει μετατραπεί σε [$\text{lt/s} - \text{m}^2$] και ισούται με 3.056 .
- Στην κατηγορία «Lighting» εισάγουμε τιμές που αφορούν το φωτισμό του κτηρίου που προκύπτουν από τους πίνακες 2.4 και 2.4α του Κ.Εν.Α.Κ.. Για την ακρίβεια η τιμή 500lx τοποθετείται στο πεδίο «Target Illuminance» και αναφέρεται στη στάθμη φωτισμού που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. σύμφωνα με τη χρήση της θερμικής ζώνης και η τιμή 14W/m^2 , τοποθετείται στο πεδίο «Default display lighting density» για να εκφράσει την ισχύ για ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. για τη συγκεκριμένη τιμή των lx .
- Στο πεδίο «Miscellaneous» εισάγουμε την τιμή για την ισχύ του εξοπλισμού της θερμικής ζώνης σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ.. Η τιμή αυτή ισούται με 5W/m^2 και τοποθετείται στο «Gain». Επιπλέον, ορίζεται και το ωράριο λειτουργίας της ζώνης που το επιλέγουμε από τις βιβλιοθήκες του λογισμικού. Στη συγκεκριμένη

περίπτωση επιλέχθηκε η λειτουργία «AU-NCC_2016 Appliances and equipment for Class 9b School».

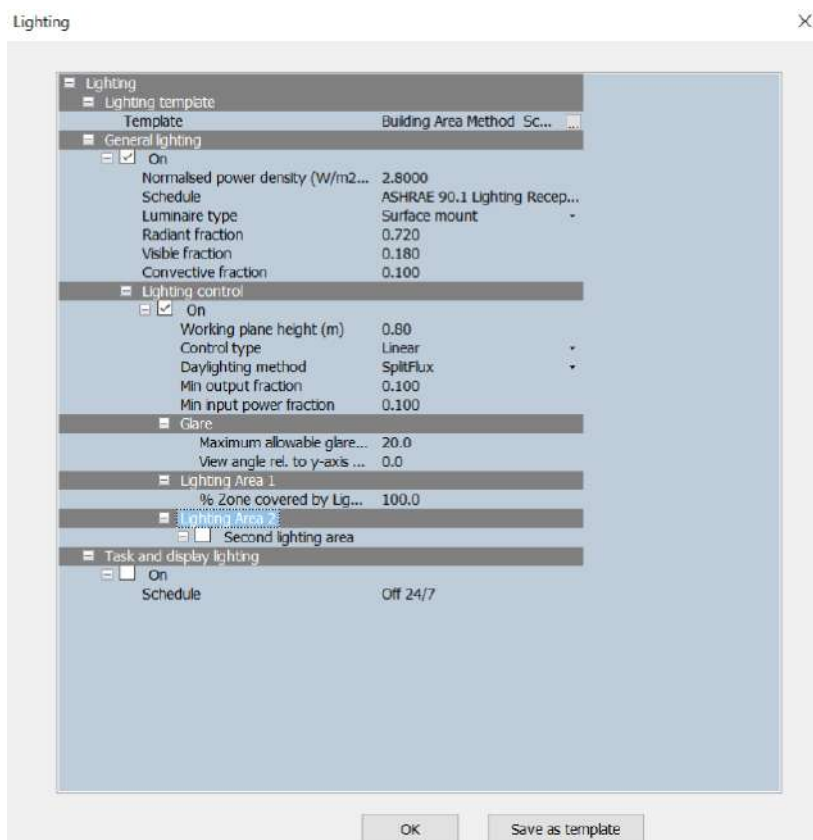
- Τέλος, επιλέγουμε από τις βιβλιοθήκες τα προγράμματα «Schedules» για κάθε διεργασία ως εξής:
 - Ωράριο λειτουργίας του μηχανικού εξαερισμού (Mechanical ventilation schedule): «ASHRAE 90.1 Occupancy - School»
 - Πρόγραμμα βοηθητικής ενέργειας (Auxiliary energy schedule): «ASHRAE 90.1 Occupancy - School»
 - Ωράριο φυσικού εξαερισμού (Natural ventilation schedule): «ASHRAE 90.1 Occupancy - School»
 - Πρόγραμμα λειτουργίας της θέρμανσης (Heating schedule): «ASHRAE 90.1 HVAC Availability – School»
 - Πρόγραμμα λειτουργίας της ψύξης (Cooling schedule): «ASHRAE 90.1 HVAC Availability – School»
 - Ωράριο παροχής ζεστού νερού χρήσης (DHW schedule): «Off 24/7»
 - Ωράριο λειτουργίας του γενικού φωτισμού (General lighting schedule): «ASHRAE 90.1 Lighting Receptacle – School»
 - Ωράριο λειτουργίας φωτισμού από διεργασίας και οθόνες (Task and display lighting schedule): «Off 24/7»



Εικόνα 5.1: Καρτέλα στοιχείων «Activity» για τις ζώνες «Isogeio», «A orofos», «B orofos»

Στη συνέχεια, επιλέγοντας την καρτέλα «Lighting» εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.2 όπου συμπληρώνουμε στοιχεία που αφορούν το φωτισμό της θερμικής ζώνης. Αυτά είναι τα εξής:

- Αρχικά ορίζουμε το πρόγραμμα του φωτισμού σύμφωνα με τη χρήση της ζώνης «Building Area Method School/University».
- Ορίζουμε την τιμή της καταναλισκόμενης ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο στα 100lx «Normalizer power density (W/m² – 100lx)» που ισούται με 2.8, ενώ το λογισμικό έχει ορίσει αυτόματα και το πρόγραμμα του φωτισμού όπως ορίστηκε στην καρτέλα «Activity».
- Επιπλέον, τσεκάρουμε το «Lighting Control» να είναι «On» και ορίζουμε την τιμή του ύψους εργασίας «Working Plane Height» ίση με 0.8m από τον πίνακα 2.4 του Κ.Εν.Α.Κ., καθώς και τον τύπο του φωτιστικού «Control Type» ως «Linear» και την ορατή και μη ορατή ακτινοβολία.
- Το λογισμικό ορίζει το πεδίο «Glare» το μέγιστο επιτρεπόμενο δείκτη αντλίας καθώς και τη γωνία θέασης από τον άξονα γ.
- Στο πεδίο «Lighting Area 1» ορίζουμε το ποσοστό κάλυψης από την πρώτη περιοχής ελέγχου που στη δική μας είναι 100% διότι δεν υπάρχει δεύτερη περιοχή ελέγχου και επομένως αυτό το ποσοστό ισούται με 0%.



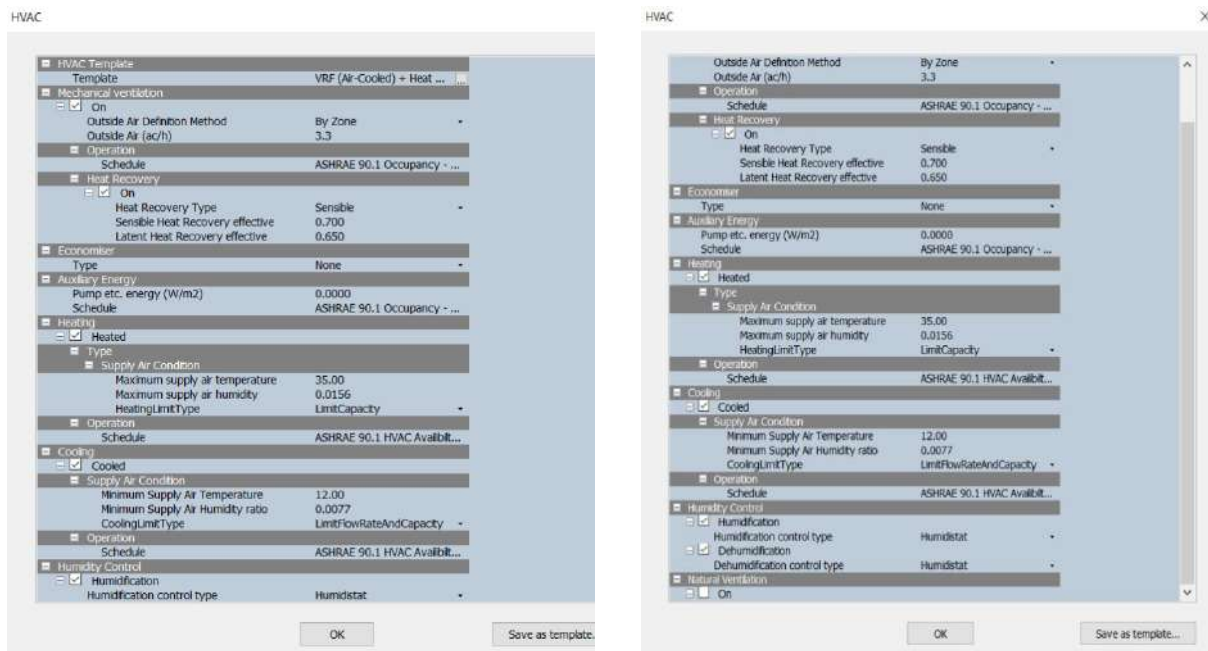
Εικόνα 5.2: Καρτέλα στοιχείων «Lighting» για τις ζώνες «Isogeio», «A orofos», «B orofos»

Επόμενο βήμα είναι η καρτέλα «HVAC» που ευθύνεται για τον ορισμό των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης της ζώνης και με την επιλογής εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.3 προς συμπλήρωση. Τα στοιχεία που οφείλουμε να συμπληρώσουμε είναι τα εξής:

- Αρχικά, πρώτο και σημαντικότερο βήμα είναι να ορίσουμε το σύστημα θέρμανσης – ψύξης που στη δική μας περίπτωση είναι κοινό και για ψύξη και για θέρμανση και είναι το VRF. Έτσι, επιλέγουμε από τις βιβλιοθήκες το σύστημα με ονομασία «VRF (Air-Cooled) + Heat recovery».
- Στη συνέχεια τσεκάρουμε την επιλογή «Mechanical Ventilation» για να ορίσουμε τη ύπαρξη συστήματος μηχανικού αερισμού ανά ζώνη και στο πεδίο «Outside Air» συμπληρώνουμε τον αριθμό εναλλαγών ανά ώρα που έχουμε υπολογίσει στο χέρι.

Ο υπολογισμός αυτός έχει τον τύπο
$$\frac{\text{τετραγωνικά ζώνης}(m^2) \cdot \text{νωπός αέρας}(\frac{m^3}{h})}{\text{τετραγωνικά ζώνης}(m^2) \cdot \text{καθαρό ύψος κτηρίου}(m^2)}$$
 και σύμφωνα με τα τετραγωνικά μέτρα της ζώνης, το καθαρό ύψος του κτηρίου και την τιμή που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. για το νωπό αέρα, προκύπτει η τιμή 3.3 εναλλαγές / h.

- Στο πεδίο «Operation» το λογισμικό περνά αυτόματα την πληροφορία για το πρόγραμμα μηχανικού εξαερισμού που ορίσαμε στο «Activity».
- Τσεκάρουμε την επιλογή για λειτουργία ανάκτησης θερμότητας «Heat Recovery».
- Επιλέγουμε στο «Economizer», ο οικονομητήρας να είναι απενεργοποιημένος. Η επιλογή αυτή δίνει την δυνατότητα για εξοικονόμηση ενέργειας όταν κατά την ψύξη η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη της εσωτερικής.
- Στο πεδίο «Auxiliary Energy» επιλέγουμε αν υπάρχει ή όχι βοηθητική ενέργεια. Στην συγκεκριμένη μελέτη δεν χρησιμοποιούμε βοηθητική ενέργεια από κάποια επιπλέον πηγή.
- Έπειτα τσεκάρουμε το «Heated» στο «Heating» και εμφανίζονται χαρακτηριστικά για το σύστημα θέρμανσης καθώς και το πρόγραμμα θέρμανσης που είχαμε ορίσει στο «Activity».
- Αντίστοιχα τσεκάρουμε το «Cooled» στο «Cooling» και εμφανίζονται χαρακτηριστικά για το σύστημα της ψύξης καθώς και το πρόγραμμα ψύξης που είχαμε ορίσει στο «Activity».
- Στο «Humidity control» επιλέγουμε την ύπαρξη ύγρανσης και αφύγρανσης της ζώνης.
- Αντίθετα, στο πεδίο «Natural Ventilation» επιλέγουμε να θέσουμε «Off» το φυσικό αερισμό της ζώνης.



Εικόνα 5.3: Καρτέλα στοιχείων «HVAC» για τις ζώνες «Isogeio», «Α οροφος», «Β οροφος»

Η καρτέλα που ακολουθεί αναφέρεται στην ύπαρξη ζεστού νερού χρήσης «DHW». Αυτή είναι μία λειτουργία που δεν υπάρχει στο δικό μας κτήριο διότι δε χρήζει τέτοιας ανάγκης και γι' αυτό δεν υπάρχει μηχανισμός αφού τέθηκε «Off» και στην καρτέλα «Activity».

Το τελευταίο βήμα είναι να συμπληρωθεί η καρτέλα «Zone Data» όπως φαίνεται στην εικόνα 5.4. Τα πεδία προς συμπλήρωση είναι τα εξής:

- Αρχικά τσεκάρουμε την επιλογή «Model Infiltration» για να ορίσουμε την εκτιμώμενη ροή αέρα στην ζώνη μελέτης από χαραμάδες.
- Στη συνέχεια εισάγουμε τον αριθμό που έχουμε υπολογίσει προηγουμένως για τις εναλλαγές αέρα / h.
- Επιλέγουμε από τις βιβλιοθήκες το πρόγραμμα που καθορίζει τις ώρες λειτουργίας του κτηρίου σύμφωνα με τη χρήση του «ASHRAE 90.1 Occurancy – School».
- Τέλος, από τον πίνακα που εμφανίζει το λογισμικό για τη συμπλήρωση των πεδίων «Data type and wind speed coefficients», όπως φαίνεται στην εικόνα 5.5 επιλέγουμε το πρότυπο της EnergyPlus.

Zone data ✕

General

☒ Model Infiltration

Constant rate (ac/h)

Schedule

Delta T and wind speed coefficients

Constant

Temperature

Velocity

Velocity squared

Εικόνα 5.4: Καρτέλα στοιχείων «Zone Data» για τις ζώνες «Isogeio», «Α οροφος», «Β οροφος»

Infiltration Constant A X

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

Source	A (Constant)	B (Temperature)	C (Velocity)	D (Velocity squared)
EnergyPlus (default)	1	0	0	0
DOE-2	0.606	0.03636	0.1177	0
BLAST	0	0	0.224	0

Exit

Εικόνα 5.5: Πίνακας για τη συμπλήρωση των τιμών «Data type and wind speed coefficients»

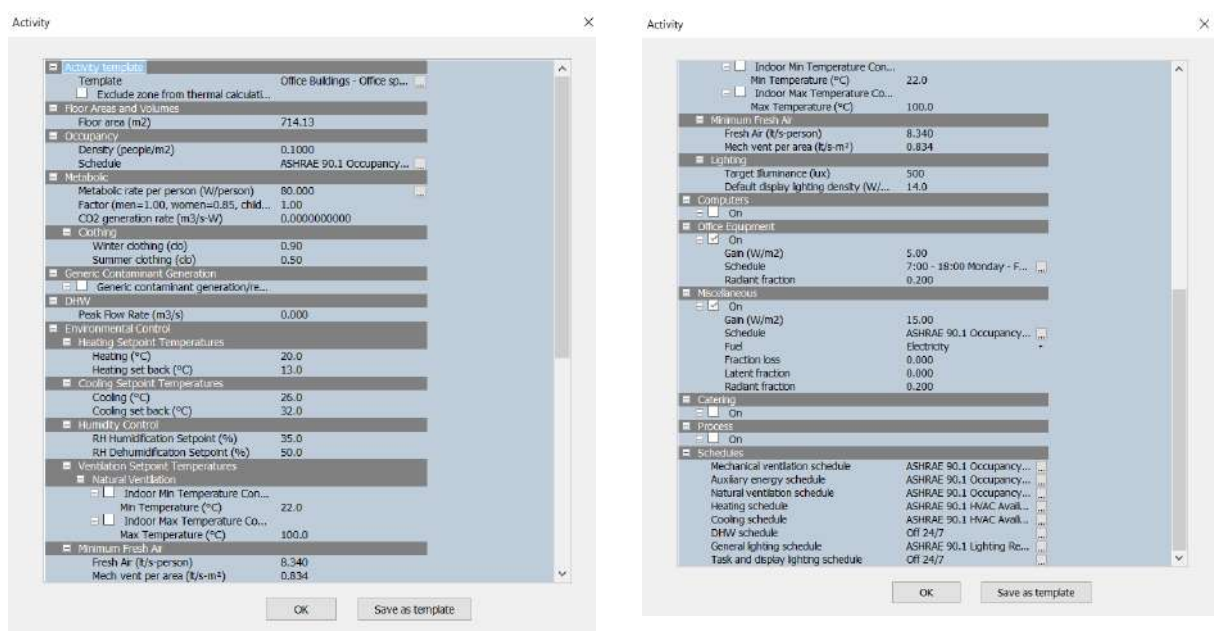
5.2.2.2 Ορισμός στοιχείων για τη ζώνη των γραφείων

Με τον ίδιο τρόπο που ορίσαμε τα παραπάνω στοιχεία, έτσι θα ορίσουμε και τα δεδομένα της ζώνης των γραφείων. Ομοίως λοιπόν επιλέγοντας την καρτέλα «Activity» εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.6 στο οποίο εισάγουμε τα εξής δεδομένα:

- Ορίσαμε τη χρήση της θερμικής ζώνης «Office buildings – Office space» για τον υπολογισμό των φορτίων.
- Το λογισμικό εμφανίζει το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου που εντάσσονται στη θερμική ζώνη που εξετάζουμε ίσο με 714.13m².
- Στην επιλογή «Occupancy» ορίσαμε σύμφωνα με τον πίνακα 2.3 του Κ.Εν.Α.Κ. τα άτομα/m² «Density (people/m2)» για τη συγκεκριμένη χρήση της ζώνης ίσο με 0.1 άτομα/m² και επιπλέον, επιλέξαμε από τις βιβλιοθήκες του λογισμικού το πρόγραμμα «Schedule» να είναι το «ASHRAE 90.1 Occupancy - Office»
- Στην κατηγορία «Metabolic», στο «Metabolic rate per person (W/person)» που αναφέρεται στη θερμική ισχύ ανά άτομο, ορίσαμε την τιμή 80 W/άτομο σύμφωνα με τον πίνακα 2.7 του Κ.Εν.Α.Κ. για τη χρήση των γραφείων. Επιπλέον, ορίστηκαν και οι τιμές «Factor» για την ομοιόμορφη κατανομή των ατόμων και «CO2 generation rate» για το παραγόμενο CO2.

- Το λογισμικό καθορίζει επίσης το συντελεστή χειμερινού και καλοκαιρινού ρουχισμού ίσο με 0.9 και 0.5 αντίστοιχα.
- Στο πεδίο «DHW» που αφορά το ζεστό νερό χρήσης έχουμε ορίσει την τιμή 0.0 διότι στο σύνολο του κτηρίου δεν απαιτείται παροχή ζεστού νερού χρήσης όντας ένα κτήριο εκπαιδευτικού σκοπού λειτουργίας.
- Στο πεδίο «Environmental Control» ορίζουμε στοιχεία που αφορούν τις τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας των εσωτερικών χώρων του κτηρίου σύμφωνα με τον πίνακα 2.2 του Κ.Εν.Α.Κ.. Για τις τιμές που εισάγονται στο «Heating set back» και «Cooling set back», αφορούν τις τιμές που στοχεύουν στον έλεγχο της θερμοκρασίας μιας ζώνης κατά τις περιόδους που το κτήριο δε λειτουργεί, όπως τις περιόδους διακοπών, τα σαββατοκύριακα ή στη διάρκεια της νύχτας.
- Στην κατηγορία «Minimum Fresh Air» εισάγουμε τα δεδομένα του πίνακα 2.3 του Κ.Εν.Α.Κ.. Συγκεκριμένα το «Fresh Air (lt/s – person)» λαμβάνει την τιμή του νωπού αέρα [$\text{m}^3/\text{s}/\text{άτομο}$] η οποία έχει μετατραπεί από [$\text{m}^3/\text{s}/\text{άτομο}$] σε [$\text{lt/s} - \text{person}$] και ισούται με 8.34. Επιπλέον, το «Mech vent per area (lt/s – m^2)» λαμβάνει την τιμή του νωπού αέρα [$\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$] του πίνακα Κ.Εν.Α.Κ. για τη συγκεκριμένη χρήση αφού φυσικά έχει μετατραπεί σε [$\text{lt/s} - \text{m}^2$] και ισούται με 0.834.
- Στην κατηγορία «Lighting» εισάγουμε τιμές που αφορούν το φωτισμό του κτηρίου που προκύπτουν από τους πίνακες 2.4 και 2.4α του Κ.Εν.Α.Κ.. Για την ακρίβεια η τιμή 500lx τοποθετείται στο πεδίο «Target Illuminance» και αναφέρεται στη στάθμη φωτισμού που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. σύμφωνα με τη χρήση της θερμικής ζώνης και η τιμή $14\text{W}/\text{m}^2$, τοποθετείται στο πεδίο «Default display lighting density» για να εκφράσει την ισχύ για ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. για τη συγκεκριμένη τιμή των lx.
- Στο «Office Equipment» που αφορά τον εξοπλισμό των γραφείων του κτηρίου διαλέγουμε ένα πρόγραμμα λειτουργίας «Schedule» για τη συγκεκριμένη ζώνη διότι τα γραφεία του κτηρίου απαιτούν εξοπλισμό. Το πρόγραμμα λειτουργίας του εξοπλισμού των γραφείων που επιλέξαμε είναι 7:00 – 18:00 από Δευτέρα έως Παρασκευή. Το λογισμικό επιλέγει αυτόματα την ισχύ του εξοπλισμού των γραφείων «Gain» στα $5\text{W}/\text{m}^2$.
- Στο πεδίο «Miscellaneous» εισάγουμε την τιμή για την ισχύ του εξοπλισμού της θερμικής ζώνης σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ.. Η τιμή αυτή ισούται με $15\text{W}/\text{m}^2$ και τοποθετείται στο «Gain». Επιπλέον, ορίζεται και το ωράριο λειτουργίας της ζώνης που το επιλέγουμε από τις βιβλιοθήκες του λογισμικού. Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκε η λειτουργία «ASHRAE 90.1 Occupancy - Office».
- Τέλος, επιλέγουμε από τις βιβλιοθήκες τα προγράμματα «Schedules» για κάθε διεργασία ως εξής:
 - Ωράριο λειτουργίας του μηχανικού εξαερισμού (Mechanical ventilation schedule): «ASHRAE 90.1 Occupancy - Office»
 - Πρόγραμμα βοηθητικής ενέργειας (Auxiliary energy schedule): «ASHRAE 90.1 Occupancy - Office»

- Ωράριο φυσικού εξαερισμού (Natural ventilation schedule): «ASHRAE 90.1 Occupancy - Office»
- Πρόγραμμα λειτουργίας της θέρμανσης (Heating schedule): «ASHRAE 90.1 HVAC Availability – Office»
- Πρόγραμμα λειτουργίας της ψύξης (Cooling schedule): «ASHRAE 90.1 HVAC Availability – Office»
- Ωράριο παροχής ζεστού νερού χρήσης (DHW schedule): «Off 24/7»
- Ωράριο λειτουργίας του γενικού φωτισμού (General lighting schedule): «ASHRAE 90.1 Lighting Receptacle – Office»
- Ωράριο λειτουργίας φωτισμού από διεργασίας και οθόνες (Task and display lighting schedule): «Off 24/7»

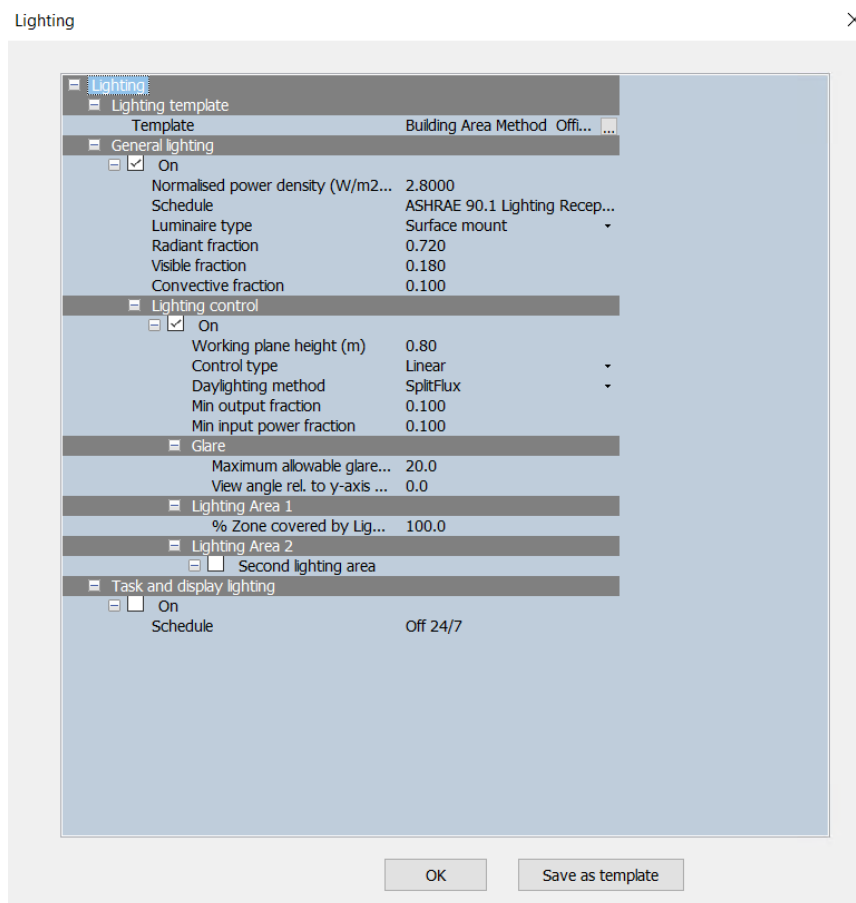


Εικόνα 5.6: Καρτέλα στοιχείων «Activity» για τη ζώνη «C orofos - Γραφεία»

Στη συνέχεια θα εισάγουμε δεδομένα στην καρτέλα «Lighting» η οποία παρουσιάζεται στην εικόνα 5.7. Τα στοιχεία που εισαγάγαμε είναι τα εξής:

- Αρχικά ορίζουμε το πρόγραμμα του φωτισμού σύμφωνα με τη χρήση της ζώνης «Building Area Method Office».
- Ορίζουμε την τιμή της καταναλισκόμενης ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο στα 100lx «Normalizer power density (W/m² – 100lux)» που ισούται με 2.8, ενώ το λογισμικό έχει ορίσει αυτόματα και το πρόγραμμα του φωτισμού όπως ορίστηκε στην καρτέλα «Activity».
- Επιπλέον, τσεκάρουμε το «Lighting Control» να είναι «On» και ορίζουμε την τιμή του ύψους εργασίας «Working Plane Height» ίση με 0.8m από τον πίνακα 2.4 του Κ.Εν.Α.Κ., καθώς και τον τύπο του φωτιστικού «Control Type» ως «Linear» και την ορατή και μη ορατή ακτινοβολία.

- Το λογισμικό ορίζει το πεδίο «Glare» το μέγιστο επιτρεπόμενο δείκτη αντλίας καθώς και τη γωνία θέασης από τον άξονα γ.
- Στο πεδίο «Lighting Area 1» ορίζουμε το ποσοστό κάλυψης από την πρώτη περιοχής ελέγχου που στη δική μας είναι 100% διότι δεν υπάρχει δεύτερη περιοχή ελέγχου και επομένως αυτό το ποσοστό ισούται με 0%.



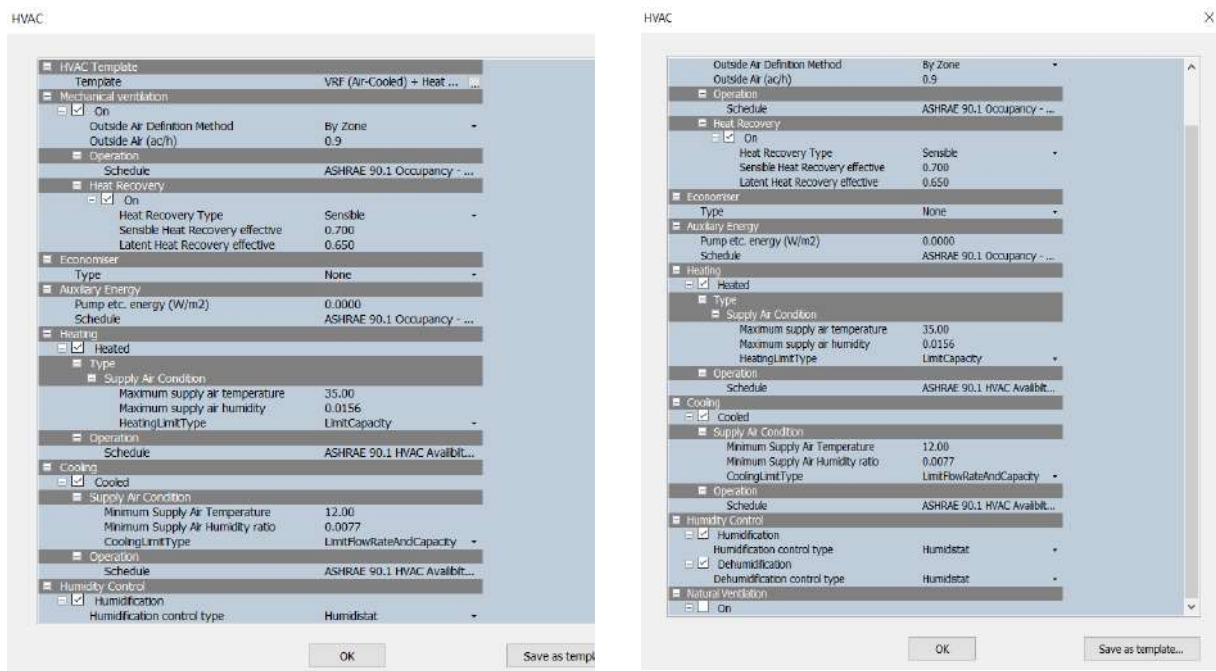
Εικόνα 5.7: Καρτέλα στοιχείων «Lighting» για τη ζώνη «C orofos - Grafeia»

Η επόμενη καρτέλα δεδομένων αναφέρεται στα συστήματα «HVAC» και εισαγάγαμε τα εξής δεδομένα όπως φαίνονται και στην εικόνα 5.8:

- Αρχικά, πρώτο και σημαντικότερο βήμα είναι να ορίσουμε το σύστημα θέρμανσης – ψύξης που στη δική μας περίπτωση είναι κοινό και για ψύξη και για θέρμανση και είναι το VRF. Έτσι, επιλέγουμε από τις βιβλιοθήκες το σύστημα με ονομασία «VRF (Air-Cooled) + Heat recovery».
- Στη συνέχεια τσεκάρουμε την επιλογή «Mechanical Ventilation» για να ορίσουμε τη ύπαρξη συστήματος μηχανικού αερισμού ανά ζώνη και στο πεδίο «Outside Air» συμπληρώνουμε τον αριθμό εναλλαγών ανά ώρα που έχουμε υπολογίσει στο χέρι.

Ο υπολογισμός αυτός έχει τον τύπο
$$\frac{\text{τετραγωνικά ζώνης}(m^2) \cdot \text{νωπός αέρας}(\frac{m^3}{h})}{\text{τετραγωνικά ζώνης}(m^2) \cdot \text{καθαρό ύψος κτηρίου}(m^2)}$$
 και σύμφωνα με τα τετραγωνικά μέτρα της ζώνης, το καθαρό ύψος του κτηρίου και την τιμή που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. για το νωπό αέρα, προκύπτει η τιμή 0.9 εναλλαγές / h.

- Στο πεδίο «Operation» το λογισμικό περνά αυτόματα την πληροφορία για το πρόγραμμα μηχανικού εξαερισμού που ορίσαμε στο «Activity».
- Τσεκάρουμε την επιλογή για λειτουργία ανάκτησης θερμότητας «Heat Recovery».
- Επιλέγουμε στο «Economizer», ο οικονομητήρας να είναι απενεργοποιημένος. Η επιλογή αυτή δίνει την δυνατότητα για εξοικονόμηση ενέργειας όταν κατά την ψύξη η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη της εσωτερικής.
- Στο πεδίο «Auxiliary Energy» επιλέγουμε αν υπάρχει ή όχι βοηθητική ενέργεια. Στην συγκεκριμένη μελέτη δεν χρησιμοποιούμε βοηθητική ενέργεια από κάποια επιπλέον πηγή.
- Έπειτα τσεκάρουμε το «Heated» στο «Heating» και εμφανίζονται χαρακτηριστικά για το σύστημα θέρμανσης καθώς και το πρόγραμμα θέρμανσης που είχαμε ορίσει στο «Activity».
- Αντίστοιχα τσεκάρουμε το «Cooled» στο «Cooling» και εμφανίζονται χαρακτηριστικά για το σύστημα της ψύξης καθώς και το πρόγραμμα ψύξης που είχαμε ορίσει στο «Activity».
- Στο «Humidity control» επιλέγουμε την ύπαρξη υγρανσης και αφύγρανσης της ζώνης.
- Αντίθετα, στο πεδίο «Natural Ventilation» επιλέγουμε να θέσουμε «Off» το φυσικό αερισμό της ζώνης.



Εικόνα 5.8: Καρτέλα στοιχείων «HVAC» για τη ζώνη «C orofos - Grafeia»

Η καρτέλα που ακολουθεί αναφέρεται στην ύπαρξη ζεστού νερού χρήσης «DHW». Αυτή είναι μία λειτουργία που δεν υπάρχει στο δικό μας κτήριο όπως προαναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα και γι' αυτό τέθηκε «Off» και στην καρτέλα «Activity».

Τέλος, πρέπει να συμπληρωθεί η καρτέλα «Zone Data» όπως φαίνεται στην εικόνα 5.9. Τα πεδία προς συμπλήρωση είναι τα εξής:

- Αρχικά τσεκάρουμε την επιλογή «Model Infiltration» για να ορίσουμε την εκτιμώμενη ροή αέρα στην ζώνη μελέτης από χαραμάδες.
- Στη συνέχεια εισάγουμε τον αριθμό που έχουμε υπολογίσει προηγουμένως για τις εναλλαγές αέρα / h.
- Επιλέγουμε από τις βιβλιοθήκες το πρόγραμμα που καθορίζει τις ώρες λειτουργίας του κτηρίου σύμφωνα με τη χρήση του «ASHRAE 90.1 Occupancy – Office».
- Τέλος, από τον πίνακα που εμφανίζει το λογισμικό για τη συμπλήρωση των πεδίων «Data type and wind speed coefficients», όπως φαίνεται στην εικόνα 5.5 επιλέγουμε το πρότυπο της EnergyPlus.

Zone data

General

☒ Model Infiltration

Constant rate (ac/h) 0.900

Schedule ASHRAE 90.1 Occupancy - Office

Delta T and wind speed coefficients

Constant 1.000

Temperature 0.000

Velocity 0.000

Velocity squared 0.000

OK Cancel

Εικόνα 5.9: Καρτέλα στοιχείων «Zone Data» για τη ζώνη «C orofos - Grafeia»

5.2.2.3 Ορισμός στοιχείων για τους μη θερμαινόμενους χώρους

Οι μη θερμαινόμενοι χώροι που έχουμε ορίσει στο λογισμικό με την κατηγορία «Semi exterior unconditioned» δεν έχουν ορισμένα στοιχεία στις καρτέλες «Activity», «HVAC» και «Lighting Data». Για την ακρίβεια επιλέγοντας τον ορισμό τους ως μη θερμαινόμενοι χώροι τα παραπάνω δεδομένα θέτονται μηδέν από το λογισμικό. Η χρήση των μη θερμαινόμενων χώρων, αφού δεν μελετώνται οι ίδιοι ως προς τα συστήματα και τις ιδιότητές τους είναι να λαμβάνονται υπόψη ως γειτονικοί των θερμικών ζωνών και να επηρεάζουν τους υπολογισμούς των ψυκτικών και θερμικών τους φορτίων.

5.3 Δεύτερο σενάριο λειτουργίας

5.3.1 Ορισμός και τρόπος λειτουργίας συστήματος δεύτερου σεναρίου

Όσον αφορά το δεύτερο σενάριο, αυτό εξετάζει την περίπτωση της τοποθέτησης αντλίας θερμότητας αέρα – νερού ως κεντρική κλιματιστική μονάδα και ως τερματική μονάδα θα χρησιμοποιηθεί Κ.Κ.Μ. 100% νωπού αέρα για την κάλυψη του συνόλου των φορτίων χώρου και αερισμού. Ας δούμε αναλύσουμε τα μέρη του συστήματος.

- Αντλία θερμότητας αέρα – νερού:

Η αντλία θερμότητας είναι συσκευή που χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση τόσο θέρμανσης όσο και ψύξης των χώρων. Η αρχή λειτουργίας της είναι να εκμεταλλεύεται την ενέργεια του εξωτερικού χώρου για να ρυθμίσει την εσωτερική θερμοκρασία. Συγκεκριμένα, για τη θέρμανση του χώρου αντλεί θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον και τη διοχετεύει στο εσωτερικό του χώρου προκειμένου να αυξηθεί η θερμοκρασία του ^[14]. Αντίθετα, όταν βρίσκεται σε λειτουργία ψύξης του χώρου αντλεί θερμότητα από το εσωτερικό του χώρου και την αποβάλλει στον εξωτερικό χώρο ^[14]. Έτσι, με την αποβολή της θερμότητας ο χώρος δροσίζεται. Η τεχνολογία που χρησιμοποιεί και χαρακτηρίζεται ως αέρος – νερού είναι ότι χρησιμοποιεί τον αέρα ως πηγή θερμότητας και το νερό ως μέσο μεταφοράς της θερμότητας ^[14]. Δηλαδή, το νερό ψύχεται από τον θερμό αέρα και η θερμότητα αυτή διοχετεύεται στο χώρο όταν απαιτείται θέρμανση αυτού, ή στο περιβάλλον σε λειτουργία ψύξης. Η αντλία θερμότητας αποτελείται από τρία βασικά εξαρτήματα που είναι η εξωτερική μονάδα (εξατμιστής), η εσωτερική ή εσωτερικές μονάδες (συμπυκνωτής) και το ψυκτικό που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι το νερό ^[15].

- Κεντρική κλιματιστική μονάδα (Κ.Κ.Μ.):

Η κεντρική κλιματιστική μονάδα που θα χρησιμοποιηθεί στο συγκεκριμένο σενάριο δεν διαφέρει ως προς τη βασική της λειτουργία από αυτή του σεναρίου ένα. Για την ακρίβεια, η συγκεκριμένη Κ.Κ.Μ. είναι 100% νωπού αέρα, που σημαίνει ότι ανανεώνει πλήρως τον εσωτερικό αέρα με νωπό χωρίς να απαιτείται η ύπαρξη του κιβώτιου μίξης για την ανάμιξη των δύο ρευμάτων αέρα. Σε μία τέτοια Κ.Κ.Μ. η ύπαρξη λειτουργίας αναθέρμανσης με ανάκτηση θερμότητας (heat recovery) κρίνεται απαραίτητη ώστε ο νωπός αέρας να εισέρχεται στο χώρο σε θερμοκρασία πιο κοντινή στις απαιτήσεις του χώρου. Επιπλέον, η διαφορά που έχει με αυτή του πρώτου σεναρίου είναι ως προς τη χρήση, αφού η συγκεκριμένη χρησιμοποιείται για την κάλυψη όχι μόνο των φορτίων αερισμού αλλά και των φορτίων χώρου.

5.3.2 Ορισμός στοιχείων των ζωνών στο FineGREEN

Ο ορισμός των στοιχείων για την κάθε ζώνη στο λογισμικό θα παραμείνει ο ίδιος με το προηγούμενο σενάριο εφόσον δεν αλλάζει κάτι στο πρόγραμμα λειτουργίας του κτηρίου. Η μόνη αλλαγή που εξετάζει το δεύτερο σενάριο λειτουργίας είναι η τοποθέτηση διαφορετικού HVAC συστήματος για τους θερμαινόμενους χώρους. Οι μη θερμαινόμενοι χώροι παραμένουν ίδιοι φυσικά με το προηγούμενο σενάριο, διότι δεν απαιτούν τη χρήση κάποιου HVAC συστήματος. Όσον αφορά τις θερμικές ζώνες του Ισογείου, του Α' και Β' ορόφου καθώς και των γραφείων, έχουν κοινό σύστημα το οποίο περιεγράφηκε παραπάνω. Επομένως στην καρτέλα «HVAC» που εμφανίζεται για συμπλήρωση στην κάθε θερμική ζώνη οφείλουμε να αλλάξουμε την επιλογή στο «HVAC template» και να θέσουμε την επιλογή «CAV + Heat pump». Η CAV (Constant Air Volume) λειτουργία είναι ένας τρόπος λειτουργίας του HVAC συστήματος που διατηρεί σταθερή την ποσότητα αέρα που εισέρχεται στο χώρο, όπως υποδηλώνει και το όνομα της λειτουργίας[16]. Μία τέτοια λειτουργία φαίνεται να είναι απαραίτητη σε κτήρια σαν αυτό που μελετάμε, με χώρους διαλέξεων όπου η ποσότητα του αέρα είναι σημαντικό να διατηρείται σταθερή στο χώρο και δεν χρειάζονται διακυμάνσεις της θερμοκρασίας[17]. Η αλλαγή αυτή παρουσιάζεται και στην εικόνα 5.10. Επιπλέον, οφείλουμε να τονίσουμε ότι στο δεύτερο σενάριο λειτουργίας θα εξακολουθεί να υπάρχει η λειτουργία ανάκτησης θερμότητας (heat recovery) όπως και στο πρώτο.



Εικόνα 5.10: Αλλαγή «HVAC template» για τις θερμικές ζώνες του κτηρίου

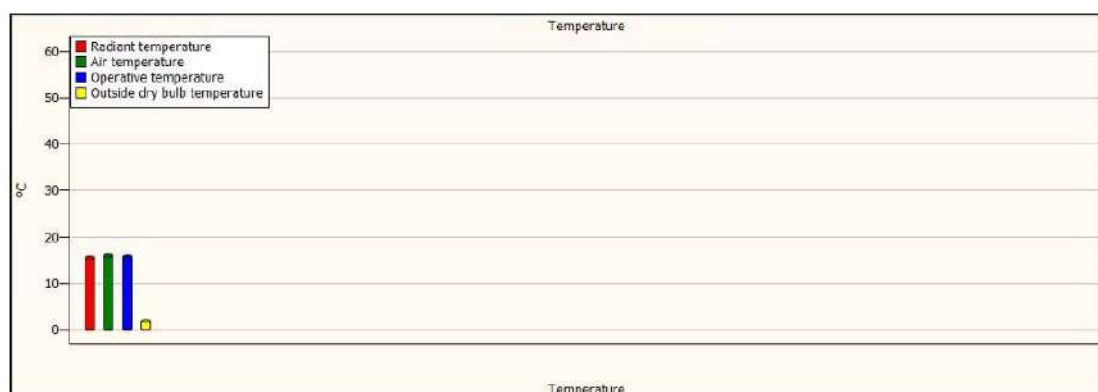
Κεφάλαιο 6 Αποτελέσματα της προσομοίωσης

6.1 Αποτελέσματα πρώτου σεναρίου

6.1.1 Αποτελέσματα από το Heating Design

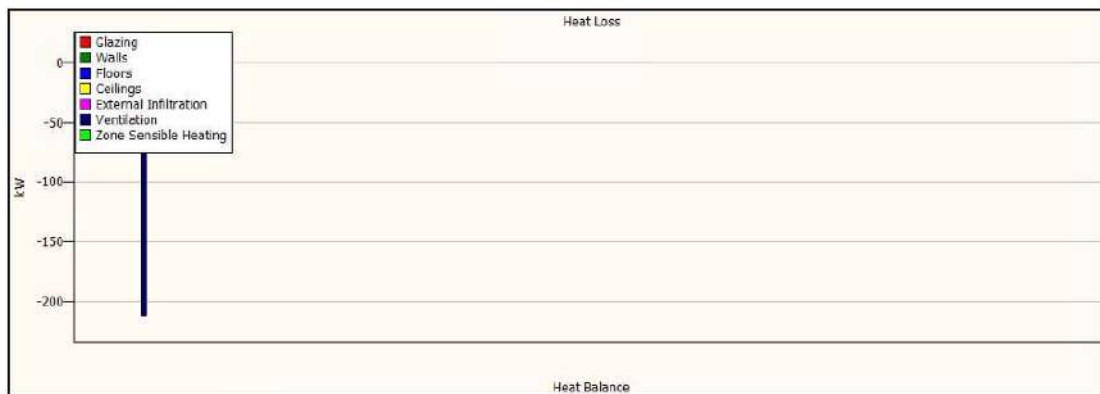
Στην καρτέλα του λογισμικού «Calculations» μπορούμε να βρούμε τις επιλογές για να παραχθούν τα αποτελέσματα της μελέτης που διεξάγαμε μέσα από το λογισμικό. Με την επιλογή «Heating Design» το πρόγραμμα εξάγει τα αποτελέσματα που φαίνονται στις εικόνες 6.1 και 6.2 καθώς και στους πίνακες 6.1, 6.2 και 6.3.

Στην εικόνα 6.1 παρουσιάζεται το διάγραμμα θερμοκρασιών για όλο το κτήριο που μελετάμε, με την εσωτερική θερμοκρασία να είναι στους 17°C (με πράσινο χρώμα), όπως επίσης και η θερμοκρασία λειτουργίας (με μπλε χρώμα) και η ακτινοβολούμενη θερμοκρασία (με κόκκινο χρώμα) να έχουν περίπου την ίδια τιμή με την εσωτερική θερμοκρασία. Η εξωτερική θερμοκρασία (με κίτρινο χρώμα) ανέρχεται στους 1.6°C.



Εικόνα 6.1: Διάγραμμα θερμοκρασιών του Heating Design, σενάριο 1

Στην εικόνα 6.2 παρουσιάζεται το διάγραμμα απωλειών θερμότητας του κτηρίου σε kW. Παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσό απωλειών θερμότητας προέρχεται από τον κλιματισμό του κτηρίου (μπλε χρώμα), ενώ η μεγάλη εισφορά ενέργειας είναι το ισοζύγιο όλων των απωλειών που είναι η αισθητή θέρμανση (πράσινο ανοιχτό χρώμα). Απώλειες θερμότητας έχουμε επιπλέον και από τα κουφώματα, τους τοίχους, τις οροφές καθώς και εξαιτίας της διείσδυσης αέρα από τις χαραμάδες.



Εικόνα 6.2: Διάγραμμα απωλειών θερμότητας του Heating Design, σενάριο 1

Δυστυχώς οι γραφικές παραστάσεις των εικόνων 6.1 και 6.2 που εξάγει το λογισμικό δεν αποτυπώνουν με ακρίβεια τα στοιχεία που περιγράψαμε με αποτέλεσμα να υπάρχουν ασάφειες ως προς τις τιμές των αποτελεσμάτων. Για αυτό το λόγο, το FineGREEN προσφέρει στη διάθεσή μας τους πίνακες 6.1, 6.2 και 6.3 προκειμένου να μπορούμε να μελετήσουμε με λεπτομέρεια τα αποτελέσματα για κάθε θερμική ζώνη του κτηρίου καθώς και για το σύνολό του.

Στους πίνακες 6.1 και 6.2 παρουσιάζονται οι τιμές για τις απαιτήσεις ενέργειας του κελύφους καθώς και τις συνθήκες θερμικές άνεσης για κάθε ζώνη ξεχωριστά. Στον πίνακα 6.1 παρουσιάζονται με ακρίβεια οι τιμές της εσωτερικής θερμοκρασίας «Air temperature» που για τις θερμικές ζώνες είναι στους 20°C, της ακτινοβολούμενης θερμοκρασίας «Radiant temperature» η οποία είναι υψηλότερη για τις θερμικές ζώνες, καθώς και της θερμοκρασίας λειτουργίας «Operative temperature» που κυμαίνεται στους 18 - 19°C για τις θερμικές ζώνες, έναντι των μη θερμαινόμενων χώρων που έχουν χαμηλότερες τιμές όπως είναι φυσικό. Η εξωτερική θερμοκρασία «Outside dry bulb temperature» του κτηρίου παραμένει σταθερή στους 1.6°C. Το ποσοστό της σχετικής υγρασίας «Relative humidity» είναι στα 29.33% για τις θερμικές ζώνες, ποσοστό μικρότερο από τους χώρους που δεν έχουν κλιματισμό. Επιπλέον, παρατηρούμε ότι οι εναλλαγές αέρα ανά ώρα «Mech vent + nat vent + Infiltration» είναι στα 4.8ac/h για τις θερμικές ζώνες, τιμές υψηλότερες από αυτές των μη θερμαινόμενων χώρων.

Πίνακας 6.1: Συνθήκες περιβάλλοντος και απώλειες ενέργειας κτηρίου, σενάριο 1

Zone	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
Υπογείο - Mh	11.138	13.00327	12.07066	1.60000	51.7830340	0.51734
Ισόγειο	20.000	17.67035	18.83518	1.60000	29.3324186	4.80140
A ορόφος	20.000	17.79225	18.89612	1.60000	29.3324182	4.80178
B ορόφος	20.000	18.06573	19.03287	1.60000	29.3324183	4.80220
C ορόφος -	20.000	17.09952	18.54976	1.60000	29.3324183	4.80253
Ισόγειο - Mh	12.416	13.37084	12.89336	1.60000	47.5911207	0.51968
A ορόφος - Mh	13.091	14.20856	13.64963	1.60000	45.5314032	0.52096
B ορόφος - Mh	12.872	13.93944	13.40552	1.60000	46.1888451	0.52061
C ορόφος - Mh	11.537	12.40835	11.97264	1.60000	50.4311708	0.51822

Στον πίνακα 6.2 παρουσιάζονται οι απώλειες θερμότητας από τα κουφώματα «Glazing», τους τοίχους «Walls», τα δάπεδα «Floors» καθώς και τις οροφές του κτηρίου «Ceilings». Επιπλέον, παρουσιάζονται τιμές σε kW για τη διείσδυση αέρα από χαραμάδες «External Infiltration» που παρατηρείται σε όλες τις ζώνες τιμές για τις απαιτήσεις του εξαερισμού «Ventilation» για τις θερμικές ζώνες που παρατηρούνται υψηλότερες στο χώρο του Α' και του Γ' ορόφου έπειτα στο Β' όροφο και τέλος στο ισόγειο. Φυσικά, το λογισμικό παρουσιάζει τις συνολικές απαιτήσεις θερμότητας για κάθε θερμική ζώνη «Zone sensible heating» και για ολόκληρο το κτήριο. Συγκεκριμένα, για το Ισόγειο έχουμε 46kW, για τον Α' όροφο έχουμε 76.47kW, για τον Β' όροφο 58.61kW και για τη ζώνη των γραφείων 87kW. Συνολικά, το κτήριο απαιτεί 268.2kW.

Πίνακας 6.2: Απώλειες ενέργειας κτηρίου, σενάριο 1

Zone	Glazing (kW)	Walls (kW)	Floors (kW)	Ceilings (kW)	External Infiltration (kW)	Ventilation (kW)	Zone sensible heating (kW)
Υπογείο - Mh	0.0000000	2.1689323	1.5401582	0.0000000	-5.4088385	0.0000000	0.0000000
Ισόγειο	-1.7501142	-1.4149449	-0.4260078	1.3856893	-4.6060455	-36.8482764	46.0365301
A ορόφος	-1.6991466	-2.2535963	-1.4234944	0.1508148	-7.7990490	-62.3923848	76.4782049
B ορόφος	-1.8113808	-1.7422927	0.0247335	-0.3404371	-5.9267398	-47.4138585	58.6125856
C ορόφος -	-3.9364782	-3.5001215	-0.0140430	-3.5736966	-8.2731621	-66.1853422	87.0820549
Ισόγειο - Mh	-0.2214255	-0.2590665	0.0203049	0.1843559	-0.4446003	0.0000000	0.0000000
A ορόφος - Mh	-0.3910372	-0.2802587	0.0348801	0.1194884	-0.5476047	0.0000000	0.0000000
B ορόφος - Mh	-0.3862808	-0.2719749	0.0296172	0.0616296	-0.5383123	0.0000000	0.0000000
C ορόφος - Mh	-0.2680664	-0.2979394	0.0816059	-0.2513068	-0.4924095	0.0000000	0.0000000
Building total	-10.4639297	-7.8512627	-0.1322454	-2.2634623	-34.0367617	-212.8398620	268.2093754

Τέλος, ο πίνακας 6.3 παρουσιάζει μια σύνοψη των τιμών που αναλύσαμε παραπάνω για το σύνολο του κτηρίου. Πιο αναλυτικά, η θερμοκρασία άνεσης για το κτήριο «Comfort temperature» είναι στους 15.47°C, η σταθερή απώλεια θερμότητας «Steady state heat loss» είναι στα 268.2kW, η μέγιστη απόδοση του κτηρίου με βάση το σχεδιασμό του «Design capacity (kW)» είναι στα 335.26kW, ενώ η μέγιστη απόδοση ανά τετραγωνικό μέτρο «Design capacity (W/m²)» είναι στα 95.76kW.

Πίνακας 6.3: Σύνοψη αποτελεσμάτων Heating Design, σενάριο 1

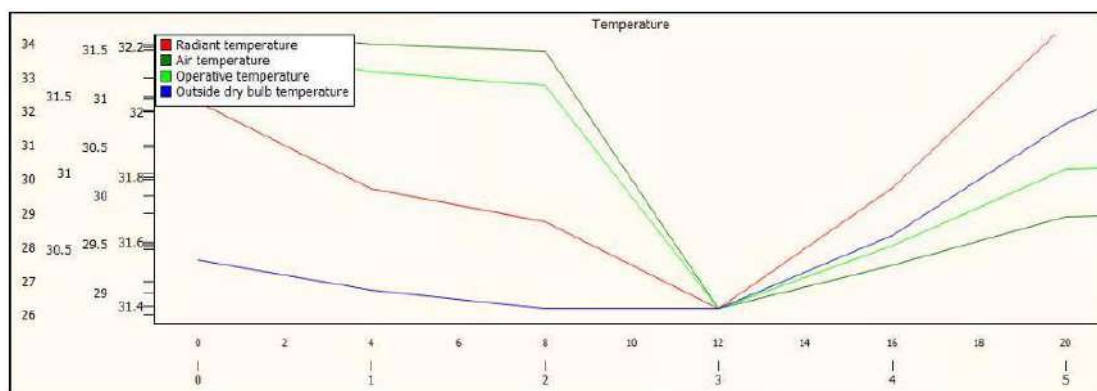
Summary	Comfort temperature (°C)	Steady state heat loss (kW)	Design capacity (kW)	Design capacity (W/m ²)
	15.478414	268.2093754	335.2617193	95.7627963

6.1.2 Αποτελέσματα από το Cooling Design

Κάνοντας κλικ στην επιλογή «Cooling Design» από το μενού επιλογών του λογισμικού εμφανίζονται τα αποτελέσματα των εικόνων 6.3, 6.4, 6.5, 6.6 και του πίνακα 6.4.

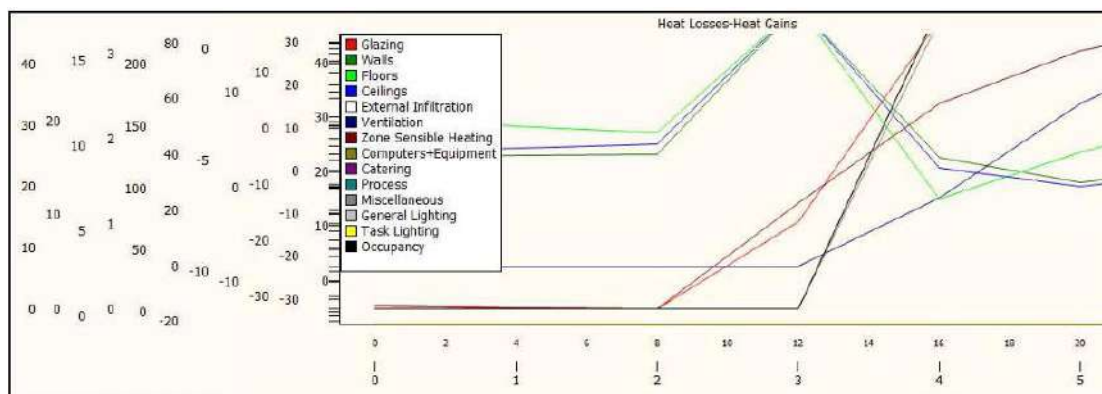
Στο διάγραμμα της εικόνας 6.3 παρουσιάζονται γραφικά οι τιμές της θερμοκρασίας για μία ημέρα που επιλέξαμε να ορίσουμε στην επιλογή «Calculation Parameters». Η εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος (με μπλε χρώμα) κυμαίνεται στους 26 - 28°C, η θερμοκρασία λειτουργίας του συστήματος (με ανοιχτό πράσινο χρώμα) κυμαίνεται στους

26 - 33°C, η εσωτερική θερμοκρασία του κτηρίου (με σκούρο πράσινο χρώμα) κυμαίνεται στους 26 - 34°C και η ακτινοβολούμενη θερμοκρασία (με κόκκινο χρώμα) στους 26 - 32°C.



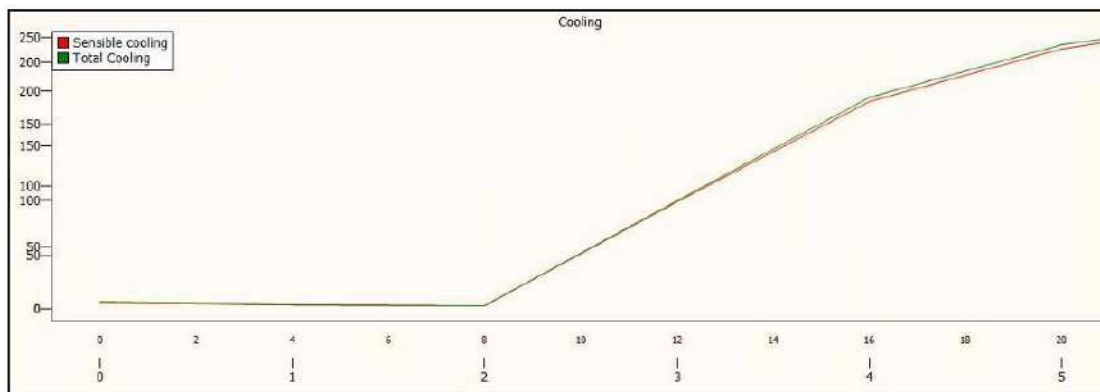
Εικόνα 6.3: Διάγραμμα θερμοκρασιών Cooling Design για μια ημέρα, σενάριο 1

Στο διάγραμμα της εικόνας 6.4 παρουσιάζονται οι θερμικές απώλειες και τα θερμικά κέρδη του κτηρίου. Όλα τα μεγέθη παρουσιάζουν θετικές τιμές που σημαίνει ότι παρέχουν κέρδη με μορφή θερμότητας στο κτήριο, με εξαίρεση τις κατηγορίες «Occupancy», «Glazing», «Computers + Equipment» και «Catering» που στην αρχή έως περίπου και τη μέση της ημέρας παρουσιάζουν αρνητικές τιμές, δηλαδή παρέχουν ψύξη στο χώρο.



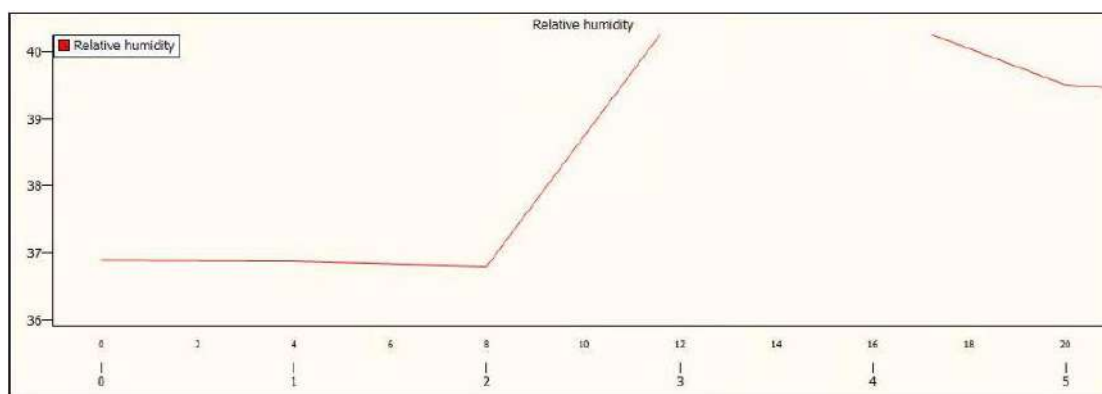
Εικόνα 6.4: Διάγραμμα θερμικών απωλειών και κερδών Cooling Design, σενάριο 1

Το διάγραμμα της εικόνας 6.5 παρουσιάζει τη διακύμανση του ολικού φορτίου ψύξης (πράσινο χρώμα) και του αισθητού φορτίου ψύξης (κόκκινο χρώμα). Το αισθητό φορτίο ψύξης ακολουθεί τη διακύμανση του ολικού φορτίου ψύξης που ξεκινά να αυξάνεται περίπου λίγο πριν τη μέση της ημέρας ενώ προηγουμένως ήταν μηδέν.



Εικόνα 6.5: Διάγραμμα φορτίων ψύξης Cooling Design, σενάριο 1

Τέλος, η εικόνα 6.6 παρουσιάζει το διάγραμμα σχετικής υγρασίας του κτηρίου η οποία αυξάνεται ραγδαία από τη μέση περίπου της ημέρας, όμοια με το φορτίο ψύξης και κυμαίνεται στα ποσοστά 37 – 50%.



Εικόνα 6.6: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας Cooling Design, σενάριο 1

Ο πίνακας 6.4 παρουσιάζει με συνοπτικό τρόπο για κάθε ζώνη του κτηρίου και συνολικά για το κτήριο τις τιμές των μεγεθών που εξήγαγε το λογισμικό στη διάρκεια μιας θερινής ημέρας. Παρουσιάζονται τιμές για τη μέγιστη απόδοση κτηρίου με βάση το σχεδιασμό «Design Capacity», με τον 7^ο όροφο να έχει τη υψηλότερη τιμή, το συνολικό φορτίο ψύξης «Total cooling design», το αισθητό και το λανθάνον φορτίο «Sensible» και «Latent» αντίστοιχα. Παρατηρούμε και επαληθεύουμε ότι το συνολικό ψυκτικό φορτίο είναι το άθροισμα του αισθητού και του λανθάνοντος φορτίου. Επιπλέον παρουσιάζονται οι τιμές της θερμοκρασίας «Air temperature», που για τις θερμικές ζώνες του κτηρίου είναι στους 26°C. Βλέπουμε επίσης την τιμή της σχετικής υγρασίας «Humidity» και την ώρα που επιτυγχάνεται το μέγιστο φορτίο ψύξης «Time of max cooling» που είναι στις 15:00 το

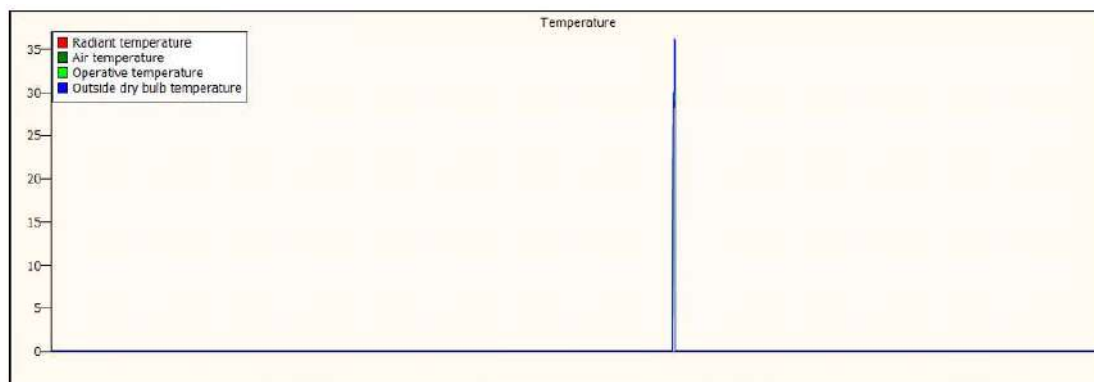
μεσημέρι διότι όπως είναι λογικό οι απαιτήσεις για ψύξη είναι περισσότερες τη συγκεκριμένη ώρα. Τέλος, βλέπουμε και τη μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας μέσα στην ημέρα «Maximum operative temperature in day» που φτάνει έως και τους 35°C.

Πίνακας 6.4: Σύνοψη αποτελεσμάτων Cooling Design, σενάριο 1

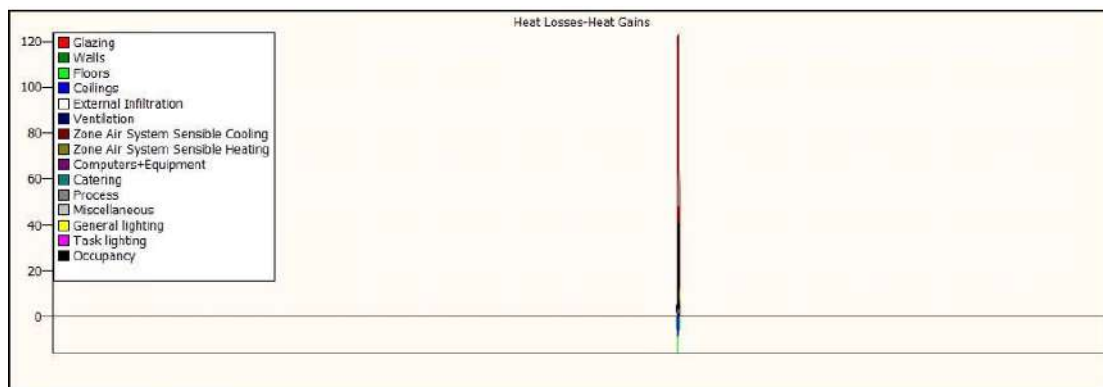
Summary	Design capacity (kW)	Total cooling load (kW)	Sensible (kW)	Latent (kW)	Air temperature (°C)	Humidity (%)	Time of max cooling	Maximum operative temperature in day (°C)
Υπογεio - Mh thermainomenos	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	21.31226	63.0427086	15:00	21.29818
Isogeio	55.4959461	48.2573445	41.8588732	6.3984713	26.00000	45.7791784	15:00	32.35952
A orofos	93.5133768	81.3159798	70.5114708	10.8045091	26.00000	45.7887794	15:00	32.51372
B orofos	73.6823331	64.0715940	55.7349763	8.3366177	26.00000	45.6901536	15:00	32.36338
C orofos - Grafeia	99.6390989	86.6426947	78.8426129	7.8000818	26.00000	44.3339683	15:00	32.58028
Isogeio - Mh thermainomenos	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	33.64710	30.6247595	15:00	33.32046
A orofos - Mh thermainomenos	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	35.47386	27.6726364	15:00	34.83549
B orofos - Mh thermainomenos	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	35.50821	27.6203065	15:00	34.90205
C orofos - Mh thermainomenos	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	35.35150	27.8599703	15:00	35.05925
Building total	322.3307550	280.2876130	246.9479332	33.3396799	29.47699	39.8236068	15:00	32.13693

6.1.3 Προσομοίωση θερινής ημέρας

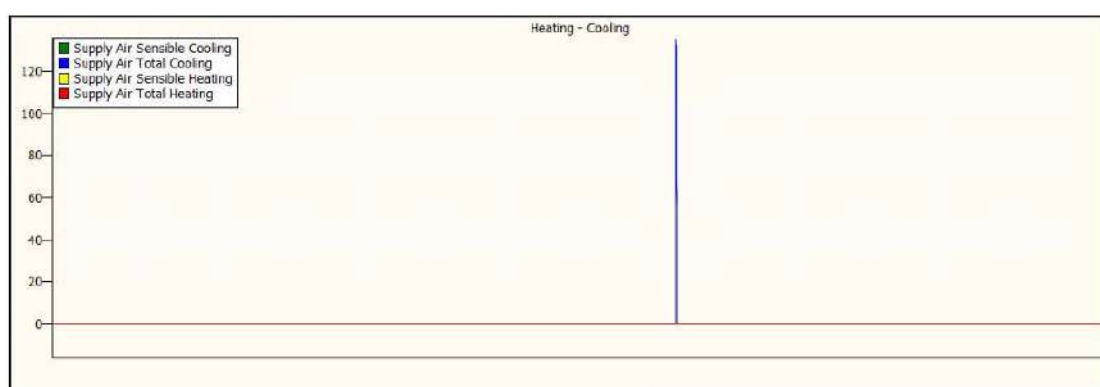
Η προσομοίωση θερινής ημέρας αποτελεί την προσομοίωση μιας τυπικής θερινής ημέρας για την οποία θα αναλυθούν τα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Επιλέγοντας το «Simulation» από το μενού επιλογών του λογισμικού και ορίζοντας την 4^η Αυγούστου ως μία τυπική θερινή ημέρα της οποίας τα αποτελέσματα θέλουμε να ερευνήσουμε, το λογισμικό παρουσιάζει τις παρακάτω εικόνες και τους πίνακες. Οι εικόνες 6.7, 6.8, 6.9, 6.10 παρουσιάζουν τις τιμές που καταγράφηκαν μέσα στην ημέρα αλλά τις αποτυπώνει στη διάρκεια του χρόνου με αποτέλεσμα να μην διακρίνονται λεπτομερώς οι τιμές που επιθυμούμε να ερευνήσουμε.



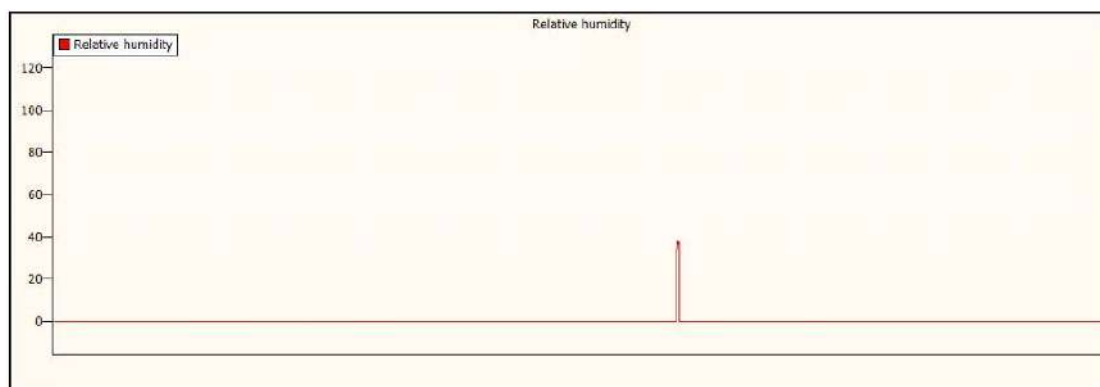
Εικόνα 6.7: Διάγραμμα θερμοκρασίας θερινής ημέρας, σενάριο 1



Εικόνα 6.8: Διάγραμμα απωλειών – εισφορών θερμότητας θερινής ημέρας, σενάριο 1



Εικόνα 6.9: Διάγραμμα θέρμανσης – ψύξης θερινής ημέρας, σενάριο 1



Εικόνα 6.10: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας θερινής ημέρας, σενάριο 1

Στους πίνακες 6.5, 6.6, 6.7, 6.8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης της θερινής ημέρας για τα κλιματικά δεδομένα και για τα φορτία του κτηρίου. Παρουσιάζονται με ακρίβεια οι τιμές για κάθε ώρα της ημέρας από τις 00:00 έως τις 23:00, για το σύνολο του κτηρίου. Στην εικόνα 6.5 διακρίνουμε τις τιμές για τη θερμοκρασία του αέρα «Air temperature», την ακτινοβολούμενη θερμοκρασία «Radiant temperature», τη

θερμοκρασία λειτουργίας «Operative temperature», την εξωτερική θερμοκρασία «Outside dry bulb temperature» καθώς και το ποσοστό της σχετικής υγρασίας «Relative humidity».

Πίνακας 6.5: Αποτελέσματα Simulation (1) Θερμής ημέρας, σενάριο 1

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)
4/8 00:00	30.13490	30.13428	30.13459	29.75000	33.6635202
4/8 01:00	29.99156	29.99310	29.99233	29.07500	33.9082082
4/8 02:00	29.99476	29.99156	29.99316	28.52500	33.9032527
4/8 03:00	29.99213	29.98881	29.99047	28.32500	33.8776385
4/8 04:00	29.98582	29.98271	29.98426	28.15000	33.8764794
4/8 05:00	29.97893	29.97511	29.97702	28.02500	33.8853926
4/8 06:00	28.16408	29.91194	29.03801	28.67500	37.8123673
4/8 07:00	28.20251	29.86205	29.03228	29.50000	37.6670874
4/8 08:00	28.37768	30.15933	29.26851	30.37500	38.1739414
4/8 09:00	28.74075	30.58539	29.66307	31.72500	38.1552806
4/8 10:00	29.05925	30.94310	30.00117	33.15000	37.5336373
4/8 11:00	29.26664	31.15388	30.21026	34.62500	37.0140346
4/8 12:00	29.31283	31.19302	30.25292	35.37500	36.8448233
4/8 13:00	29.21060	31.10097	30.15578	35.80000	36.9330681
4/8 14:00	29.05289	30.96773	30.01031	36.27500	37.0494755
4/8 15:00	28.94333	30.88384	29.91359	36.17500	36.9900950
4/8 16:00	28.87275	30.85601	29.86438	35.95000	36.7749327
4/8 17:00	28.81769	30.83292	29.82531	35.67500	36.5976240
4/8 18:00	28.75818	30.70828	29.73323	34.77500	36.7361930
4/8 19:00	28.67690	30.52820	29.60255	33.60000	37.0380055
4/8 20:00	28.58994	30.32524	29.45759	32.47500	37.2656959
4/8 21:00	28.52136	30.15209	29.33672	31.67500	37.3127503
4/8 22:00	29.57473	30.06727	29.82100	31.05000	34.8605686
4/8 23:00	29.91236	30.11504	30.01370	30.37500	34.1391048

Στον πίνακα 6.6 παρουσιάζονται οι εναλλαγές του αέρα ανά ώρα «Mech vent + nat vent + Infiltration» οι οποίες όπως παρατηρούμε αρχίζουν να παίρνουν τιμή από τις 6:00 έως τις 23:00 σύμφωνα με το πρόγραμμα λειτουργίας που ορίσαμε για το κτήριο και μάλιστα η τιμή τους μεγιστοποιείται στις ώρες 8:00 – 15:00 που αποτελούν τις ώρες αιχμής για το εκπαιδευτικό ίδρυμα. Επιπλέον, στο συγκεκριμένο πίνακα παρουσιάζονται τα φορτία των υαλοπινάκων «Glazing», των τοίχων «Walls», των δαπέδων «Floors» και των οροφών «Ceilings». Στους υαλοπίνακες έχουμε θερμικά κέρδη από τις 6:00 έως τις 21:00 λόγω της ηλιοφάνειας και απώλειες θερμότητας (αρνητικές τιμές) τις ώρες που υπάρχει σκοτάδι. Παρατηρούμε λοιπόν ότι τα θερμικά κέρδη από τους υαλοπίνακες μεγιστοποιούνται ενώ

οι απώλειες ελαχιστοποιούνται λόγω της θερινής ημέρας. Η τοιχοποιία από την άλλη, έχει απώλειες από τις 8:00 μέχρι τις 16:00, ενώ τις υπόλοιπες ώρες αποβάλλει στο εσωτερικό του κτηρίου τη θερμότητα των δομικών υλικών. Στο έδαφος παρατηρούμε κάποια μικρά θερμικά κέρδη στις πρώτες πρωινές και στις απογευματινές ώρες όπως και στις οροφές.

Πίνακας 6.6: Αποτελέσματα Simulation (2) θερινής ημέρας, σενάριο 1

Time	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)
4/8 00:00	0.00000	-1.8949638	0.9943385	-5.3843129	5.0633871
4/8 01:00	0.00000	-2.2502584	0.7672040	-4.1871861	4.2566806
4/8 02:00	0.00000	-2.6209702	0.6582014	-3.3746140	3.8312162
4/8 03:00	0.00000	-2.7454620	0.5482699	-2.8531767	3.4390980
4/8 04:00	0.00000	-2.8524446	0.5258333	-2.4702873	3.1358657
4/8 05:00	0.00000	-2.9217324	0.3266680	-2.2972619	2.7725686
4/8 06:00	0.07972	1.0088919	11.0522252	5.4892587	6.9095489
4/8 07:00	0.17305	15.8113690	14.5561750	3.3826311	7.8092160
4/8 08:00	1.57593	38.0170538	-2.6455884	-12.1681623	-1.7679065
4/8 09:00	1.78793	52.8828006	-12.2705252	-16.2981275	-7.0754718
4/8 10:00	1.78113	55.2057606	-14.8718324	-10.9069824	-8.4309456
4/8 11:00	1.63389	50.1931564	-13.5358315	-5.0115088	-7.9955447
4/8 12:00	1.63039	41.4311305	-10.0541417	-0.2035374	-6.6664222
4/8 13:00	1.62861	32.6043911	-6.8417275	2.7970924	-5.6560066
4/8 14:00	1.62652	28.1027052	-3.8143551	2.4297219	-4.5790668
4/8 15:00	1.11647	33.7852613	-1.8286691	-1.0795251	-3.5957606
4/8 16:00	0.67950	44.3751294	-1.6435349	-5.9625995	-3.5106499
4/8 17:00	0.21850	47.5806907	1.2873016	-4.8645612	-1.7553650
4/8 18:00	0.26780	33.6389430	8.5454719	3.9272796	3.2813905
4/8 19:00	0.34223	13.2486243	13.2650168	8.7110195	6.6703775
4/8 20:00	0.34348	0.6558566	18.6093868	9.2764482	10.8116069
4/8 21:00	0.19675	0.1365529	21.2432323	7.3032062	13.3314824
4/8 22:00	0.02474	-0.5574913	13.0262430	-0.4543763	10.8370884
4/8 23:00	0.07508	-1.3650152	3.2502881	-5.9641034	6.4976243

Στους πίνακες 6.7, 6.8 παρουσιάζονται δεδομένα για τα φορτία από τις χαραμάδες «External Infiltration» τα οποία είναι μηδαμινά, για τον μηχανικό αερισμό «Ventilation» καθώς και στοιχεία για τη συνολική παροχή ψύξης «Supply air total cooling». Το σύστημα ψύξης λειτουργεί κατά τις ώρες 6:00 – 21:00 που το κτήριο λειτουργεί και απαιτείται κάλυψη των αναγκών του σε ψύξη για τη θερινή περίοδο. Παρατηρούμε ότι η τιμή της παροχής του συστήματος ψύξης σε kW αυξάνεται τις μεσημεριανές ώρες διότι οι απαιτήσεις είναι υψηλότερες. Επιπλέον, βλέπουμε τα φορτία των υπολογιστών και του

εξοπλισμού γραφείων του κτηρίου «Computers + Equipment» τα οποία λειτουργούν από τις 7:00 μέχρι τις 17:00 με σταθερή τιμή kWh.

Πίνακας 6.7: Αποτελέσματα Simulation (3) θερμής ημέρας, σενάριο 1

Time	External Infiltration (kWh)	Ventilation (kWh)	Zone air system sensible heating rate	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)
4/8 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 06:00	0.0006577	0.0266299	0.0000000	36.2459181	39.2472828
4/8 07:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	63.5010658	63.5010658
4/8 08:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	102.6162064	102.6162064
4/8 09:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	116.6693915	116.6619704
4/8 10:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	122.3034038	122.3092267
4/8 11:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	121.7792213	121.7792213
4/8 12:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	121.1349039	121.1349039
4/8 13:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	121.4549705	121.4549705
4/8 14:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	123.2149768	123.2149768
4/8 15:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	107.9137623	107.9137623
4/8 16:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	95.8085214	95.8085214
4/8 17:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	80.2166772	80.2166772
4/8 18:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	74.8408585	74.8408585
4/8 19:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	71.9453977	71.9453977
4/8 20:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	65.2264521	65.2264521
4/8 21:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	55.6688920	55.6688920
4/8 22:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 23:00	0.0022133	-0.0052442	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 6.8: Αποτελέσματα Simulation (4) θερμής ημέρας, σενάριο 1

Time	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)	Catering (kWh)
4/8 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 06:00	39.8978314	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 07:00	64.6805103	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 08:00	106.9504490	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 09:00	129.5412368	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 10:00	135.8828892	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 11:00	133.3621388	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 12:00	131.1037486	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 13:00	131.1104633	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 14:00	132.6284051	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 15:00	114.8233597	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 16:00	99.8407810	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 17:00	82.1130142	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 18:00	76.0270282	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 19:00	73.9565423	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 20:00	67.7115316	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 21:00	57.7921134	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 22:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 23:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Στον πίνακα 6.9 παρουσιάζονται οι τιμές της ολικής ενέργειας του κτηρίου «Total site energy» 2140.41kWh. Η ονομασία «Net site energy» αντιστοιχεί στη συνολική ενέργεια μειωμένη κατά την ενέργεια που παράγεται και καταναλώνεται στο κτήριο από τα φωτοβολταϊκά, επομένως είναι λογικό να έχει την ίδια τιμή με τη συνολική ενέργεια του κτηρίου διότι στο κτήριο μας δεν έχουν εγκατασταθεί φωτοβολταϊκά. Επιπλέον, παρουσιάζεται και η τιμή της ολικής πρωτογενούς ενέργειας «Total source energy», δηλαδή της ενέργειας που συνυπολογίζονται και οι απώλειες απόδοσης και παραγωγής και ανέρχεται στις 3448.20kWh.

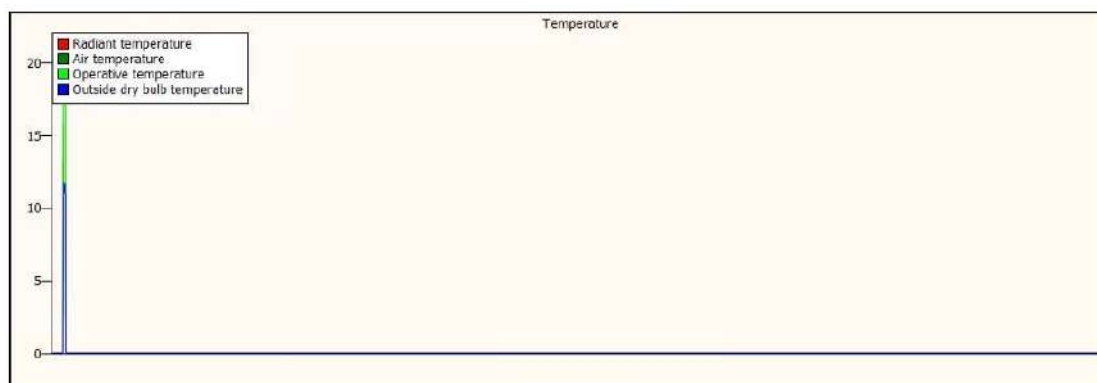
Πίνακας 6.9: Αποτελέσματα Simulation ολικής ενέργειας θερινής ημέρας, σενάριο 1

Site and Source Energy

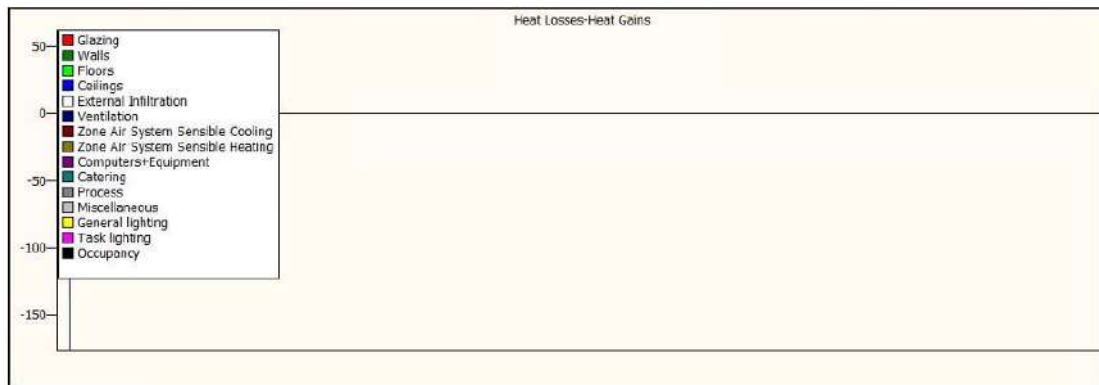
	Total Energy [kWh]	Energy Per Total Building Area [kWh/m ²]	Energy Per Conditioned Building Area [kWh/m ²]
Total Site Energy	2140.41	0.61	0.93
Net Site Energy	2140.41	0.61	0.93
Total Source Energy	3448.20	0.98	1.50
Net Source Energy	3448.20	0.98	1.50

6.1.4 Προσομοίωση χειμερινής ημέρας

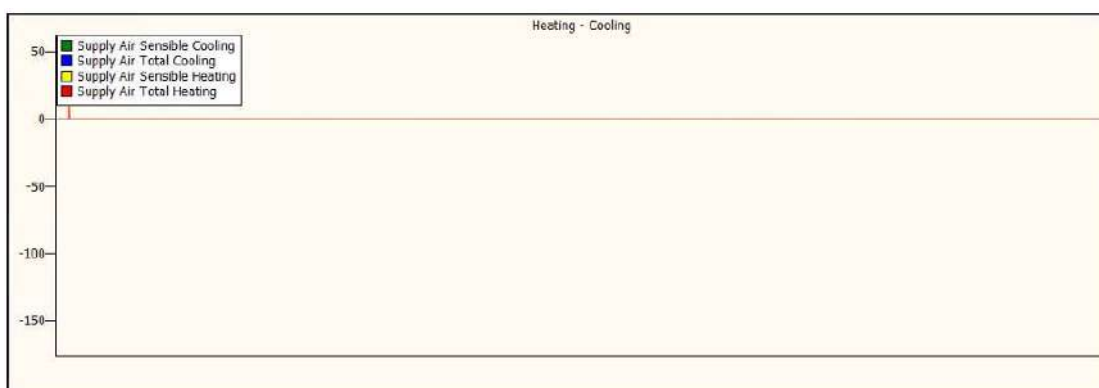
Η χειμερινή ημέρα που επιλέξαμε να προσομοιώσουμε για να εξαχθούν τα αποτελέσματα του λογισμικού για το φορτία του κτηρίου σε μία τυπική χειμερινή ημέρα είναι η 5^η Ιανουαρίου. Στις εικόνες 6.11, 6.12, 6.13, 6.14 παρουσιάζονται σε στιγμιότυπα κατά τη διάρκεια ενός έτους οι τιμές που προκύπτουν από τη λειτουργία του κτηρίου στην χειμερινή ημέρα που θέσαμε. Τα διαγράμματα παρουσιάζουν τις τιμές της θερμοκρασίας, των απωλειών και κερδών θερμότητας, ψύξης θέρμανσης και της σχετικής υγρασίας.



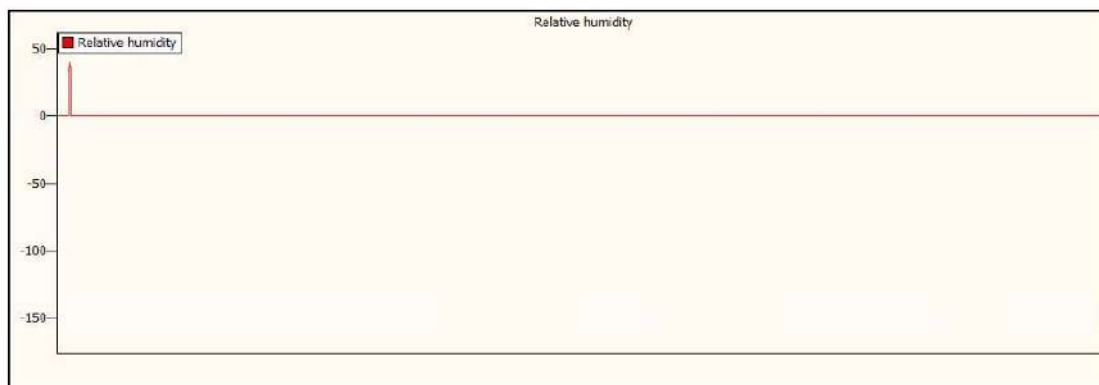
Εικόνα 6.11: Διάγραμμα θερμοκρασίας χειμερινής ημέρας, σενάριο 1



Εικόνα 6.12: Διάγραμμα απωλειών - εισφορών θερμότητας χειμερινής ημέρας, σενάριο 1



Εικόνα 6.13: Διάγραμμα θέρμανσης – ψύξης χειμερινής ημέρας, σενάριο 1



Εικόνα 6.14: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας χειμερινής ημέρας, σενάριο 1

Οι πίνακες 6.10, 6.11, 6.12, 6.13 παρουσιάζουν τα δεδομένα των διαγραμμάτων με λεπτομερείς τιμές και αναλύσεις στη διάρκεια της χειμερινής ημέρας.

Ο πίνακας 6.10 περιέχει τις τιμές της θερμοκρασίας του αέρα «Air temperature», της ακτινοβολούμενης θερμοκρασίας «Radiant temperature», της θερμοκρασίας λειτουργίας του κτηρίου «Operative temperature», της εξωτερικής θερμοκρασίας «Outside dry bulb

temperature», καθώς και της σχετικής υγρασίας «Relative humidity». Αυτό που παρατηρούμε σε σχέση με την προσομοίωση της θερινής ημέρας είναι ότι οι τιμές της θερμοκρασίας είναι τώρα αρκετά μικρότερες και το ποσοστό της υγρασίας είναι μειωμένο περίπου 1%.

Πίνακας 6.10: Αποτελέσματα Simulation (1) χειμερινής ημέρας, σενάριο 1

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)
5/1 00:00	21.00706	21.12894	21.06800	10.10000	34.5914462
5/1 01:00	21.08732	21.18338	21.13535	11.37500	34.1904396
5/1 02:00	21.08669	21.15507	21.12088	11.50000	34.1205847
5/1 03:00	21.04640	21.12221	21.08431	11.32500	34.2055983
5/1 04:00	21.01280	21.09060	21.05170	11.30000	34.2755313
5/1 05:00	20.89649	21.00350	20.94999	11.22500	34.5458457
5/1 06:00	20.85034	20.98564	20.91799	11.35000	34.6501221
5/1 07:00	20.92210	20.98877	20.95543	11.55000	34.6930818
5/1 08:00	20.90328	21.00754	20.95541	11.75000	35.5794610
5/1 09:00	20.38860	21.13396	20.76128	11.65000	39.3096598
5/1 10:00	20.37115	21.28228	20.82672	11.45000	39.8992298
5/1 11:00	20.43849	21.43045	20.93447	11.25000	39.6303084
5/1 12:00	20.54922	21.50377	21.02649	11.20000	39.0979258
5/1 13:00	20.54857	21.54554	21.04705	11.20000	38.8031785
5/1 14:00	20.55481	21.55861	21.05671	11.20000	38.2801017
5/1 15:00	20.58089	21.57537	21.07813	11.12500	37.8986865
5/1 16:00	20.81233	21.55280	21.18257	11.10000	37.2560668
5/1 17:00	21.09498	21.52774	21.31136	11.02500	36.5186386
5/1 18:00	21.29125	21.50038	21.39582	10.77500	35.9688182
5/1 19:00	21.06550	21.44538	21.25544	10.55000	36.2440869
5/1 20:00	20.85388	21.39257	21.12322	10.27500	36.0238412
5/1 21:00	20.77544	21.32943	21.05243	10.20000	35.4137735
5/1 22:00	20.84334	21.24654	21.04494	10.12500	34.8792210
5/1 23:00	20.97811	21.17471	21.07641	10.10000	34.6277139

Ο πίνακας 6.11 παρουσιάζει αποτελέσματα σχετικά με τις εναλλαγές του αέρα «Mech vent + nat vent + Infiltration» οι οποίες έχουν θετική τιμή από τις 07:00 έως τις 00:00 και μεγιστοποιούνται φυσικά τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες που το πλήθος κόσμου στο κτήριο αυξάνεται. Επιπλέον, έχουμε δεδομένα για τους υαλοπίνακες «Glazing», τους τοίχους «Walls», τα δάπεδα «Floors» και τις οροφές «Ceilings». Οι υαλοπίνακες αποδίδουν θερμικά κέρδη στο κτήριο κατά τη διάρκεια των ωρών 10:00 – 16:00 λόγω της ηλιοφάνειας. Παρατηρούμε ότι το διάστημα αυτό είναι σαφώς μικρότερο από το αντίστοιχο της θερινής ημέρας αφού η ηλιοφάνεια στη χειμερινή περίοδο είναι

περιορισμένη χρονικά. Τα θερμικά κέρδη από τους τοίχους υπάρχουν στις βραδινές ώρες όπως συμβαίνει και στα δάπεδα και τις οροφές.

Πίνακας 6.11: Αποτελέσματα Simulation (2) χειμερινής ημέρας, σενάριο 1

Time	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)
5/1 00:00	0.23278	-7.5652738	2.3396842	0.7840854	3.7635705
5/1 01:00	0.00000	-6.6780234	1.8983614	0.1643892	3.8650412
5/1 02:00	0.00000	-6.5202010	1.2099548	-0.2467083	3.8198696
5/1 03:00	0.00000	-6.5839610	1.0826549	-0.2523613	3.9402852
5/1 04:00	0.00000	-6.5700920	1.0064430	-0.2417606	4.0617370
5/1 05:00	0.00000	-9.4759035	1.8441229	0.3443751	4.7456911
5/1 06:00	0.00000	-7.8598047	1.5396479	0.0382003	4.6412758
5/1 07:00	0.46260	-6.3587139	0.4764015	-0.6251038	4.2128211
5/1 08:00	1.62269	-5.1082518	-3.2527150	-2.7937048	2.0019427
5/1 09:00	14.77569	-0.3826334	-13.2608724	-7.8060615	-4.7783642
5/1 10:00	16.92421	6.4489149	-17.5629807	-8.7558538	-8.2186355
5/1 11:00	16.93561	11.1585013	-18.8603039	-7.3437015	-9.3966909
5/1 12:00	15.55429	10.3202559	-18.0302081	-5.0011317	-9.3673788
5/1 13:00	15.55353	8.0985723	-16.4917384	-3.6403976	-8.9488268
5/1 14:00	15.55403	5.3359465	-15.0166781	-2.6579364	-8.4979757
5/1 15:00	15.56019	4.0744758	-14.3105921	-2.5899550	-8.4213455
5/1 16:00	10.68600	0.3895158	-11.5825209	-1.4007198	-6.5864679
5/1 17:00	6.49718	-4.2790088	-10.4450180	-1.8360813	-5.5818850
5/1 18:00	2.09336	-7.1102964	-7.4565098	-1.1111930	-3.8626197
5/1 19:00	2.56709	-7.2948953	-3.2163087	1.4095512	-1.1612753
5/1 20:00	3.27100	-7.3047965	-2.6752297	1.0524269	-0.9101280
5/1 21:00	3.27297	-7.3558185	-0.5510836	1.7309724	0.6034053
5/1 22:00	1.87089	-7.4316046	2.0353927	2.6634726	2.7752048
5/1 23:00	0.23265	-7.5533546	2.9554241	2.0398634	3.8485049

Στους πίνακες 6.12 και 6.13 βλέπουμε τις τιμές των απωλειών από τις χαραμάδες «External infiltration» που οι τιμές τους είναι αυξημένες σχετικά με τις αντίστοιχες απώλειες κατά τη θερινή περίοδο, όπως το ίδιο συμβαίνει και με τον εξαερισμό «Ventilation». Επιπλέον, σημαντικά είναι και τα στοιχεία για το ποσοστό απαίτησης του κτηρίου σε θέρμανση «Supply air total heating» που ξεκινά από τις 7:00 έως τις 22:00 και μεγιστοποιείται στις πρωινές και μεσημεριανές ώρες. Σε αυτή την περίπτωση φυσικά δεν χρειαζόμαστε ψύξη του κτηρίου, για αυτό και τα φορτία της παροχής ψύξης είναι μηδενικά όπως ήταν και τα φορτία παροχής θέρμανσης στη θερινή περίοδο. Επιπλέον, έχουμε τις τιμές των φορτίων του εξοπλισμού υπολογιστών του κτηρίου «Computers + Equipment». Οι τιμές αυτές δεν

διαφέρουν από την προσομοίωση της θερινής ημέρας και ακολουθούν το ημερήσιο πρότυπο όπως έχει οριστεί από το πρόγραμμα λειτουργίας του κτηρίου.

Πίνακας 6.12: Αποτελέσματα Simulation (3) χειμερινής ημέρας, σενάριο 1

Time	External Infiltration (kWh)	Ventilation (kWh)	Zone air system sensible heating rate	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)
5/1 00:00	0.2114865	-1.6561580	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 07:00	0.3681318	-2.8738560	2.2657243	0.0000000	0.0000000
5/1 08:00	1.2074045	-9.4534279	0.9233836	0.0000000	0.0000000
5/1 09:00	9.7149629	-76.0914477	16.8311542	0.0000000	0.0000000
5/1 10:00	11.0413910	-86.5121532	14.4251124	0.0000000	0.0000000
5/1 11:00	11.2686861	-88.3299468	14.5455829	0.0000000	0.0000000
5/1 12:00	10.6444840	-83.4631255	14.1355072	0.0000000	0.0000000
5/1 13:00	10.6164981	-83.2389711	13.9236665	0.0000000	0.0000000
5/1 14:00	10.6306479	-83.3520907	13.5769228	0.0000000	0.0000000
5/1 15:00	10.7807866	-84.5531059	13.6533313	0.0000000	0.0000000
5/1 16:00	8.0183805	-62.8980382	13.6898993	0.0000000	0.0000000
5/1 17:00	5.3171366	-41.6689601	14.0479271	0.0000000	0.0000000
5/1 18:00	1.7875852	-14.0230674	0.9682253	0.0000000	0.0000000
5/1 19:00	2.0786323	-16.3670802	0.1888812	0.0000000	0.0000000
5/1 20:00	2.5916085	-20.4072556	0.7806667	0.0000000	0.0000000
5/1 21:00	2.5754880	-20.2782616	1.2891030	0.0000000	0.0000000
5/1 22:00	1.5392922	-12.1157864	1.5969169	0.0000000	0.0000000
5/1 23:00	0.2144461	-1.6798377	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 6.13: Αποτελέσματα Simulation (4) χειμερινής ημέρας, σενάριο 1

Time	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)	Catering (kWh)
5/1 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 07:00	0.0000000	2.2801952	2.2801952	0.0000000	0.0000000
5/1 08:00	0.0000000	0.9233879	0.9233879	3.5706470	0.0000000
5/1 09:00	0.0000000	16.8255363	16.8255363	3.5706470	0.0000000
5/1 10:00	0.0000000	14.4249774	14.4249774	3.5706470	0.0000000
5/1 11:00	0.0000000	14.5455828	14.5455828	3.5706470	0.0000000
5/1 12:00	0.0000000	14.1355072	14.1355072	3.5706470	0.0000000
5/1 13:00	0.0000000	13.9236665	13.9236665	3.5706470	0.0000000
5/1 14:00	0.0000000	13.5769228	13.5769228	3.5706470	0.0000000
5/1 15:00	0.0000000	13.6533313	13.6533313	3.5706470	0.0000000
5/1 16:00	0.0000000	13.6898993	13.6898993	3.5706470	0.0000000
5/1 17:00	0.0000000	14.0479271	14.0479271	3.5706470	0.0000000
5/1 18:00	0.0000000	0.9683043	0.9683043	3.5706470	0.0000000
5/1 19:00	0.0000000	0.1888812	0.1888812	0.0000000	0.0000000
5/1 20:00	0.0000000	0.7806867	0.7806867	0.0000000	0.0000000
5/1 21:00	0.0000000	1.2891030	1.2891030	0.0000000	0.0000000
5/1 22:00	0.0000000	1.5969169	1.5969169	0.0000000	0.0000000
5/1 23:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Στον πίνακα 6.14 γίνεται η σύνοψη των φορτίων του κτηρίου, με την ολική ενέργεια «Total site energy» να έχει τιμή 712.06kWh για τη χειμερινή ημέρα. Η τιμή της συνολικής ενέργειας είναι μικρότερη για μία τυπική χειμερινή ημέρα από ότι είναι για μία τυπική θερινή ημέρα.

Πίνακας 6.14: Αποτελέσματα Simulation ολικής ενέργειας χειμερινής ημέρας, σενάριο 1

Site and Source Energy

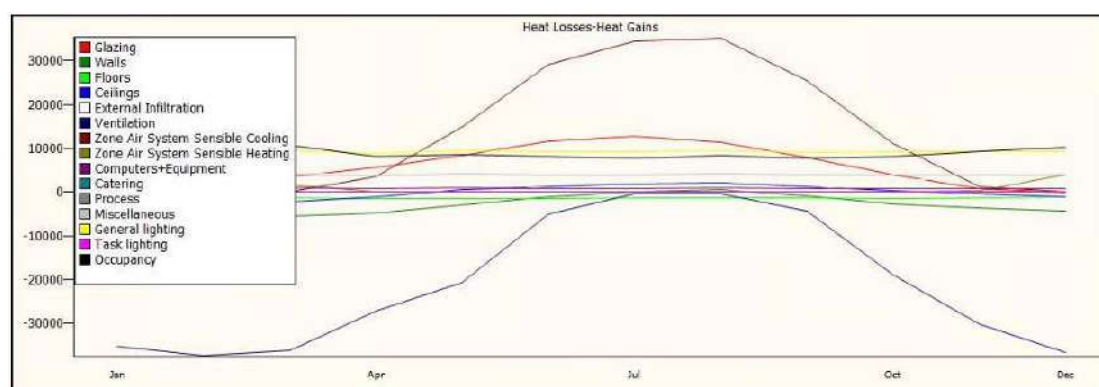
	Total Energy [kWh]	Energy Per Total Building Area [kWh/m2]	Energy Per Conditioned Building Area [kWh/m2]
Total Site Energy	712.06	0.20	0.31
Net Site Energy	712.06	0.20	0.31
Total Source Energy	2316.18	0.66	1.01
Net Source Energy	2316.18	0.66	1.01

6.1.5 Ετήσια προσομοίωση

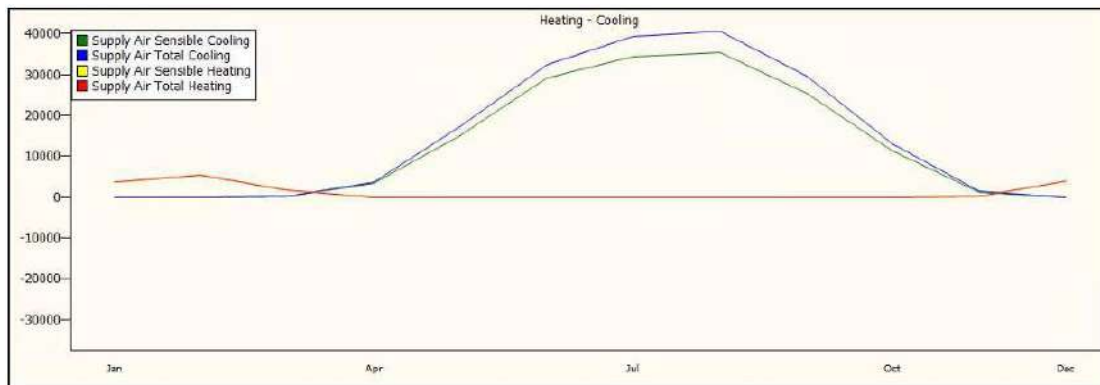
Άλλη μια προσομοίωση που θα πραγματοποιήσουμε με το λογισμικό είναι η ετήσια που αποτυπώνει τα φορτία του κτηρίου στη διάρκεια ενός έτους. Στις εικόνες 6.15, 6.16, 6.17, 6.18 παρουσιάζονται τα διαγράμματα της θερμοκρασίας, των απωλειών και κερδών θερμότητας, θέρμανσης – ψύξης και σχετικής υγρασίας. Τα διαγράμματα παρουσιάζουν με καμπύλες τις τιμές των μεγεθών και τη διακύμανσή τους στη διάρκεια του έτους χωρίς φυσικά να δίνεται έμφαση στην αποτύπωση ακρίβειας στις τιμές.



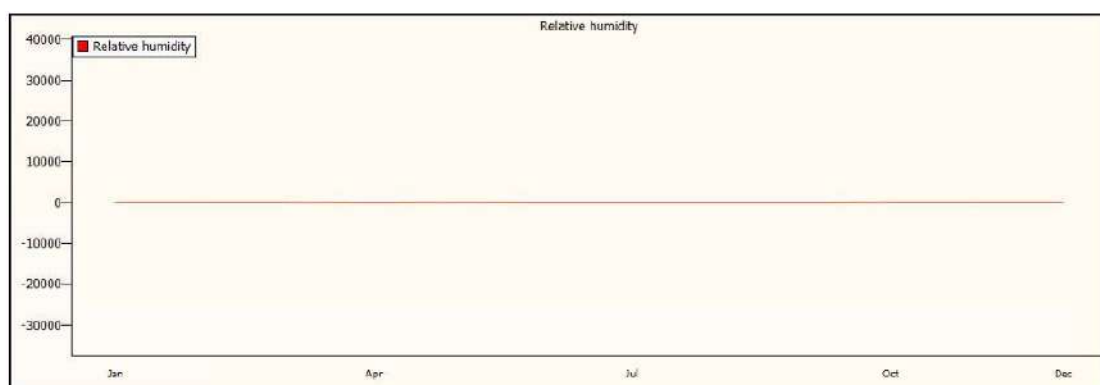
Εικόνα 6.15: Διάγραμμα θερμοκρασίας ενός χρόνου, σενάριο 1



Εικόνα 6.16: Διάγραμμα απωλειών – εισφορών θερμότητας ενός χρόνου, σενάριο 1



Εικόνα 6.17: Διάγραμμα θέρμανσης – ψύξης ενός χρόνου, σενάριο 1



Εικόνα 6.18: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας ενός χρόνου, σενάριο 1

Αντιθέτως, οι πίνακες 6.15, 6.16, 6.17, 6.18 παρουσιάζουν με ακρίβεια τις τιμές των μεγεθών που αποτυπώνονται με καμπύλες στα παραπάνω διαγράμματα. Στη διάρκεια ενός έτους γίνονται μηνιαίοι υπολογισμοί για τα φορτία και τα κλιματικά δεδομένα και έτσι βλέπουμε πως διαμορφώνονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης από μήνα σε μήνα.

Ο πίνακας 6.15 παρουσιάζει τις τιμές για τη θερμοκρασία του αέρα «Air temperature», την ακτινοβολούμενη θερμοκρασία «Radiant temperature», τη θερμοκρασία λειτουργίας του κτηρίου «Operative temperature», την εξωτερική θερμοκρασία «Outside dry bulb temperature» καθώς και τη σχετική υγρασία «Relative humidity». Παρατηρούμε ότι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες η θερμοκρασία ανεβαίνει όπως είναι αναμενόμενο, ενώ το ποσοστό της σχετικής υγρασίας μειώνεται έως και 5%.

Πίνακας 6.15: Αποτελέσματα Simulation (1) ενός χρόνου, σενάριο 1

Month	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)
January	21.66906	21.97551	21.82228	10.70114	32.5734632
February	21.78503	22.17440	21.97972	9.58240	31.4737568
March	22.99163	23.41668	23.20415	11.38696	30.6280129
April	26.07985	26.62233	26.35109	15.05743	28.4560069
May	27.69993	28.51190	28.10592	19.60696	29.5277980
June	28.82631	29.82492	29.32562	24.60979	28.4559352
July	29.68932	30.74429	30.21680	27.29691	27.9468785
August	29.66186	30.73277	30.19731	27.58905	28.3294812
September	29.03350	29.91255	29.47302	23.87948	28.7725279
October	27.62854	28.26563	27.94709	19.14970	30.1762775
November	24.78333	25.23811	25.01072	14.50788	32.1929372
December	22.31292	22.67831	22.49561	10.86398	32.4212930

Στον πίνακα 6.16 θα δούμε αποτελέσματα σχετικά με τις εναλλαγές αέρα ανά ώρα «Mech vent + nat vent + Infiltration», τις απώλειες και τα κέρδη θερμότητας από τους υαλοπίνακες «Glazing», τους τοίχους «Walls», τα δάπεδα «Floors», και τις οροφές «Ceiling». Κατά τους θερινούς μήνες ο αριθμός των εναλλαγών ανά ώρα είναι μειωμένος σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες, το οποίο είναι λογικό διότι σε ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα η παρουσία ανθρώπων περιορίζεται σημαντικά το καλοκαίρι. Επίσης, στους υαλοπίνακες παρατηρούνται θερμικά κέρδη όλο το χρόνο εκτός από τον Δεκέμβριο που είναι ο μήνας με το μικρότερο ποσοστό ηλιοφάνειας στη διάρκεια της ημέρας. Στους τοίχους, θερμικά κέρδη παρατηρούνται μόνο στους καλοκαιρινούς μήνες Ιούλιο και Αύγουστο, ενώ στα δάπεδα υπάρχουν μόνο θερμικές απώλειες σε όλη τη διάρκεια του χρόνου. Όσον αφορά τις οροφές του κτηρίου αυτές έχουν θερμικά κέρδη μόνο από το Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο που η ηλιοφάνεια επικρατεί.

Πίνακας 6.16: Αποτελέσματα Simulation (2) ενός χρόνου, σενάριο 1

Month	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)
January	4.35181	853.0380588	-5170.3903296	-1153.6027752	-2409.6195928
February	4.40870	982.6273866	-4579.2014121	-1034.6002215	-1444.1843490
March	4.53926	3523.9872866	-5522.1726602	-1382.8457227	-2191.5022923
April	4.10226	5704.2452646	-4713.9318878	-1617.4635259	-1112.2752622
May	4.45956	8407.1580176	-2870.6558625	-1640.5820856	419.9440866
June	2.22952	11539.0311517	-1140.7194229	-1486.6063815	1282.6320470
July	0.96399	12662.8146343	90.8546649	-1380.5139794	1919.9829816
August	1.00704	11339.6223165	514.2743402	-1284.4053237	2150.7195481
September	2.46776	7914.2861772	-853.5342534	-1384.2778460	1250.9384005
October	4.20405	4028.6001605	-2583.8337120	-1503.7050134	209.6769452
November	4.47343	686.2573723	-3538.8603333	-1198.1632274	-467.0385231
December	4.18967	-104.4834566	-4392.1100736	-1034.5582476	-1043.4637239

Στους πίνακες 6.17, 6.18 βλέπουμε τα αποτελέσματα για τον αερισμό από χαραμάδες «External Infiltration» που μεγιστοποιείται το Φεβρουάριο και τον μηχανικό αερισμό «Ventilation» που έχει πάντα αρνητικές τιμές οι οποίες μεγιστοποιούνται τους χειμερινούς μήνες, όταν δηλαδή μεγιστοποιείται και ο αερισμός από τις χαραμάδες. Άλλα σημαντικά δεδομένα που βλέπουμε στους πίνακες είναι οι τιμές για την παροχή συνολικού φορτίου ψύξης «Supply air total cooling» που αρχίζει να αυξάνεται από το Μάρτιο μέχρι να μεγιστοποιηθεί στους θερινούς μήνες και να αρχίσει να μειώνεται ξανά από το Σεπτέμβριο μέχρι τον Δεκέμβριο. Αντίστοιχα, η παροχή συνολικού φορτίου θέρμανσης «Supply air total heating» παίρνει τιμές από το Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο με μέγιστη τιμή το Φεβρουάριο έναν κατεξοχήν χειμερινό μήνα που οι απαιτήσεις για θέρμανση είναι περισσότερες. Επιπλέον, βλέπουμε τις τιμές από τους υπολογιστές «Computers + Equipment» οι οποίες φαίνεται να διατηρούν μία σταθερή τιμή με μικρές διακυμάνσεις καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 6.17: Αποτελέσματα Simulation (3) ενός χρόνου, σενάριο 1

Month	External Infiltration (kWh)	Ventilation (kWh)	Zone air system sensible heating rate	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)
January	3.0088814	-23.5870752	3624.5996439	0.0000000	0.0000000
February	3.5497072	-27.9093851	5271.3024159	0.0000000	0.0000000
March	3.1014111	-24.3077011	1747.7352789	100.3691743	100.2882043
April	2.4171993	-18.8808669	28.7588822	3480.7019328	3486.6845393
May	1.8090392	-13.9743172	0.0000000	14920.9964472	14959.0721893
June	0.4523170	-3.3970592	0.0000000	29050.5837725	29117.0971729
July	0.0433805	-0.2793629	0.0000000	34337.0581234	34425.5653074
August	0.0507878	-0.3379633	0.0000000	35344.4583421	35430.7033715
September	0.4120850	-3.0428334	0.0000000	25343.7424559	25400.1161133
October	1.6345280	-12.6064404	0.0000000	11211.2849982	11236.0994784
November	2.6792195	-20.9358534	219.5905069	1146.7973759	1148.2180886
December	3.1368579	-24.6290761	3986.5456450	11.6994635	11.6871032

Πίνακας 6.18: Αποτελέσματα Simulation (4) ενός χρόνου, σενάριο 1

Month	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)	Catering (kWh)
January	0.0000000	3627.0593647	3627.0593647	864.0965740	0.0000000
February	0.0000000	5271.1327066	5271.1327066	785.5423400	0.0000000
March	100.4623274	1747.5444455	1747.5444455	903.3736910	0.0000000
April	3582.7360339	28.7201972	28.7201972	785.5423400	0.0000000
May	17174.1732509	0.0000000	0.0000000	903.3736910	0.0000000
June	32335.8550035	0.0000000	0.0000000	864.0965740	0.0000000
July	39205.5793047	0.0000000	0.0000000	824.8194570	0.0000000
August	40789.8584792	0.0000000	0.0000000	903.3736910	0.0000000
September	29751.3413053	0.0000000	0.0000000	824.8194570	0.0000000
October	13081.7815435	0.0000000	0.0000000	864.0965740	0.0000000
November	1335.9121776	219.4798240	219.4798240	864.0965740	0.0000000
December	12.1822046	3986.5487848	3986.5487848	824.8194570	0.0000000

Ο πίνακας 6.19 συνοψίζει την ολική ενέργεια του κτηρίου στη διάρκεια ενός έτους «Total site energy» που ανέρχεται στις 363234.92kWh.

Πίνακας 6.19: Αποτελέσματα Simulation ολικής ενέργειας ενός χρόνου, σενάριο 1

Site and Source Energy

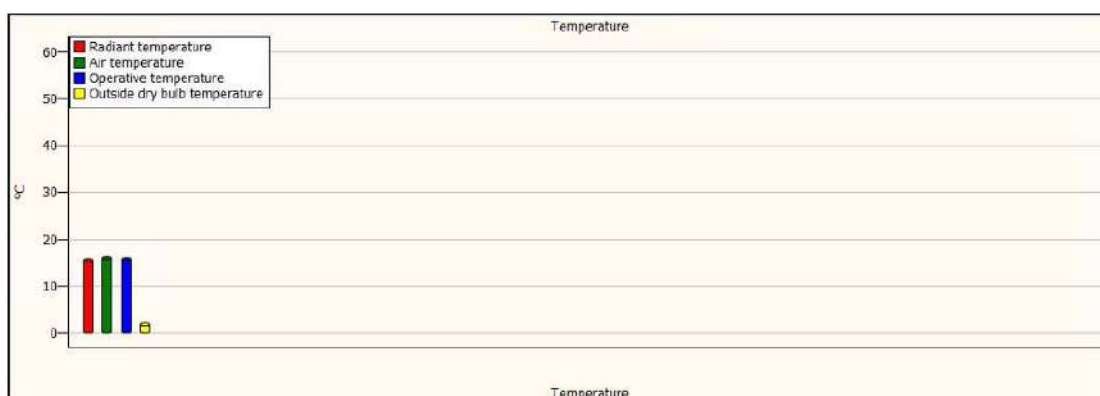
	Total Energy [kWh]	Energy Per Total Building Area [kWh/m ²]	Energy Per Conditioned Building Area [kWh/m ²]
Total Site Energy	363234.92	103.75	157.91
Net Site Energy	363234.92	103.75	157.91
Total Source Energy	782519.72	223.52	340.19
Net Source Energy	782519.72	223.52	340.19

6.2 Αποτελέσματα δεύτερου σεναρίου

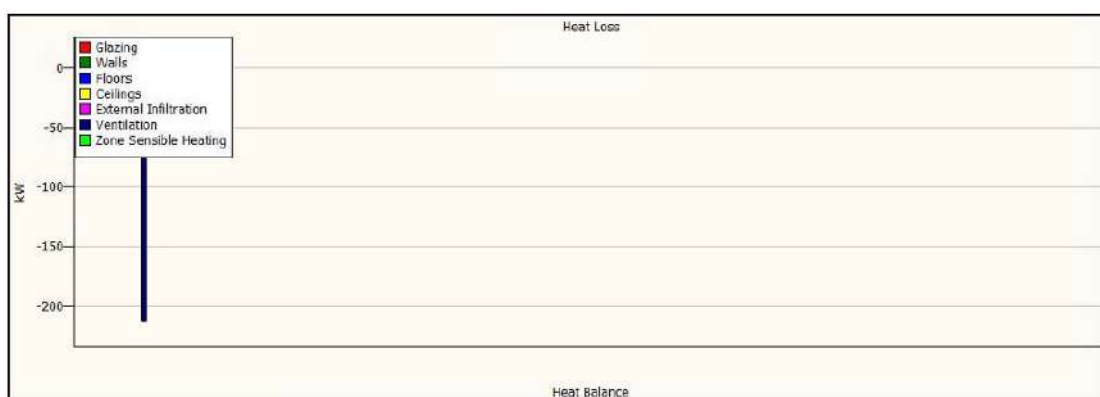
Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με αυτή του πρώτου σεναρίου όπως κάναμε στην ενότητα 6.1, θα εξάγουμε τα αποτελέσματα του δεύτερου σεναρίου. Πραγματοποιώντας τις ίδιες προσομοιώσεις θα συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των δύο σεναρίων ώστε να προκύψει ένα συμπέρασμα σχετικά με το ποιο από τα δύο συστήματα είναι αποδοτικότερο.

6.2.1 Αποτελέσματα από το Heating Design

Διεξάγοντας λοιπόν το Heating Design για το δεύτερο σενάριο εμφανίζονται τα γραφήματα των εικόνων 6.19 και 6.20 καθώς και οι πίνακες 6.20, 6.21, 6.22. Εκ πρώτης όψεως δε φαίνεται να υπάρχει κάποια σημαντική διαφορά στις τιμές. Την πραγματικότητα όμως θα την αποκαλύψουν οι πίνακες 6.20, 6.21, 6.22.



Εικόνα 6.19: Διάγραμμα θερμοκρασιών του Heating Design, σενάριο 2



Εικόνα 6.20: Διάγραμμα απωλειών θερμότητας του Heating Design, σενάριο 2

Αν συγκρίνουμε τον πίνακα 6.20 με τον αντίστοιχο 6.1 του Heating Design του σεναρίου 1 παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία και η υγρασία παραμένει σταθερή.

Πίνακας 6.20: Συνθήκες περιβάλλοντος και απώλειες ενέργειας κτηρίου, σενάριο 2

Zone	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)
Υπογείο - Mh	11.138	13.00327	12.07066	1.60000	51.7830340	0.51734
Isogeio	20.000	17.67035	18.83518	1.60000	29.3324186	4.80140
A orofos	20.000	17.79225	18.89612	1.60000	29.3324182	4.80178
B orofos	20.000	18.06573	19.03287	1.60000	29.3324183	4.80220
C orofos -	20.000	17.09952	18.54976	1.60000	29.3324183	4.80253
Isogeio - Mh	12.416	13.37084	12.89336	1.60000	47.5911207	0.51968
A orofos - Mh	13.091	14.20856	13.64963	1.60000	45.5314032	0.52096
B orofos - Mh	12.872	13.93944	13.40552	1.60000	46.1888451	0.52061
C orofos - Mh	11.537	12.40835	11.97264	1.60000	50.4311708	0.51822

Στον πίνακα 6.21 παρατηρούμε ότι οι απώλειες και οι εισφορές θερμότητας από τους υαλοπίνακες, τους τοίχους, τα δάπεδα, τις οροφές καθώς και ο αερισμός από τις χαραμάδες παραμένουν σταθερά. Επιπλέον, το ίδιο συμβαίνει και με τις τιμές του μηχανικού αερισμού και του αερισμού από τις χαραμάδες και επομένως οι συνολικές απαιτήσεις θερμότητας για το κτήριο και για κάθε ζώνη ξεχωριστά παραμένουν οι ίδιες με αυτές του πρώτου σεναρίου.

Πίνακας 6.21: Απώλειες ενέργειας κτηρίου, σενάριο 2

Zone	Glazing (kW)	Walls (kW)	Floors (kW)	Ceilings (kW)	External Infiltration (kW)	Ventilation (kW)	Zone sensible heating (kW)
Υπογείο - Mh	0.0000000	2.1689323	1.5401582	0.0000000	-5.4088385	0.0000000	0.0000000
Isogeio	-1.7501142	-1.4149449	-0.4260078	1.3856893	-4.6060455	-36.8482764	46.0365301
A orofos	-1.6991466	-2.2535963	-1.4234944	0.1508148	-7.7990490	-62.3923848	76.4782049
B orofos	-1.8113808	-1.7422927	0.0247335	-0.3404371	-5.9267398	-47.4138585	58.6125856
C orofos -	-3.9364782	-3.5001215	-0.0140430	-3.5736966	-8.2731621	-66.1853422	87.0820549
Isogeio - Mh	-0.2214255	-0.2590665	0.0203049	0.1843559	-0.4446003	0.0000000	0.0000000
A orofos - Mh	-0.3910372	-0.2802587	0.0348801	0.1194884	-0.5476047	0.0000000	0.0000000
B orofos - Mh	-0.3862808	-0.2719749	0.0296172	0.0616296	-0.5383123	0.0000000	0.0000000
C orofos - Mh	-0.2680664	-0.2979394	0.0816059	-0.2513068	-0.4924095	0.0000000	0.0000000
Building total	-10.4639297	-7.8512627	-0.1322454	-2.2634623	-34.0367617	-212.8398620	268.2093754

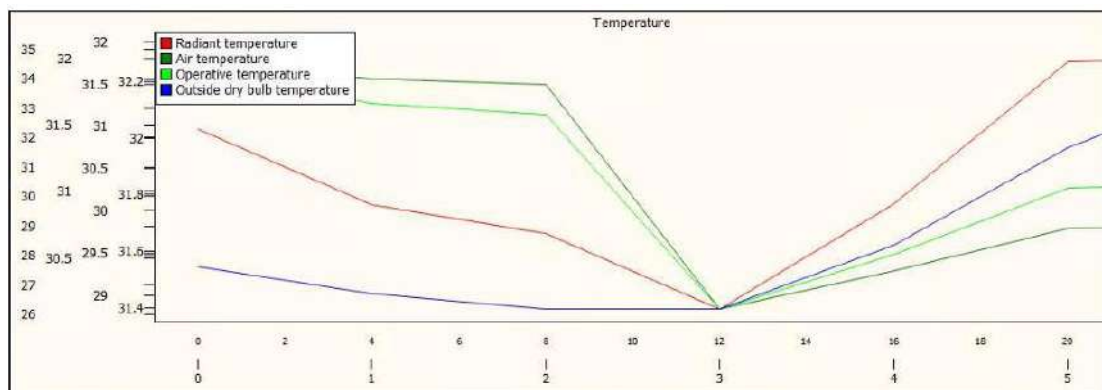
Τέλος, ο πίνακας 6.22 συνοψίζει τα αποτελέσματα του Heating Design. Διακρίνουμε λοιπόν ότι η θερμοκρασία άνεσης, οι τιμές για τη σταθερή απώλεια θερμότητας και τη μέγιστη απόδοση του κτηρίου με βάση το σχεδιασμό παραμένουν σταθερές και δεν αλλάζουν για τα δύο σενάρια.

Πίνακας 6.22: Σύνοψη αποτελεσμάτων Heating Design, σενάριο 2

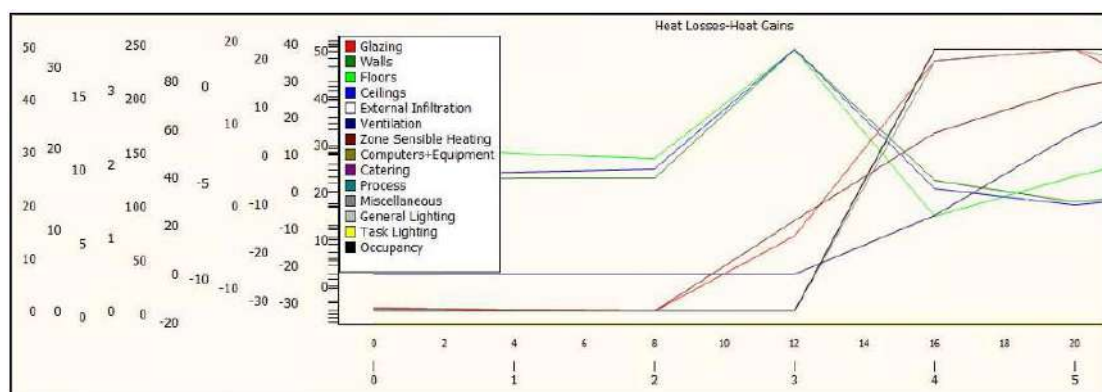
Summary	Comfort temperature (°C)	Steady state heat loss (kW)	Design capacity (kW)	Design capacity (W/m ²)
	15.478414	268.2093754	335.2617193	95.7627963

6.2.2 Αποτελέσματα από το Cooling Design

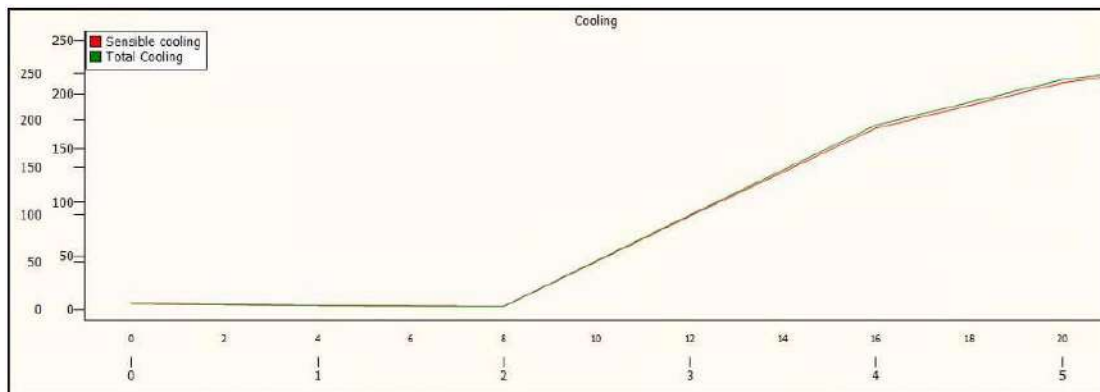
Πραγματοποιώντας το Cooling Design το λογισμικό εμφανίζει τα διαγράμματα των εικόνων 6.21, 6.22, 6.23, 6.24 και τον πίνακα 6.23.



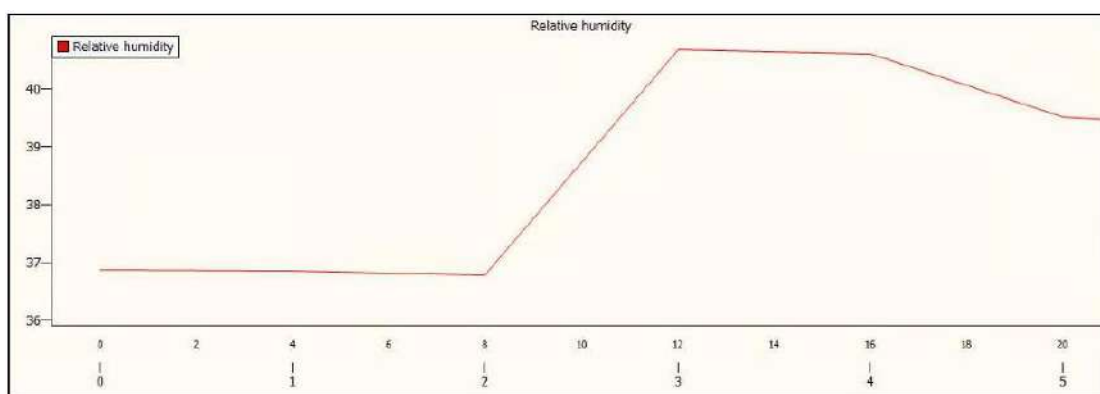
Εικόνα 6.21: Διάγραμμα θερμοκρασιών Cooling Design για μια ημέρα, σενάριο 2



Εικόνα 6.22: Διάγραμμα θερμικών απωλειών και κερδών Cooling Design, σενάριο 2



Εικόνα 6.23: Διάγραμμα φορτίων ψύξης Cooling Design, σενάριο 2



Εικόνα 6.24: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας Cooling Design, σενάριο 2

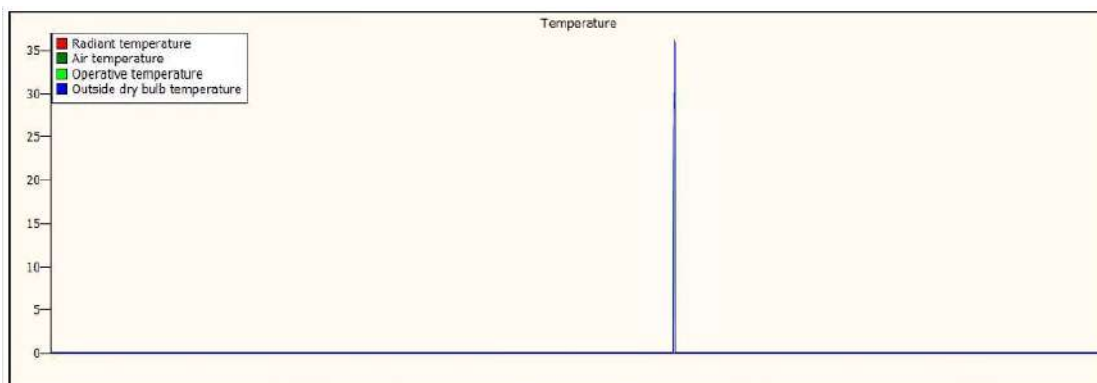
Ο πίνακας 6.23 αποτελεί τη σύνοψη των αριθμητικών αποτελεσμάτων του Cooling Design για το δεύτερο σενάριο. Αν τον συγκρίνουμε με τον αντίστοιχο πίνακα 6.4 για το πρώτο σενάριο παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία, η υγρασία καθώς και η ώρα μέγιστης ψύξης στο κτήριο έχουν παραμείνει σταθερές όπως επίσης και η μέγιστη απόδοση του κτηρίου με βάση το σχεδιασμό, το συνολικό φορτίο ψύξης, το αισθητό και το λανθάνον φορτίο.

Πίνακας 6.23: Σύνοψη αποτελεσμάτων Cooling Design, σενάριο 2

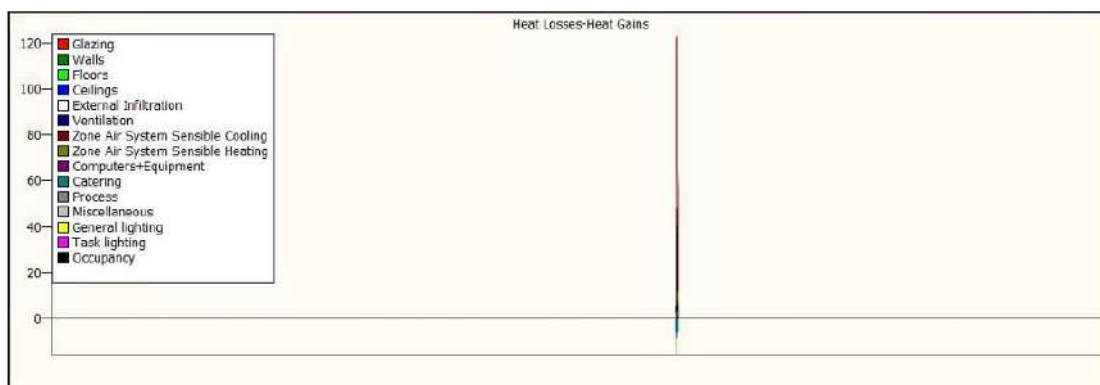
Summary	Design capacity (kW)		Total cooling load (kW)	Sensible (kW)	Latent (kW)	Air temperature (°C)	Humidity (%)	Time of max cooling	Maximum operative temperature in day (°C)
Υπογείο - Mh thermainomenos	0.0000000		0.0000000	0.0000000	0.0000000	21.31226	63.0427086	15:00	21.29818
Isogeio	55.4959461		48.2573445	41.8588732	6.3984713	26.00000	45.7791784	15:00	32.35952
A orofos	93.5133768		81.3159798	70.5114708	10.8045091	26.00000	45.7887794	15:00	32.51372
B orofos	73.6823331		64.0715940	55.7349763	8.3366177	26.00000	45.6901536	15:00	32.36338
C orofos - Grafeia	99.6390989		86.6426947	78.8426129	7.8000818	26.00000	44.3339683	15:00	32.58028
Isogeio - Mh thermainomenos	0.0000000		0.0000000	0.0000000	0.0000000	33.64710	30.6247595	15:00	33.32046
A orofos - Mh thermainomenos	0.0000000		0.0000000	0.0000000	0.0000000	35.47386	27.6726364	15:00	34.83549
B orofos - Mh thermainomenos	0.0000000		0.0000000	0.0000000	0.0000000	35.50821	27.6203065	15:00	34.90205
C orofos - Mh thermainomenos	0.0000000		0.0000000	0.0000000	0.0000000	35.35150	27.8599703	15:00	35.05925
Building total	322.3307550		280.2876130	246.9479332	33.3396799	29.47699	39.8236068	15:00	32.13693

6.2.3 Προσομοίωση θερινής ημέρας

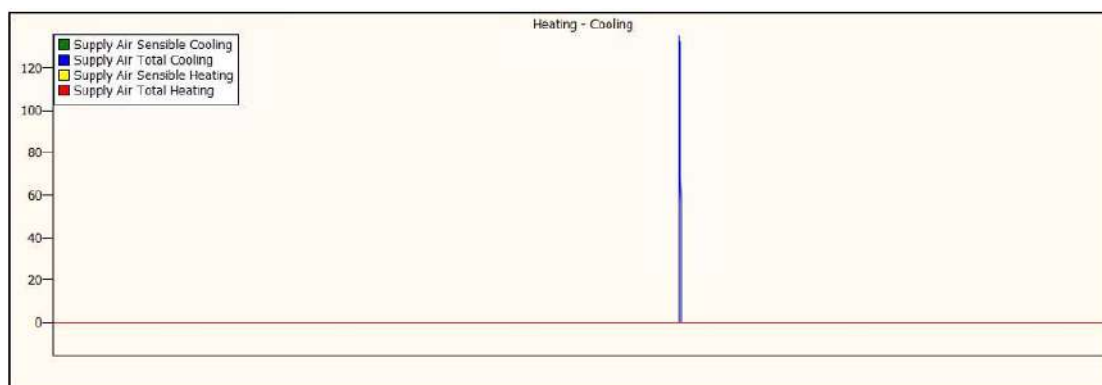
Για την προσομοίωση της θερινής ημέρας επιλέξαμε φυσικά την ίδια ημέρα με το προηγούμενο σενάριο, την 4^η Αυγούστου. Το λογισμικό παρουσιάζει τα διαγράμματα των εικόνων 6.25, 6.26, 6.27, 6.28 για τη θερινή ημέρα που σχηματίζουν τις κυματομορφές βασικών μεγεθών.



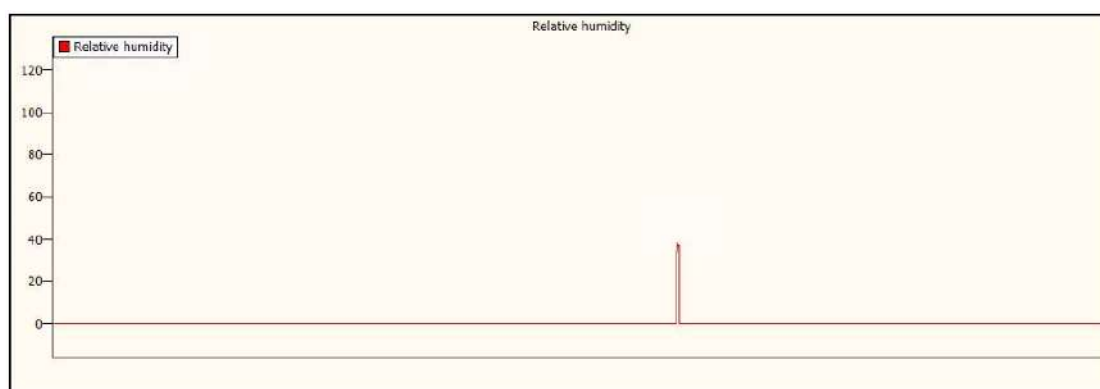
Εικόνα 6.25: Διάγραμμα θερμοκρασίας θερινής ημέρας, σενάριο 2



Εικόνα 6.26: Διάγραμμα απωλειών – εισφορών θερμότητας θερινής ημέρας, σενάριο 2



Εικόνα 6.27: Διάγραμμα θέρμανσης – ψύξης θερινής ημέρας, σενάριο 2



Εικόνα 6.28: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας θερινής ημέρας, σενάριο 2

Στους πίνακες 6.24, 6.25, 6.26, 6.27 τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά για το κτήριο.

Αν συγκρίνουμε τις τιμές του πίνακα 6.24 με τον αντίστοιχο 6.5 του πρώτου σεναρίου παρατηρούμε ότι οι τιμές της εξωτερικής θερμοκρασίας παραμένουν ίδιες, ενώ όλες οι υπόλοιπες υπόκεινται σε μία πολύ μικρή αλλαγή, σχεδόν μηδαμινή.

Επιπλέον, η σύγκριση του πίνακα 6.25 με τον αντίστοιχο 6.6 μας κάνει να παρατηρήσουμε ότι ο αριθμός των εναλλαγών αέρα ανά ώρα παραμένει σταθερός όπως είναι λογικό διότι δεν αλλάξαμε αυτό το μέγεθος στη μελέτη μας. Αντίθετα, τα θερμικά κέρδη και οι απώλειες των δομικών στοιχείων του κελύφους διαφοροποιούνται από σενάριο σε σενάριο σε πολύ μικρό βαθμό.

Πίνακας 6.24: Αποτελέσματα Simulation (1) θερμής ημέρας, σενάριο 2

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)
4/8 00:00	30.13596	30.13436	30.13516	29.75000	33.6616225
4/8 01:00	29.99172	29.99318	29.99245	29.07500	33.9079315
4/8 02:00	29.99476	29.99161	29.99319	28.52500	33.9032486
4/8 03:00	29.99220	29.98886	29.99053	28.32500	33.8775186
4/8 04:00	29.98586	29.98276	29.98431	28.15000	33.8763933
4/8 05:00	29.97898	29.97516	29.97707	28.02500	33.8853208
4/8 06:00	28.16410	29.91197	29.03804	28.67500	37.8123280
4/8 07:00	28.20252	29.86208	29.03230	29.50000	37.6670655
4/8 08:00	28.37769	30.15936	29.26853	30.37500	38.1739210
4/8 09:00	28.74075	30.58541	29.66308	31.72500	38.1552656
4/8 10:00	29.05925	30.94312	30.00119	33.15000	37.5336244
4/8 11:00	29.26665	31.15390	30.21028	34.62500	37.0140238
4/8 12:00	29.31284	31.19304	30.25294	35.37500	36.8448130
4/8 13:00	29.21061	31.10099	30.15580	35.80000	36.9330590
4/8 14:00	29.05289	30.96774	30.01032	36.27500	37.0494666
4/8 15:00	28.94334	30.88385	29.91360	36.17500	36.9900871
4/8 16:00	28.87275	30.85603	29.86439	35.95000	36.7749244
4/8 17:00	28.81770	30.83294	29.82532	35.67500	36.5976163
4/8 18:00	28.75819	30.70830	29.73324	34.77500	36.7361854
4/8 19:00	28.67691	30.52821	29.60256	33.60000	37.0379981
4/8 20:00	28.58994	30.32525	29.45760	32.47500	37.2656888
4/8 21:00	28.52136	30.15211	29.33673	31.67500	37.3127429
4/8 22:00	29.57474	30.06728	29.82101	31.05000	34.8605495
4/8 23:00	29.91267	30.11506	30.01387	30.37500	34.1385385

Πίνακας 6.25: Αποτελέσματα Simulation (2) θερινής ημέρας, σενάριο 2

Time	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)
4/8 00:00	0.00000	-1.8957414	0.9834896	-5.3886848	5.0581152
4/8 01:00	0.00000	-2.2507508	0.7621733	-4.1882025	4.2534165
4/8 02:00	0.00000	-2.6210324	0.6587200	-3.3734775	3.8307821
4/8 03:00	0.00000	-2.7455455	0.5482766	-2.8525567	3.4385248
4/8 04:00	0.00000	-2.8525328	0.5257829	-2.4699015	3.1353546
4/8 05:00	0.00000	-2.9218039	0.3267697	-2.2969627	2.7722186
4/8 06:00	0.07972	1.0088382	11.0527129	5.4897121	6.9094070
4/8 07:00	0.17305	15.8113358	14.5569466	3.3830722	7.8092838
4/8 08:00	1.57593	38.0170268	-2.6448992	-12.1679032	-1.7677762
4/8 09:00	1.78793	52.8827772	-12.2699119	-16.2979692	-7.0752981
4/8 10:00	1.78113	55.2057395	-14.8712937	-10.9068852	-8.4307455
4/8 11:00	1.63389	50.1931370	-13.5353583	-5.0114490	-7.9953269
4/8 12:00	1.63039	41.4311126	-10.0537246	-0.2034990	-6.6661930
4/8 13:00	1.62861	32.6043744	-6.8413565	2.7971190	-5.6557703
4/8 14:00	1.62652	28.1026896	-3.8140225	2.4297414	-4.5788265
4/8 15:00	1.11647	33.7852466	-1.8283681	-1.0795094	-3.5955185
4/8 16:00	0.67950	44.3751156	-1.6432595	-5.9625851	-3.5104082
4/8 17:00	0.21850	47.5806777	1.2875550	-4.8645486	-1.7551256
4/8 18:00	0.26780	33.6389305	8.5457052	3.9272881	3.2816261
4/8 19:00	0.34223	13.2486124	13.2652318	8.7110233	6.6706078
4/8 20:00	0.34348	0.6558450	18.6095856	9.2764489	10.8118309
4/8 21:00	0.19675	0.1365417	21.2434178	7.3032058	13.3317000
4/8 22:00	0.02474	-0.5575045	13.0263286	-0.4544161	10.8372610
4/8 23:00	0.07508	-1.3650320	3.2502756	-5.9641687	6.4977438

Στον πίνακα 6.26 παρατηρούμε μια μικρή αύξηση στις τιμές των απωλειών από τις χαραμάδες και στον μηχανικό αερισμό καθώς και μια ελάχιστη διαφοροποίηση στις τιμές για τη συνολική παροχή ψύξης. Οφείλουμε να τονίσουμε ότι η διαφορά αυτή στις τιμές είναι τόσο μικρή που θα μπορούσε να δηλωθεί ως μηδαμινή.

Επιπλέον, στον πίνακα 6.27 παρατηρούμε ότι οι τιμές για τα φορτία των υπολογιστών δεν έχουν καμία διαφορά όπως είναι αναμενόμενο και παραμένουν σταθερές για όσο βρίσκονται σε λειτουργία στη διάρκεια της ημέρας.

Πίνακας 6.26: Αποτελέσματα Simulation (3) θερμής ημέρας, σενάριο 2

Time	External Infiltration (kWh)	Ventilation (kWh)	Zone air system sensible heating rate	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)
4/8 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 06:00	0.0006641	0.0399440	0.0000000	36.2599599	39.2633299
4/8 07:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	63.5022020	63.5022020
4/8 08:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	102.6172649	102.6172649
4/8 09:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	116.6703148	116.6628937
4/8 10:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	122.3042217	122.3100447
4/8 11:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	121.7799558	121.7799558
4/8 12:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	121.1355731	121.1355731
4/8 13:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	121.4555894	121.4555894
4/8 14:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	123.2155547	123.2155547
4/8 15:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	107.9143071	107.9143071
4/8 16:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	95.8090403	95.8090403
4/8 17:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	80.2171702	80.2171702
4/8 18:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	74.8413240	74.8413240
4/8 19:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	71.9458355	71.9458355
4/8 20:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	65.2268644	65.2268644
4/8 21:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	55.6692836	55.6692836
4/8 22:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 23:00	0.0022689	0.0160681	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 6.27: Αποτελέσματα Simulation (4) θερινής ημέρας, σενάριο 2

Time	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)	Catering (kWh)
4/8 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 06:00	39.9138771	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 07:00	64.6816489	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 08:00	106.9514811	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 09:00	129.5421530	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 10:00	135.8837053	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 11:00	133.3628717	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 12:00	131.1044179	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 13:00	131.1110824	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 14:00	132.6289831	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 15:00	114.8239048	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 16:00	99.8412999	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 17:00	82.1135071	0.0000000	0.0000000	3.5706470	0.0000000
4/8 18:00	76.0274936	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 19:00	73.9569803	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 20:00	67.7119441	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 21:00	57.7925052	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 22:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4/8 23:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Ο πίνακας 6.28 παρουσιάζει τις τιμές της ολικής ενέργειας του κτηρίου και αν συγκριθεί με τις τιμές του πίνακα 6.9 για την αντίστοιχη προσομοίωση του πρώτου σεναρίου θα διαπιστώσουμε ότι η διαφορά στις τιμές είναι στις 0.06kWh για μία θερινή ημέρα.

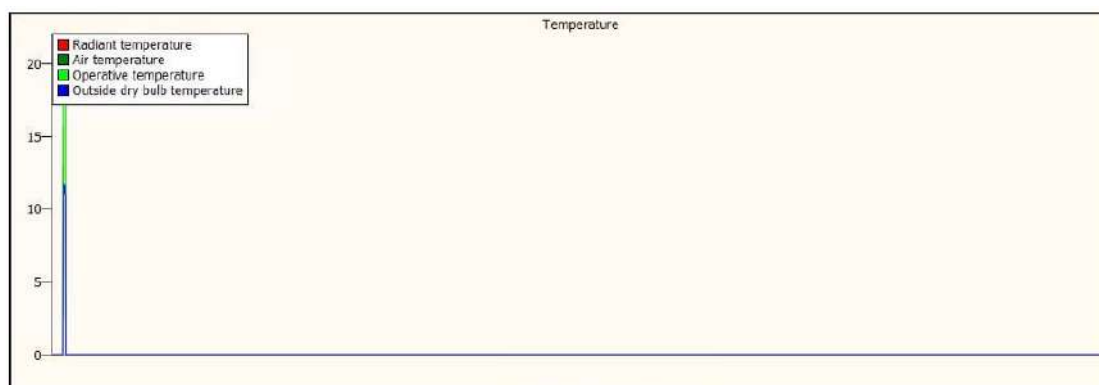
Πίνακας 6.28: Αποτελέσματα Simulation ολικής ενέργειας θερινής ημέρας, σενάριο 2

Site and Source Energy

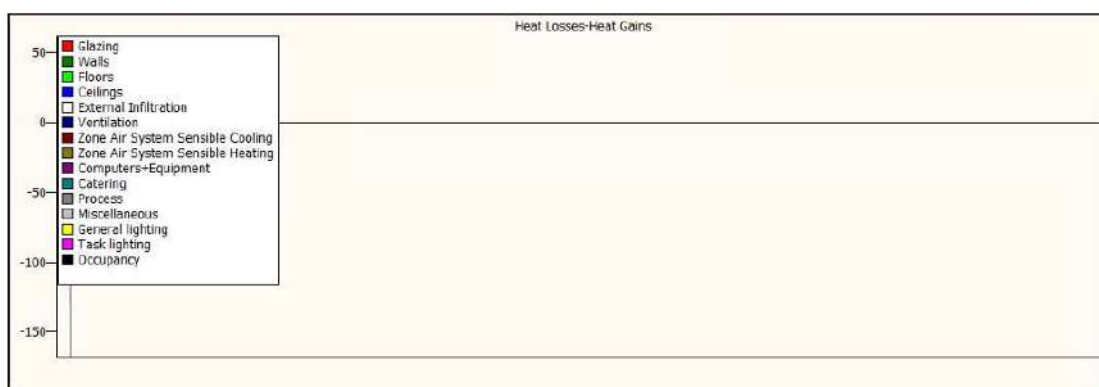
	Total Energy [kWh]	Energy Per Total Building Area [kWh/m ²]	Energy Per Conditioned Building Area [kWh/m ²]
Total Site Energy	2140.47	0.61	0.93
Net Site Energy	2140.47	0.61	0.93
Total Source Energy	3448.34	0.98	1.50
Net Source Energy	3448.34	0.98	1.50

6.2.4 Προσομοίωση χειμερινής ημέρας

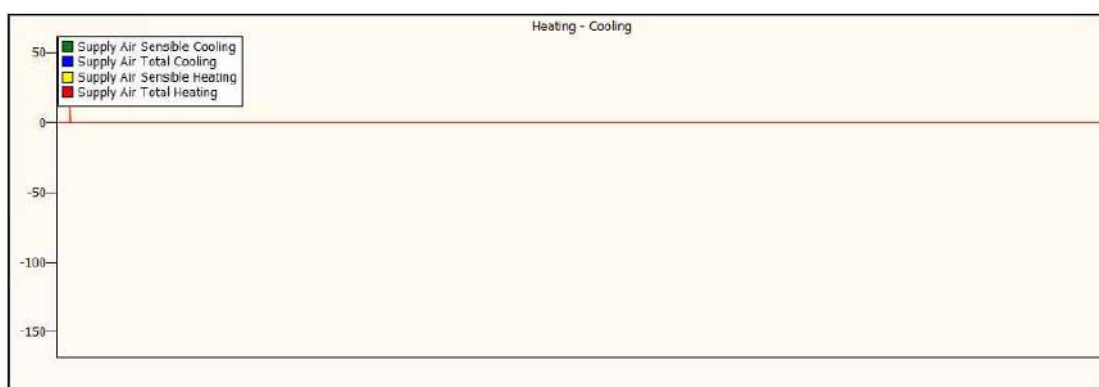
Για την προσομοίωση χειμερινής ημέρας επιλέξαμε επίσης να προσομοιώσουμε την ίδια ημέρα με το πρώτο σενάριο, την 5^η Ιανουαρίου. Τα αποτελέσματα που εξάγει το λογισμικό παρουσιάζονται στις εικόνες 6.29, 6.30, 6.31, 6.32 και στους πίνακες 6.29, 6.30, 6.31, 6.32, 6.33. Ας αναλύσουμε και σε αυτή την περίπτωση τα αποτελέσματα της προσομοίωσης.



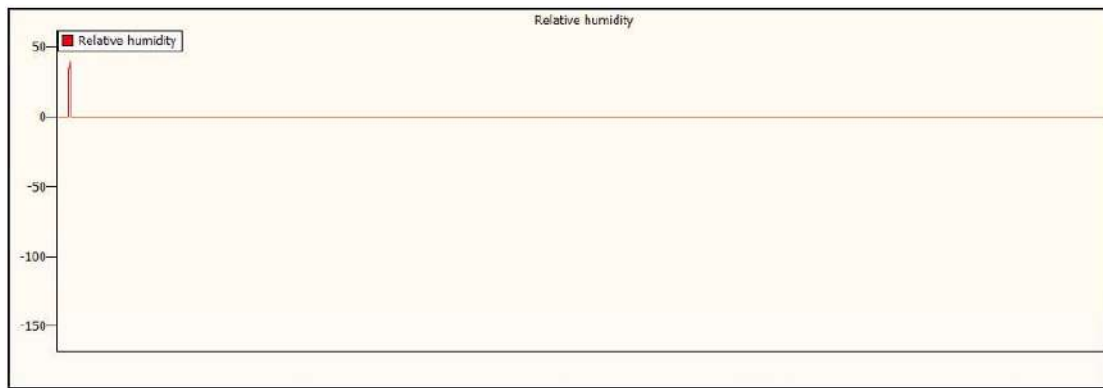
Εικόνα 6.29: Διάγραμμα θερμοκρασίας χειμερινής ημέρας, σενάριο 2



Εικόνα 6.30: Διάγραμμα απωλειών - εισφορών θερμότητας χειμερινής ημέρας, σενάριο 2



Εικόνα 6.31: Διάγραμμα θέρμανσης - ψύξης χειμερινής ημέρας, σενάριο 2



Εικόνα 6.32: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας χειμερινής ημέρας, σενάριο 2

Συγκρίνοντας τον πίνακα 6.29 με τον 6.10 διαπιστώνουμε μία μικρή μείωση στη θερμοκρασία του αέρα ιδιαίτερα κατά τις βραδινές ώρες που η διαφορά αγγίζει και τον 1°C. Επιπλέον, το ίδιο συμβαίνει και με την ακτινοβολούμενη θερμοκρασία και τη θερμοκρασία λειτουργίας του κτηρίου. Η τιμή της εξωτερικής θερμοκρασίας παραμένει σταθερή, ενώ η υγρασία σημειώνει πολύ μικρές διαφορές.

Πίνακας 6.29: Αποτελέσματα Simulation (1) χειμερινής ημέρας, σενάριο 2

Time	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)
5/1 00:00	20.72715	20.83296	20.78005	10.10000	35.2375211
5/1 01:00	20.75165	20.83159	20.79162	11.37500	34.9498254
5/1 02:00	20.74813	20.80251	20.77532	11.50000	34.8843489
5/1 03:00	20.70709	20.76923	20.73816	11.32500	34.9718757
5/1 04:00	20.67274	20.73749	20.70512	11.30000	35.0441892
5/1 05:00	20.55647	20.65127	20.60387	11.22500	35.3190424
5/1 06:00	20.50929	20.63355	20.57142	11.35000	35.4271151
5/1 07:00	20.58799	20.63701	20.61250	11.55000	35.4469938
5/1 08:00	20.59339	20.65710	20.62525	11.75000	36.2853251
5/1 09:00	20.12622	20.78792	20.45707	11.65000	39.9010067
5/1 10:00	20.13260	20.94809	20.54035	11.45000	40.4447245
5/1 11:00	20.20102	21.10550	20.65326	11.25000	40.1785144
5/1 12:00	20.31372	21.18628	20.75000	11.20000	39.6427356
5/1 13:00	20.31720	21.23405	20.77563	11.20000	39.3403883
5/1 14:00	20.32773	21.25269	20.79021	11.20000	38.8116973
5/1 15:00	20.35812	21.27451	20.81631	11.12500	38.4245494
5/1 16:00	20.57883	21.25566	20.91724	11.10000	37.8137393
5/1 17:00	20.84743	21.23099	21.03921	11.02500	37.1104988
5/1 18:00	21.03220	21.20248	21.11734	10.77500	36.5840008
5/1 19:00	20.77914	21.14889	20.96401	10.55000	36.8003450
5/1 20:00	20.59943	21.09423	20.84683	10.27500	36.5328608
5/1 21:00	20.53540	21.03523	20.78531	10.20000	35.9622910
5/1 22:00	20.58944	20.95324	20.77134	10.12500	35.4685007
5/1 23:00	20.70612	20.88059	20.79335	10.10000	35.2555884

Στον πίνακα 6.30 βλέπουμε πολύ μικρές διαφορές συγκριτικά με το πρώτο σενάριο λειτουργίας. Τα θερμικά κέρδη και οι απώλειες των δομικών στοιχείων μεταβάλλονται ελάχιστα και θεωρούνται σχεδόν ίδια με αυτά του πρώτου σεναρίου.

Πίνακας 6.30: Αποτελέσματα Simulation (2) χειμερινής ημέρας, σενάριο 2

Time	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)
5/1 00:00	0.23270	-7.4916349	2.1754271	1.1205299	3.3630408
5/1 01:00	0.00000	-6.5774528	1.7370707	0.5018469	3.4572264
5/1 02:00	0.00000	-6.4143081	1.0992987	0.0649050	3.4618830
5/1 03:00	0.00000	-6.4753260	0.9786341	0.0262156	3.6139874
5/1 04:00	0.00000	-6.4596920	0.9032337	0.0116236	3.7608975
5/1 05:00	0.00000	-9.3344502	1.7288277	0.5743695	4.4615225
5/1 06:00	0.00000	-7.7321542	1.4237016	0.2536877	4.3770757
5/1 07:00	0.46211	-6.2528874	0.2775791	-0.4579322	3.9364967
5/1 08:00	1.62253	-5.0110334	-3.5542832	-2.6849910	1.6988562
5/1 09:00	14.77845	-0.2947903	-13.7868870	-7.8693392	-5.1906972
5/1 10:00	16.93075	6.5125042	-18.7697663	-9.2921776	-8.9666185
5/1 11:00	16.94247	11.2158579	-20.1161434	-7.6994563	-10.1982063
5/1 12:00	15.56040	10.3722927	-19.2922321	-5.2268742	-10.2101272
5/1 13:00	15.55978	8.1476020	-17.7173217	-3.7661631	-9.8095008
5/1 14:00	15.56044	5.3817272	-16.2304972	-2.7405692	-9.3832668
5/1 15:00	15.56678	4.1170892	-15.5005924	-2.6412755	-9.3234664
5/1 16:00	10.68883	0.4317155	-12.6379825	-1.3434227	-7.4505218
5/1 17:00	6.49775	-4.2315691	-11.2201714	-1.6070865	-6.3291850
5/1 18:00	2.09344	-7.0571926	-8.0250241	-0.8149496	-4.5134198
5/1 19:00	2.56767	-7.2467386	-3.9329590	1.4679660	-1.8748844
5/1 20:00	3.27487	-7.2414970	-3.0408607	1.4371970	-1.4337503
5/1 21:00	3.27363	-7.3073566	-1.2335151	1.7495377	-0.0721796
5/1 22:00	1.87100	-7.3783170	1.5200460	2.8400101	2.1866984
5/1 23:00	0.23259	-7.4911242	2.6287828	2.3225282	3.3534789

Συγκρίνοντας τον πίνακα 6.31 με τον πίνακα 6.12 βλέπουμε ότι τα φορτία του μηχανικού αερισμού είναι εμφανώς μειωμένα σε αυτή την περίπτωση και επίσης στον πίνακα 6.32 βλέπουμε ότι υπάρχει και μια μικρή διαφοροποίηση το ποσοστό απαίτησης του κτηρίου σε θέρμανση για τα δύο σενάρια. Φυσικά, οι τιμές των φορτίων του εξοπλισμού υπολογιστών παραμένουν ίδιες.

Πίνακας 6.31: Αποτελέσματα Simulation (3) χειμερινής ημέρας, σενάριο 2

Time	External Infiltration (kWh)	Ventilation (kWh)	Zone air system sensible heating rate	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)
5/1 00:00	0.2093110	-1.5517365	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 07:00	0.3681119	-2.6996611	2.3049119	0.0000000	0.0000000
5/1 08:00	1.2052759	-8.8950566	1.0122014	0.0000000	0.0000000
5/1 09:00	9.7767857	-72.0336368	14.6433681	0.0000000	0.0000000
5/1 10:00	11.1774911	-82.4687502	13.2686889	0.0000000	0.0000000
5/1 11:00	11.4081090	-84.3131265	13.4012395	0.0000000	0.0000000
5/1 12:00	10.7691800	-79.7150303	13.0347619	0.0000000	0.0000000
5/1 13:00	10.7440495	-79.5137183	12.8179596	0.0000000	0.0000000
5/1 14:00	10.7613783	-79.6522700	12.4648255	0.0000000	0.0000000
5/1 15:00	10.9146325	-80.8782089	12.5343960	0.0000000	0.0000000
5/1 16:00	8.0771086	-59.9750905	12.5605981	0.0000000	0.0000000
5/1 17:00	5.3296925	-39.5362554	12.9049823	0.0000000	0.0000000
5/1 18:00	1.7896794	-13.3244435	0.9257008	0.0000000	0.0000000
5/1 19:00	2.0733083	-15.5706420	0.4625770	0.0000000	0.0000000
5/1 20:00	2.5994951	-19.5232321	1.0287255	0.0000000	0.0000000
5/1 21:00	2.5909176	-19.4545819	1.5139377	0.0000000	0.0000000
5/1 22:00	1.5424887	-11.5807825	1.8012126	0.0000000	0.0000000
5/1 23:00	0.2128590	-1.5801230	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Πίνακας 6.32: Αποτελέσματα Simulation (4) χειμερινής ημέρας, σενάριο 2

Time	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)	Catering (kWh)
5/1 00:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 01:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 02:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 03:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 04:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 05:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 06:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5/1 07:00	0.0000000	2.3314269	2.3314269	0.0000000	0.0000000
5/1 08:00	0.0000000	1.0122015	1.0122015	3.5706470	0.0000000
5/1 09:00	0.0000000	14.6374656	14.6374656	3.5706470	0.0000000
5/1 10:00	0.0000000	13.2686889	13.2686889	3.5706470	0.0000000
5/1 11:00	0.0000000	13.4012395	13.4012395	3.5706470	0.0000000
5/1 12:00	0.0000000	13.0347619	13.0347619	3.5706470	0.0000000
5/1 13:00	0.0000000	12.8179596	12.8179596	3.5706470	0.0000000
5/1 14:00	0.0000000	12.4648255	12.4648255	3.5706470	0.0000000
5/1 15:00	0.0000000	12.5343960	12.5343960	3.5706470	0.0000000
5/1 16:00	0.0000000	12.5605981	12.5605981	3.5706470	0.0000000
5/1 17:00	0.0000000	12.9049823	12.9049823	3.5706470	0.0000000
5/1 18:00	0.0000000	0.9257763	0.9257763	3.5706470	0.0000000
5/1 19:00	0.0000000	0.4626043	0.4626043	0.0000000	0.0000000
5/1 20:00	0.0000000	1.0287255	1.0287255	0.0000000	0.0000000
5/1 21:00	0.0000000	1.5139377	1.5139377	0.0000000	0.0000000
5/1 22:00	0.0000000	1.8012126	1.8012126	0.0000000	0.0000000
5/1 23:00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

Στον πίνακα 6.33 που παρουσιάζονται οι τιμές για το ολική ενέργεια του κτηρίου βλέπουμε ότι η διαφορά με τις τιμές του πίνακα 6.14 που αναφέρεται στο πρώτο σενάριο είναι στις 34.09kWh. Είναι μία τιμή σαφώς μεγαλύτερη από τη διαφορά που προέκυψε από τη σύγκριση των σεναρίων για τη θερινή ημέρα και αναμενόμενη λόγω της ελαφρώς μεγαλύτερης διαφοράς των τιμών των μεγεθών που παρουσιάσαμε στους παραπάνω πίνακες.

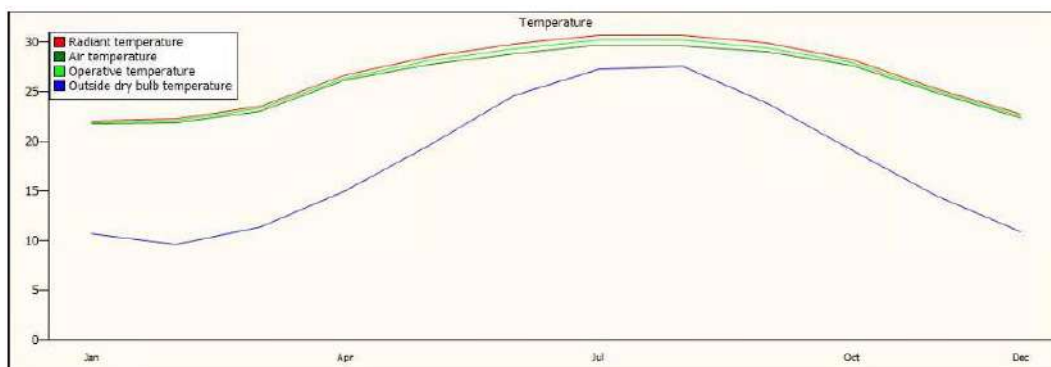
Πίνακας 6.33: Αποτελέσματα Simulation ολικής ενέργειας χειμερινής ημέρας, σενάριο 2

Site and Source Energy

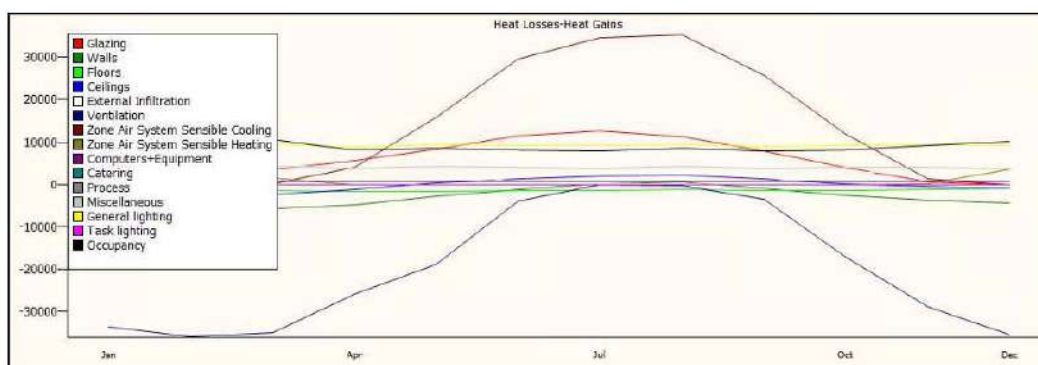
	Total Energy [kWh]	Energy Per Total Building Area [kWh/m ²]	Energy Per Conditioned Building Area [kWh/m ²]
Total Site Energy	746.15	0.21	0.32
Net Site Energy	746.15	0.21	0.32
Total Source Energy	2419.61	0.69	1.05
Net Source Energy	2419.61	0.69	1.05

6.2.5 Ετήσια προσομοίωση

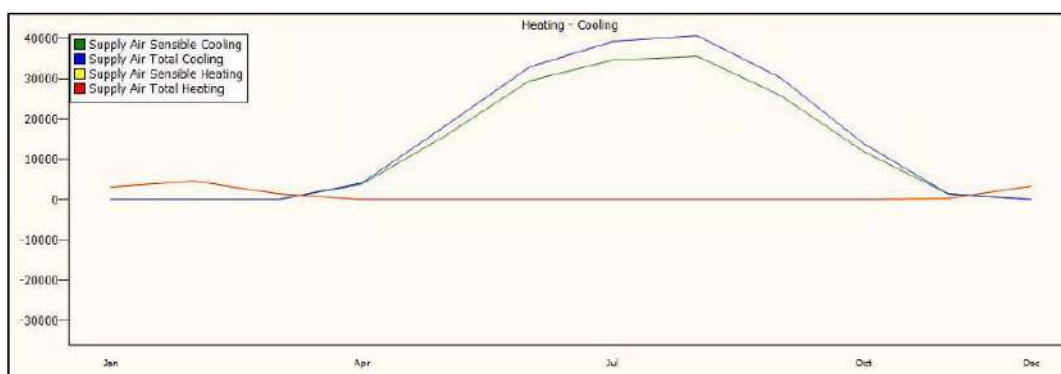
Οι εικόνες 6.33, 6.34, 6.35, 6.36 και οι πίνακες 6.34, 6.35, 6.36, 6.37, 6.38 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της ετήσιας προσομοίωσης του δεύτερου σεναρίου. Αυτό που παρατηρούμε για ακόμη μία φορά από τα αποτελέσματα των πινάκων 6.34, 6.35, 6.36, 6.37 σε σύγκριση με τους αντίστοιχους 6.15, 6.16, 6.17, 6.18, είναι ότι οι τελικές τιμές είναι ελάχιστα διαφοροποιημένες από τα αποτελέσματα του πρώτου σεναρίου.



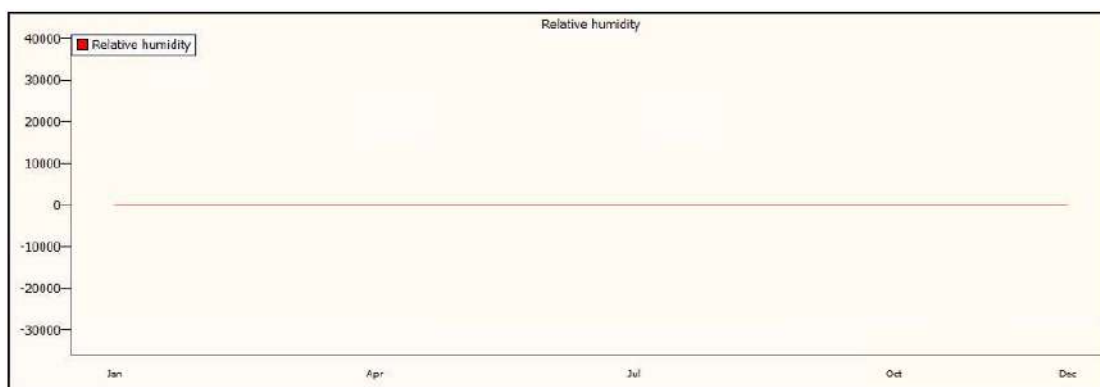
Εικόνα 6.33: Διάγραμμα θερμοκρασίας ενός χρόνου, σενάριο 2



Εικόνα 6.34: Διάγραμμα απωλειών – εισφορών θερμότητας ενός χρόνου, σενάριο 2



Εικόνα 6.35: Διάγραμμα ψύξης – θέρμανσης ενός χρόνου, σενάριο 2



Εικόνα 6.36: Διάγραμμα σχετικής υγρασίας ενός χρόνου, σενάριο 2

Πίνακας 6.34: Αποτελέσματα Simulation (1) ενός χρόνου, σενάριο 2

Month	Air temperature (°C)	Radiant temperature (°C)	Operative temperature (°C)	Outside dry bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)
January	21.74883	22.04622	21.89752	10.70114	32.4538599
February	21.86531	22.24911	22.05721	9.58240	31.3648052
March	23.09787	23.51311	23.30549	11.38696	30.4852808
April	26.16133	26.70361	26.43247	15.05743	28.3329079
May	27.71529	28.52697	28.12113	19.60696	29.4836898
June	28.82787	29.82636	29.32712	24.60979	28.4463728
July	29.69017	30.74493	30.21755	27.29691	27.9417378
August	29.66259	30.73333	30.19796	27.58905	28.3226054
September	29.03438	29.91325	29.47381	23.87948	28.7569483
October	27.64044	28.27585	27.95814	19.14970	30.1298345
November	24.86984	25.31608	25.09296	14.50788	32.0228766
December	22.41590	22.77580	22.59585	10.86398	32.2507967

Πίνακας 6.35: Αποτελέσματα Simulation (2) ενός χρόνου, σενάριο 2

Month	Mech vent + nat vent + Infiltration (ac/h)	Glazing (kWh)	Walls (kWh)	Floors (kWh)	Ceilings (kWh)
January	4.35386	814.7875382	-5228.5668954	-1169.1352721	-2446.1542155
February	4.41020	948.0609292	-4611.5309734	-1043.7925748	-1446.4008407
March	4.54223	3468.5282969	-5601.9516730	-1404.9623279	-2227.5338612
April	4.10471	5656.7766626	-4726.3517861	-1635.9834352	-1079.6550444
May	4.46026	8398.1016036	-2872.4432353	-1644.6141806	426.0068332
June	2.22967	11538.0374248	-1140.5288829	-1487.1581305	1283.6611616
July	0.96398	12662.1519222	90.1779071	-1380.9517739	1919.8041275
August	1.00705	11339.0504772	513.9901034	-1284.7596082	2150.8279673
September	2.46770	7913.5827502	-854.0906673	-1384.7236742	1250.8863011
October	4.20485	4020.0287399	-2605.1320748	-1510.2837016	196.6696516
November	4.47660	634.1097644	-3614.8235314	-1228.1179783	-504.9825511
December	4.19179	-155.0706916	-4426.3371227	-1048.0128289	-1041.0656070

Πίνακας 6.36: Αποτελέσματα Simulation (3) ενός χρόνου, σενάριο 2

Month	External Infiltration (kWh)	Ventilation (kWh)	Zone air system sensible heating rate	Zone air system sensible cooling rate	Supply air sensible cooling (kWh)
January	3.0517210	-22.5855323	3127.9034715	0.0000000	0.0000000
February	3.5827190	-26.8184094	4693.3127060	0.5136792	0.5135883
March	3.1647310	-23.4119435	1462.4581141	130.5673466	130.4477678
April	2.4705820	-18.0342271	17.0831206	3920.8302122	3927.4283031
May	1.8218350	-12.6826187	0.0000000	15846.8918683	15885.5130387
June	0.4526814	-2.7794003	0.0000000	29493.5396181	29560.1249009
July	0.0434493	-0.0916555	0.0000000	34474.5419438	34563.1255526
August	0.0508440	-0.1483600	0.0000000	35484.0323993	35570.4478416
September	0.4122288	-2.3313853	0.0000000	25853.2868734	25909.7175272
October	1.6494639	-11.4117430	0.0000000	12024.2634340	12049.2734229
November	2.7453839	-20.0775658	149.1734549	1357.4732605	1359.0407921
December	3.1812145	-23.6918544	3507.3736159	16.8795807	16.8523304

Πίνακας 6.37: Αποτελέσματα Simulation (4) ενός χρόνου, σενάριο 2

Month	Supply air total cooling (kWh)	Supply air sensible heating (kWh)	Supply air total heating (kWh)	Computers+ Equipment (kWh)	Catering (kWh)
January	0.0000000	3130.2920475	3130.2920475	864.0965740	0.0000000
February	0.5135883	4693.3526637	4693.3526637	785.5423400	0.0000000
March	130.8539552	1462.4148891	1462.4148891	903.3736910	0.0000000
April	4037.0913201	17.0561209	17.0561209	785.5423400	0.0000000
May	18212.5227827	0.0000000	0.0000000	903.3736910	0.0000000
June	32811.3004301	0.0000000	0.0000000	864.0965740	0.0000000
July	39353.6441723	0.0000000	0.0000000	824.8194570	0.0000000
August	40942.6639412	0.0000000	0.0000000	903.3736910	0.0000000
September	30311.5815665	0.0000000	0.0000000	824.8194570	0.0000000
October	14000.0530127	0.0000000	0.0000000	864.0965740	0.0000000
November	1583.6970791	149.0846230	149.0846230	864.0965740	0.0000000
December	17.6055703	3507.6341731	3507.6341731	824.8194570	0.0000000

Συγκεκριμένα, συγκρίνοντας τον πίνακα 6.38 με τον 6.19 διαπιστώνουμε ότι στο παρόν σενάριο η συνολική ενέργεια έχει σημειώσει αύξηση κατά 11198.08kWh. Και φυσικά την ανάλογη αύξηση έχει σημειώσει και η τιμή της ολικής πρωτογενούς ενέργειας κατά 26097.12 kWh.

Πίνακας 6.38: Αποτελέσματα Simulation ολικής ενέργειας ενός χρόνου, σενάριο 2

Site and Source Energy

	Total Energy [kWh]	Energy Per Total Building Area [kWh/m ²]	Energy Per Conditioned Building Area [kWh/m ²]
Total Site Energy	374433.70	106.95	162.78
Net Site Energy	374433.70	106.95	162.78
Total Source Energy	808616.84	230.97	351.54
Net Source Energy	808616.84	230.97	351.54

6.3 Αποτελέσματα σύγκρισης των δύο σεναρίων

Επιχειρώντας λοιπόν να συνοψίσουμε τη σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τα δύο σενάρια που εξετάσαμε παραπάνω θα προβούμε στις εξής διαπιστώσεις. Αρχικά τα φορτία ψύξης και θέρμανσης που προκύπτουν από το Heating και Cooling design παραμένουν ίδια για τα δύο σενάρια. Το αποτέλεσμα αυτό είναι λογικό διότι τα κλιματολογικά δεδομένα καθώς και τα δομικά στοιχεία του κελύφους παρέμειναν ίδια και στις δύο περιπτώσεις. Αντίθετα, στις προσομοιώσεις θερινής και χειμερινής ημέρας καθώς και στην ετήσια προσομοίωση τα αποτελέσματα της συνολικής ενέργειας άλλαξαν. Στη θερινή ημέρα το δεύτερο σενάριο είχε υψηλότερη τιμή συνολικής ενέργειας κατά

0.06kWh. Στη χειμερινή ημέρα η διαφορά αυξήθηκε και έφτασε τις 34.09kWh και στην ετήσια προσομοίωση καταλήξαμε ότι για το δεύτερο σενάριο η ολική ενέργεια είναι αυξημένη κατά 11198.08kWh. Οφείλουμε να τονίσουμε σε αυτό το σημείο ότι η μόνη διαφορά ανάμεσα στα δύο σενάρια είναι το εκάστοτε HVAC σύστημα που χρησιμοποιήθηκε με όλα τα υπόλοιπα μεγέθη της μελέτης να παραμένουν σταθερά όπως αποκάλυψαν και τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων. Μπορούμε λοιπόν να πούμε με σιγουριά ότι για το συγκεκριμένο κτήριο το πρώτο σενάριο, που ως HVAC σύστημα χρησιμοποίησε το VRF σύστημα, είναι το πιο αποδοτικό διότι η ολική του ενέργεια είναι χαμηλότερη. Δηλαδή οι καταναλώσεις του κτηρίου είναι λιγότερες όπως είναι το επιθυμητό για την καλύτερη λειτουργία του κτηρίου.

Κεφάλαιο 7 Ψυχρομετρία

7.1 Αερισμός κτηρίου

Όλα τα κτηρια έχουν την ανάγκη αερισμού. Δηλαδή την ανανέωση του αέρα του χώρου. Η ανανέωση του αέρα επιτυγχάνεται με την εισαγωγή φρέσκου (νωπού) αέρα από το περιβάλλον καθώς και την εξαγωγή ίσης ποσότητας αέρα από το εσωτερικό περιβάλλον προς τα έξω. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., ο αερισμός του κτηρίου μπορεί να είναι είτε ελεγχόμενος φυσικός, είτε μηχανικός είτε μη ελεγχόμενος λόγω ύπαρξης χαραμάδων. Όποιος και αν είναι ο τύπος του, ο αερισμός είναι ένας βασικός παράγοντας που επιδρά στα φορτία θέρμανσης/ψύξης και κατά συνέπεια επηρεάζει την τελική ενεργειακή απόδοση του κτηρίου ^[1]. Ας εξηγήσουμε τους τρεις τύπου αερισμού ενός κτηρίου. Ο αερισμός μέσω χαραμάδων κουφωμάτων υπάρχει σε όλα τα κτήρια καθ' όλο το εικοσιτετράωρο. Ο φυσικός αερισμός, εφαρμόζεται μόνο στα κτήρια κατοικίας. Αντιθέτως ο μηχανικός αερισμός εφαρμόζεται σε όλα τα κτήρια τριτογενούς τομέα, όπως είναι και το κτήριο που μελετάμε στην παρούσα εργασία. Ο μηχανικός αερισμός παροχής νωπού αέρα ή/και εξαερισμός λοιπόν, κρίνεται απαραίτητος στο κτήριό μας και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αφορούν την παροχή νωπού αέρα, την απαγωγή αέρα από τη θερμική ζώνη, την ειδική ηλεκτρική ισχύ του ανεμιστήρα προσαγωγής και το ανεμιστήρα απαγωγής αέρα, καθώς και το βαθμό απόδοσης του συστήματος ανάκτησης. Το σύστημα ανάκτησης θερμότητας (heat recovery) μεταξύ του απορριπτόμενου στο εξωτερικό περιβάλλον αέρα και του προσαγόμενου νωπού αέρα επιβάλλεται να υπάρχει σε όλα τα κτήρια. Ο μηχανικός αερισμός μπορεί αν γίνει με δύο τρόπους. Είτε με ανεξάρτητο σύστημα ανεμιστήρων απαγωγής και προσαγωγής αέρα, είτε με εισαγωγή αέρα σε κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (Κ.Κ.Μ.). Για το παρόν κτήριο οι απαιτήσεις για νωπό αέρα θα ικανοποιούνται μέσω της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας διαχείρισης αέρα Κ.Κ.Μ..

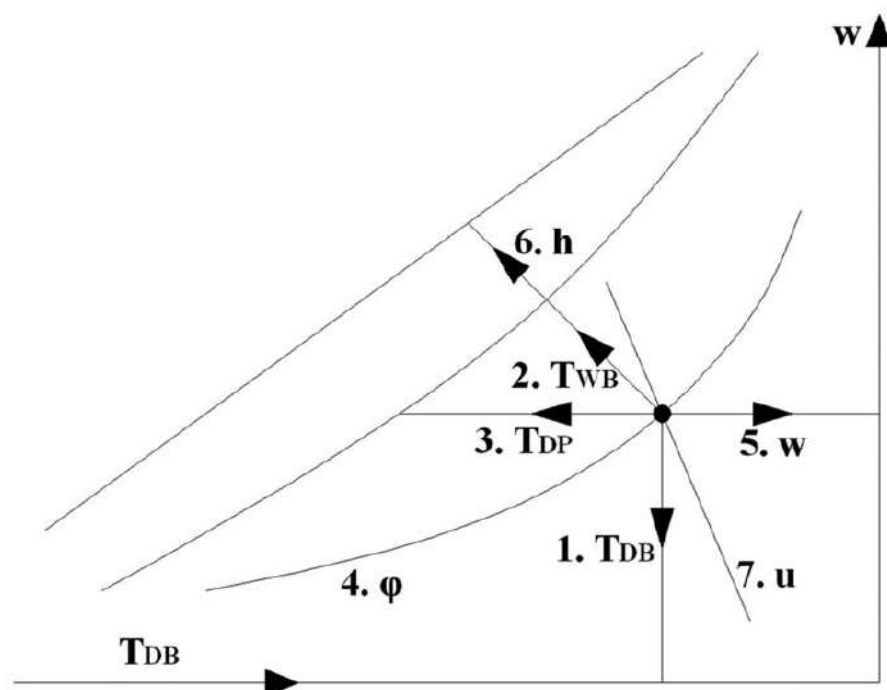
7.2 Ορισμός ψυχρομετρίας

Η ψυχρομετρία ασχολείται με τη μελέτη και τη μέτρηση των περιεχόμενων υδρατμών (υγρασία) στον ατμοσφαιρικό αέρα. Κατ' επέκταση ο όρος χρησιμοποιείται συνήθως για να περιγράψει τη μελέτη της ατμοσφαιρικής υγρασίας και της επίδρασής της στα κτήρια και στα συστήματα κλιματισμού αυτών ^[18]. Είναι η διαδικασία ποσοτικού προσδιορισμού

θερμοδυναμικών ιδιοτήτων του αέρα και χρήσης αυτών των ιδιοτήτων για την ανάλυση των συνθηκών και των μεταβολών της κατάστασης του αέρα σε ένα χώρο. Στην ψυχομετρία ο αέρας (υγρός αέρας) είναι το μείγμα δύο τέλειων αερίων, του ξηρού αέρα δηλαδή του καθαρού ατμοσφαιρικού αέρα και των υδρατμών ^[18]. Οι περιεχόμενοι υδρατμοί στον ατμοσφαιρικό αέρα συμβάλλουν στη διαμόρφωση των συνθηκών θερμικής άνεσης σε ένα κλιματιζόμενο χώρο ^[18]. Για να θεωρείται ότι υπάρχει θερμική άνεση σε ένα χώρο φυσικά, θα πρέπει το ποσοστό των περιεχόμενων υδρατμών στον ατμοσφαιρικό αέρα να διατηρείται σε ένα συγκεκριμένο εύρος τιμών. Σε περιπτώσεις θερμών και υγρών κλιματικών συνθηκών, όπως είναι το καλοκαίρι, θα πρέπει μαζί με τη μείωση της θερμοκρασίας να αφαιρεθεί και ένα μέρος υδρατμών που περιέχονται στον ατμοσφαιρικό αέρα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται ψύξη και αφύγρανση και εφαρμόζεται κατά τους θερινούς μήνες σε συνθήκες ψύξης του κτηρίου. Αντίθετα, σε κρύα και ξηρά κλίματα, μαζί με τη θέρμανση, προστίθεται μάζα υδρατμών στον αέρα μέσω υγραντήρων. Η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται σε χειμερινές συνθήκες και ονομάζεται θέρμανση με ύγρανση ^[18]. Ένα πιθανό σύστημα ύγρανσης μπορεί να είναι ο ψεκασμός ^[1]. Ο κλιματισμός λοιπόν, μπορεί να στοχεύει είτε στην αύξηση (θέρμανση) είτε στη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα (ψύξη). Με την αύξηση της θερμοκρασίας προστίθεται αισθητή θερμότητα στο χώρο, ενώ με την μείωση της θερμοκρασίας, αφαιρείται αισθητή θερμότητα από το χώρο. Αντίστοιχα, η διαδικασία της ύγρανσης γίνεται με την προσθήκη λανθάνουσας θερμότητας μέσω του υγραντήρα. Μια ακόμη διαδικασία που μπορεί να λάβει χώρα είναι η μίξη του κλιματιζόμενου αέρα με τον νωπό, η οποία συμβαίνει σε ειδικά κιβώτια μίξης τα οποία όπως και υγραντήρες αποτελούν εξαρτήματα των Κ.Κ.Μ.. Οι θερμοδυναμικές ιδιότητες του υγρού αέρα απεικονίζονται στον ψυχομετρικό χάρτη. Όλες οι καταστάσεις του αέρα όσον αφορά τη θερμοκρασία και την υγρασία του, μπορούν να αναπαρασταθούν στον ψυχομετρικό χάρτη. Ο τυπικός ψυχομετρικός χάρτης η μορφή του οποίου φαίνεται στην εικόνα 7.1 είναι της ASHRAE. Οι καμπύλες και οι ευθείες που παριστάνονται στο χάρτη είναι τα εξής ψυχομετρικά μεγέθη του αέρα.

- Θερμοκρασία ξηρού βολβού (T_{DB}): Ονομάζεται έτσι η συνήθης θερμοκρασία του υγρού αέρα για να διακρίνεται από την θερμοκρασία υγρού βολβού ^[18]
- Θερμοκρασία υγρού βολβού (T_{WB}): Ονομάζεται η τελική θερμοκρασία του υγρού αέρα στην έξοδο από την αδιαβατική ύγρανση ^[18]

- Θερμοκρασία σημείου δρόσου (T_{DP}): Είναι η θερμοκρασία κατά την οποία αρχίζει η υγροποίηση των υδρατμών μέσα στη μάζα του και η αποβολή της υγρασίας υπό τη μορφή σταγόνων νερού (συμπύκνωση υδρατμών)^[18]
- Σχετική υγρασία (ϕ): Ονομάζεται ο λόγος της μερικής πίεσης υδρατμών που περιέχονται σε υγρό ατμοσφαιρικό αέρα προς τη μερική πίεση των υδρατμών στον ίδιο αέρα όταν αυτός είναι κορεσμένος^[18]
- Ειδική υγρασία (w): Είναι ο λόγος της μάζας των υδρατμών προς τη μάζα του ξηρού ατμοσφαιρικού αέρα στην οποία περιέχεται^[18]
- Ειδική ενθαλπία (h): Είναι ο λόγος της ενθαλπίας του υγρού αέρα προς τη μάζα του ξηρού αέρα^[18]
- Ειδικός όγκος (u): Ορίζεται ως ο λόγος του όγκου του υγρού αέρα προς τη μάζα του ξηρού αέρα^[19]



Εικόνα 7.1: Τυπικός ψυχομετρικός χάρτης της ASHRAE

Από τον ψυχομετρικό χάρτη μπορεί να υπολογιστεί η ολική θερμότητα ανά μονάδα μάζας ξηρού αέρα που είναι η ολική ενθαλπία (J/kg ξηρού αέρα). Η ολική θερμότητα (J) αποτελεί το άθροισμα της αισθητής και της λανθάνουσας θερμότητας. Η αισθητή θερμότητα μεταβάλλει τη θερμοκρασία του αέρα χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενό του σε υγρασία, ενώ η λανθάνουσα είναι η θερμότητα που χρειάζεται για τη μεταβολή μιας ποσότητας του νερού σε υδρατμό χωρίς μεταβολής της πίεσης ή της θερμοκρασίας του αέρα. Όταν όμως αναφερόμαστε στον κλιματισμό ενός χώρου τότε οφείλουμε αντί για τον

όρο θερμότητα να χρησιμοποιήσουμε τον όρο φορτίο. Το φορτίο είναι η θερμότητα που απάγεται ή προσάγεται σε ένα χρονικό διάστημα (J/s).

Η διαδικασία της ψυχομετρίας καθώς και τα αποτελέσματα του ψυχομετρικού χάρτη θα βοηθήσουν στην μελέτη του αερισμού του κτηρίου επιλέγοντας για κάθε σενάριο λειτουργίας το σύστημα μηχανικού αερισμού που θα εξετασθεί. Ας τα δούμε αναλυτικά.

7.3 Εκτέλεση ψυχομετρικής μελέτης

7.3.1 Πρώτο σενάριο λειτουργίας

Η μελέτη της ψυχομετρίας στη συγκεκριμένη εργασία θα πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια του λογισμικού PSYC της 4M. Στο παρόν σενάριο εξετάζουμε όπως έχουμε προαναφέρει στον προσδιορισμό των συστημάτων την περίπτωση τοποθέτησης Κ.Κ.Μ. για την κάλυψη των φορτίων αερισμού αποκλειστικά. Θα χρησιμοποιηθεί μία Κ.Κ.Μ. για την κάλυψη των φορτίων αερισμού της κάθε θερμικής ζώνης. Ας δούμε λοιπόν βήμα – βήμα την εκτέλεση της ψυχομετρικής μελέτης στο λογισμικό PSYC.

Αρχικά τα δεδομένα που αφορούν την ψυχομετρία εισάγονται αυτόματα στο λογισμικό PSYC από τα αντίστοιχα λογισμικά της 4M για ψύξη και θέρμανση (KLIM και APOL). Αφού λοιπόν τα δεδομένα εισαχθούν στο λογισμικό επόμενο βήμα είναι ο προσδιορισμός των παραμέτρων. Στην εικόνα 7.2 φαίνεται η καρτέλα με τις παραμέτρους υπολογισμού που αφορούν την ψυχομετρία. Επιπλέον πρέπει να δηλωθούν οι εσωτερικές συνθήκες και οι εξωτερικές συνθήκες, των οποίων οι καρτέλες παρουσιάζονται στις εικόνες 7.3 και 7.4 αντίστοιχα, αλλά και οι χώροι που θα μελετηθούν. Στην καρτέλα λοιπόν με τα στοιχεία χώρων ομαδοποιούμε τους θερμαινόμενους χώρους στο σύστημα στο οποίο ανήκουν, όπως φαίνεται στην εικόνα 7.5. Σύμφωνα με τον τρόπο που ορίστηκαν οι θερμικές ζώνες του κτηρίου, θα έχουμε τέσσερα συστήματα ένα για κάθε ζώνη. Το σύστημα 1 θα αντιστοιχεί στη ζώνη του ισογείου και θα περιέχει όλους τους χώρους του ισογείου. Το σύστημα 2 θα αναφέρεται σε όλους τους χώρους του Α' ορόφου που ανήκουν στη δεύτερη θερμική ζώνη, το σύστημα 3 θα αναφέρεται στη θερμική ζώνη του Β' ορόφου και θα καλύπτει τους περισσότερους χώρους του ορόφου. Ένα κομμάτι όμως του Β' ορόφου στο οποίο υπάρχουν γραφεία ανήκει στη θερμική ζώνη των γραφείων που είναι η τέταρτη θερμική ζώνη και περικλείει όλους τους χώρους των γραφείων του Β' και Γ' ορόφου. Για τη ζώνη αυτή λοιπόν όπως είναι φυσικό ορίζουμε το σύστημα 4.

Παράμετροι Υπολογισμών

Ελάχιστη Θερμοκρασία Ψυχομετρικού Χάρτη: -10.0

Μέγιστη Θερμοκρασία Ψυχομετρικού Χάρτη: 55.0

Σύστημα Μονάδων: Kwatt

Νωπός Αέρας: Ποσότητα [m3/h]

Υπαρξη συστήματος ανάκτησης θερμότητας: Όχι

Απώλειες Αεραγωγίων: ☐

Απώλειες Ανεμιστήρα: Όχι

Συντελεστής Παράκαμψης: 0.1500

Διαφορά Θερμοκρασίας Ψυκτικού Μέσου (°C): 5.0

Διαφορά Θερμοκρασίας Θερμαντικού Μέσου (°C): 5.0

Ποσοστό νωπού αέρα (%): 0.0

Απώλειες Αεραγωγίων σε ποσοστό Φορτίου Δωματίου (%): 0.0

Απώλειες Φορτίου στον Ανεμιστήρα: 0.0

Ποσοστό του αέρα προσαγωγής που απάγεται απο το χώρο (%): 100

Υψόμετρο (m): 0.00

Προθέρμανση νωπού αέρα: Όχι

Θερμοκρασία αέρα εξόδου από τον προθερμαντήρα (°C): 0.00

Ok Άκυρο

Εικόνα 7.2: Δεδομένα για την καρτέλα «Παράμετροι Υπολογισμών»

Εσωτερικές Συνθήκες

Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία Καλοκαιριού (°C): 26.0

Επιθυμητή Εσωτερική Υγρασία Καλοκαιριού (%): 45.0

Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία Χειμώνα (°C): 20.0

Επιθυμητή Εσωτερική Υγρασία Χειμώνα (%): 50.0

Ok Άκυρο

Εικόνα 7.3: Δεδομένα για την καρτέλα «Εσωτερικές συνθήκες»

Εξωτερικές Συνθήκες

	Εποχή	Ωρα	Θερμοκρασία (°C)	Υγρασία (%)
1	Καλοκαίρι	1	25.5	51.0
2		2	25.0	51.0
3		3	24.6	51.0
4		4	24.3	51.0
5		5	24.2	51.0
6		6	24.4	51.0
7		7	24.9	51.0
8		8	25.8	51.0
9		9	27.0	51.0
10		10	28.5	51.0
11		11	30.2	51.0
12		12	31.0	51.0

Ok Άκυρο

Εικόνα 7.4: Δεδομένα για την καρτέλα «Εξωτερικές συνθήκες»

The figure consists of three screenshots of a spreadsheet titled 'Στοιχεία Χώρων' (Room Data). Each screenshot shows a table with the following columns: A/A, Ονομασία Χώρου (Room Name), Συστ. (System), Όροφ. (Floor), RSH (kWatt), RLH (kWatt), WRSH (kWatt), and VA (m³/h). The data is organized into three distinct sections, each representing a different part of the building's room inventory.

A/A	Ονομασία Χώρου	Συστ.	Όροφ.	RSH (kWatt)	RLH (kWatt)	WRSH (kWatt)	VA (m³/h)
1	1	1	15				102.1
2	2	1	15				816
3	3	1	15				725.1
4	4	1	15				233.1
5	5	1	15				223.1
6	6	1	15				63.6
7	7	1	15				568.1
8	8	1	15				640.1
9	9	1	15				62.1
10	10	1	15				283.1
11	11	1	15				285.1
12	12	1	15				388.1
13	13	1	15				91.7
14	1	2	15				102.1
15	2	2	15				771.1
16	3	2	15				719.1
17	4	2	15				214.1
18	5	2	15				48.3
19	6	2	15				48.1
20	7	2	15				82.7
21	8	2	15				607.1
22	9	2	15				682.1
23	10	2	15				91.0
24	11	2	15				247.1
25	12	2	15				89.1
26	13	2	15				991.1
27	14	2	15				95.4
28	15	2	15				129.1
29	16	2	15				1439.1
30	1	3	15				102.1
31	2	3	15				160.1
32	3	3	15				222.1
33	4	3	15				50.1
34	5	3	15				47.1
35	6	3	15				74.1
36	7	3	15				577.1
37	8	3	15				665.1
38	9	3	15				94.1
39	10	3	15				247.1
40	11	3	15				89.1
41	12	3	15				991.1
42	13	3	15				95.1
43	14	3	15				128.1
44	15	3	15				55.1
45	16	3	15				102.1
46	17	3	15				54.1
47	18	3	15				39.8
48	19	3	15				50.5
49	20	3	15				47.6
50	1	4	15				216.1
51	2	4	15				38.9
52	3	4	15				39.5
53	4	4	15				180.1
54	5	4	15				296.1
55	6	4	15				44.8
56	7	4	15				50.9
57	8	4	15				50.8
58	9	4	15				48.7
59	10	4	15				45.6
60	11	4	15				50.9
61	12	4	15				93.4
62	13	4	15				56.1
63	14	4	15				59.4
64	15	4	15				54.1
65	16	4	15				39.6
66	17	4	15				51.5
67	18	4	15				47.5
68	19	4	15				83.5
69	20	4	15				180.1
70	21	4	15				296.1
71	22	4	15				44.8
72	23	4	15				50.9
73	24	4	15				50.8
74	25	4	15				48.7
75	26	4	15				45.6
76	27	4	15				50.9
77	28	4	15				93.4
78	29	4	15				56.1
79	30	4	15				59.4
80	31	4	15				54.1
81	32	4	15				39.6
82	33	4	15				51.5
83	34	4	15				47.5
84	35	4	15				83.5
85	36	4	15				180.1
86	37	4	15				296.1
87	38	4	15				44.8
88	39	4	15				50.9
89	40	4	15				50.8
90	41	4	15				48.7
91	42	4	15				45.6
92	43	4	15				50.9
93	44	4	15				93.4
94	45	4	15				56.1
95	46	4	15				59.4
96	47	4	15				54.1
97	48	4	15				39.6
98	49	4	15				51.5
99	50	4	15				47.5
100	51	4	15				83.5

Εικόνα 7.5: Δεδομένα για την καρτέλα «Στοιχεία χώρων» για το πρώτο σενάριο

Για καθένα λοιπόν από τα συστήματα που ορίστηκαν θα έχουμε μία Κ.Κ.Μ. για την κάλυψη των φορτίων αερισμού. Στο παρόν σενάριο που η Κ.Κ.Μ. καλύπτει μόνο τα φορτία αερισμού οι τιμές για το αισθητό ψυκτικό φορτίο χώρου (RSH), για το λανθάνον ψυκτικό φορτίο χώρου (RLH) καθώς και για το φορτίο θέρμανσης χώρου (WRSH) θα πρέπει να είναι

ίσες με μηδέν. Τα φορτία αερισμού από την άλλη παρουσιάζονται υπό μορφή παροχής αέρα (VA) και η τιμή τους είναι διάφορη του μηδενός. Ως μέθοδος επίλυσης για την ψύξη επιλέχθηκε το σύστημα «Ψύξη με αφύγρανση προκλιματισμένος αέρας» και για τη θέρμανση «Θέρμανση με ύγρανση – ψεκασμός προκλιματισμένος αέρας». Αφού εισαχθούν λοιπόν τα παραπάνω δεδομένα το λογισμικό εκτελεί τους υπολογισμούς της ψυχομετρίας για καθένα από τα συστήματα. Στις εικόνες 7.6 μέχρι και 7.21 φαίνονται τα αποτελέσματα και οι ψυχομετρικοί χάρτες για τα συστήματα 1 έως 4 στην ψύξη και στην θέρμανση.

Ψύξη

Θέρμανση

Συστήματα

ΣΥΣΤΗΜΑ 1

ΣΥΣΤΗΜΑ 2

ΣΥΣΤΗΜΑ 3

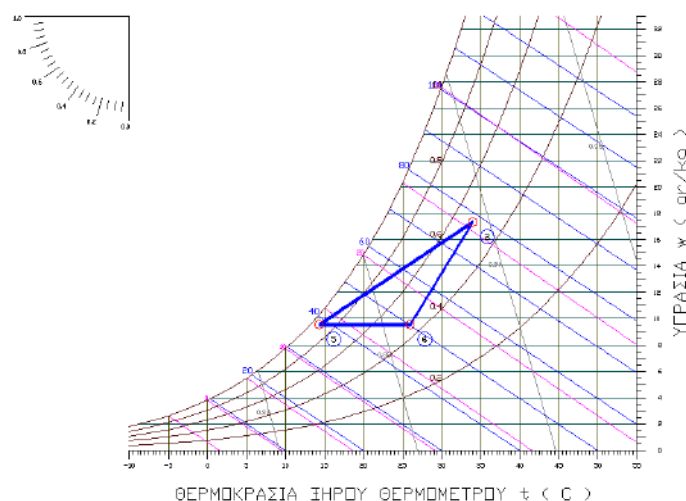
ΣΥΣΤΗΜΑ 4

Μέθοδος Επίλυσης : ΨΥΞΗ ΜΕ ΑΦΥΓΡΑΝΣΗ ΠΡΟΚΛΙΜΑΤΙΣΜΕΝΟΣ ΑΕΡΑΣ

Επιθυμητή Θερμοκρασία	Ttdb	-	Twb	: 26.00 °C - 17.81 °C
Επιθυμητή Υγρασία	Ft	-	Wt	: 45.00 % - 9.54 gr/Kgr
Εξωτερική Θερμοκρασία	Tadb	-	Tawb	: 34.00 °C - 25.48 °C
Εξωτερική Υγρασία	Fa	-	Wa	: 51.00 % - 17.33 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Μίξης	Tmdb	-	Tmwb	: 34.00 °C - 25.48 °C
Υγρασία Σημείου Μίξης	Fm	-	Wm	: 51.00 % - 17.33 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Δρόσου	Tadpdb	-	Tadpwb	: 10.92 °C - 10.92 °C
Υγρασία Σημείου Δρόσου	Fadp	-	Wadp	: 100.00 % - 8.21 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εισόδου	Tedb	-	Tewb	: 34.00 °C - 25.48 °C
Υγρασία Εισόδου	Fa	-	Wa	: 51.00 % - 17.33 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εξόδου	Tidb	-	Tiwb	: 14.31 °C - 13.01 °C
Υγρασία Εξόδου	Fi	-	Wi	: 92.80 % - 9.54 gr/Kgr
Θερμοκρασία Προσαγωγής	Tasdb	-	Taswb	: 26.00 °C - 17.81 °C
Υγρασία Προσαγωγής	Fsa	-	Wsa	: 45.00 % - 9.54 gr/Kgr

Αισθητό Φορτίο Συστήματος	RSH	:	0.000	MCalh
Λαθάνον Φορτίο Συστήματος	RLH	:	0.000	MCalh
Νευτός Αέρας	Va	:	4485.55	m3/h
Συντελεστής Παράκαμψης	Bf	:	0.150	
Διαφορά Θερμοκρασίας Ψυκτικού Μέσου	Dt	:	5.0	°C
Εκρινάκι Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας	BSHF	:	-	
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Δωματίου	RSHF	:	-	
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Συσκευής	GSHF	:	0.5079	
Όγκος Αέρα Εισόδου	Vda	:	4485.55	m3/h
Όγκος Αέρα Επιστροφής	Ve	:	0.00	m3/h
Όγκος Αέρα Προσαγωγής	Vsa	:	4485.55	m3/h
Αισθητό Φορτίο Νευτού Αέρα	OASH	:	10.405	MCalh
Λαθάνον Φορτίο Νευτού Αέρα	OALH	:	24.815	MCalh
Ολικό Φορτίο Νευτού Αέρα	OATH	:	35.222	MCalh
Συνολικό Αισθητό Φορτίο	TSH	:	25.608	MCalh
Συνολικό Λαθάνον Φορτίο	TLH	:	24.815	MCalh
Συνολικό Φορτίο	GTH	:	50.423	MCalh
Παροχή Μέσου	P	:	10.00	m3/h
Θερμότητα Αναδρόμησης	Qan	:	15.201	MCalh

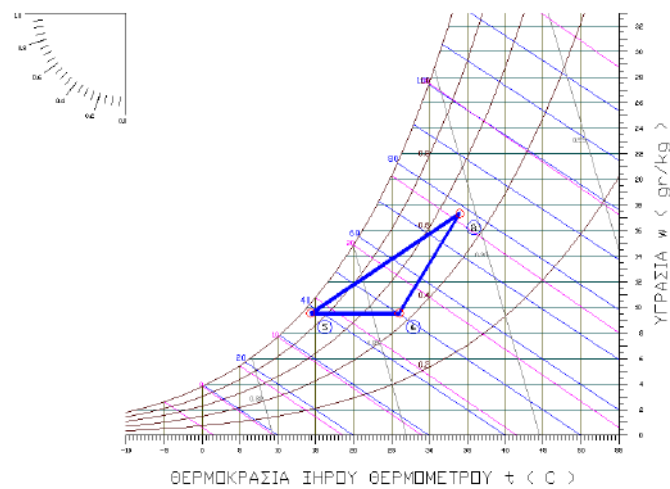
Εικόνα 7.6: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 1, σενάριο 1



Εικόνα 7.7: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 1, σενάριο 1

Ψύξη Θέρμανση	
Συστήματα	
ΣΥΣΤΗΜΑ 1	
ΣΥΣΤΗΜΑ 2	
ΣΥΣΤΗΜΑ 3	
ΣΥΣΤΗΜΑ 4	
Μέθοδος Επίλυσης : ΨΥΞΗ ΜΕ ΑΠΥΓΓΑΝΗ, ΠΡΟΚΛΙΜΑΤΙΣΜΕΝΟΙ ΑΕΡΑΣ	
Επιθυμητή Θερμοκρασία	Tdwb = Twwb = 26.00 °C - 17.81 °C
Επιθυμητή Υγρασία	Ft = Wt = 45.00 % - 9.54 gr/Kgr
Εξωτερική Θερμοκρασία	Tadb = Tawb = 34.00 °C - 25.48 °C
Εξωτερική Υγρασία	Fa = Wa = 51.00 % - 17.33 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Μίξης	Tmdb = Tmwb = 34.00 °C - 25.48 °C
Υγρασία Σημείου Μίξης	Fm = Wm = 51.00 % - 17.33 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Δρόσου	Tadpdb = Tadowb = 10.92 °C - 10.92 °C
Υγρασία Σημείου Δρόσου	Fadp = Wadp = 100.00 % - 8.21 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εισόδου	Tedb = Tawb = 34.00 °C - 25.48 °C
Υγρασία Εισόδου	Fa = We = 51.00 % - 17.33 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εξόδου	Tidb = Tiwb = 14.31 °C - 13.61 °C
Υγρασία Εξόδου	Fi = Wi = 92.60 % - 9.54 gr/Kgr
Θερμοκρασία Προσαγωγής	Tsadb = Tsawb = 26.00 °C - 17.81 °C
Υγρασία Προσαγωγής	Fsa = Wsa = 45.00 % - 9.54 gr/Kgr
Ασθητό Φορτίο Συστήματος	RLH = 0.000 MCal/h
Λαμβάνον Φορτίο Συστήματος	RLH = 0.000 MCal/h
Νωπός Αέρας	Va = 6360.90 m³/h
Συντελεστής Παράκαμψης	BI = 0.150
Διαφορά Θερμοκρασίας Ψυκτικού Μέσου	ΔT = 5.0 °C
Ενέργεια Συντελεστής Ασθητής Θερμότητας	ESHF = -
Συντελεστής Ασθητής Θερμότητας Διαμεπίσης	RSHF = -
Συντελεστής Ασθητής Θερμότητας Συναγωγής	OSHF = 0.5079
Όγκος Αέρα Εισόδου	Vda = 6360.90 m³/h
Όγκος Αέρα Επιστροφής	Ve = 0.00 m³/h
Όγκος Αέρα Προσαγωγής	Vsa = 6360.90 m³/h
Ασθητό Φορτίο Νωπού Αέρα	QASH = 14.757 MCal/h
Λαμβάνον Φορτίο Νωπού Αέρα	QALH = 35.190 MCal/h
Όγκος Φορτίο Νωπού Αέρα	QATH = 49.946 MCal/h
Συνολικό Ασθητό Φορτίο	TSH = 36.314 MCal/h
Συνολικό Λαμβάνον Φορτίο	TLH = 35.190 MCal/h
Συνολικό Φορτίο	GTH = 71.505 MCal/h
Παροχή Μίσου	P = 14.30 m³/h
Θερμότητα Αναθερμάνσης	Qan = 21.557 MCal/h

Εικόνα 7.8: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 2, σενάριο 1



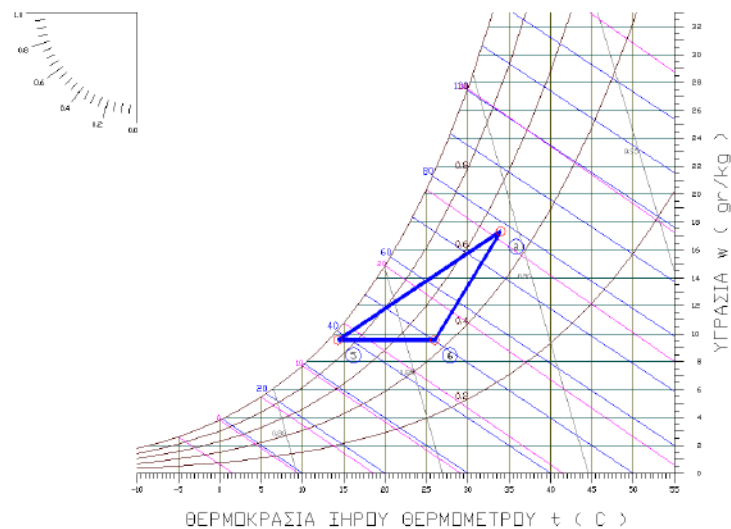
Εικόνα 7.9: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 2, σενάριο 1

Εικόνα 7.10: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 3, σενάριο 1



Ψύξη Θέρμανση		Μέθοδος Επίλυσης ΨΥΞΗ ΜΕ ΑΦΥΓΡΑΝΣΗ ΠΡΟΚΛΙΜΑΤΙΣΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ	
Συστήματα			
ΣΥΣΤΗΜΑ 1			
ΣΥΣΤΗΜΑ 2			
ΣΥΣΤΗΜΑ 3			
ΣΥΣΤΗΜΑ 4			
Επιθυμητή Θερμοκρασία	T _{db}	- T _{wb}	26.00 °C - 17.81 °C
Επιθυμητή Υγρασία	F _r	- W _r	45.00 % - 9.54 gr/Kgr
Εξωτερική Θερμοκρασία	T _{adb}	- T _{awb}	34.00 °C - 25.48 °C
Εξωτερική Υγρασία	F _a	- W _a	51.00 % - 17.33 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Μίξης	T _{mdb}	- T _{mb}	34.00 °C - 25.48 °C
Υγρασία Σημείου Μίξης	F _m	- W _m	51.00 % - 17.33 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Δρόσου	T _{adpwb}	- T _{dwb}	10.92 °C - 10.92 °C
Υγρασία Σημείου Δρόσου	F _{adp}	- W _{adp}	100.00 % - 6.21 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εισόδου	T _{edb}	- T _{ewb}	34.00 °C - 25.48 °C
Υγρασία Εισόδου	F _e	- W _e	51.00 % - 17.33 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εξόδου	T _{tdb}	- T _{wb}	14.31 °C - 13.61 °C
Υγρασία Εξόδου	F _i	- W _i	92.80 % - 9.54 gr/Kgr
Θερμοκρασία Προσαγωγής	T _{sadb}	- T _{sawb}	26.00 °C - 17.81 °C
Υγρασία Προσαγωγής	F _{sa}	- W _{sa}	45.00 % - 9.54 gr/Kgr
Αισθητό Φορτίο Συστήματος	RSH		0.000 MCal/h
Λανθάνον Φορτίο Συστήματος	RLH		0.000 MCal/h
Νεπτός Αέρας	V _a		1860.19 m³/h
Συγκριτική Παράδοξη	ε _r		0.150
Διαφορά Θερμοκρασίας Ψυκτικού Μέσου	Δt		5.0 °C
Ενεργός Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας	ESHF		-
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Διαρροών	RSHF		-
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Συσκαυής	GSHF		0.5079
Όγκος Αέρα Εξόδου	V _{da}		1860.19 m³/h
Όγκος Αέρα Επιστροφής	V _{ea}		0.00 m³/h
Όγκος Αέρα Προσαγωγής	V _{sa}		1860.19 m³/h
Αισθητό Φορτίο Νεπτού Αέρα	QASH		4.316 MCal/h
Λανθάνον Φορτίο Νεπτού Αέρα	QALH		10.291 MCal/h
Όγκο Φορτίο Νεπτού Αέρα	QATH		14.607 MCal/h
Συνολικό Αισθητό Φορτίο	TSH		10.620 MCal/h
Συνολικό Λανθάνον Φορτίο	TLH		10.291 MCal/h
Συνολικό Φορτίο	QTH		20.911 MCal/h
Παροχή Μάζας	P		4.18 m³/h
Θερμότητα Αναθέρμανσης	Q _{an}		6.304 MCal/h

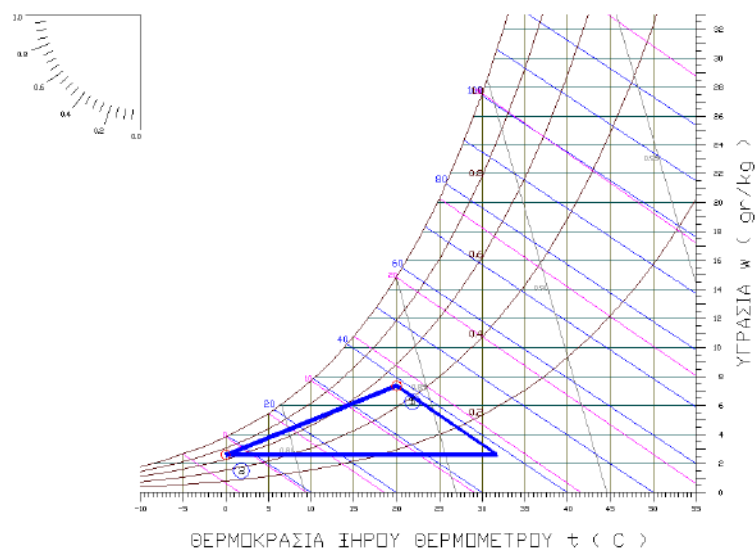
Εικόνα 7.12: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 4, σενάριο 1



Εικόνα 7.13: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 4, σενάριο 1

Ψύξη Θέρμανση	
Συστήματα	
ΣΥΣΤΗΜΑ 1	
ΣΥΣΤΗΜΑ 2	
ΣΥΣΤΗΜΑ 3	
ΣΥΣΤΗΜΑ 4	
Μέθοδος Επίλυσης : ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΥΓΡΑΝΣΗ - ΨΕΚΑΣΜΟΣ ΠΡΟΚΑΛΗΤΩΝ ΜΕΝΟΣ ΑΕΡΑ	
Επιθυμητή Θερμοκρασία	Trdb - Trwb : 20.00 °C - 13.74 °C
Επιθυμητή Υγρασία	Fr - Wr : 50.00 % - 7.34 gr/Kgr
Εξωτερική Θερμοκρασία	Tadb - Tawb : 0.00 °C - -1.85 °C
Εξωτερική Υγρασία	Fa - Wa : 68.00 % - 2.59 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Μίξης	Tmdb - Tmwb : 0.00 °C - -1.85 °C
Υγρασία Σημείου Μίξης	Fm - Wm : 68.00 % - 2.59 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εισόδου	Tedb - Tewb : 0.00 °C - -1.85 °C
Υγρασία Εισόδου	Fe - We : 68.00 % - 2.59 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εξόδου	Tldb - Tlwb : 20.00 °C - 13.74 °C
Υγρασία Εξόδου	Fl - Wl : 50.00 % - 7.34 gr/Kgr
Θερμοκρασία Προσαγωγής	Tsadb - Tsawb : 20.00 °C - 13.74 °C
Υγρασία Προσαγωγής	Fsa - Wsa : 50.00 % - 7.34 gr/Kgr
Ασθινό Φορτίο Συστήματος	WRSH : 0.000 MCal/h
Νεπτός Αέρας	Va : 4485.55 m3/h
Συντελεστής Παράδοσης	BF : 0.150
Διαφορά Θερμοκρασίας Θερμαντικού Μέσου	DI : 5.0 °C
Εκτιμώμενη Συντελεστής Ασθητικής Θερμότητας	ESHF : -
Εκτιμώμενη Συντελεστής Θερμότητας Σωματίου	RSHF : -
Εκτιμώμενη Συντελεστής Θερμότητας Συστατικής	GSHF : 1.0000
Όγκος Αέρα Εξόδου	Vda : 4485.55 m3/h
Όγκος Αέρα Επιστροφής	Ve : 0.00 m3/h
Όγκος Αέρα Προσαγωγής	Vsa : 4485.55 m3/h
Ασθινό Φορτίο Νεπτού Αέρα	OASH : 26.016 MCal/h
Λανθάνον Φορτίο Νεπτού Αέρα	OALH : 15.145 MCal/h
Ολικό Φορτίο Νεπτού Αέρα	OALH : 41.161 MCal/h
Συνολικό Ασθινό Φορτίο	TSH : 41.284 MCal/h
Συνολικό Λανθάνον Φορτίο	TLH : 0.000 MCal/h
Συνολικό Φορτίο	GTH : 41.284 MCal/h
Παροχή Μέσου	P : 8.23 m3/h
Παροχή Υγρασίας	M : 26.38 Kg/h
Φορτίο Εξοικονομικής Ψύξης	Qec : 16.286 MCal/h

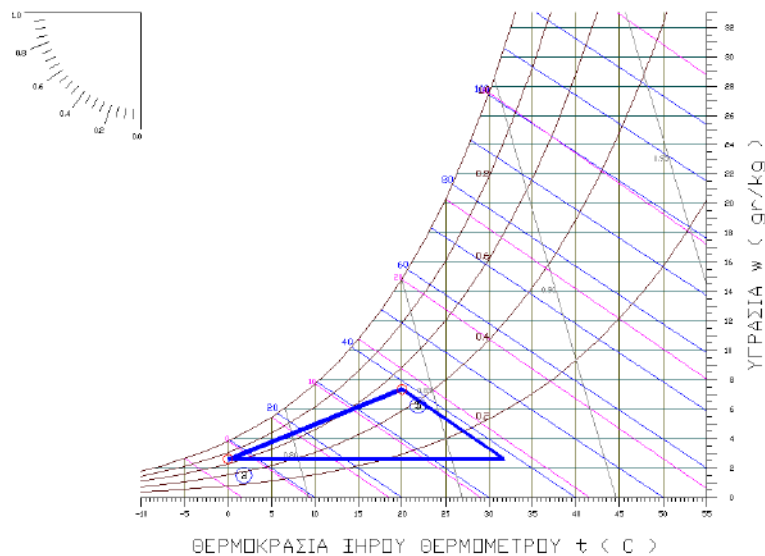
Εικόνα 7.14: Αποτελέσματα για τη θέρμανση στο σύστημα 1, σενάριο 1



Εικόνα 7.15: Ψυχομετρικός χάρτης για τη θέρμανση στο σύστημα 1, σενάριο 1

ψύξη Θέρμανση		Μέθοδος Επίλυσης : ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΥΓΡΑΝΣΗ - ΨΕΚΑΣΜΟΣ ΠΡΟΚΛΙΜΑΤΙΣΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ	
Συστήματα			
ΣΥΣΤΗΜΑ 1			
ΣΥΣΤΗΜΑ 2			
ΣΥΣΤΗΜΑ 3			
ΣΥΣΤΗΜΑ 4			
Επιθυμητή Θερμοκρασία	T _{rdb}	- T _{rw}	20.00 °C - 13.74 °C
Επιθυμητή Υγρασία	Fr	- W _r	50.00 % - 7.34 gr/Kgr
Εξωτερική Θερμοκρασία	T _{adb}	- T _{awb}	0.00 °C - -1.85 °C
Εξωτερική Υγρασία	F _a	- W _a	68.00 % - 2.59 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Μίξης	T _{mdb}	- T _{mw}	0.00 °C - -1.85 °C
Υγρασία Σημείου Μίξης	F _m	- W _m	68.00 % - 2.59 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εισόδου	T _{edb}	- T _{ewb}	0.00 °C - -1.85 °C
Υγρασία Εισόδου	F _e	- W _e	68.00 % - 2.59 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εξόδου	T _{ldb}	- T _{lw}	20.00 °C - 13.74 °C
Υγρασία Εξόδου	F _l	- W _l	50.00 % - 7.34 gr/Kgr
Θερμοκρασία Προσαγωγής	T _{sadb}	- T _{sawb}	20.00 °C - 13.74 °C
Υγρασία Προσαγωγής	F _{sa}	- W _{sa}	50.00 % - 7.34 gr/Kgr
Ασθητό Φορτίο Συστήματος	W _{RSH}		0.000 MCal/h
Νυκτός Αέρας	V _a		8360.90 m ³ /h
Συντελεστής Παρακάμψης	B _f		0.150
Διαφορά Θερμοκρασίας Θερμοτικού Μίσου	D _t		5.0 °C
Ενεργός Συντελεστής Ασθητής Θερμότητας	E _{SHF}		-
Συντελεστής Ασθητής Θερμότητας Διαρροών	R _{SHF}		-
Συντελεστής Ασθητής Θερμότητας Συσκαλίας	G _{SHF}		-
Όγκος Αέρα Εξόδου	V _{da}		1.0000 m ³ /h
Όγκος Αέρα Επιστροφής	V _e		0.00 m ³ /h
Όγκος Αέρα Προσαγωγής	V _{sa}		8360.90 m ³ /h
Ασθητό Φορτίο Νυκτού Αέρα	O _{ASH}		36.893 MCal/h
Λαθάνον Φορτίο Νυκτού Αέρα	O _{ALH}		21.477 MCal/h
Ολικό Φορτίο Νυκτού Αέρα	O _{ATH}		58.371 MCal/h
Συνολικό Ασθητό Φορτίο	T _{SH}		58.544 MCal/h
Συνολικό Λαθάνον Φορτίο	T _{LH}		0.000 MCal/h
Συνολικό Φορτίο	G _{TH}		58.544 MCal/h
Παροχή Μίσου	P		11.67 m ³ /h
Παροχή Υγραντή	M		37.41 Kg/h
Φορτίο Εξεμιστικής Ψύξης	Q _{ec}		21.651 MCal/h

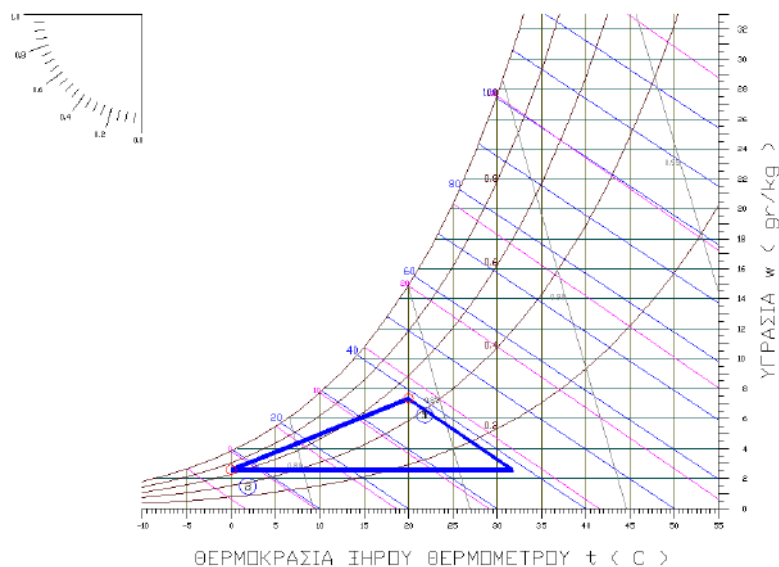
Εικόνα 7.16: Αποτελέσματα για τη θέρμανση στο σύστημα 2, σενάριο 1



Εικόνα 7.17: Ψυχομετρικός χάρτης για τη θέρμανση στο σύστημα 2, σενάριο 1

Ψύξη Θέρμανση	
Συστήματα	
ΣΥΣΤΗΜΑ 1	
ΣΥΣΤΗΜΑ 2	
ΣΥΣΤΗΜΑ 3	
ΣΥΣΤΗΜΑ 4	
Μέθοδος Επίλυσης : ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΥΓΡΑΝΣΗ - ΨΕΚΑΣΜΟΣ ΠΡΟΚΛΙΜΑΤΙΣΜΕΝΟΣ ΑΕΡΑΣ	
Επιθυμητή Θερμοκρασία	T _{adb} - T _{rwb} : 20.00 °C - 13.74 °C
Επιθυμητή Υγρασία	F _r - W _r : 50.00 % - 7.34 gr/Kgr
Εξωτερική Θερμοκρασία	T _{adb} - T _{ewb} : 0.00 °C - -1.85 °C
Εξωτερική Υγρασία	F _a - W _a : 68.00 % - 2.59 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Μίξης	T _{mdo} - T _{mw} : 0.00 °C - -1.85 °C
Υγρασία Σημείου Μίξης	F _m - W _m : 68.00 % - 2.59 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εισόδου	T _{edo} - T _{ew} : 0.00 °C - -1.85 °C
Υγρασία Εισόδου	F _e - W _e : 68.00 % - 2.59 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εξόδου	T _{ido} - T _{iw} : 20.00 °C - 13.74 °C
Υγρασία Εξόδου	F _i - W _i : 50.00 % - 7.34 gr/Kgr
Θερμοκρασία Προσαγωγής	T _{sadb} - T _{sewb} : 20.00 °C - 13.74 °C
Υγρασία Προσαγωγής	F _{sa} - W _{sa} : 50.00 % - 7.34 gr/Kgr
Αισθητό Φορτίο Συστήματος	W _{RSH} : 0.000 MCal/h
Νεπτός Αέρας	V _a : 4989.47 m ³ /h
Συντελεστής Παράκαμψης	BF : 0.150
Διαφορά Θερμοκρασίας Θεωρητικού Μέσου	ΔT : 5.0 °C
Ενέργεια Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας	ESHF : -
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Δωματίου	RSHF : -
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Συστημής	GSHF : 1.0000
Όγκος Αέρα Εισόδου	V _{da} : 4989.47 m ³ /h
Όγκος Αέρα Επιστροφής	V _e : 0.00 m ³ /h
Όγκος Αέρα Προσαγωγής	V _{sa} : 4989.47 m ³ /h
Αισθητό Φορτίο Νεπού Αέρα	Q _{ASH} : 28.939 MCal/h
Αισθητό Φορτίο Νεπού Αέρα	Q _{ALH} : 16.847 MCal/h
Ολικό Φορτίο Νεπού Αέρα	Q _{ATH} : 45.786 MCal/h
Συνολικό Αισθητό Φορτίο	TSH : 45.022 MCal/h
Συνολικό Αισθητό Φορτίο	TLH : 0.000 MCal/h
Συνολικό Φορτίο	GTH : 45.022 MCal/h
Παροχή Μέσου	P : 9.16 m ³ /h
Παροχή Υγραντή	M : 29.35 Kg/h
Φορτίο Εξασπτικής Ψύξης	Q _{ec} : 16.983 MCal/h

Εικόνα 7.18: Αποτελέσματα για τη θέρμανση στο σύστημα 3, σενάριο 1



Εικόνα 7.19: Ψυχομετρικός χάρτης για τη θέρμανση στο σύστημα 3, σενάριο 1

7.3.2 Δεύτερο σενάριο λειτουργίας

Στο δεύτερο σενάριο που εξετάζουμε οι Κ.Κ.Μ. καλύπτουν το σύνολο των φορτίων χώρου και αερισμού. Οι παράμετροι υπολογισμών καθώς και οι εσωτερικές και οι εξωτερικές συνθήκες παραμένουν ίδια αλλά αυτή τη φορά τα μεγέθη RSH, RLH και WRSH δεν θα είναι μηδέν. Έτσι, στην εικόνα 7.22 φαίνεται η καρτέλα με τα στοιχεία χώρων. Η ομαδοποίηση των χώρων για τον ορισμό των συστημάτων παραμένει η ίδια με του πρώτου σεναρίου με τη διαφορά ότι τώρα έχουμε τιμές για τα μεγέθη που προαναφέρθηκαν.

A/A	Ονομασία Χώ	Συστ.	Όρο	RSH (kWatt)	RLH (kWatt)	WRSH (kWatt)	VA (m³/h)
1	I1	1	16	2.2	1.0	1.1	102.1
2	I2	1	16	8.6	1.3	2.9	816.1
3	I3	1	16	3.8	1.1	2.7	725.1
4	I6	1	16	5.0	2.3	1.6	233.1
5	I9	1	16	3.8	0.3	2.4	223.1
6	I16	1	16	0.9	0.6	0.7	63.6
7	I17	1	16	4.4	1.3	1.6	568.1
8	I19	1	16	5.2	1.5	1.9	640.1
9	I23	1	16	1.0	0.6	0.9	82.1
10	ΛΟΕ	1	16	1.2	0.7	1.0	283.1
11	I25-I27	1	16	8.5	2.9	2.7	285.1
12	I26	1	16	2.9	0.5	1.3	388.1
13	I28-I30	1	16	4.7	0.9	1.4	91.7
14	A1	2	16	2.0	1.0	0.7	102.1
15	A2	2	16	8.5	1.2	2.9	771.1
16	A3	2	16	3.8	1.1	2.7	719.1

A/A	Ονομασία Χώ	Συστ.	Όρο	RSH (kWatt)	RLH (kWatt)	WRSH (kWatt)	VA (m³/h)
13	I28-I30	1	16	4.7	0.9	1.4	91.7
14	A1	2	16	2.0	1.0	0.7	102.1
15	A2	2	16	8.5	1.2	2.9	771.1
16	A3	2	16	3.8	1.1	2.7	719.1
17	A6	2	16	4.8	2.2	1.1	214.1
18	A8	2	16	1.4	0.1	0.9	48.3
19	A9	2	16	0.5	0.1	0.3	48.1
20	A10	2	16	1.2	0.8	0.8	82.7
21	A15	2	16	4.1	1.0	1.4	607
22	A16	2	16	4.8	1.1	1.6	582.1
23	A21	2	16	1.3	0.9	0.9	91.0
24	A22	2	16	5.4	2.5	1.6	247
25	A23	2	16	0.8	0.1	0.3	89.1
26	A24	2	16	4.2	1.6	2.3	891.1
27	A25-A26	2	16	1.6	1.0	0.7	95.4
28	A28	2	16	1.8	1.3	0.3	129.1

A/A	Ονομασία Χώ	Συστ.	Όρο	RSH (kWatt)	RLH (kWatt)	WRSH (kWatt)	VA (m³/h)
28	A28	2	16	1.8	1.3	0.3	129.1
29	A29	2	16	7.4	2.3	4.7	1439
30	B1	3	16	2.3	1.0	1.0	102.1
31	B2	3	16	16.9	3.8	6.1	1805
32	B3	3	16	5.1	2.2	1.8	222.1
33	B5	3	16	0.6	0.1	0.4	50.2
34	B6	3	16	1.4	0.1	1.1	47.1
35	B7	3	16	1.2	0.7	1.1	74.1
36	B12	3	16	4.1	0.9	1.8	577
37	B13	3	16	4.7	1.0	1.5	665.1
38	B18	3	16	1.3	0.9	0.9	94.1
39	B21	3	16	5.4	2.5	1.0	247
40	B19	3	16	0.8	0.1	0.3	89.1
41	B20	3	16	4.2	1.6	2.3	891.1
42	B22-B23	3	16	1.6	1.0	0.7	95.4
43	B27	3	16	1.8	1.3	0.3	129.1

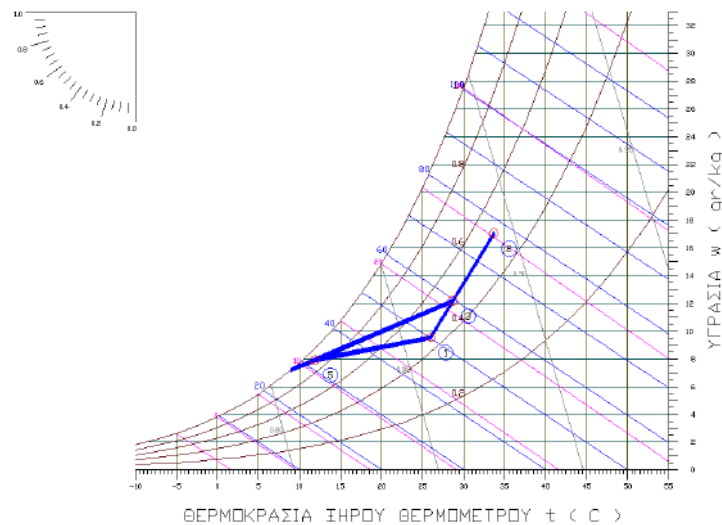
A/A	Ονομασία Χώ	Συστ.	Όρο	RSH (kWatt)	RLH (kWatt)	WRSH (kWatt)	VA (m³/h)
43	B27	3	16	1.8	1.3	0.3	129.1
44	B28	4	16	1.1	0.6	0.5	55.1
45	B29	4	16	0.6	0.1	0.2	61.5
46	B30	4	16	0.5	0.1	0.2	54.1
47	B32	4	16	0.2		0.2	39.8
48	B34	4	16	0.6	0.1	0.3	50.5
49	B35	4	16	0.5	0.1	0.3	47.6
50	F1	4	16	6.8	2.2	2.5	216.1
51	F2	4	16	1.3		0.5	38.9
52	F3	4	16	1.9		0.6	39.5
53	F7	4	16	1.0	0.2	0.7	180.1
54	F8	4	16	5.1	3.0	3.2	296.1
55	F9	4	16	0.6	0.1	0.5	44.8
56	F10	4	16	0.5	0.1	0.3	50.9
57	F11	4	16	0.5	0.1	0.3	50.8
58	F12	4	16	0.5	0.1	0.3	48.7
59	F13	4	16	0.5	0.1	0.3	49.6
60	F14	4	16	0.5	0.1	0.3	50.9
61	F15-F16	4	16	1.8	0.9	1.0	93.4
62	F20	4	16	1.2	0.6	0.7	56.1
63	F21	4	16	0.6	0.1	0.4	58.4
64	F22	4	16	0.5	0.1	0.4	54.1
65	F24	4	16	0.4		0.3	39.6
66	F26	4	16	0.6	0.1	0.5	51.5
67	F27	4	16	0.5	0.1	0.5	47.5
68	F31	4	16	5.1	0.8	1.7	83.5

Εικόνα 7.22: Δεδομένα για την καρτέλα «Στοιχεία χώρων» για το δεύτερο σενάριο

Όμοια λοιπόν με το πρώτο σενάριο, για το κάθε σύστημα ορίζεται μία Κ.Κ.Μ.. Ως μέθοδος επίλυσης για την ψύξη επιλέχθηκε το σύστημα «Ψύξη με αφύγρανση 100% νωπός» και για τη θέρμανση «Θέρμανση με ύγρανση – ψεκασμός». Αφού εισαχθούν τα παραπάνω δεδομένα το λογισμικό εκτελεί τους υπολογισμούς της ψυχομετρίας για καθένα από τα συστήματα. Στις εικόνες 7.15, 7.16, 7.17, 7.18, 7.19, 7.20, 7.21, 7.22 φαίνονται τα αποτελέσματα και οι ψυχομετρικοί χάρτες του δεύτερου σεναρίου για τα συστήματα 1 έως 4 στην ψύξη και στην θέρμανση.

Ψύξη Θέρμανση	
Σύστημα	Μέθοδος Επίλυσης : ΨΥΞΗ ΜΕ ΑΦΥΓΡΑΝΣΗ ΧΩΡΙΣ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ
ΣΥΣΤΗΜΑ 1	
ΣΥΣΤΗΜΑ 2	
ΣΥΣΤΗΜΑ 3	
ΣΥΣΤΗΜΑ 4	
Επιθυμητή Θερμοκρασία	T _{db} - T _{wb} : 25.00 °C - 17.81 °C
Επιθυμητή Υγρασία	F _r - W _r : 45.00 % - 9.54 gr/Kgr
Εξωτερική Θερμοκρασία	T _{adb} - T _{awb} : 33.71 °C - 25.24 °C
Εξωτερική Υγρασία	F _a - W _a : 51.00 % - 12.05 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Μίξης	T _{mdb} - T _{mnw} : 28.71 °C - 20.59 °C
Υγρασία Σημείου Μίξης	F _m - W _m : 48.81 % - 12.18 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Δρόσου	T _{adpb} - T _{adpwb} : 8.94 °C - 8.94 °C
Υγρασία Σημείου Δρόσου	F _{adp} - W _{adp} : 100.00 % - 7.16 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εισόδου	T _{edb} - T _{ewb} : 26.71 °C - 20.59 °C
Υγρασία Εισόδου	F _e - W _e : 48.81 % - 12.18 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εξόδου	T _{ldb} - T _{lwb} : 11.90 °C - 11.05 °C
Υγρασία Εξόδου	F _l - W _l : 90.50 % - 7.93 gr/Kgr
Θερμοκρασία Προσαγωγής	T _{sadb} - T _{sawb} : 11.90 °C - 11.05 °C
Υγρασία Προσαγωγής	F _{sa} - W _{sa} : 90.50 % - 7.93 gr/Kgr
Ασθενή Φορτίο Συστήματος	RSH : 52.088 MCal/h
Ανθρώπινο Φορτίο Συστήματος	RLH : 15.049 MCal/h
Νωπός Αέρας	V _A : 4486.55 m ³ /h
Συνολικός Παράκλιση	ΔT : 0.150 °C
Διαφορά Θερμοκρασίας Ψυκτικού Μίξου	ΔT _i : 5.0 °C
Ενεργός Συντελεστής Αερίων Θερμότητας	ESHF : 0.7420
Συνολικός Αερίων Θερμότητας Δωμάτιου	RSHF : 0.7758
Συνολικός Αερίων Θερμότητας Ψυκτικού	GSHF : 0.9146
Όγκος Αέρα Εξόδου	V _{da} : 12742.05 m ³ /h
Όγκος Αέρα Επιστροφής	V _e : 8256.50 m ³ /h
Όγκος Αέρα Προσαγωγής	V _{sa} : 12742.05 m ³ /h
Ασθενή Φορτίο Νωπού Αέρα	QASH : 10.029 MCal/h
Ανθρώπινο Φορτίο Νωπού Αέρα	QALH : 23.905 MCal/h
Όγκος Φορτίο Νωπού Αέρα	QATH : 33.934 MCal/h
Συνολικό Ασθενή Φορτίο	TSH : 82.115 MCal/h
Συνολικό Ανθρώπινο Φορτίο	TLH : 38.954 MCal/h
Συνολικό Φορτίο	GTH : 101.069 MCal/h
Παροχή Μίξου	P : 20.21 m ³ /h

Εικόνα 7.23: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 1, σενάριο 2



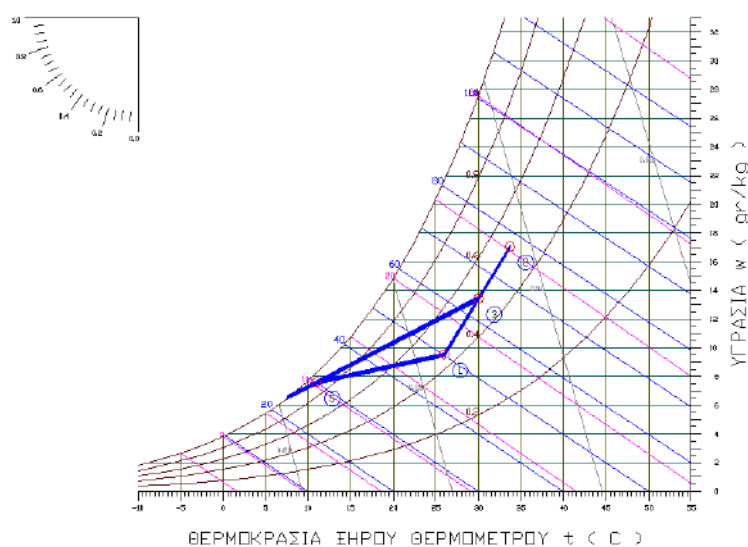
Εικόνα 7.24: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 1, σενάριο 2

Ψύξη Θέρμανση

Συστήματα	
ΣΥΣΤΗΜΑ 1	
ΣΥΣΤΗΜΑ 2	
ΣΥΣΤΗΜΑ 3	
ΣΥΣΤΗΜΑ 4	

Μέθοδος Επίλυσης : ΨΥΞΗ ΜΕ ΑΔΥΤΡΑΝΣΗ, ΧΩΡΙΣ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ			
Επιθυμητή Θερμοκρασία	Trdb	- Trwb	26.00 °C - 17.81 °C
Επιθυμητή Υγρασία	Fr	- Wr	45.00 % - 9.54 gr/Kgr
Εξωτερική Θερμοκρασία	Tadb	- Tawb	33.71 °C - 25.24 °C
Εξωτερική Υγρασία	Fa	- Wa	51.00 % - 17.05 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Μίξης	Trmdb	- Trwmb	30.00 °C - 21.95 °C
Υγρασία Σημείου Μίξης	Fm	- Wm	49.88 % - 13.44 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Δρόσου	Tadpdb	- Tadpwb	7.60 °C - 7.60 °C
Υγρασία Σημείου Δρόσου	Fadp	- Wadp	100.00 % - 6.55 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εισόδου	Tadb	- Tawb	30.00 °C - 21.95 °C
Υγρασία Εισόδου	Fe	- We	49.88 % - 13.44 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εξόδου	Tadb	- Tawb	10.96 °C - 10.23 °C
Υγρασία Εξόδου	Fi	- Wi	92.16 % - 7.58 gr/Kgr
Θερμοκρασία Προσπομπής	Tsadb	- Tsawb	10.96 °C - 10.23 °C
Υγρασία Προσπομπής	Fsa	- Wsa	92.16 % - 7.58 gr/Kgr
Αισθητό Φορτίο Συστήματος	RSH	:	53.452 MCal/h
Λαθάνον Φορτίο Συστήματος	RLH	:	18.024 MCal/h
Νεπτός Αέρας	Va	:	5360.90 m³/h
Συντελεστής Παράκαιμπος	BF	:	0.150
Διαφορά Θερμοκρασίας Ψυκτικού Μίσμου	DT	:	5.0 °C
Εκκατός Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας	ESHF	:	0.7093
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Δωματίου	REHF	:	0.7479
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Συσκευής	QSHF	:	0.5659
Όγκος Αέρα Εξόδου	Vda	:	12257.82 m³/h
Όγκος Αέρα Επιστροφής	Ve	:	5896.92 m³/h
Όγκος Αέρα Προσπομπής	Vsa	:	12257.82 m³/h
Αισθητό Φορτίο Νεπτού Αέρα	OASH	:	14.222 MCal/h
Λαθάνον Φορτίο Νεπτού Αέρα	OALH	:	33.999 MCal/h
Όγκος Φορτίο Νεπτού Αέρα	OATH	:	43.122 MCal/h
Συνολικό Αισθητό Φορτίο	TSH	:	67.575 MCal/h
Συνολικό Λαθάνον Φορτίο	TLH	:	51.923 MCal/h
Συνολικό Φορτίο	GTH	:	119.598 MCal/h
Παροχή Μίσμου	P	:	23.92 m³/h

Εικόνα 7.25: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 2, σενάριο 2



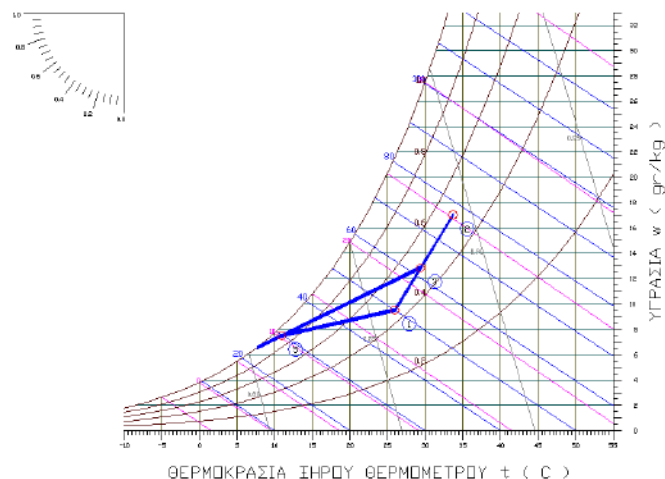
Εικόνα 7.26: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 2, σενάριο 2

Ψύξη	Θέρμανση
Συστήματα	
ΣΥΣΤΗΜΑ 1	
ΣΥΣΤΗΜΑ 2	
ΣΥΣΤΗΜΑ 3	
ΣΥΣΤΗΜΑ 4	

Μεθοδος Επίλυσης : ΨΥΞΗ ΜΕ ΑΦΥΓΡΑΝΣΗ ΧΩΡΙΣ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ			
Επιθυμητή Θερμοκρασία	T _{adb} - T _{wb}	:	26.00 °C - 17.81 °C
Επιθυμητή Υγρασία	F _r - W _r	:	45.00 % - 9.54 gr/Kgr
Εξωτερική Θερμοκρασία	T _{adb} - T _{wb}	:	33.71 °C - 25.24 °C
Εξωτερική Υγρασία	F _a - W _a	:	51.00 % - 17.05 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Μίξης	T _{mdb} - T _{mwdb}	:	29.40 °C - 21.37 °C
Υγρασία Σημείου Μίξης	F _m - W _m	:	49.43 % - 12.85 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Δρόσου	T _{adpwb} - T _{adpwb}	:	7.85 °C - 7.85 °C
Υγρασία Σημείου Δρόσου	F _{adp} - W _{adp}	:	100.00 % - 6.57 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εισόδου	T _{edb} - T _{wb}	:	29.40 °C - 21.37 °C
Υγρασία Εισόδου	F _e - W _e	:	49.43 % - 12.85 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εξόδου	T _{idb} - T _{wb}	:	10.91 °C - 10.18 °C
Υγρασία Εξόδου	F _i - W _i	:	91.54 % - 7.51 gr/Kgr
Θερμοκρασία Προσαγωγής	T _{sadb} - T _{sawb}	:	10.91 °C - 10.18 °C
Υγρασία Προσαγωγής	F _{sa} - W _{sa}	:	91.54 % - 7.51 gr/Kgr

Ανεβήτο Φορτίο Συστήματος	RSH	:	49.484 MCalth
Λαμβάνον Φορτίο Συστήματος	RLH	:	17.140 MCalth
Νετός Αέρας	V _a	:	4089.47 m ³ /h
Συντελεστής Παράκαμψης	BT	:	0.150
Διαφορά Θερμοκρασίας Ψακτικού Μίξου	DT	:	5.0 °C
Ενισχύς Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας	ESHF	:	0.7077
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Δωματίου	RSHF	:	0.7427
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Συσκευής	GSHF	:	0.5810
Όγκος Αέρα Εξόδου	V _{da}	:	11307.79 m ³ /h
Όγκος Αέρα Επιστροφής	V _{ea}	:	6318.31 m ³ /h
Όγκος Αέρα Προσαγωγής	V _{sa}	:	11307.79 m ³ /h
Ανεβήτο Φορτίο Νετού Αέρα	OASH	:	11.156 MCalth
Λαμβάνον Φορτίο Νετού Αέρα	OALH	:	26.590 MCalth
Ολικό Φορτίο Νετού Αέρα	OATH	:	37.746 MCalth
Συνολικό Ανεβήτο Φορτίο	TSH	:	60.640 MCalth
Συνολικό Λαμβάνον Φορτίο	TLH	:	43.730 MCalth
Συνολικό Φορτίο	GTH	:	104.370 MCalth
Παροχή Μίξου	P	:	20.87 m ³ /h

Εικόνα 7.27: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 3, σενάριο 2



Εικόνα 7.28: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 3, σενάριο 2

Ψύξη Θέρμανση

Συστήματα

ΣΥΣΤΗΜΑ 1

ΣΥΣΤΗΜΑ 2

ΣΥΣΤΗΜΑ 3

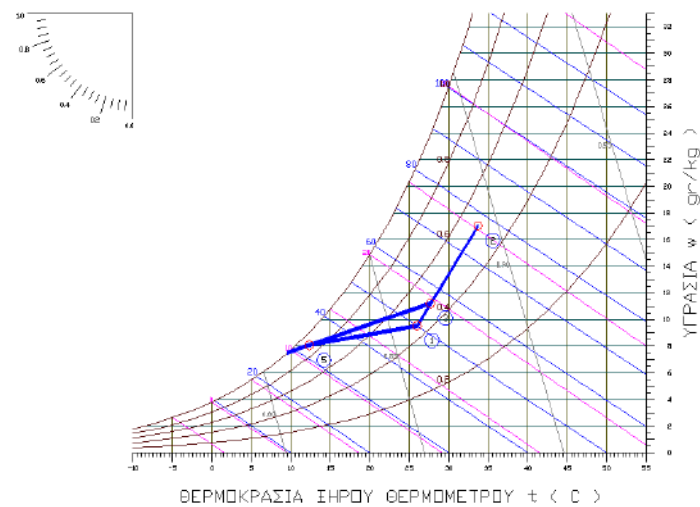
ΣΥΣΤΗΜΑ 4

Μέθοδος Επίλυσης : ΨΥΞΗ ΜΕ ΑΦΥΓΡΑΝΣΗ ΧΩΡΙΣ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ

Επιθυμητή Θερμοκρασία	T _{db} -	T _{wb}	26.00 °C -	17.81 °C
Επιθυμητή Υγρασία	F _r -	W _i	45.00 % -	9.54 gr/Kgr
Εξωτερική Θερμοκρασία	T _{adb} -	T _{awb}	33.71 °C -	25.24 °C
Εξωτερική Υγρασία	F _a -	W _a	51.00 % -	17.05 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Μίξης	T _{mdb} -	T _{mwdb}	27.72 °C -	19.67 °C
Υγρασία Σημείου Μίξης	F _m -	W _m	47.58 % -	11.21 gr/Kgr
Θερμοκρασία Σημείου Δρόσου	T _{adpb} -	T _{adpwb}	9.59 °C -	9.59 °C
Υγρασία Σημείου Δρόσου	F _{adp} -	W _{adp}	100.00 % -	7.50 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εισόδου	T _{edb} -	T _{ewb}	27.72 °C -	19.67 °C
Υγρασία Εισόδου	F _e -	W _e	47.58 % -	11.21 gr/Kgr
Θερμοκρασία Εξόδου	T _{idb} -	T _{iwb}	12.31 °C -	11.35 °C
Υγρασία Εξόδου	F _i -	W _i	89.56 % -	8.05 gr/Kgr
Θερμοκρασία Προσαγωγής	T _{sadb} -	T _{sawb}	12.31 °C -	11.35 °C
Υγρασία Προσαγωγής	F _{sa} -	W _{sa}	89.56 % -	8.05 gr/Kgr

Αισθητό Φορτίο Συστήματος	RS _H	33.112 MCa/h
Λανθάνον Φορτίο Συστήματος	RL _H	9.256 MCa/h
Νωπός Αέρας	V _a	1860.18 m ³ /h
Συντελεστής Παράκαμψης	B _f	0.150
Διαφορά Θερμοκρασίας Ψακτικού Μέσου	Δ _t	5.0 °C
Ενταγός Συντελεστής Αεθής Θερμότητας	ES _H F	0.7585
Συντελεστής Αεθής Θερμότητας Δωματίου	RS _H F	0.7815
Συντελεστής Αεθής Θερμότητας Συσκευής	GS _H F	0.6604
Όγκος Αέρα Εξόδου	V _{sa}	8340.21 m ³ /h
Όγκος Αέρα Επιστροφής	V _e	6480.03 m ³ /h
Όγκος Αέρα Προσαγωγής	V _{sa}	8340.21 m ³ /h
Αισθητό Φορτίο Νωπού Αέρα	Q _{ASH}	4.159 MCa/h
Λανθάνον Φορτίο Νωπού Αέρα	Q _{ALH}	9.913 MCa/h
Ολικό Φορτίο Νωπού Αέρα	Q _{ATH}	14.073 MCa/h
Συνολικό Αισθητό Φορτίο	T _{SH}	37.271 MCa/h
Συνολικό Λανθάνον Φορτίο	T _{LH}	19.169 MCa/h
Συνολικό Φορτίο	G _{TH}	56.441 MCa/h
Παροχή Μέσου	P	11.29 m ³ /h

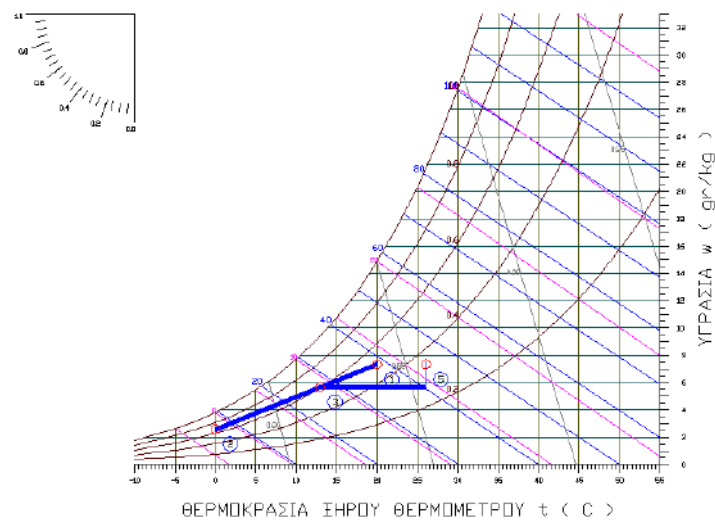
Εικόνα 7.29: Αποτελέσματα για την ψύξη στο σύστημα 4, σενάριο 2



Εικόνα 7.30: Ψυχομετρικός χάρτης για την ψύξη στο σύστημα 4, σενάριο 2

Ψύξη Θέρμανση			
Συστήματα		Μέθοδος Επίλυσης : ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΥΓΡΑΝΣΗ - ΑΤΜΟΣ (Έχει προηγηθεί ψύξη)	
ΣΥΣΤΗΜΑ 1			
ΣΥΣΤΗΜΑ 2			
ΣΥΣΤΗΜΑ 3			
ΣΥΣΤΗΜΑ 4			
Επιθυμητή Θερμοκρασία	T _{idb} - T _{twb}	: 20.00 °C - 13.74 °C	
Επιθυμητή Υγρασία	F _r - W _r	: 50.00 % - 7.34 gr/kg	
Εξωτερική Θερμοκρασία	T _{adb} - T _{awb}	: 0.00 °C - -1.85 °C	
Εξωτερική Υγρασία	F _a - W _a	: 68.00 % - 2.59 gr/kg	
Θερμοκρασία Σημείου Μίξης	T _{mdb} - T _{twb}	: 12.96 °C - 9.09 °C	
Υγρασία Σημείου Μίξης	F _m - W _m	: 60.61 % - 5.67 gr/kg	
Θερμοκρασία Εισόδου	T _{edb} - T _{ewb}	: 12.96 °C - 9.09 °C	
Υγρασία Εισόδου	F _e - W _e	: 60.61 % - 5.67 gr/kg	
Θερμοκρασία Εξόδου	T _{ldb} - T _{lwb}	: 25.03 °C - 15.98 °C	
Υγρασία Εξόδου	F _l - W _l	: 34.70 % - 7.34 gr/kg	
Θερμοκρασία Προσαγωγής	T _{sadb} - T _{sawb}	: 25.03 °C - 15.98 °C	
Υγρασία Προσαγωγής	F _{sa} - W _{sa}	: 34.70 % - 7.34 gr/kg	
Αισθητό Φορτίο Συστήματος	W _{RSH}	: 22.292 MCal/h	
Νεπός Αέρας	V _a	: 4485.55 m ³ /h	
Συντελεστής Παράκαμψης	B _f	: 0.150	
Διαφορά Θερμοκρασίας Θερμαντικού Μέσου	Δt	: 5.0 °C	
Εκκρίνος Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας	ESHF	: 0.5455	
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Δυσμίστου	RSHF	: 1.0000	
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Συστατικής	GSHF	: 1.0000	
Όγκος Αέρα Εισόδου	V _{db}	: 12742.05 m ³ /h	
Όγκος Αέρα Επιστροφής	V _e	: 8256.50 m ³ /h	
Όγκος Αέρα Προσαγωγής	V _{sa}	: 12742.05 m ³ /h	
Αισθητό Φορτίο Νεπού Αέρα	OASH	: 26.015 MCal/h	
Λαμβάνον Φορτίο Νεπού Αέρα	OALH	: 0.000 MCal/h	
Όγκο Φορτίο Νεπού Αέρα	OATH	: 26.015 MCal/h	
Συνολικό Αισθητό Φορτίο	TSH	: 48.308 MCal/h	
Συνολικό Λαμβάνον Φορτίο	TLH	: 0.000 MCal/h	
Συνολικό Φορτίο	GTH	: 48.308 MCal/h	
Παροχή Μέσου	P	: 0.66 m ³ /h	
Παροχή Υγραντή	M	: 26.38 Kg/h	
Λαμβάνον Φορτίο Υγραντή	VLH	: 15.145 MCal/h	

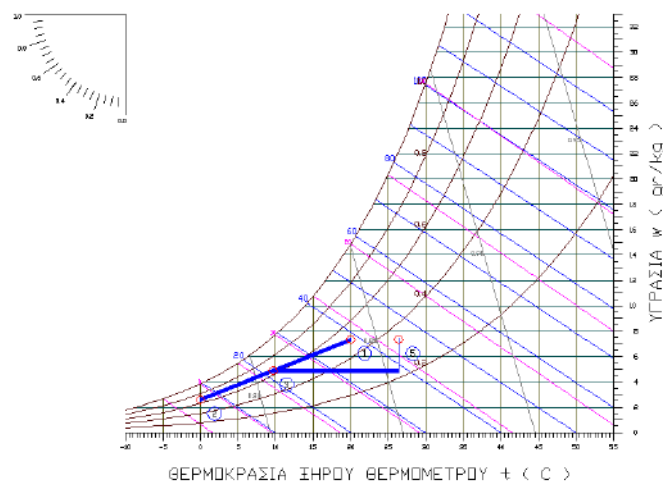
Εικόνα 7.31: Αποτελέσματα για τη θέρμανση στο σύστημα 1, σενάριο 2



Εικόνα 7.32: Ψυχομετρικός χάρτης για τη θέρμανση στο σύστημα 1, σενάριο 2

Ψύξη Θέρμανση			
Συστήματα		Μέθοδος Επίλυσης : ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΥΓΡΑΝΣΗ - ΑΤΜΟΣ (Εχει προηγηθεί ψύξη)	
ΣΥΣΤΗΜΑ 1			
ΣΥΣΤΗΜΑ 2			
ΣΥΣΤΗΜΑ 3			
ΣΥΣΤΗΜΑ 4			
Επιθυμητή Θερμοκρασία	T _{indb}	- T _{indb}	20.00 °C - 13.74 °C
Επιθυμητή Υγρασία	F _i	- W _i	59.00 % - 7.34 g/Kg
Εξωτερική Θερμοκρασία	T _{ad0}	- T _{ad0}	8.00 °C - -1.95 °C
Εξωτερική Υγρασία	F _a	- W _a	68.00 % - 2.59 g/Kg
Θερμοκρασία Σημείου Μίξης	T _{mdb}	- T _{mdb}	9.82 °C - 0.00 °C
Υγρασία Σημείου Μίξης	F _m	- W _m	65.14 % - 4.88 g/Kg
Θερμοκρασία Εξόδου	T _{edb}	- T _{edb}	9.82 °C - 8.60 °C
Υγρασία Εξόδου	F _e	- W _e	63.14 % - 4.88 g/Kg
Θερμοκρασία Εξόδου	T _{ldb}	- T _{ldb}	26.38 °C - 16.10 °C
Υγρασία Εξόδου	F _l	- W _l	33.99 % - 7.34 g/Kg
Θερμοκρασία Προσαγωγής	T _{sadb}	- T _{sadb}	26.38 °C - 16.10 °C
Υγρασία Προσαγωγής	F _{sa}	- W _{sa}	33.99 % - 7.34 g/Kg
Αισθητό Φορτίο Συστήματος	W _{RSH}		22.583 MCa/h
Νεπτός Αέρας	V _a		8360.00 m ³ /h
Συντελεστής Παρόκαμψης	BF		0.150
Διαφορά Θερμοκρασίας Θερμολογικού Μέσου	ΔT		5.0 °C
Ενταγής Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας	ESHF		0.4917
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Διαρροών	RSHF		1.0000
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Συστήματος	GSHF		1.0000
Όγκος Αέρα Εξόδου	V _{db}		12257.82 m ³ /h
Όγκος Αέρα Επιστροφής	V _e		5896.92 m ³ /h
Όγκος Αέρα Προσαγωγής	V _{sa}		12257.82 m ³ /h
Αισθητό Φορτίο Νεπτού Αέρα	OASH		36.893 MCa/h
Λαμβάνον Φορτίο Νεπτού Αέρα	OALH		0.000 MCa/h
Ολικό Φορτίο Νεπτού Αέρα	OATH		36.893 MCa/h
Συνολικό Αισθητό Φορτίο	TSH		59.576 MCa/h
Συνολικό Λαμβάνον Φορτίο	TLH		0.000 MCa/h
Συνολικό Φορτίο	GTH		59.576 MCa/h
Παροχή Μάζας	P		11.92 m ³ /h
Παροχή Υγραντή	M		37.41 Kg/h
Λαμβάνον Φορτίο Υγραντή	YLH		21.477 MCa/h

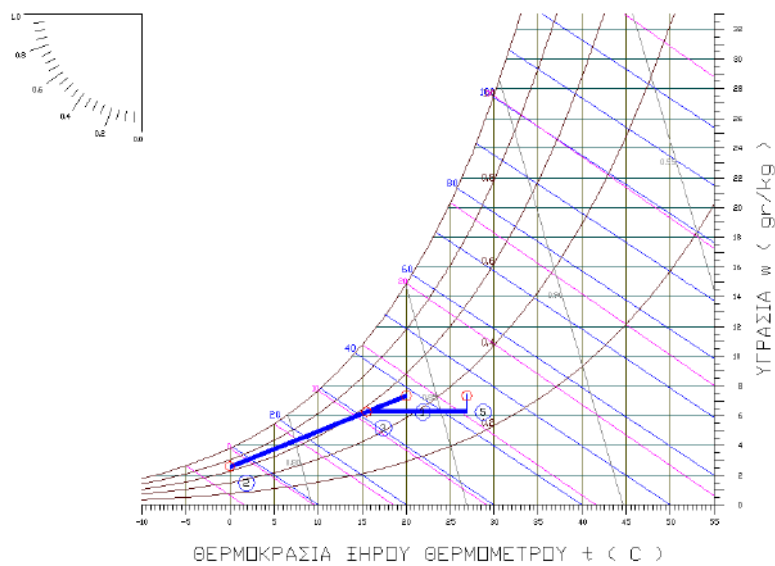
Εικόνα 7.33: Αποτελέσματα για τη θέρμανση στο σύστημα 2, σενάριο 2



Εικόνα 7.34: Ψυχομετρικός χάρτης για τη θέρμανση στο σύστημα 2, σενάριο 2

Ψύξη Θέρμανση		Μέθοδος Επίλυσης - ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΥΓΡΑΝΣΗ - ΑΤΜΟΣ (Έχει προηγηθεί ψύξη)	
Συστήματα			
ΣΥΣΤΗΜΑ 1			
ΣΥΣΤΗΜΑ 2			
ΣΥΣΤΗΜΑ 3			
ΣΥΣΤΗΜΑ 4			
Επιθυμητή Θερμοκρασία	T _{rdb} - T _{rw}	20.00 °C - 13.74 °C	
Επιθυμητή Υγρασία	F _r - W _r	50.00 % - 7.34 gr/Kgr	
Εξωτερική Θερμοκρασία	T _{adb} - T _{awb}	0.00 °C - -1.85 °C	
Εξωτερική Υγρασία	F _a - W _a	68.00 % - 2.59 gr/Kgr	
Θερμοκρασία Σημείου Μείξης	T _{mdb} - T _{mw}	15.54 °C - 10.88 °C	
Υγρασία Σημείου Μείξης	F _m - W _m	56.77 % - 6.28 gr/Kgr	
Θερμοκρασία Εισόδου	T _{edb} - T _{ewb}	15.54 °C - 10.88 °C	
Υγρασία Εισόδου	F _e - W _e	56.77 % - 6.28 gr/Kgr	
Θερμοκρασία Εξόδου	T _{idb} - T _{iwb}	26.87 °C - 16.28 °C	
Υγρασία Εξόδου	F _i - W _i	33.03 % - 7.34 gr/Kgr	
Θερμοκρασία Προσαγωγής	T _{sadb} - T _{sawb}	26.87 °C - 16.28 °C	
Υγρασία Προσαγωγής	F _{sa} - W _{sa}	33.03 % - 7.34 gr/Kgr	
Αισθητό Φορτίο Συστήματος	W _{RS}	16.611 MCal/h	
Νιπτός Αέρας	V _a	1860.18 m ³ /h	
Συντελεστής Παράκαμψης	EF	0.150	
Διαφορά Θερμοκρασίας Θερμολογικού Μέσου	ΔT	5.0 °C	
Ενέργεια Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας	ESHF	0.8105	
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Διαρροών	RSHF	1.0000	
Συντελεστής Αισθητής Θερμότητας Συσταλούς	GSHF	1.0000	
Όγκος Αέρα Εξόδου	V _{da}	8340.21 m ³ /h	
Όγκος Αέρα Επιστροφής	V _e	6480.03 m ³ /h	
Όγκος Αέρα Προσαγωγής	V _{sa}	8340.21 m ³ /h	
Αισθητό Φορτίο Νιπτού Αέρα	OASH	10.789 MCal/h	
Λανθάνον Φορτίο Νιπτού Αέρα	OALH	0.000 MCal/h	
Όλοκληρωμένο Φορτίο Νιπτού Αέρα	OATH	10.789 MCal/h	
Συνολικό Λανθάνον Φορτίο	TSH	27.400 MCal/h	
Συνολικό Λανθάνον Φορτίο	TLH	0.000 MCal/h	
Συνολικό Φορτίο	GTH	27.400 MCal/h	
Παροχή Μέσου	P	5.48 m ³ /h	
Παροχή Υγραντή	M	10.94 Kg/h	
Λανθάνον Φορτίο Υγραντή	YLH	6.281 MCal/h	

Εικόνα 7.37: Αποτελέσματα για τη θέρμανση στο σύστημα 4, σενάριο 2



Εικόνα 7.38: Ψυχομετρικός χάρτης για τη θέρμανση στο σύστημα 4, σενάριο 2

Κεφάλαιο 8 Αυτοματισμός κτηρίου

8.1 Εισαγωγή στο λογισμικό HIT Siemens

Ο ορισμός του αυτοματισμού στο κτήριο θα γίνει με τη βοήθεια του λογισμικού HIT Siemens ^[20]. Πρόκειται για ένα έξυπνο και εύχρηστο εργαλείο που βοηθά το μελετητή να ορίσει λεπτομερώς τους αυτοματισμούς που επιθυμεί να περιλάβει στη μελέτη του. Τα συστήματα αυτοματισμού που προσφέρει αφορούν τη θέρμανση την ψύξη, τον αερισμό καθώς και τον έλεγχο του αυτοματισμού του κτηρίου. Επιπλέον, εκτός από τα HVAC συστήματα το λογισμικό μπορεί να δημιουργήσει ακόμη και μελέτη πυρασφάλειας του κτηρίου με ολοκληρωμένα συστήματα ελέγχου για την ασφάλεια του κτηρίου. Για όλα αυτά φυσικά, το λογισμικό παρέχει μια γκάμα εξαρτημάτων και ολοκληρωμένων συστημάτων που μπορεί να επιλέξει κανείς. Για κάθε επιλογή αυτοματισμού υπάρχουν αρκετές επιλογές που καλύπτουν όλες τις ανάγκες με έμφαση στη λεπτομέρεια. Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει από την αρχή το έργο του και να εισάγει σε αυτό όλους τους τύπους αυτοματισμού που επιθυμεί να έχει στο κτήριό του. Φυσικά, για κάθε προϊόν υπάρχει φυλλάδιο με λεπτομερείς για τα χαρακτηριστικά και τον τρόπο λειτουργίας του. Το έργο κοστολογείται αυτόματα από το HIT και με την ολοκλήρωση της μελέτης προσφέρονται τα τεχνικά φυλλάδια, η λίστα των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν, οι οδηγίες εγκατάστασης και τοποθέτησης και πολλά ακόμη χρήσιμα και πιστοποιημένα έγγραφα από την εταιρεία Siemens. Στο συγκεκριμένο λοιπόν περιβάλλον θα δημιουργήσουμε τη μελέτη αυτοματισμού και του δικού μας κτηρίου όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια.

8.2 Ορισμός αυτοματισμού για κάθε σενάριο λειτουργίας

Τα σενάρια που εξετάζει η παρούσα εργασία όσων αφορά τον κλιματισμό του κτηρίου είναι δύο και έχουν οριστεί λεπτομερώς στο πέμπτο κεφάλαιο της εργασίας. Το πρώτο σενάριο λοιπόν εξετάζει την περίπτωση τοποθέτησης VRF μονάδας για την ψύξη και τη θέρμανση του κτηρίου, ενώ ο μηχανικός αερισμός θα εξασφαλίζεται μέσω Κ.Κ.Μ. που θα καλύπτουν το φορτίο αερισμού κάθε ζώνης και τερματικές μονάδες FCU θα καλύπτουν τα φορτία χώρου. Αντίθετα το δεύτερο σενάριο εξετάζει την ύπαρξη κεντρικής αντλίας θερμότητας και Κ.Κ.Μ. για κάθε ζώνη που θα καλύπτουν το σύνολο των φορτίων αερισμού και χώρου. Έτσι, προκύπτει εύλογα το συμπέρασμα ότι για τα δύο αυτά σενάρια

απαιτείται διαφορετικός εξοπλισμός σε επίπεδο αυτοματισμού προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες του κάθε συστήματος. Ας εξετάσουμε λοιπόν κάθε σενάριο και ας ορίσουμε τον αυτοματισμό που θα εξασφαλίσει την εύρυθμη λειτουργία του συστήματος.

8.2.1 Πρώτο σενάριο λειτουργίας

8.2.1.1 Ορισμός αυτοματισμού

Ο αυτοματισμός που θα εγκατασταθεί στο κτήριο θα πρέπει να εξασφαλίζει την άνεση των χρηστών καθώς και την εύκολη παρακολούθηση της λειτουργίας των συστημάτων. Το λογισμικό HIT της Siemens παρέχει πολλές επιλογές αυτοματισμού που μπορούμε να εισάγουμε στο κτήριό μας για να διασφαλίσουμε την αποδοτική λειτουργία των συστημάτων. Ας αναλύσουμε λοιπόν τον αυτοματισμό που θα εισαχθεί στη μελέτη για το πρώτο σενάριο λειτουργίας.

Αρχικά, οφείλουμε να συνοψίσουμε τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται το σύστημά μας τα οποία είναι το σύστημα VRF, οι Κ.Κ.Μ. για κάθε ζώνη καθώς και τα FCU που βρίσκονται σε κάθε ζώνη. Για κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία λοιπόν θα πρέπει να προβλεφθούν κάποιοι αυτοματισμοί. Για όλο το σύστημα προβλέπεται ένα κεντρικό σύστημα BMS και συγκεκριμένα το Desigo, το οποίο είναι ένα λογισμικό που ελέγχει και συγχρονίζει την ορθή λειτουργία ολόκληρου του συστήματος αυτοματισμού. Για κάθε Κ.Κ.Μ. απαιτείται ένας σταθμός αυτοματισμού ο οποίος θα ελέγχει και θα διαχειρίζεται τις συσκευές της κάθε ζώνης, θα επικοινωνεί με τα αισθητήρια και το κεντρικό σύστημα BMS. Επιπλέον, για κάθε Κ.Κ.Μ. θα υπάρχει μία βάννα ώστε να ελέγχεται η ροή του νερού στους εναλλάκτες θερμότητας. Για τις Κ.Κ.Μ. κρίνεται πολύ σημαντική και η ύπαρξη κινητήρων διαφραγμάτων (damper actuators). Για κάθε Κ.Κ.Μ. προβλέπονται τρεις κινητήρες διαφραγμάτων. Ο κινητήρας διαφραγμάτων είναι ένας ηλεκτρικός μηχανισμός που ανοίγει ή κλείνει τα πτερύγια στους αεραγωγούς ή στην Κ.Κ.Μ.. Ο ένας θα ελέγχει την παροχή νωπού αέρα (προσαγωγή), ο άλλος τον κλιματισμένο αέρα που εξέρχεται από το χώρο (απαγωγή) και ο τρίτος θα είναι υπεύθυνος για την ανακυκλοφορία και το ποσοστό του αέρα που επιστέφει στο χώρο. Επιπλέον, κάθε Κ.Κ.Μ. χρειάζεται και από δύο ρυθμιστές στροφών οι οποίοι όπως υποδηλώνει και το όνομά τους είναι υπεύθυνοι για τη ρύθμιση των στροφών του κινητήρα ή της αντλίας ή του ανεμιστήρα στη δική μας περίπτωση. Δηλαδή, ελέγχει την ταχύτητα περιστροφής του ανεμιστήρα με αποτέλεσμα να μεταβάλλει τη συχνότητα περιστροφής και την παροχή. Εφόσον η κάθε Κ.Κ.Μ.

αποτελείται από δύο ανεμιστήρες, έναν απαγωγής και ένα προσαγωγής αέρα, απαιτείται και ένας ρυθμιστής στροφών για κάθε ανεμιστήρα. Έτσι, όταν ο χώρος χρειάζεται να αποβάλλει ή να προσαγάγει λιγότερο ή περισσότερο αέρα ο ρυθμιστής στροφών μειώνει ή αυξάνει αντίστοιχα τις στροφές ώστε να αποφεύγονται οι άσκοπες και περιττές καταναλώσεις. Παράλληλα, για κάθε χώρο όπου τοποθετούνται FCU προβλέπεται η ύπαρξη θερμοστάτη χώρου ο οποίος θα συνδέεται με το BMS σύστημα για την επιτήρηση και τον προγραμματισμό του συστήματος. Επίσης, εξίσου αποδοτική θα είναι η τοποθέτηση αισθητηρίων στους χώρους κλιματισμού που θα μετράνε τη θερμοκρασία του χώρου, την ποσότητα του CO₂, καθώς και την υγρασία του χώρου. Φυσικά, όπως και οι Κ.Κ.Μ., έτσι και τα FCU απαιτούν την ύπαρξη βάνας για το κάθε ένα από αυτά ώστε να ελέγχουμε τη ροή του νερού και να μπορούν να εξασφαλιστούν οι αναγκαίες συνθήκες ανάλογα με τα κλιματικά δεδομένα. Ο έλεγχος λειτουργίας του VRF και ο συντονισμός του με το υπόλοιπο δίκτυο θα γίνει μέσω ενός σταθμού αυτοματισμού της Daikin που θα συνδέεται με το κεντρικό σύστημα BMS ώστε να μπορούμε να παρακολουθήσουμε τη λειτουργία καθώς και την ενεργειακή κατανάλωση του VRF. Έτσι, σύμφωνα με τις παραπάνω περιγραφές του συστήματος αυτοματισμού μπορούμε να επιλέξουμε τα κατάλληλα προϊόντα από το λογισμικό HIT της Siemens.

8.2.1.2 Προϊόντα αυτοματισμού για το πρώτο σενάριο λειτουργίας

Από το λογισμικό της HIT θα επιλέξουμε τα προϊόντα αυτοματισμού που θα εισάγουμε στο κτήριο που μελετάμε όπως τα περιγράψαμε παραπάνω. Αρχικά για τον κεντρικό έλεγχο επιλέγουμε το λογισμικό Desigo που προσφέρει η Siemens. Ο ρόλος του λογισμικού όπως αναφέρει το site της εταιρείας είναι να επιτυγχάνει εξοικονόμηση της ενέργειας του κτηρίου συνδέοντας, ελέγχοντας και παρακολουθώντας τις διαφορετικές λειτουργίες του κτηρίου. Έτσι εξασφαλίζεται η εξοικονόμηση ενέργειας και λειτουργία του κτηρίου με χαμηλό κόστος, η κλιματική άνεση των χρηστών καθώς και η φροντίδα του περιβάλλοντος, αφού επιτυγχάνουμε μειωμένες εκπομπές CO₂. Από τον κατάλογο των προϊόντων θα επιλέξουμε τα εξαρτήματα που θα συνθέσουν το σύστημα αυτοματισμού που επιλέξαμε να εφαρμόσουμε στο υπό μελέτη κτήριο. Στην κατηγορία «Automation Controls» πατώντας την επιλογή «Automation Stations» επιλέγουμε από τα προϊόντα το σταθμό αυτοματισμού που θα εγκαταστήσουμε στην κάθε ζώνη για έλεγχο και τη σύνδεση με το κεντρικό σύστημα BMS. Ο σταθμός αυτοματισμού που επιλέξαμε παρουσιάζεται

στην εικόνα 8.1 και είναι το μοντέλο PXC4.E16S-2. Επίσης τα χαρακτηριστικά του παρουσιάζονται στην εικόνα 8.2.



Εικόνα 8.1: Σταθμός αυτοματισμού PXC4.E16S-2

— Τεχνική σύνοψη

Τάση λειτουργίας	AC 24 V, DC 24 V
Επικοινωνία	BACnet/IP, BACnet/SC
Έξοδοι ρελέ, αριθμός	4
Γενικές εισοδου/έξοδοι, αριθμός	12
Current inputs 4-20 mA, number	4
Mounting	Σε ράγα , Wall mounting
Βαθμός προστασίας	IP20
Διαστάσεις (W x H x D)	198 x 124 x 70.5 mm

Εικόνα 8.2: Τεχνικά χαρακτηριστικά σταθμού αυτοματισμού PXC4.E16S-2

Στην κατηγορία «Βάνες και Κινητήρες» και συγκεκριμένα στο «Επιλογή βανών ανά εφαρμογή» διαλέγουμε την κατηγορία «Κλιματιστική μονάδα» και επιλέγουμε να βάλουμε στην Κ.Κ.Μ. 2-οδη βάνα έδρας φλαντζωτή και συγκεκριμένα το μοντέλο VVF53.15-0.2 που φαίνεται στην εικόνα 8.3 ενώ τα τεχνικά χαρακτηριστικά της στην εικόνα 8.4.



Εικόνα 8.3: 2-οδη βάνα VVF53.15-0.2

— Τεχνική σύνοψη

Διαδρομή εμβόλου	20 mm, To DN 50: 20 mm; From DN 65: 4	SAX..	2500 kPa
Ποσοστό διαρροής	0...0.01 % of kvs	Δp_s	
DN	15	SKD..	1200 kPa
k_{vs}	0.2 m ³ /h	Δp_{max}	
Θερμοκρασία μέσου	-20...220 °C	SKD..	2500 kPa
Χαρακτηριστική βάνας	Ίσων ποσοστών, k_{vs} 250/400 γραμμική	Δp_s	
Εύρος κατηγορίας	50:1DN 15, $k_{vs} \leq 1,25$ m ³ /h: >50;DN 15..	SKB..	1200 kPa
Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας	2500 kPa	Δp_{max}	
Material, valve body	Χυτοσίδηρος EN-GJL-250	SKB..	2500 kPa
Υλικό, εσωτερικό	Ανοξείδωτο ατσάλι	Δp_s	
PN class	PN 25, PN 16	SKD.. Δp_{max} steam	1200 kPa
Απόλυτη πίεση ατμού p1	1600 kPa abs	SKD.. Δp_s steam	2500 kPa
SAX..	1200 kPa	SKB.. Δp_{max} steam	1200 kPa
Δp_{max}		SKB.. Δp_s steam	2500 kPa
SAX..	2500 kPa		
Δp_s			
SKD..	1200 kPa		
Δp_{max}			

Εικόνα 8.4: Τεχνικά χαρακτηριστικά 2-οδης βάνας VVF53.15-0.2

Αντίστοιχα για να επιλέξουμε τη βάνα που θα τοποθετηθεί σε κάθε FCU κάνουμε την επιλογή «Fan Coil» στο μενού επιλογών ανά εφαρμογή. Θα τοποθετήσουμε το μοντέλο VVP45.10-0.25 που είναι μία 2-οδη βάνα. Παρουσιάζεται στην εικόνα 8.5 και τα τεχνικά της χαρακτηριστικά στην εικόνα 8.6.



Εικόνα 8.5: 2-οδη βάνα VVP45.10-0.25

— Τεχνική σύνοψη

Διαδρομή εμβόλου	5.5 mm
Ποσοστό διαρροής	0...0.02 % του kvs
DN	10
k_{vs}	0.25 m ³ /h
Θερμοκρασία μέσου	1...110 °C
Χαρακτηριστική βάνας	Ευθεία ροή μέχρι k_{vs} 6.3: ίσων ποσοστών , Ευθεία ροή μέχρι από k_{vs} 10: γραμμική
Εύρος κατηγορίας	50:1 Από $k_{vs}>6.3$: >100. Έως $k_{vs}=6.3$: >50
Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας	1600 kPa
Material, valve body	Red brass CC491K (Rg5)
PN class	PN 16
Connecting thread	G 1/2" B
Υλικό, εσωτερικό	CrNi steel / Rg5 / brass
SSB.. Δp_{max}	400 kPa
SSB.. Δp_s	725 kPa

Εικόνα 8.6: Τεχνικά χαρακτηριστικά 2-οδης βάνας VVP45.10-0.25

Έπειτα περνάμε στην κατηγορία «Θερμοστάτες χώρου» που θα τοποθετήσουμε σε κάθε χώρο του κτηρίου που κλιματίζεται. Το μοντέλο του θερμοστάτη που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το RDF660MB και φαίνεται στην εικόνα 8.7, ενώ τα τεχνικά του χαρακτηριστικά στην εικόνα 8.8.



Εικόνα 8.7: Θερμοστάτης RDF660MB

— Τεχνική σύνοψη

Τάση λειτουργίας	AC 230 V
Κατανάλωση ισχύος	9 VA
Εύρος ρύθμισης επιθυμητής τιμής	5...40 °C
Διαφορικό επαφής	0.5...6 K
Επικοινωνία	RS485 Modbus
Αναλογικές εισοδοι, αριθμός	2
Αναλογικές έξοδοι	Ανεμιστήρας: DC 0...10 V
Αναλογική έξοδος, σήμα	DC 0...10 V
Ψηφιακές εισοδοι, αριθμός	2
Έξοδοι ρελέ	Ανεμιστήρας: Κανονικά ανοιχτή επαφή , Βάνα: Κανονικά κλειστή επαφή
Έξοδοι ρελέ, αριθμός	2
Έξοδος ρελέ, τάση επαφής	230 V
Έξοδος ρελέ, ρεύμα επαφής	5 (2)A
Επιφάνεια συναλλαγής	Untreated , Άσπρο γυαλιστερό
Τύπος στερέωσης	Χωνευτό κυκλικό ή τετράγωνο κυτίο ελάχιστης διαμέτρου 60 mm
Βαθμός προστασίας	IP30
Διαστάσεις (W x H x D)	86 x 86 x 36 mm
Χρώμα	Λευκό

Εικόνα 8.8: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμοστάτη RDF660MB

Στη συνέχεια στην κατηγορία των αισθητηρίων και συγκεκριμένα στα «Εντοιχιζόμενα αισθητήρια χώρου» επιλέγουμε την εντοιχιζόμενη βάση αισθητηρίου AQR2546NF με ενσωματωμένη μέτρηση CO₂ τις οποίας η εικόνα είναι η 8.9 και τα τεχνικά τις χαρακτηριστικά φαίνονται στην εικόνα 8.10. Επιπλέον,

- Τεχνική σύνοψη

Εικόνα 8.10: Τεχνικά χαρακτηριστικά βάσης αισθητηρίου AQR2546NF



154

— Τεχνική σύνοψη

Σήμα εξόδου θερμοκρασία	Ενεργό , LG-Ni1000
Εύρος μέτρησης, υγρασία	0...100 % r.h.
Εύρος μέτρησης, θερμοκρασία	0...50 °C
Χρώμα	Titanium white
Βαθμός προστασίας	IP30
Διαστάσεις (W x H x D)	55 x 55 x 12 mm

Εικόνα 8.12: Τεχνικά χαρακτηριστικά αισθητηρίου AQR2534ANW

Έπειτα, στην καρτέλα κινητήρες διαφραγμάτων επιλέγουμε «Τυπικοί». Για κάθε Κ.Κ.Μ. θα υπάρχουν τρεις κινητήρες διαφραγμάτων τις έχουμε εξηγήσει παραπάνω που θα έχουν το μοντέλο GAP191.1E του οποίου η μορφή φαίνεται στην εικόνα 8.13 και τα τεχνικά χαρακτηριστικά στην εικόνα 8.14.



Εικόνα 8.13: Κινητήρας διαφραγμάτων GAP191.1E

— Τεχνική σύνοψη

Ροπή	6 Nm
Περιοχή διαφράγματος	1 m ²
Angular rotation	90°
Κατανάλωση ισχύος	18 VA, 18 W
Χρόνος λειτουργίας	2 s
Μήκος καλωδίου	0,9 m
Σήμα λειτουργίας	DC 0(2)...10 V, 0(4)...20 mA
Βαθμός προστασίας	IP54
Θερμοκρασία περιβάλλοντος, λειτουργία	-32...50 °C
Θερμοκρασία μέσου	-32...50 °C
Υγρασία περιβάλλοντος, λειτουργία	95 % r.h.
Διαστάσεις (W x H x D)	81 x 192 x 63 mm
Τάση λειτουργίας	AC 24 V, DC 24 V
Επιβεβαίωση θέσης	DC 0...10 V
Βοηθητική επαφή	0
Number of full cycles	60000
Rated impulse voltage	800 V
Type of action	Type 1
Pollution degree	3
Τοποθεσία εγκατάστασης	interior, weather-protected

Εικόνα 8.14: Τεχνικά χαρακτηριστικά κινητήρα διαφραγμάτων GAP191.1E

Τέλος, στην κατηγορία «Ρυθμιστές στροφών» επιλέγουμε το μοντέλο G120P-0.75/32A με την εικόνα του να παρουσιάζεται στην εικόνα 8.15 και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά στην εικόνα 8.16.



Εικόνα 8.15: Ρυθμιστής στροφών G120P-0.75/32A

— Τεχνική σύνοψη

Τάση λειτουργίας	400 V
Συχνότητα	50/60 Hz
Ισχύς εξόδου	0.75 kW
Επικοινωνία	Modbus/RTU , RS485/US , BACnetMS/TP , PROFIBUS (προαιρετικά) , PROFINET (προαιρετικά) , CANopen (προαιρετικά) , P1 FLN
Δυνατότητα υπερφόρτωσης	110% για 57 sec. και 150% για 3 sec. κάθε 300 sec.
Λειτουργίες προστασίας	- Υπέρταση και υπόταση , - υπερθέρμανση , - Θερμοκρασία κινητήρα με PTC μέσω ειδικών επαφών , - Κινητήρας I ² t θερμικός , - Σφάλμα γείωσης, βραχυκύκλωμα , - Ρεύμα υστέρησης και κλειδωμένος ρότορας
Ρεύμα εξόδου	2,2 A
Τύπος φίλτρου	A
Αναλογικές εισοδοι	Εναλλασσόμενες, προγραμματιζόμενη κλίμακα
Αναλογικές έξοδοι	Προγραμματιζόμενη κλίμακα , Εναλλασσόμενες
Ψηφιακές εισοδοι	Σήμα εισόδου ελεύθερου δυναμικού , Προγραμματιζόμενες
Έξοδοι ρελέ	Μεταγωγικές επαφές ελεύθερου δυναμικού , Προγραμματιζόμενες
Βαθμός προστασίας	IP20
Διαστάσεις (W x H x D)	73 x 196 x 223 mm
Βάρος	2.31 kg
Συμμόρφωση προϊόντος	CE , UL, cUL , EAC , RCM
Τυπικό	EN 61800-3

Εικόνα 8.16: Τεχνικά χαρακτηριστικά ρυθμιστή στροφών G120P-0.75/32A

Έτσι, προσθέτοντας όλα αυτά τα εξαρτήματα στο σύστημα αυτοματισμού τις και έχοντας εγκαταστήσει το λογισμικό Desigo για τον έλεγχο του αυτοματισμού είμαστε σε θέση να ελέγξουμε την κατανάλωση και τις συνθήκες λειτουργίας των συστημάτων του κτηρίου επιτυγχάνοντας τις ιδανικές συνθήκες.

8.2.2 Δεύτερο σενάριο λειτουργίας

8.2.2.1 Ορισμός αυτοματισμού

Για το δεύτερο σενάριο λειτουργίας τα συστήματα ψύξης, θέρμανσης και αερισμού που έχουμε εγκαταστήσει είναι η αντλία θερμότητας και οι Κ.Κ.Μ. 100% νωπού αέρα που καλύπτουν και τα φορτία χώρου και τα φορτία αερισμού. Δηλαδή σε αυτή την περίπτωση απουσιάζουν οι τερματικές μονάδες FCU για την ψύξη και τη θέρμανση. Σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε τη λειτουργία CAV όπως δηλώσαμε και στο template στο λογισμικό FineGREEN. Πρόκειται για ένα σύστημα που διατηρεί σταθερή την ποσότητα του αέρα που παρέχεται σε ένα χώρο. Τα εξαρτήματα που θα συνθέσουν το σύστημα αυτοματισμού στο σενάριο που εξετάζουμε δεν διαφέρουν πολύ από αυτά που χρησιμοποιήσαμε στο πρώτο σενάριο λειτουργίας. Για την ακρίβεια είναι τα ίδια, με τη διαφορά ότι απουσιάζουν τα εξαρτήματα ελέγχου των FCU. Ο έλεγχος και ο προγραμματισμός του αυτοματισμού θα γίνεται και σε αυτή την περίπτωση με το λογισμικό Desigo. Για κάθε ζώνη θα προβλεφθούν σταθμοί αυτοματισμού και δεν θα υπάρχουν θερμοστάτες εφόσον δεν υπάρχουν πλέον FCU στο σύστημα που εξετάζουμε. Επιπλέον, θα υπάρχουν αισθητήρια για τη θερμοκρασία του χώρου, το CO₂ καθώς και την υγρασία του χώρου. Για κάθε Κ.Κ.Μ. θα υπάρχει μία βάνα, δύο ρυθμιστές στροφών και τρεις κινητήρες διαφραγμάτων, ακριβώς όπως τα περιγράψαμε και στο πρώτο σενάριο. Ας δούμε λοιπόν τα προϊόντα που θα χρησιμοποιήσουμε για την κάλυψη των αναγκών του παρόντος σεναρίου.

8.2.2.2 Προϊόντα αυτοματισμού για το δεύτερο σενάριο λειτουργίας

Για το δεύτερο σενάριο λοιπόν, θα χρησιμοποιήσουμε το ίδιο λογισμικό Desigo της Siemens για τον έλεγχο του αυτοματισμού. Οι σταθμοί αυτοματισμού θα είναι επίσης ίδιοι με το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε στο πρώτο σενάριο, το PXC4.E16S-2. Τα αισθητήρια και οι βάσεις των αισθητηρίων θα είναι επίσης οι ίδιες, με τα μοντέλα AQR2534ANW και AQR2546NF για τα αισθητήρια και τις βάσεις τους αντίστοιχα. Επιπλέον, οι κινητήρες διαφραγμάτων που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι ίδιοι ως προς το πλήθος και ως προς το μοντέλο που θα είναι το GAP191.1E, όπως επίσης και οι ρυθμιστές στροφών για τους οποίους θα χρησιμοποιηθεί το μοντέλο G120P-0.75/32A. Οι βάνες που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι ίδιες με αυτές του προηγούμενου σεναρίου για τις Κ.Κ.Μ., δηλαδή θα χρησιμοποιηθεί το μοντέλο VVF53.15-0.2.

Έχοντας εγκαταστήσει λοιπόν στην εφαρμογή του κτηρίου μας τα παραπάνω εξαρτήματα αυτοματισμού και έχοντας εισάγει στο λογισμικό HIT τα προϊόντα, το λογισμικό εξάγει αποτελέσματα σε τεχνικά φυλλάδια συγκεντρώνοντας όλα τα χαρακτηριστικά των προϊόντων, τη λίστα των υλικών, τις οδηγίες για

τον τρόπο εγκατάστασης και κάθε είδους λεπτομέρεια που αφορά τον αυτοματισμό, την εγκατάστασή του καθώς και τη σωστή χρήση του. Με τη χρήση του συστήματος αυτοματισμού το κτήριο αναβαθμίζεται ενεργειακά, αφού μειώνει τις καταναλώσεις και λειτουργεί στα επιθυμητά επίπεδα θερμικής άνεσης χωρίς να γίνονται σπατάλες ενέργειας. Επιπλέον, τα συστήματα κλιματισμού του κτηρίου με αυτό τον τρόπο συντηρούνται και προστατεύονται δουλεύοντας στα επιθυμητά όρια και σε συνθήκες που πραγματικά οι ανάγκες του κτηρίου το απαιτούν.

Κεφάλαιο 9 Μελέτη φωτοβολταϊκών

9.1 Εισαγωγή στα φωτοβολταϊκά

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν ένα τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας εκμεταλλευόμενα την ηλιακή ενέργεια. Ακριβέστερα, η λειτουργία τους είναι να μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια ^[21]. Με τον όρο ηλιακή ενέργεια αναφερόμαστε στο σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο όπως το φως και η θερμότητα που ακτινοβολούνται ^[21]. Ας δούμε λοιπόν από ποια στοιχεία αποτελούνται τα φωτοβολταϊκά και τον τρόπο λειτουργίας τους. Το βασικό συστατικό ενός συστήματος είναι το φωτοβολταϊκό κελί όπου και γίνεται η μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια ^[22]. Αποτελείται από δύο στρώματα ημιαγωγών δίοδοι (p-n) συνήθως πυριτίου Si που βρίσκονται σε επαφή, με την περιοχή τύπου p να έχει περίσσεια οπών ενώ την περιοχή τύπου n να έχει περίσσεια ηλεκτρονίων, με αποτέλεσμα τα ηλεκτρόνια να τείνουν να μετακινηθούν από την πλούσια σε ηλεκτρόνια περιοχή (N) στην φτωχή σε ηλεκτρόνια περιοχή (P) ^{[22][23]}. Έτσι ενώνοντας με τον κατάλληλο αγωγό τις δύο πλάκες προκύπτει κλειστό κύκλωμα όπου ρέει ηλεκτρικό ρεύμα από το στρώμα P στο στρώμα N ^[22]. Η ένταση του ρεύματος είναι σταθερή και ονομάζεται ένταση βραχυκυκλώματος ενώ μεταβάλλεται ανάλογα με το ποια είναι η ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας ^[23] η οποία φυσικά αλλάζει συνεχώς στη διάρκεια της ημέρας. Η ροή ηλεκτρικού ρεύματος ασφαλώς, δημιουργεί και διαφορά δυναμικού ανάμεσα στους δύο ακροδέκτες που αντιστοιχεί στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο όπου και βασίζεται όπως καταλάβαμε η λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων γενικά ^[23].

Ποια είναι όμως η χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων ως παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας; Αρχικά οφείλουμε να διευκρινίσουμε ότι λειτουργούν με δύο τρόπους. Είτε ως αυτόνομα συστήματα όπου η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια παρέχεται για αποκλειστική και επιτόπια κατανάλωση, είτε ως διασυνδεδεμένα συστήματα στο δίκτυο τα οποία παρέχουν την ενέργεια που παράγουν στο ηλεκτρικό δίκτυο για να μεταφερθεί και να καταναλωθεί αλλού ^[21]. Φυσικά υπάρχουν και διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα με τη δυνατότητα όμως και ιδιοκατανάλωσης ^[23]. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας - ο ιδιοκτήτης δηλαδή της εγκατάστασης - έχει τη δυνατότητα να καταναλώσει όση ηλεκτρική ενέργεια επιθυμεί και καλύπτει τις ανάγκες του και να προσφέρει την υπόλοιπη στο δίκτυο έναντι μίας προσυμφωνημένης τιμής ^[23]. Η λειτουργία ως αυτόνομα συστήματα θα είναι αυτή που θα εφαρμοστεί στην περίπτωση της δικής μας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.

Η Ελλάδα είναι ένα μέρος με χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στη διατήρηση της ηλιακής ακτινοβολίας σε υψηλά επίπεδα. Η ηλιακή ακτινοβολία, σύμφωνα με την τεχνική οδηγία του ΤΕΕ για τα κλιματικά δεδομένα των ελληνικών περιοχών, εξαρτάται από την απόσταση Ήλιου-Γης, την ηλιακή απόκλιση (δ), το ηλιακό ύψος (α), το γεωγραφικό πλάτος του τόπου (ϕ), το υψόμετρο του τόπου (h), την κλίση της επιφάνειας επί της οποίας προσπίπτει (β), καθώς και από την απορρόφηση και διάχυση την οποία υφίσταται μέσα στην ατμόσφαιρα ^[24]. Έχει προκύψει το συμπέρασμα ότι η Ελλάδα παρουσιάζει ένα ιδιαίτερα υψηλό ηλιακό δυναμικό, περίπου 1.400-1.800 (kWh/(m² .yr)) ετησίως σε οριζόντιο επίπεδο, ανάλογα το γεωγραφικό πλάτος και το ανάγλυφο της περιοχής ^[24]. Συγκεκριμένα, ο πίνακας 9.1 ο οποίος έχει αντληθεί από την τεχνική οδηγία του ΤΕΕ για τα κλιματικά δεδομένα των ελληνικών περιοχών παρουσιάζει τις τιμές της μέσης μηνιαίας ακτινοβολίας για κεκλιμένες επιφάνειες 90° και 45° και για διάφορους προσανατολισμούς, για την περιοχή της Αγχιάλου του νομού Μαγνησίας περιοχής πολύ κοντά στο Βόλο.

Πίνακας 9.1: Τιμές της μέσης μηνιαίας ακτινοβολίας για κεκλιμένες επιφάνειες 90° και 45° και για διάφορους προσανατολισμούς για την περιοχή της Αγχιάλου

ΑΓΧΙΑΛΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
		B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	61	18	20	43	77	98	22	28	57	89	105
ΦΕΒ	74	23	26	46	70	85	28	40	66	91	103
ΜΑΡ	112	36	46	69	86	93	49	71	99	121	130
ΑΠΡ	149	50	67	89	94	88	91	107	130	144	147
ΜΙΑ	190	68	89	108	103	88	137	146	163	170	168
ΙΟΥΝ	213	78	101	118	108	87	163	167	181	183	179
ΙΟΥΛ	217	77	102	122	113	93	162	169	186	191	187
ΑΥΓ	195	63	88	115	116	102	126	142	170	184	185
ΣΕΠΤ	147	42	58	88	105	108	69	94	128	153	162
ΟΚΤ	99	29	34	60	88	104	36	53	86	116	131
ΝΟΕ	63	19	21	43	74	94	23	30	58	88	103
ΔΕΚ	51	15	17	38	70	90	19	23	49	79	94

Επομένως, από τα παραπάνω δεδομένα και τις παραπάνω παραδοχές σχετικά με την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην Ελλάδα και στην περιοχή του Βόλου, προκύπτει εύλογα το συμπέρασμα ότι η εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος στο υπό μελέτη κτήριο θα αποδειχθεί αρκετά αποδοτική και ωφέλιμη για τη λειτουργία του καθώς και γενικότερα όσων αφορά τα επίπεδα της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία.

9.2 Ιδιαιτερότητες χώρου

Ας εξερευνήσουμε λοιπόν πρώτα και κύρια το χώρο όπου θα εγκατασταθεί το φωτοβολταϊκό σύστημα στο υπό μελέτη κτήριο προκειμένου να έχουμε πλήρη εικόνα για το μέγεθος και τις ιδιαιτερότητες της εγκατάστασης.

Ο διαθέσιμος χώρος του κτηρίου για την εισαγωγή των φωτοβολταϊκών είναι το δώμα. Η ελεύθερη προς χρήση επιφάνειά του ανέρχεται στα 574.11 τ.μ. από τα συνολικά 1291.78 τ.μ. του δώματος. Ο υπόλοιπος χώρος χρησιμοποιείται ως χώρος εγκατάστασης κλιματιστικών μονάδων και καλύπτεται επίσης από τα βιοκλιματικά αίθρια και από απόληξη κλιμακοστασίου. Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι ο εναπομείναντας χώρος που προσφέρεται για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών είναι αρκετά μειωμένος και χρειάζεται να αυξηθεί προκειμένου να είναι αποδοτική η εγκατάσταση που πρόκειται να δημιουργηθεί. Έτσι, στο χώρο του δώματος εμβαδού 818.4τ.μ. όπου σε ένα μέρος του υπάρχει η εγκατάσταση των κλιματιστικών μονάδων θα δημιουργηθεί ένα στέγαστρο όπου πλέον πάνω του θα τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά. Στην εικόνα 9.1 παρουσιάζεται η κάτοψη του δώματος με περιεγραμμένο το εγκατεστημένο στέγαστρο.



Εικόνα 9.1: Κάτοψη του δώματος με περιεγραμμένο το εγκατεστημένο στέγαστρο

Επιπλέον, ένα στέγαστρο θα τοποθετηθεί στον ακάλυπτο χώρο του κτηρίου και με αυτό τον τρόπο θα διατεθούν ακόμη 548τ.μ. – όσο είναι το εμβαδόν του ακάλυπτου χώρου – για την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών. Άρα, για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων θα τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά στο στέγαστρο στο δώμα του κτηρίου, στην οροφή εφαπτόμενου κτηρίου μικρότερου ύψους και σε στέγαστρο που είναι τοποθετημένο στον ακάλυπτο χώρο. Όλη αυτή η περιοχή εκτείνεται στα 1640.3τ.μ. αριθμός που αν συγκριθεί με το αρχικό εμβαδόν του δώματος προκύπτει ότι είναι μεγαλύτερος και άρα υπάρχει αρκετός επιπλέον χώρος για την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών.

9.3 FusionSolar SmartDesign Huawei

9.3.1 Εισαγωγή στο FusionSolar SmartDesign

Η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών θα πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια του FusionSolar SmartDesign της Huawei. Είναι ένα εργαλείο που βοηθά στην σχεδίαση του φωτοβολταϊκού συστήματος και έχει πολλές και βοηθητικές λειτουργίες ^[25]. Αρχικά, χάρη στο δορυφορικό εντοπισμό θέσης μπορεί να εντοπίσει το κτήριο που θέλουμε να μελετήσουμε και να μας βρει την ακριβή θέση και εικόνα του στο χάρτη ^[25]. Επιπλέον τα φωτοβολταϊκά πλαίσια διατάσσονται αυτόματα στο χώρο όπως και αυτόματα γίνεται η ηλεκτρική σχεδίαση ^[25]. Παράλληλα, παρέχει τη δυνατότητα της τρισδιάστατης μοντελοποίησης της εγκατάστασης με αποτέλεσμα να γίνεται ρεαλιστική και να βοηθά ακόμη περισσότερο το χρήστη ^[25]. Τέλος, είναι σε θέση να υπολογίσει και το συνολικό κόστος της εγκατάστασης με αναλυτικά δεδομένα και υπολογισμούς ώστε να γίνει η βέλτιστη επιλογή του φωτοβολταϊκού συστήματος.

9.3.2 Αποτελέσματα της σχεδίασης του φωτοβολταϊκού συστήματος

Η εγκατάσταση των πλαισίων στο δώμα θα γίνει με βάση την βέλτιστη επιλογή που παρουσιάζεται στο πρόγραμμα

- ο Θα εγκατασταθούν 213 Φ/Β πάνελ.
- ο Θα τοποθετηθούν σε παράλληλες συστοιχίες με προσανατολισμό Νότιο.
- ο Θα τοποθετηθούν σε κλίση 0° ως προς τον οριζόντιο άξονα του δώματος.

Στο εφαπτόμενο κτήριο η εγκατάσταση των πλαισίων στο δώμα θα γίνει επίσης με βάση την βέλτιστη επιλογή που παρουσιάζεται στο πρόγραμμα

- ο Θα εγκατασταθούν 42 Φ/Β πάνελ.
- ο Θα τοποθετηθούν σε παράλληλες συστοιχίες με προσανατολισμό νοτιοανατολικό και συγκεκριμένα με αζιμούθιο ίσο με -56.
- ο Θα τοποθετηθούν σε κλίση 0° ως προς τον οριζόντιο άξονα του δώματος.

Τέλος, στην περιοχή του ακάλυπτου όπου έχει τοποθετηθεί στέγαστρο η βέλτιστη εγκατάσταση των πλαισίων που έχει παρουσιαστεί από το πρόγραμμα είναι η εξής

- ο Θα εγκατασταθούν 128 Φ/Β πάνελ.
- ο Θα τοποθετηθούν σε παράλληλες συστοιχίες με προσανατολισμό νοτιοανατολικό και συγκεκριμένα με αζιμούθιο ίσο με -56.
- ο Θα τοποθετηθούν σε κλίση 0° ως προς τον οριζόντιο άξονα του δώματος.

Η δισδιάστατη και η τρισδιάστατη αποτύπωση του κτηρίου για την απεικόνιση των φωτοβολταϊκών παρουσιάζεται με τις παρακάτω εικόνες 9.2, 9.3, 9.4:



Εικόνα 9.2: 2D απεικόνιση των φωτοβολταϊκών



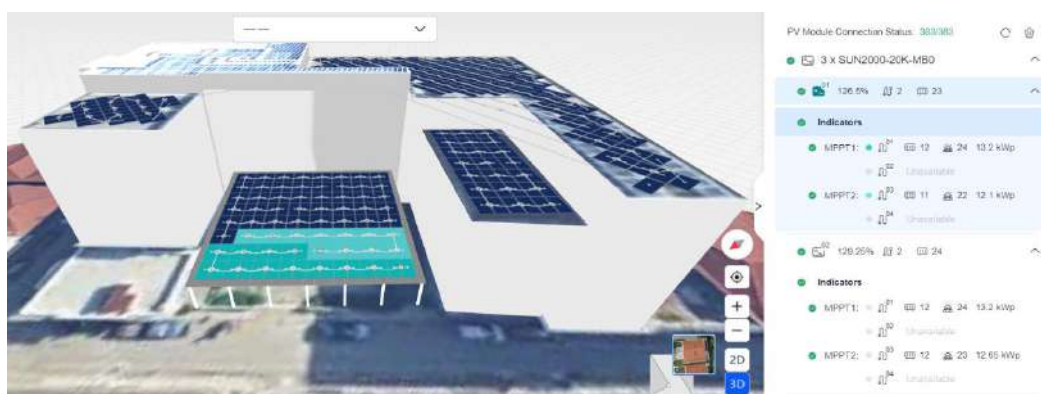
Εικόνα 9.3: 3D απεικόνιση των φωτοβολταϊκών (1)



Εικόνα 9.4: 3D απεικόνιση των φωτοβολταϊκών (2)

Θα εγκατασταθούν συνολικά 3 SUN2000-20K-MB0 και άλλοι 3 SUN2000-36KTL-M3 αντιστροφείς. Η θέση που θα τοποθετηθούν θα είναι κοντά στα σύνολα των φωτοβολταϊκών τα οποία καλύπτουν. Θα βρίσκονται φυσικά κάτω από τα στέγαστρα που έχουν δημιουργηθεί ώστε να προφυλάσσονται από τις καιρικές συνθήκες. Έτσι, ένας SUN2000-20K-MB0 και ένας SUN2000-36KTL-M3 αντιστροφείς θα τοποθετηθούν κάτω από το στέγαστρο του ακάλυπτου γιατί καλύπτουν τα δύο αυτά σύνολα φωτοβολταϊκών που βρίσκονται πάνω στο στέγαστρο. Άλλοι 2 SUN2000-36KTL-M3 αντιστροφείς τοποθετούνται κάτω από το στέγαστρο του κύριου δώματος για να καλύψουν άλλα 2 σύνολα φωτοβολταϊκών που βρίσκονται πάνω στο στέγαστρο. Επιπλέον, οι υπόλοιποι 2 SUN2000-20K-MB0 αντιστροφείς τοποθετούνται, ο ένας κάτω από το στέγαστρο του δώματος που βρίσκεται κοντά στη στέγη του εφαπτόμενου κτηρίου για να καλύψει τα φωτοβολταϊκά της στέγης αυτής, και ο άλλος στο κύριο δώμα στο δεξί μέρος του κτηρίου. Στη δική μας φωτοβολταϊκή εγκατάσταση η οποία αποτελείται από 383 φωτοβολταϊκές μονάδες, αντιστοιχούν 192 optimizers, δηλαδή ένας optimizer για κάθε μονάδα. Ας τα δούμε ένα-ένα στις εικόνες 9.5, 9.6, 9.7, 9.8, 9.9, 9.10.

- Για τον αντιστροφέα SUN2000-20K-MB0 που καλύπτει τις μονάδες πάνω στο στέγαστρο του ακάλυπτου, υπάρχουν 2 στοιχειοσειρές (strings). Συνολικά 56 Φ/Β μονάδες και 23 optimizers αφού το MPPT1 string αποτελείται από 24 Φ/Β μονάδες και 12 optimizers ενώ το MPPT2 string αποτελείται από 22 Φ/Β μονάδες και 11 optimizers.



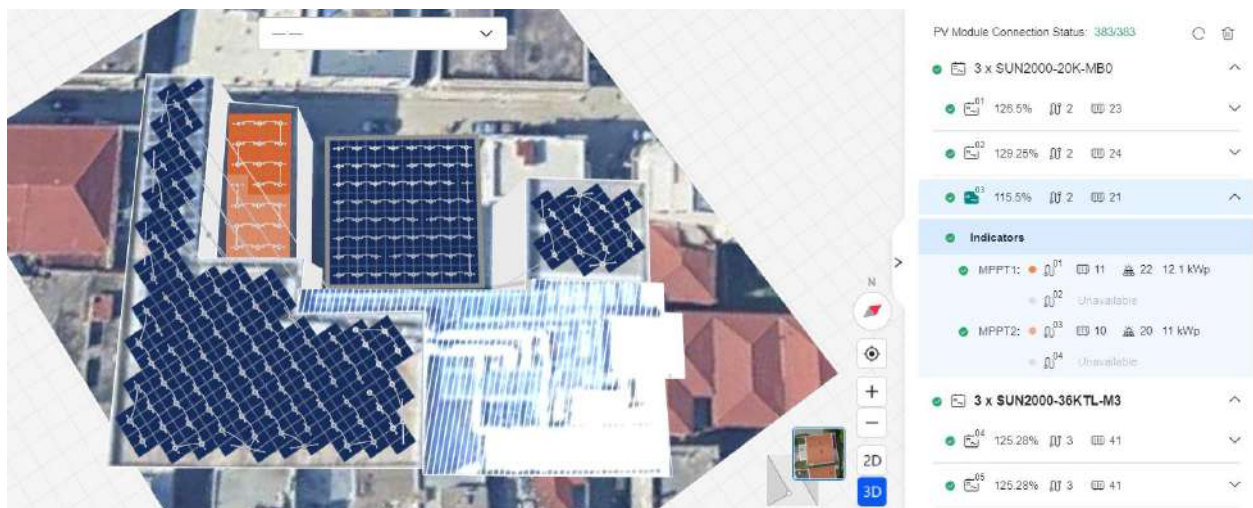
Εικόνα 9.5: Μονάδες που καλύπτει ο αντιστροφέας SUN2000-20K-MB0 (1)

- Για τον αντιστροφέα SUN2000-20K-MB0 που καλύπτει τις μονάδες πάνω στο δώμα που βρίσκεται στο δεξί μέρος του κτηρίου, υπάρχουν 2 στοιχειοσειρές (strings). Συνολικά 57 Φ/Β μονάδες και 24 optimizers αφού το MPPT1 string αποτελείται από 24 Φ/Β μονάδες και 12 optimizers ενώ το MPPT2 string αποτελείται από 23 Φ/Β μονάδες και 12 optimizers.



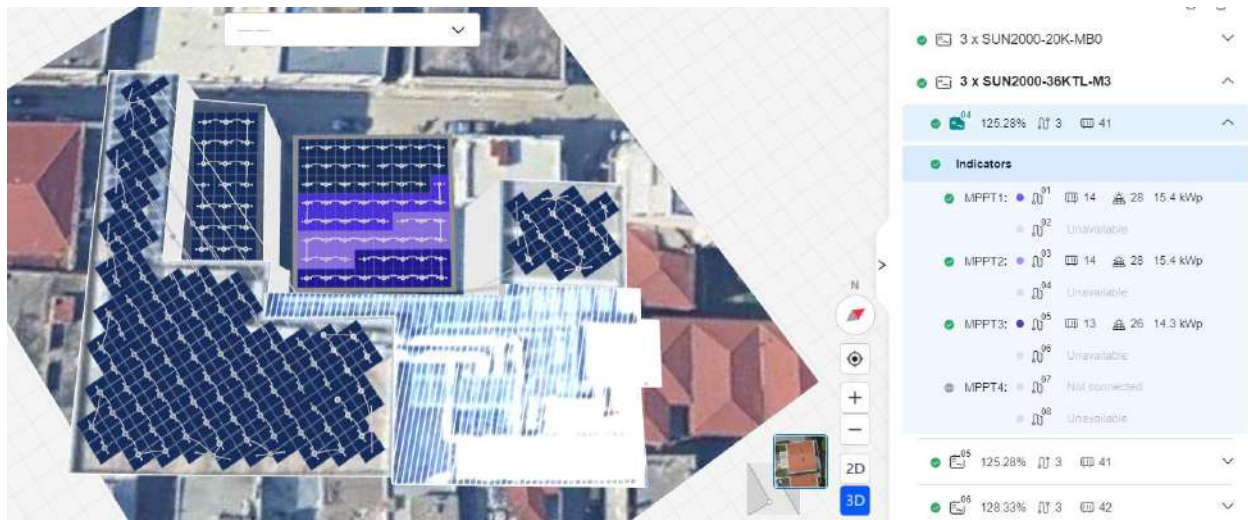
Εικόνα 9.6: Μονάδες που καλύπτει ο αντιστροφέας SUN2000-20K-MB0 (2)

- Για τον αντιστροφέα SUN2000-20K-MB0 που καλύπτει τις μονάδες πάνω στη στέγη του εφαπτόμενου κτηρίου, υπάρχουν επίσης 2 στοιχειοσειρές (strings). Συνολικά 42 Φ/Β μονάδες και 21 optimizers αφού το MPPT1 string αποτελείται από 22 Φ/Β μονάδες και 11 optimizers ενώ το MPPT2 string αποτελείται από 20 Φ/Β μονάδες και 10 optimizers.



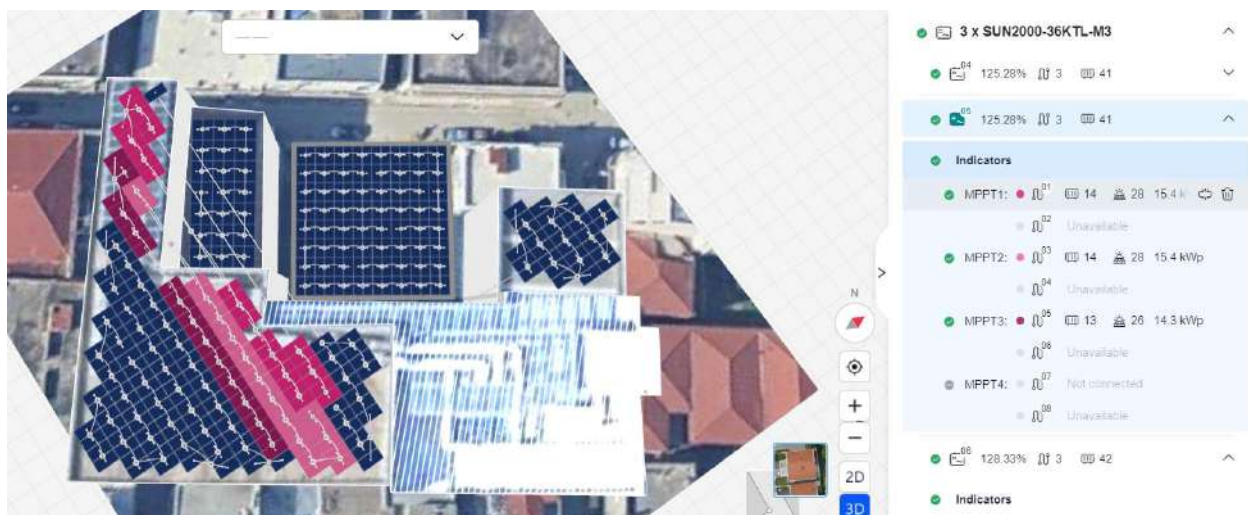
Εικόνα 9.7: Μονάδες που καλύπτει ο αντιστροφέας SUN2000-20K-MB0 (3)

- Για τον αντιστροφέα SUN2000-36KTL-M3 που καλύπτει τις υπόλοιπες μονάδες πάνω στο στέγαστρο του ακάλυπτου, υπάρχουν 3 στοιχειοσειρές (strings). Συνολικά 82 Φ/Β μονάδες και 41 optimizers αφού το MPPT1 και το MPPT2 string αποτελούνται και τα δύο από 28 Φ/Β μονάδες και 14 optimizers ενώ το MPPT3 string αποτελείται από 26 Φ/Β μονάδες και 13 optimizers.



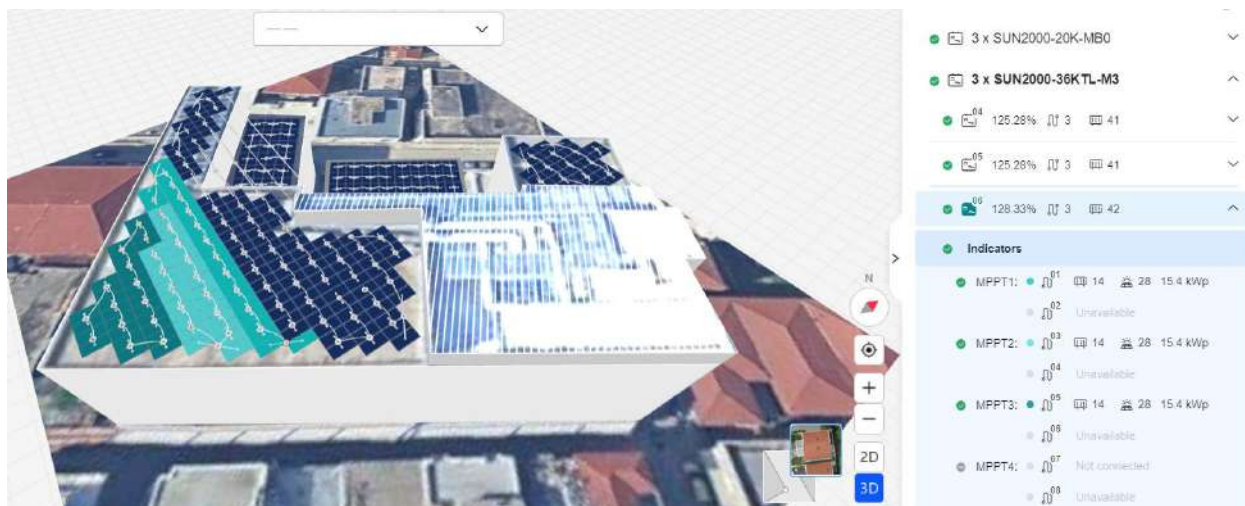
Εικόνα 9.8: Μονάδες που καλύπτει ο αντιστροφέας SUN2000-36KTL-M3 (1)

- Για τον αντιστροφέα SUN2000-36KTL-M3 που καλύπτει τις μονάδες πάνω στο δώμα του κτηρίου, υπάρχουν 3 στοιχειοσειρές (strings). Συνολικά 82 Φ/Β μονάδες και 41 optimizers αφού το MPPT1 και το MPPT2 string αποτελούνται και τα δύο από 28 Φ/Β μονάδες και 14 optimizers ενώ το MPPT3 string αποτελείται από 26 Φ/Β μονάδες και 13 optimizers.



Εικόνα 9.9: Μονάδες που καλύπτει ο αντιστροφέας SUN2000-36KTL-M3 (2)

- Τέλος, για τον αντιστροφέα SUN2000-36KTL-M3 που καλύπτει τις υπόλοιπες μονάδες πάνω στο δώμα του κτηρίου, υπάρχουν 3 στοιχειοσειρές (strings). Συνολικά 84 Φ/Β μονάδες και 42 optimizers αφού το MPPT1, το MPPT2 και το MPPT3 string αποτελούνται και τα δύο από 28 Φ/Β μονάδες και 14 optimizers.



Εικόνα 9.10: Μονάδες που καλύπτει ο αντιστροφέας SUN2000-36KTL-M3 (3)

Το κόστος εγκατάστασης διαμορφώνεται ως εξής όπως φαίνεται στην εικόνα 9.11.

Devices

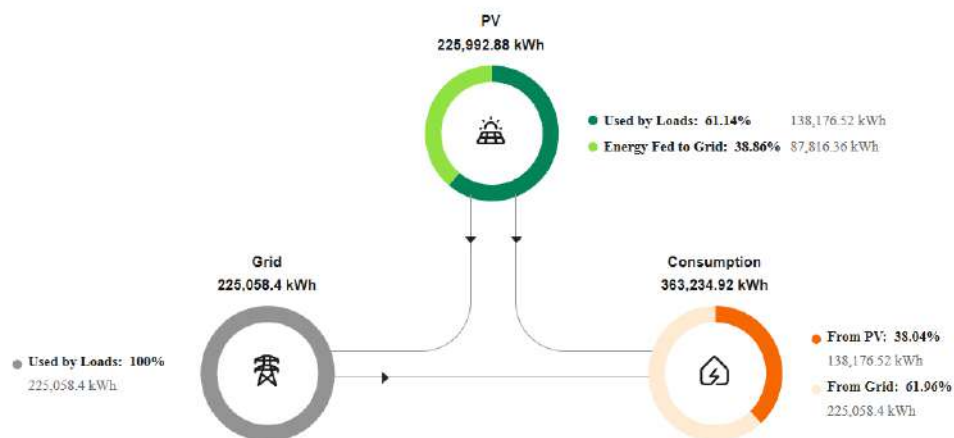
Total Device Cost:149,369 EUR

Device Name	Manufacturer/Model	Quantity	Price	Total Cost
PV Module	JA Solar/JAM72D30-550/MB	383	220 EUR	84,260 EUR
Inverter	SUN2000-20K-MB0	3	2,312 EUR	6,936 EUR
Optimizer	MERC-1100W-P	192	269 EUR	51,648 EUR
Inverter	SUN2000-36KTL-M3	3	2,175 EUR	6,525 EUR

Εικόνα 9.11: Κόστος φωτοβολταϊκής εγκατάστασης

Η μελέτη για την απόδοση των φωτοβολταϊκών στο κτήριο έγινε για το δεύτερο σενάριο λειτουργίας, δηλαδή για τη βέλτιστη περίπτωση. Το ποσοστό κάλυψης που προσφέρουν τα φωτοβολταϊκά στις απαιτήσεις του κτηρίου παρουσιάζεται στα διαγράμματα της εικόνας 9.12. Συγκεκριμένα τα φωτοβολταϊκά καλύπτουν το 38.04% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνει το κτήριο, ποσοστό που είναι ικανοποιητικό. Έτσι, η απαιτούμενη ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου θα παράγεται κατά ένα αξιόλογο μέρος από τα φωτοβολταϊκά με αποτέλεσμα να μειωθούν οι απαιτήσεις για την ενέργεια του δικτύου.

First-Year Data



Εικόνα 9.12: Ποσοστό κάλυψης συνολικής ενέργειας του κτηρίου

9.4 Εξοπλισμός φωτοβολταϊκής εγκατάστασης

9.4.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στην ενότητα 9.3.2 για τη μελέτη της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης θα πρέπει να επιλέξουμε τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί για τη ρεαλιστική αποτύπωση του συστήματος. Ο εξοπλισμός αυτός χωρίζεται σε μηχανολογικό και ηλεκτρολογικό, ενώ υπάρχουν και οι δομικές εργασίες ^[26]. Ο μηχανολογικός εξοπλισμός περιλαμβάνει τις βάσεις στήριξης των φωτοβολταϊκών πάνελ ^[26]. Ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός από την άλλη, αναφέρεται στο σύστημα των φωτοβολταϊκών πλαισίων, στο σύστημα των αντιστροφών, στους βελτιστοποιητές, την καλωδίωση DC, την καλωδίωση AC, την καλωδίωση AC (Ισχύος) καθώς και τον κεντρικό πίνακα που περιλαμβάνει και το διακοπτικό μέσο διανομής φάσεων ^[26]. Όσον αφορά τις δομικές εργασίες, σε αυτές αντιστοιχίζεται το σύστημα της γείωσης και της αντικεραυνικής προστασίας

[26]. Ας μελετήσουμε λοιπόν τα στοιχεία αυτά ένα-ένα αναλύοντας τη λειτουργία και τα χαρακτηριστικά τους.

9.4.2 Βάσεις στήριξης των φωτοβολταϊκών πάνελ

Οι βάσεις στήριξης που θα χρησιμοποιηθούν είναι της εταιρείας VASI_{SOLAR} που εξειδικεύεται στην κατασκευή συστημάτων στήριξης καλύπτοντας τις απαιτήσεις κάθε έργου [27]. Οι βάσεις έχουν τεχνολογία επίστρωσης Magnelis® το οποίο είναι μια πρωτοποριακή ανακάλυψη η οποία προστατεύει από τη διάβρωση και είναι παρόμοια με το αλουμίνιο [27]. Από τα προϊόντα που παρέχει η εταιρεία θα επιλέξουμε να χρησιμοποιήσουμε τις βάσεις στήριξης οροφής. Συγκεκριμένα, οι βάσεις στήριξης οροφής χωρίζονται σε επιμέρους κατηγορίες που είναι η κεραμοσκεπή, η βιομηχανική στέγη και το δώμα. Όπως καταλαβαίνουμε από τα χαρακτηριστικά του κτηρίου που έχουμε ήδη αναλύσει στην ενότητα 9.2 θα επιλέξουμε τις κατηγορίες της κεραμοσκεπής και του δώματος.

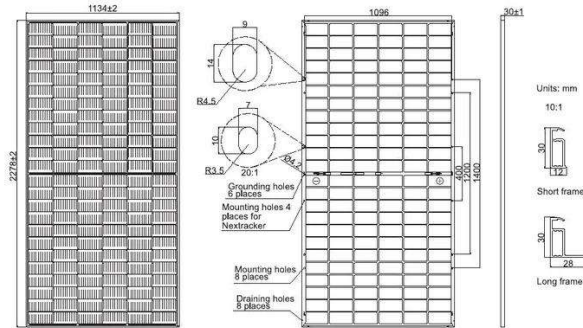
9.4.3 Φωτοβολταϊκά στοιχεία

Στην παρούσα εργασία θα επιλέξουμε να εγκαταστήσουμε τη φωτοβολταϊκή μονάδα Ja Solar JAM72D30-550/MB 550W. Η συγκεκριμένη μονάδα έχει τα εξής χαρακτηριστικά. Η μέγιστη ισχύς (P_{max}) είναι 550W, η μέγιστη τάση συστήματος 1500V και το ρεύμα βραχυκύκλωσης 14A [28]. Τα τεχνικά στοιχεία της μονάδας φαίνονται στην εικόνα 9.13, ενώ στην εικόνα 9.14 παρουσιάζονται τα στοιχεία από το φύλλο δεδομένων της Ja Solar για τη συγκεκριμένη φωτοβολταϊκή μονάδα.

Ανοχή ισχύος (Θετική)	1 %
Εγγύηση	12
Βαθμολογία ασφαλειών σειράς	30 A
Υψος	2.278 m
Πλάτος	1.134 m
Βάθος	0.035 m
Βάρος	31.8 kg
Τύπος κελιού	P-Type
Αριθμός κυττάρων	144
Κατηγορία Προστασίας	IP-68
Τύπος σύνδεσης	MC4
Μήκος καλωδίου	1.3 m
Τύπος πίνακα	Διπρόσωπο
Τεχνολογία ενότητας	Διπρόσωπο, P-Type

Εικόνα 9.13: Τεχνικά στοιχεία Φωτοβολταϊκής μονάδας Ja Solar JAM72D30-550/MB 550W

MECHANICAL DIAGRAM



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	31.8kg
Dimensions	2278±2mm×1134±2mm×30±1mm
Cable Cross Section Size	4mm² (IEC), 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10-351/ MC4-EVO2A
Cable Length (Including Connector)	Portrait:200mm(+)/300mm(-); Landscape:1300mm(+)/1300mm(-)
Front Glass/Back Glass	2.0mm/2.0mm
Packaging Configuration	36pcs/Pallet 720pcs/40HQ Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72D30 -525/MB	JAM72D30 -530/MB	JAM72D30 -535/MB	JAM72D30 -540/MB	JAM72D30 -545/MB	JAM72D30 -550/MB
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.15	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.15	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.65	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.76	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Module Efficiency [%]	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α_{Isc})	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β_{Voc})	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ_{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS WITH 10% SOLAR IRRADIATION RATIO

TYPE	JAM72D30 -525/MB	JAM72D30 -530/MB	JAM72D30 -535/MB	JAM72D30 -540/MB	JAM72D30 -545/MB	JAM72D30 -550/MB	Maximum System Voltage	1500V DC
Rated Max Power(Pmax) [W]	562	567	572	578	583	589	Operating Temperature	-40°C+85°C
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.54	49.67	49.80	49.93	50.03	50.21	Maximum Series Fuse Rating	30A
Max Power Voltage(Vmp) [V]	41.14	41.31	41.47	41.65	41.78	41.95	Maximum Static Load, Front*	540Pa(112 lb/ft²)
							Maximum Static Load, Back*	2400Pa(50 lb/ft²)
Short Circuit Current(Isc) [A]	14.61	14.68	14.76	14.83	14.91	14.98	NOCT	45±2°C
Max Power Current(Imp) [A]	13.65	13.73	13.80	13.88	13.95	14.03	Bifactority**	70%±10%

Irradiation Ratio(rear/front)

*For Nextrackers installations, maximum static load please take compatibility approve letter between JA Solar and Nextrackers for reference

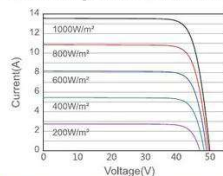
$$^{**}\text{Bifaciality} = P_{\text{max, rear}} / \text{Rated } P_{\text{max, front}}$$

OPERATING CONDITIONS

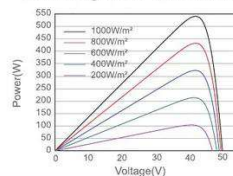
Maximum System Voltage	1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	30A
Maximum Static Load Front*	5400Pa(112 lb/ft²)
Maximum Static Load Back*	2400Pa(50 lb/ft²)
NOCT	45±2°C
Bifaciality**	70%±10%
Fire Performance	UL Type 29

CHARACTERISTICS

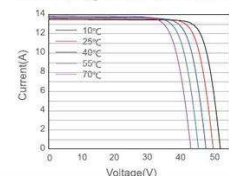
Current-Voltage Curve JAM72D30-540/MB



Power-Voltage Curve JAM72D30-540/MB



Current-Voltage Curve JAM72D30-540/MB



Premium Cells, Premium Modules

Version No. : Global_EN_20220921A

Εικόνα 9.14: Στοιχεία φύλλου δεδομένων για την Ja Solar JAM72D30-550/MB 550W

9.4.4 Αντιστροφείς (Inverters)

Ο αντιστροφέας (inverter) είναι μια συσκευή που σκοπό έχει να μετατρέψει το συνεχές ρεύμα (DC) που παράγουν τα φωτοβολταϊκά σε εναλλασσόμενο (AC) αντίστοιχο με αυτό του δικτύου ^{[26][29]}. Έτσι η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς που παράγουν τα φωτοβολταϊκά αφού μετατραπεί σε AC θα είναι σε θέση να εκχυθεί στο δίκτυο. Οι αντιστροφείς χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, είτε μικροί (string inverters), είτε κεντρικοί ^[29]. Τα strings είναι στοιχειοσειρές και αποτελούνται από κάποιες επιμέρους επιφάνειες μονάδας της φωτοβολταϊκής γεννήτριας επομένως αν η συνολική επιφάνεια των φωτοβολταϊκών χωριστεί σε επιμέρους strings για κάθε ένα από αυτά θα υπάρχει και ο αντίστοιχος αντιστροφέας ^[29]. Από την άλλη οι κεντρικοί αντιστροφείς εγκαθίστανται σε φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις που δεν χωρίζονται σε strings και ένας κεντρικός αντιστροφέας είναι αρκετός για να καλύψει όλα τα φωτοβολταϊκά ^[29]. Στην περίπτωση του δικού μας κτηρίου η φωτοβολταϊκή μελέτη έγινε σε στοιχειοσειρές επομένως, θα χρησιμοποιηθεί ένας μικρός αντιστροφέας (string inverter) για κάθε στοιχειοσειρά. Οι αντιστροφείς που θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση του σχεδίου είναι ο SUN2000-20K-MB0 και SUN2000-36KTL-M3 της Huawei, πρόκειται για αντιστροφείς με βαθμό απόδοσης που ξεπέρνα το 98% οπότε το ρεύμα που παράγεται από τις φωτοβολταϊκές μονάδες μετατρέπεται σε αναλογία περίπου 1:1 σε εναλλασσόμενο ρεύμα.

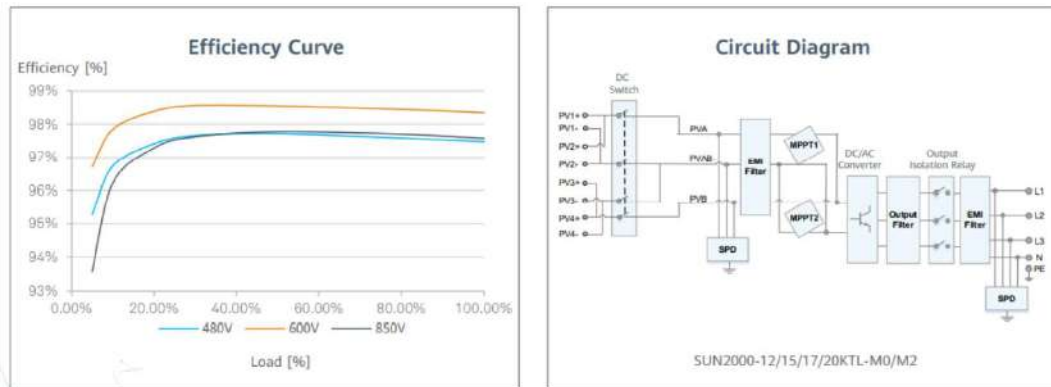
Τα μοντέλα των αντιστροφέων παρουσιάζονται στις εικόνες 9.15, 9.16, 9.17, 9.18, 9.19, 9.20.



Εικόνα 9.15: Αντιστροφέας HUAWEI SUN2000-20K-MB0 20000W



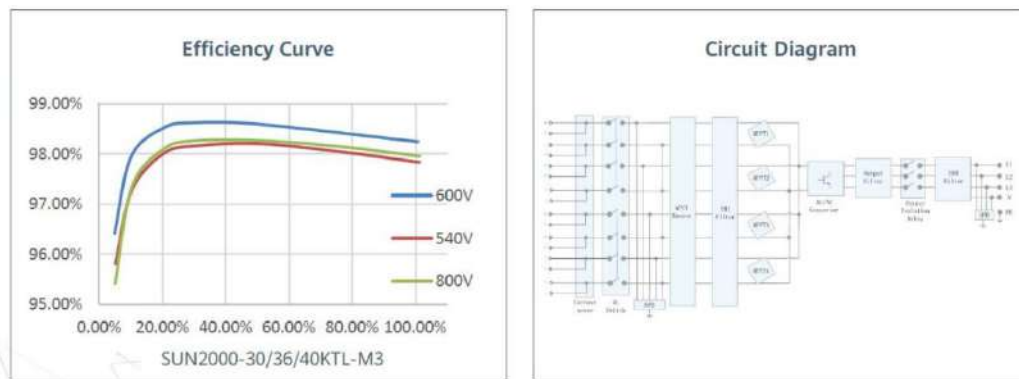
Εικόνα 9.16: Αντιστροφέας HUAWEI SUN2000-36KTL-M3 36000W 600V



Εικόνα 9.17: Διαγράμματα αντιστροφής HUAWEI SUN2000-20K-MB0

Technical Specification ¹	SUN2000-12K-MB0	SUN2000-15K-MB0	SUN2000-17K-MB0	SUN2000-20K-MB0	SUN2000-25K-MB0
Efficiency					
Max. efficiency	98.4 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %
European weighted efficiency	97.9 %	98.0 %	98.1 %	98.1 %	98.2 %
DC Input					
Recommended max. PV power	18,000 Wp	22,500 Wp	25,500 Wp	30,000 Wp	37,500 Wp
Max. input voltage ²	1,100 V				
Max. input current per MPPT	30 A (two strings) / 20 A (single string)				
Max. short-circuit current	40 A				
Start-up voltage	200 V				
MPPT operating voltage range ³	200 V ~ 1,000 V				
Full-load MPPT voltage range	370 V ~ 800 V	410 V ~ 800 V	440 V ~ 800 V	480 V ~ 800 V	530 V ~ 800 V
Rated input voltage	600 V				
Max. number of inputs	4				
Number of MPP trackers	2				
Smart String Energy Storage System Terminal					
Compatible Smart String ESS	LUNA2000-5/10/15-50				
Number of terminals	2				
Max. charging power	21 kW (Single string) / 25 kW (Two strings)				
Max. discharging power	13.2 kW	16.5 kW	18.7 kW	22.0 kW	25.0 kW
Max. operating current	26.25 A (per string)				
Operating voltage range	600 V ~ 960 V				
Output					
Rated output power	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W	25,000 W
Max. apparent power	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA	27,500 VA
Max. active power (cosφ = 1)	13,200 W	16,500 W	18,700 W	22,000 W	27,500 W
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 240 Vac / 415 Vac; 3 W / N + PE				
Rated output current	18.2 A / 380 Vac	22.8 A / 380 Vac	25.8 A / 380 Vac	30.4 A / 380 Vac	38.0 A / 380 Vac
	17.3 A / 400 Vac	21.7 A / 400 Vac	24.5 A / 400 Vac	28.9 A / 400 Vac	36.1 A / 400 Vac
	16.7 A / 415 Vac	20.9 A / 415 Vac	23.7 A / 415 Vac	27.8 A / 415 Vac	34.8 A / 415 Vac
Max. output current	20.2 A / 380 Vac	25.2 A / 380 Vac	28.6 A / 380 Vac	33.6 A / 380 Vac	42.0 A / 380 Vac
	19.1 A / 400 Vac	23.9 A / 400 Vac	27.1 A / 400 Vac	31.9 A / 400 Vac	39.9 A / 400 Vac
	18.5 A / 415 Vac	23.1 A / 415 Vac	26.1 A / 415 Vac	30.8 A / 415 Vac	38.5 A / 415 Vac
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz				
Adjustable power factor	0.8 leading ~ 0.8 lagging				
Max. total harmonic distortion	< 3 %				
Feature & Protection					
Overvoltage category	PV II / AC III				
Input-side disconnection device	Yes				
Anti-islanding protection	Yes				
AC over-current protection	Yes				
DC reverse-polarity protection	Yes				
DC surge protection	TYPE II				
AC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11				
DC insulation resistance detection	Yes				
Residual current monitoring unit	Yes				
Arc fault protection	Yes				
Integrated PID recovery ⁴	Yes				
General Data					
Operation temperature range	-25 °C ~ +60 °C (-13 °F ~ 140 °F)				
Relative humidity	0 % RH ~ 100 % RH				
Max. operating altitude	4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2,000 m)				
Cooling	Smart air cooling				
Display	LED indicators, Integrated WLAN + FusionSolar APP				
Communication	RS485; WLAN / Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional); 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional); EMMA (Optional; available from 30/11/2023)				
Weight	21 kg				
Dimensions (W x H x D)	546 x 460 x 226 mm (21.5 x 18.1 x 9.0 inch)				
Protection level	IP66				
Max. number of paralleled unit (with Smart String ESS)	3				
Optimizer Compatibility					
Compatible optimizer	SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P, MERC-1100W-P, MERC-1300W-P				

Εικόνα 9.18: Τεχνικά χαρακτηριστικά αντιστροφής HUAWEI SUN2000-20K-MB0



Εικόνα 9.19: Διαγράμματα αντιστροφέα HUAWEI SUN2000-36KTL-M3

Technical Specification	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
Efficiency			
Max. Efficiency		98.7%	
European Efficiency		98.4%	
Input			
Max. Input Voltage ¹		1,100 V	
Max. Current per MPPT		26 A	
Max. Short Circuit Current per MPPT		40 A	
Start Voltage		200 V	
MPPT Operating Voltage Range ²		200 V ~ 1000 V	
Rated Input Voltage		600 V	
Number of Inputs		8	
Number of MPP Trackers		4	
Output			
Rated AC Active Power	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Max. AC Apparent Power	33,000 VA ³	40,000 VA	44,000 VA
Rated Output Voltage		230 Vac / 400 Vac / 480 Vac, 3W/N+PE	
Rated AC Grid Frequency		50 Hz / 60 Hz	
Rated Output Current	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Max. Output Current	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Adjustable Power Factor Range		0.8 LG ... 0.8 LD	
Max. Total Harmonic Distortion		< 3%	

Εικόνα 9.20: Τεχνικά χαρακτηριστικά αντιστροφέα HUAWEI SUN2000-36KTL-M3

9.4.5 Βελτιστοποιητές (Optimizers)

Ο βελτιστοποιητής απόδοσης φωτοβολταϊκού είναι ένα εξάρτημα που μπορεί να αυξήσει ή όπως υποδηλώνει και η ονομασία του να βελτιστοποιήσει την απόδοση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος. Κύριες αιτίες μείωσης της απόδοσης των φωτοβολταϊκών είναι η σκίαση, ο κακός προσανατολισμός ή ακόμη και η ύπαρξη διαφορετικών πάνελ στην ίδια στοιχειοσειρά ^[30]. Προκειμένου λοιπόν η απόδοση να αυξηθεί και το πρόβλημα να ξεπεραστεί προτείνεται η χρήση των βελτιστοποιητών. Ένας βελτιστοποιητής δεν αρκεί για να καλύψει όλη την εγκατάσταση, αντίθετα χρησιμοποιούνται αρκετοί βελτιστοποιητές όπως είδαμε και από τα αποτελέσματα του φωτοβολταϊκού σχεδίου. Συχνά, όπως και στη δική μας περίπτωση ένας βελτιστοποιητής συνδέεται σε δύο φωτοβολταϊκά πλαίσια για εξοικονόμηση κόστους ^[31]. Η εφαρμογή του είναι στη πίσω πλευρά του πάνελ (σκιασμένη περιοχή) και συνδέεται με ένα ή δύο πάνελ και στην υπάρχουσα στοιχειοσειρά ^[30].

Οι βελτιστοποιητές που θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα εργασία είναι οι MERC-1100W-P της Huawei, πρόκειται για διατάξεις με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά και παρουσιάζονται στις εικόνες 9.21, 9.22.

- Διαχειρίζονται το σημείο μέγιστης ισχύος (MPP) κάθε φωτοβολταϊκής μονάδας και βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση του φωτοβολταϊκού συστήματος κατά 5% - 30%.
- Προστατεύουν την εγκατάσταση καθώς διαθέτουν σύστημα ταχείας διακοπής, όπου σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης υποβιβάζουν την τάση στο 1V.
- Επιτρέπουν τον έλεγχο της κατάστασης παραγωγής ενέργειας ανά πάσα στιγμή μέσω της εφαρμογής FusionSolar.
- Ανιχνεύουν και επισκευάζουν άμεσα οποιασδήποτε δυσλειτουργία των Φ/Β μονάδων.



Εικόνα 9.21: Βελτιστοποιητής Huawei Smart Optimizer MERC-1100W-P Long Cable

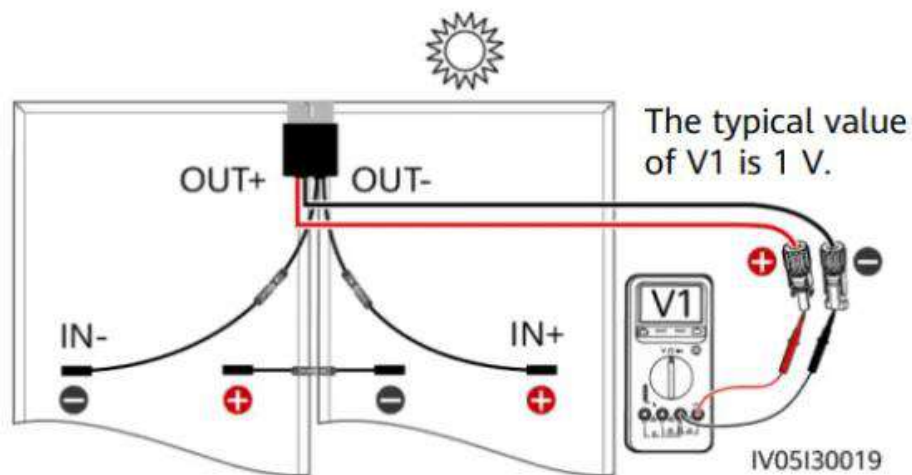
 MERC-1100/1300W-P
Technical Specification

Technical Specification	MERC-1100W-P	MERC-1300W-P
Input		
Rated input DC power ¹	1100 W	1300 W
Absolute max. input voltage	125 V	
MPPT operating voltage range	12.5 ~ 105 V	
Max. short-circuit current (Isc)	20 A	
Max. efficiency	99.5%	
Weighted efficiency	99.0%	
Overvoltage category	II	
Output		
Max. output voltage	80 V	
Max. output current	22 A	
Output bypass ²	Yes	
Safety output voltage ³	1 V	
Standards Compliance		
Safety	IEC62109-1 (class II safety)	
RoHS	Yes	
General Specification		
Dimension (W X H X D)	149 mm x 104 mm x 48.8 mm (5.9 in. x 4.1 in. x 1.9 in.)	
Weight (including wires)	1.0 kg (2.2 lb.)	
Installation part (optional)	PV Module Frame Plate/T-shaped Bolt ⁴	
Input connector	Staubli MC4	
Input wire length	0.1 m (+/-) (short-input-cable version) ⁵	
Output connector	Staubli MC4	
Output wire length	0.1 m (+), 5.1 m (-) (short-input-cable version) ⁵	
Operating temperature	-40°C to +85°C ⁶	
Relative humidity	0% ~ 100%	
IP rating	IP68	
Compatible inverters	SUN2000-8/10/12/15/17/20KTL-M2, SUN2000-30/36/40KTL-M3, SUN2000-12/15/17/20/25KTL-M5, SUN2000-50KTL-M3	

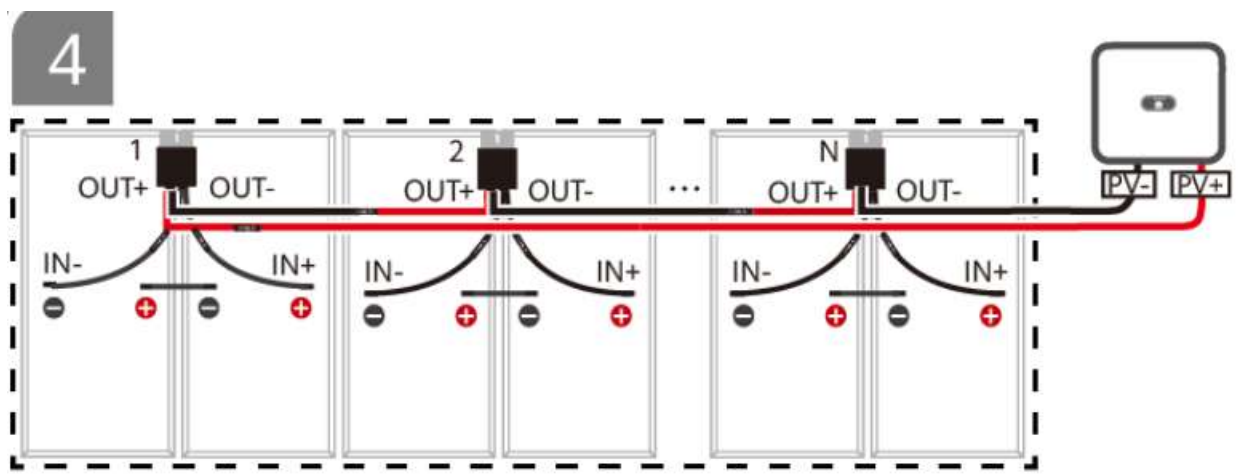
Εικόνα 9.22: Τεχνικά χαρακτηριστικά βελτιστοποιητή Huawei Smart Optimizer MERC-1100W-P

Ο τρόπος εγκατάστασης και σύνδεσης των optimizers είναι ο εξής και φαίνεται στα διαγράμματα των εικόνων 9.23, 9.24.

1. Τοποθετούμε τον optimizer στο πίσω μέρος της φωτοβολταϊκής μονάδας(μέρος υπό σκιά)
2. Συνδέουμε το καλώδιο εισόδου βελτιστοποίησης (IN) στο κουτί σύνδεσης της φωτοβολταϊκής μονάδας.
3. Συνδέουμε τα καλώδια τροφοδοσίας εξόδου(OUT) του κάθε optimizer από το OUT+ στο OUT- του επόμενου, δημιουργώντας στοιχειοσειρές (strings). Στο τέλος καθώς και την αρχή κάθε στοιχειοσειράς συνδέουμε την έξοδο OUT+ του τελευταίου και OUT- του πρώτου με τον αντιστροφέα (inverter).



Εικόνα 9.23: Τρόπος σύνδεσης HUAWEI MERC-1100W-P Smart Optimizer



Εικόνα 9.24: Τρόπος σύνδεσης HUAWEI MERC-1100W-P Smart Optimizer

9.4.6 DC καλωδίωση

Όπως προαναφέραμε, τα φωτοβολταϊκά παράγουν DC ισχύς η οποία μετατρέπεται μέσω του αντιστροφέα σε AC, επομένως η DC καλωδίωση αναφέρεται στο καλώδιο που συνδέει τα φωτοβολταϊκά στοιχεία με τον αντιστροφέα. Θα χρησιμοποιηθεί καλώδιο εύκαμπτο τύπου DC Solar 1x6mm² με εξωτερικό μανδύα από PVC. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του καλωδίου φαίνονται στην εικόνα 9.25 ^[32].

Τεχνικά χαρακτηριστικά	
Διαθεσιμότητα	Διαθέσιμο
Κατασκευαστής	CABLE
Εξωτερικός Μανδύας	PVC
Υλικό Αγωγού	Χαλκός
Χρώμα Καλωδίου	Μαύρο
Είδος	Καλώδιο
Τοποθέτηση	Επίτοιχη
Διατομή (mm ²)	6mm
Αριθμός Αγωγών Καλωδίου	1

Εικόνα 9.25: Τεχνικά χαρακτηριστικά καλωδίου τύπου DC Solar 1x6mm²

Για την καλύτερη διάκριση των καλωδίων θα χρησιμοποιηθούν δύο χρωματισμοί του καλωδίου ανάλογα με την πολικότητα των ισχύων που θα μεταφέρουν ^[26]. Ο μαύρος για τον θετικό πόλο και ο κόκκινος για τον αρνητικό πόλο. Στην εικόνα 9.26 φαίνεται και η όψη του καλωδίου.



Εικόνα 9.26: Όψη του καλωδίου τύπου DC Solar 1x6mm² σε μαύρο και κόκκινο χρώμα

Επιπλέον στα άκρα κάθε στοιχειοσειράς θα υπάρχουν απολήξεις τύπου MCT4 κατάλληλες για εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων ^[26]. Είναι εργαλεία για τη σύνδεση μεταξύ του καλωδίου και του μεταλλικού συνδέσμου του βύσματος και διατίθενται για καλώδια 2,5mm² 4mm² και 6mm² ^[33].

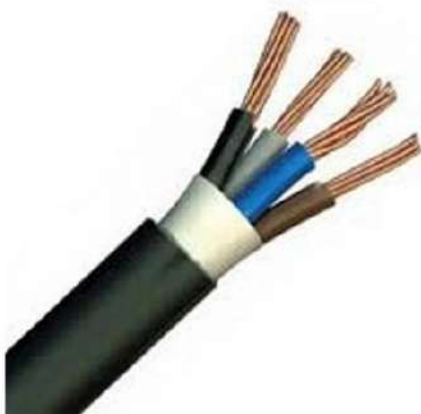
Επιπλέον διαθέτει αντιυγρασία και αντηλιακή προστασία από τις ακτίνες UV και είναι κατάλληλο για χωρητικότητα έως 1000Vdc ^[33]. Στη εικόνα 9.27 παρουσιάζεται η όψη του εξαρτήματος.



Εικόνα 9.27: Όψη απόληξης τύπου MCT4

9.4.7 AC καλωδίωση

Η AC καλωδίωση χρησιμοποιείται για τη μεταφορά της ισχύος από τους αντιστροφείς προς τον κεντρικό πίνακα. Αφού όπως έχουμε εξηγήσει ο αντιστροφέας μετατρέπει τη ρεύμα σε εναλλασσόμενο όπως είναι και το ρεύμα του δικτύου. Το καλώδιο λοιπόν που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το καλώδιο NYG J1VV-S3X120+70mm² το οποίο θα ενταφιαστεί σε βάθος 80εκ από την επιφάνεια της γης μέσα σε στρώμα άμμου για να επιτευχθεί χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος και άρα βέλτιστη συμπεριφορά αγωγιμότητας. Η εικόνα 9.28 παρουσιάζει το καλώδιο με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του.



Τεχνικά χαρακτηριστικά

Διαθεσιμότητα	Διαθέσιμο
Κατασκευαστής	CABLE
MPN	13000902
Εξωτερικός Μανδύας	PVC
Υλικό Αγωγού	Χαλκός
Χρώμα Καλωδίου	Μαύρο
Είδος	Καλώδιο
Διατομή (mm ²)	120 + 70
Τύπος Αγωγού	NYG
Αριθμός Αγωγών Καλωδίου	3

Εικόνα 9.28: Όψη και τεχνικά χαρακτηριστικά καλωδίου NYG J1VV-S3X120+70mm²

9.4.8 Καλωδίωση AC (Ισχύος)

Η καλωδίωση AC Ισχύος αναφέρεται στο καλώδιο που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά της ισχύος από τον κεντρικό πίνακα ως το σημείο σύνδεσης με τη ΔΕΗ ^[26]. Λόγω της μεγάλης ισχύος που θα μεταφέρουν τα καλώδια – εξ ου και η ονομασία – επιλέγεται το καλώδιο XLPE PVC/SWA/PVC με διατομή $3 \times 120 \text{ mm}^2 + 1 \times 95 \text{ mm}^2 + 1 \times 95 \text{ mm}^2$ ^[26]. Χρησιμοποιείται ως καλώδιο ισχύος και ελέγχου και μπορεί να εγκατασταθεί απευθείας στο έδαφος, ενώ παράλληλα έχει μηχανική αντοχή και παρέχει προστασία από τρωκτικά ^[34]. Στην εικόνα 9.29 παρουσιάζεται η όψη του καλωδίου ισχύος.



Εικόνα 9.29: Όψη καλωδίου ισχύος XLPE PVC/SWA/PVC

Στην εικόνα 9.30 παρουσιάζονται λεπτομερώς τα χαρακτηριστικά του καλωδίου όπως έχουν δημοσιευτεί από την εταιρεία κατασκευής.

Δομή καλωδίου

Αγωγοί

Πολύκλωνοι από σύρματα καθαρού χαλκού

Μόνωση αγωγών

Από XLPE

Κωδικοποίηση

2 αγωγοί: καφέ-μπλε

3 αγωγοί: καφέ-μαύρο-γκρι

4 αγωγοί: καφέ-μαύρο-γκρι-μπλε

5 αγωγοί και πάνω έως 6 mm^2 : άσπροι με μαύρη αρίθμηση

5 αγωγοί έως 400 mm^2 : καφέ-μαύρο-γκρι-μπλε-κιτρινοπράσινο

με 2 έως 4 αγωγούς έως 2.5 mm^2 διατίθενται και σε άσπρους με μαύρη αρίθμηση

Εσωτερική μόνωση

Από PVC, χρώματος μαύρου

Οπλισμός

Από γαλβανισμένα ατσάλινα σύρματα

Εξωτερικός μανδύας

Από PVC, χρώματος μαύρου

Τεχνικές πληροφορίες

Τάση λειτουργίας

Uo/U 0.6/1 kV

Περιοχή θερμοκρασίας

Από -15°C έως $+90^\circ\text{C}$

Ακτίνα κάμψης:

$6 \times \varnothing$ καλωδίου

$> 2 \times 25 \text{ mm}^2$ $8 \times \varnothing$ καλωδίου

Κατά την εγκατάσταση η θερμοκρασία δεν πρέπει να είναι κάτω από 0°C

Εικόνα 9.30: Τεχνικά χαρακτηριστικά καλωδίου ισχύος XLPE PVC/SWA/PVC

9.4.9 Κεντρικός πίνακας

Ο κεντρικός πίνακας διανομής ηλεκτρικής ενέργειας του φωτοβολταϊκού συστήματος θα είναι φυσικά ένας πίνακας για φωτοβολταϊκά πάρκα. Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να

ικανοποιεί είναι να είναι τριφασικός AC πίνακας φωτοβολταϊκών συστημάτων έως και 150kWp ^[26]. Είναι καλό επίσης να είναι στεγανός και να έχει βαθμό προστασίας IP65 ^[26]. Έτσι, μία καλή επιλογή για τον πίνακα της εγκατάστασης θα ήταν αυτός που φαίνεται στην εικόνα 9.31 με τα χαρακτηριστικά του να παρουσιάζονται στην εικόνα 9.32.



Εικόνα 9.31: GEYER ΠΙΝΑΚΑΣ AC 3Φ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ 6 ΕΩΣ 10kWp

GEYER ΠΙΝΑΚΑΣ NET-METERING AC ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΣ
ΠΙΝΑΚΑΣ AC 3Φ / 2 Σειρών, 24 Θέσεων, IP65/Πλαστικός, Επίτοιχος
ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΙΝΑΚΑ GEYER AC 3Φ

Αυτόματη Ασφάλεια 25A, 3P, 6kA,
Χαρακτηριστικής C 1
Διακόπτης Φορτίου 40A, 4P 1
Ενδεικτική Λυχνία ½ Θέσης,
Τριφασική 1
Ρελέ Διαρροής 40A, τύπου A, 4P 1
Απαγωγός Υπέρτασης 4P, In 20kA/π.,
I_{max} 40kA/π. 1

Εικόνα 9.32: Τεχνικά χαρακτηριστικά πίνακα

9.4.10 Μικροαυτόματοι διακόπτες

Οι μικροαυτόματοι χρησιμοποιούνται ως προστασία από υπερφορτίσεις, από βραχυκυκλώματα, αλλά και από ηλεκτροπληξία ^[35]. Είναι εξαρτήματα που διαθέτουν στο εσωτερικό τους δύο διαφορετικά στοιχεία προστασίας τα μαγνητικό και το θερμικό

στοιχείο ^[35]. Το μαγνητικό ενεργοποιείται στιγμιαία σε συνθήκες βραχυκυκλώματος ενώ το θερμικό χρησιμοποιείται ως προστασία από υπερφορτίσεις ^[35]. Στη δική μας εγκατάσταση για τη σύνδεση των καλωδίων που αναχωρούν από κάθε αντιστροφέα θα υπάρχει ένας μικροαυτόματος διακόπτης, έτσι σύμφωνα με τον πίνακα 9.2 θα έχουμε τους εξής μικροαυτόματος διακόπτες.

Πίνακας 9.2: Μέγιστες τιμές ασφάλειας για κάθε γραμμή inverter

Τύπος από από από	Μέγιστος ρεύμα (A)	Είδος από από	Είδος από από	Είδος από από	Αριθ. από από	Υπολ. από από	Επίσ. από από	Επίσ. από από	Συντ. από από	Επίσ. από από	Μέγιστος από από	Μέγιστος από από
1	Φ0.1	45	36	Πύσσας	0.956	J1VU-R	25	68.00	0.964	65.55	63	54.92
2	Φ0.2	65	36	inverter φωτοβολταϊκού	0.95	J1VU-U	25	68.00	0.964	65.55	63	54.92
3	Φ0.3	40	20	inverter φωτοβολταϊκού	0.95	J1VU-U	16	52.00	0.964	50.13	40	30.51
4	Φ0.4	25	20	inverter φωτοβολταϊκού	0.95	J1VU-U	16	52.00	0.964	50.13	40	30.51
5	Φ0.5	35	20	inverter φωτοβολταϊκού	0.95	J1VU-U	16	52.00	0.964	50.13	40	30.51
6	Φ0.6	10	36	inverter φωτοβολταϊκού	0.95	J1VU-U	25	68.00	0.964	65.55	63	54.92
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												

- Για την σύνδεση των καλωδίων που αναχωρούν από τους SUN2000-20K-MB0 θα χρησιμοποιηθεί μικροαυτόματος ονομαστικού ρεύματος 40 A και συγκεκριμένα Μικροαυτόματος 1P C40A 6kA 230V Hager, όπως φαίνεται στις εικόνες 9.33, 9.34.



Εικόνα 9.33: Μικροαυτόματος 1P C40A 6kA 230V Hager

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΣΥΝΟΔΕΥΤΙΚΑ ΑΡΧΕΙΑ
	L+N	OXI
Αριθμός πόλων (σύνολο)	1	
Αριθμός Προστατευόμενων πόλων	1	
Βαθμός προστασίας (IP)	IP20	
Βραχυκύκλωμα διακοπής EN 60898	6kA	
Δυνατότητα πρόσθ. εξοπλισμού	NAI	
Ονομαστική τάση	230V	
Ονομαστικό ρεύμα	40A	
Τύπος τάσης	AC	
Χαρακτηριστικό απόξευξης	C	

Εικόνα 9.34: Τεχνικά χαρακτηριστικά μικροαυτόματου 1P C40A 6kA 230V Hager

- Για την σύνδεση των καλωδίων που αναχωρούν από τους SUN2000-36KTL-M3 θα χρησιμοποιηθεί μικροαυτόματος ονομαστικού ρεύματος 63 A και συγκεκριμένα Μικροαυτόματος 1P C63A 6kA 230V Hager, του οποίου τα χαρακτηριστικά φαίνονται στην εικόνα 9.35.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΣΥΝΟΔΕΥΤΙΚΑ ΑΡΧΕΙΑ
	L+N	OXI
Αριθμός πόλων (σύνολο)	1	
Αριθμός Προστατευόμενων πόλων	1	
Βαθμός προστασίας (IP)	IP20	
Βραχυκύκλωμα διακοπής EN 60898	6kA	
Δυνατότητα πρόσθ. εξοπλισμού	NAI	
Ονομαστική τάση	230V	
Ονομαστικό ρεύμα	63A	
Τύπος τάσης	AC	
Χαρακτηριστικό απόξευξης	C	

Εικόνα 9.35: Τεχνικά χαρακτηριστικά μικροαυτόματου 1P C63A 6kA 230V Hager

- Ο γενικός διακόπτης του πίνακα θα πρέπει να είναι στα 400Α οπότε επιλέγεται ο αυτόματος διακόπτης ισχύος h3+ P630 70kA LSI 4P 400A Hager, των εικόνων 9.36, 9.37.



HEW401JR

Εικόνα 9.36: Αυτόματος διακόπτης ισχύος h3+ P630 70kA LSI 4P 400A Hager

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ h3+ P630 70kA LSI 4P 400A

Τεχνικές ιδιότητες

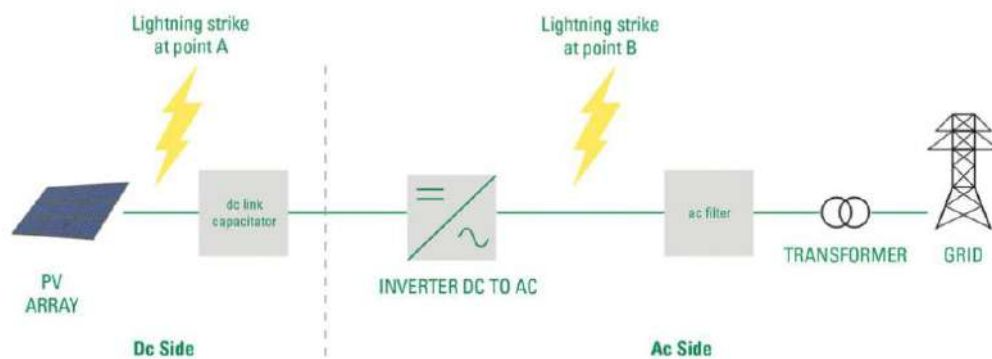
Ηλεκτρικό ρεύμα	
Ονομαστικό ρεύμα	
Μέγιστη ικανότητα διακοπής I _{cu} κάτω από 230V (IEC/EN 60947-2)	
Μέγιστη ικανότητα διακοπής I _{cu} κάτω από 240V (IEC/EN 60947-2)	
Μέγιστη ικανότητα διακοπής I _{cu} κάτω από 400V (IEC/EN 60947-2)	
Μέγιστη ικανότητα διακοπής I _{cu} κάτω από 415V (IEC/EN 60947-2)	
Ικανότητα βραχυκυκλώματος για 1P στα 230V (EN 60947-2)	
Ικανότητα βραχυκυκλώματος για 1P στα 400V (EN 60947-2)	
Μέγιστη ικανότητα διακοπής I _{cu} κάτω από 690V (IEC/EN 60947-2)	
Ονομαστική ικανότητα διακοπής I _{cs} σε εναλλασσόμενο ρεύμα 220 V σύμφωνα με το IEC 60947-2	
Ονομαστική ικανότητα διακοπής I _{cs} σε εναλλασσόμενο ρεύμα 230 V σύμφωνα με το IEC 60947-2	
Ονομαστική ικανότητα διακοπής I _{cs} σε εναλλασσόμενο ρεύμα 240 V σύμφωνα με το IEC 60947-2	
Ονομαστική ικανότητα διακοπής I _{cs} σε εναλλασσόμενο ρεύμα 380 V σύμφωνα με το IEC 60947-2	
Ονομαστική ικανότητα διακοπής I _{cs} σε εναλλασσόμενο ρεύμα 400 V σύμφωνα με το IEC 60947-2	
Ονομαστική ικανότητα διακοπής I _{cs} σε εναλλασσόμενο ρεύμα 415 V σύμφωνα με το IEC 60947-2	
Ονομαστική ικανότητα διακοπής I _{cs} σε εναλλασσόμενο ρεύμα 690 V σύμφωνα με το IEC 60947-2	
Ονομαστικό ρεύμα στους 10°C σύμφωνα με IEC 60947	
Ονομαστικό ρεύμα στους 15°C σύμφωνα με IEC 60947	
Ονομαστικό ρεύμα στους 20°C σύμφωνα με IEC 60947	
Ονομαστικό ρεύμα στους 25°C σύμφωνα με IEC 60947	
Ονομαστικό ρεύμα στους 30°C σύμφωνα με IEC 60947	
Ονομαστικό ρεύμα στους 35°C σύμφωνα με το IEC 60947	

Ονομαστικό ρεύμα στους 40°C σύμφωνα με το IEC 60947	400 A
Ονομαστικό ρεύμα στους 45°C σύμφωνα με IEC 60947	400 A
Ονομαστική ρεύμα στους 50°C σύμφωνα με IEC 60947	400 A
Ονομαστικό ρεύμα στους 55°C σύμφωνα με IEC 60947	400 A
Ονομαστικό ρεύμα στους 60°C σύμφωνα με το IEC 60947	400 A
Ονομαστικό ρεύμα στους 70°C σύμφωνα με IEC 60947	400 A
Ονομαστικό ρεύμα στους 65°C σύμφωνα με IEC 60947	400 A
Διατάξεις	
Αριθμός πόλων	4
Τύπος ελέγχου/αποσύνδεσης	Εναλλαγή
Τύπος κατεύθυνσης της συσκευής	Αποσύνδεση/αποσύνδεση
Θέση οδότη	Αριστερά
Ενεργοποίηση	
Χρόνος απόκρισης κατά το άνοιγμα	10 ms
Ρυθμίσεις	
Ρύθμιση του ρεύματος I _n με βάση το επιθυμητό	160 A, 180 A, 200 A, 225 A, 250 A, 300 A, 350 A, 375 A, 400 A
Ρύθμιση ρεύματος βραχυκυκλώματος βραχυχρόνιας	210,4 - 4.000,0 A
Ευελκύτητα	
Συχνότητα	50 - 60 Hz
Εγκατάσταση, τοποθέτηση	
Ονομαστική ροπή σφράγισης	10 - 15 Nm
Βάση τοποθέτησης/αποσύνδεσης	Εμπρός
Τάση	
Ονομαστική τάση άνοιξης σε κλειστό κύκλωμα I _{lim}	8.000 V
Ονομαστική τάση μόνωσης U _i	800 V
Ονομαστική τάση λειτουργίας U _e	220 - 690 V
Λειτουργίες	
Μονάδα ενεργοποίησης	LSI
Ισχύς	
Συνολική απόδοση ισχύος σε ονομαστικό ρεύμα I _n	90 W
Απόδοση ισχύος ανά πόλο σε ονομαστικό ρεύμα I _n	30 W
Εξοπλισμός	
Αριθμός βοηθητικών επαφών ως μεταγωγική επαφή	0
Αριθμός βοηθητικών επαφών ως NC επαφή	0

Εικόνα 9.37: Τεχνικά χαρακτηριστικά αυτόματου διακόπτη ισχύος h3+ P630 70kA LSI 4P 400A Hager

9.4.11 Αντικεραυνική προστασία και προστασία από υπερτάσεις

Σύμφωνα με τα εθνικά και ευρωπαϊκά πρότυπα – πρότυπα σειράς ΕΛΟΤ EN 61643 – είναι απαραίτητη η ύπαρξη προστασίας από υπερτάσεις σε εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων ^[36]. Επιπλέον, προκειμένου να εξασφαλιστεί η ασφάλεια των ανθρώπων και η προστασία των κτηριακών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων κρίνεται αναγκαία και η ύπαρξη αντικεραυνικής προστασίας ^[36]. Ποιος είναι όμως ο σκοπός αυτών των συστημάτων; Η αντικεραυνική προστασία έχει σκοπό να προστατεύσει το κτήριο από τα κεραυνικά πλήγματα και τις υπερτάσεις που προκαλούν ^[37]. Όσον αφορά την προστασία υπέρτασης, αυτή έχει σκοπό να προστατεύει τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές του κτηρίου από τις πολύ υψηλές τάσεις και να αποτραπούν με αυτό τον τρόπο ενδεχόμενες ζημιές ^[37]. Οι συσκευές προστασίας από υπερτάσεις συντομογραφούνται ως SPD ("Surge Protection Device") και υποδιαιρούνται σε τρεις κατηγορίες. Αυτές είναι τύπου 1 για βασική προστασία, τύπου 2 για μέση προστασία και τύπου 3 για λεπτομερή προστασία ^[37]. Στα φωτοβολταϊκά συστήματα απαιτούν όμως τη χρήση SPD που έχουν σχεδιαστεί ειδικά γι' αυτά ^[38]. Η εικόνα 9.38 παρουσιάζει την τοποθεσία ενός κεραυνού αν χτυπήσει το φωτοβολταϊκό σύστημα.



Εικόνα 9.38: Τοποθεσία κεραυνού

Για να μην πληγεί λοιπόν ούτε το φωτοβολταϊκό πάνελ (αν ο κεραυνός χτυπήσει στο σημείο A), αλλά ούτε και ο αντιστροφέας που είναι ένα εξαιρετικά ακριβό εξάρτημα (αν ο κεραυνός χτυπήσει στο σημείο B) κρίνεται απαραίτητη η σωστή τοποθέτηση του κατάλληλου SPD και στις δύο γραμμές ^[38]. Για την πλευρά του DC εγκαθίσταται ειδικό SPD που είναι σχεδιασμένο για DC εφαρμογές και για την πλευρά του AC αντίστοιχα ενώ το μέγεθός του θα πρέπει να είναι το κατάλληλο για τη συγκεκριμένη εφαρμογή φωτοβολταϊκού συστήματος ^[38]. Για το κομμάτι της εγκατάστασης είναι σημαντικό να

γνωρίζουμε τρεις βασικές τιμές που είναι η μέγιστη συνεχής τάση λειτουργίας η οποία θα ενεργοποιήσει το SPD, το επίπεδο προστασίας τάσης του SPD το οποίο πρέπει να είναι χαμηλότερο από την κατηγορία υπέρτασης του εξοπλισμού και τέλος το ονομαστικό ρεύμα εκφόρτισης που πρόκειται για τη μέγιστη τιμή της κυματομορφής που μπορεί να αντέξει το SPD μετά από επαναλαμβανόμενες υπερτάσεις ^[38]. Έτσι γνωρίζοντας αυτά τα χαρακτηριστικά και έχοντας κατά νου τη σημαντικότητα της εφαρμογής προστασίας από υπερτάσεις και κεραυνικά πλήγματα σε μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση θα είμαστε σε θέση να επιλέξουμε την κατάλληλη τεχνολογία προστασίας.

Κεφάλαιο 10 Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις

10.1 Συμπεράσματα

Ανακεφαλαιώνοντας, για να θεωρείται ένα σύγχρονο κτήριο εύχρηστο και αποδοτικό, οφείλει να εξασφαλίζει συνθήκες άνεσης για τους χρήστες του ενώ ταυτόχρονα σέβεται το περιβάλλον και είναι ενεργειακά αποδοτικό. Η ενεργειακή αποδοτικότητα του κτηρίου αυξάνεται όταν μέσω της κατάλληλης μελέτης του κτηρίου ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του έχοντας φυσικά χαμηλότερες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας. Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της μελέτης που διεξάγαμε για το κτήριο, συμπεραίνουμε ότι όλοι οι τομείς της μελέτης είναι εξίσου σημαντικοί για τον καθορισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Συγκεκριμένα, ο ορισμός των στοιχείων τα οποία συνθέτουν το κέλυφος αποτελεί καθοριστικό τμήμα της ενεργειακής μελέτης διότι καθορίζει τις απαιτήσεις ψύξης και θέρμανσης του κτηρίου. Η ποιότητα των υλικών ρυθμίζει το ποσοστό που εξωτερικές συνθήκες επηρεάζουν τις εσωτερικές. Η καλύτερη μόνωση του κτηρίου μπορεί να συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην ενεργειακή απόδοση διότι οι εσωτερικές συνθήκες δεν θα μεταβάλλονται εξαιτίας των εξωτερικών. Επιπλέον, ένα από τα σημαντικότερα σημεία της μελέτης είναι η επιλογή του κατάλληλου συστήματος κλιματισμού για την κάλυψη των θερμικών και ψυκτικών αναγκών καθώς και τη διαχείριση του αέρα. Οι αποδόσεις για κάθε σύστημα κλιματισμού είναι διαφορετικές και ο μελετητής οφείλει να επιλέξει το κατάλληλο για την κάλυψη των αναγκών του υπό μελέτη κτηρίου. Φυσικά, ο αυτοματισμός που συνοδεύει το εκάστοτε σύστημα κλιματισμού συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των καταναλώσεων του κτηρίου αλλά και στην αύξηση των αποδόσεων του συστήματος διότι ελέγχει και καθορίζει τον τρόπο λειτουργίας με αποτέλεσμα να αποφεύγονται οι άσκοπες καταναλώσεις. Παράλληλα, ένα από τα σημαντικότερα τμήματα της συγκεκριμένης μελέτης είναι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών για αυτόνομη λειτουργία και συνεπώς την παραγωγή και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου, με αποτέλεσμα να μειωθεί η απαιτούμενη ενέργεια από το δίκτυο για τη λειτουργία του.

Η παρούσα εργασία εξέτασε δύο πιθανά σενάρια συστημάτων κλιματισμού του κτηρίου. Το πρώτο χρησιμοποίησε ως σύστημα ψύξης – θέρμανσης το VRF, ενώ το δεύτερο σενάριο χρησιμοποίησε την αντλία θερμότητας αέρα – νερού. Εισάγοντας τα κατάλληλα δεδομένα στο λογισμικό FineGREEN προέκυψαν τα αποτελέσματα της προσομοίωσης και

συγκρίνοντας τις τελικές καταναλώσεις ενέργειας είδαμε ότι στο δεύτερο σενάριο η συνολική ενέργεια αυξήθηκε κατά 3.083%, δηλαδή 11198.78kWh. Επομένως, προκύπτει το συμπέρασμα πως αποδοτικότερο σενάριο για το υπό μελέτη κτηριο είναι αυτό με το σύστημα VRF.

Όσον αφορά τη μελέτη των φωτοβολταϊκών στο λογισμικό FusionSolar SmartDesign, η μελέτη απέδειξε ότι τα φωτοβολταϊκά που εισαγάγαμε καλύπτουν το 38% της συνολικής ενέργειας του κτηρίου για το βέλτιστο σενάριο λειτουργίας, ποσοστό που είναι αρκετό για την εξοικονόμηση ενέργειας του κτηρίου ώστε να μειωθεί αρκετά η απαιτούμενη ενέργεια από το δίκτυο.

Καταλαβαίνουμε από τα παραπάνω πως με τις διάφορες αλλαγές που μπορεί να δοκιμάσει ο μελετητής σε επίπεδο κελύφους, συστημάτων, διάταξης και πλήθους των φωτοβολταϊκών, τα αποτελέσματα σε κάθε περίπτωση προκύπτουν διαφορετικά. Σκοπός μας πάντα είναι να επιλέξουμε τον αποδοτικότερο συνδυασμό, αυτόν δηλαδή με τις λιγότερες καταναλώσεις για το κτηριο και για τα φωτοβολταϊκά αυτά που εξασφαλίζουν τη μεγαλύτερη κάλυψη των αναγκών του κτηρίου. Ωστόσο, στην παρούσα εργασία θεωρήσαμε ένα μόνο σενάριο κελύφους που αποτελεί το πιο σύνηθες που χρησιμοποιείται, ενώ για τα συστήματα εφαρμόστηκαν δύο σενάρια. Παράλληλα, στα φωτοβολταϊκά μέσα από πολλές δοκιμές καταλήξαμε στην αποδοτικότερη διάταξη των φωτοβολταϊκών ώστε να καλύπτεται το μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό της ολικής ενέργειας του κτηρίου.

10.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Όπως προ-είπαμε η παρούσα μελέτη μπορεί να εξεταστεί ακόμη πιο αναλυτικά και να εμπλουτιστεί, εφαρμόζοντας πολλά σενάρια τόσο για τα συστήματα όσο και για το κέλυφος. Θα μπορούσαμε να εξετάσουμε την περίπτωση ενός διαφορετικού συστήματος λειτουργίας ακόμη πιο αποδοτικού από το ήδη υπάρχων. Επιπλέον, η βελτιστοποίηση του κελύφους με θερμομονωτικά υλικά υψηλής απόδοσης θα μπορούσε να διαφοροποιήσει και να βελτιώσει τα αποτελέσματα της μελέτης. Πιθανότατα ο εμπλουτισμός των εξαρτημάτων του συστήματος αυτόματου ελέγχου του κτηρίου και η ανάπτυξη των συστημάτων διαχείρισης θα ήταν μια καλή προσπάθεια για βελτίωση της αποδοτικότητας και της λειτουργικότητας του κτηρίου. Φυσικά, το τμήμα των φωτοβολταϊκών θα

μπορούσε να βελτιωθεί ακόμη περισσότερο με την ενσωμάτωση μπαταριών για την αποθήκευση της περίσσειας ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο θα επιτευχθεί η καλύτερη διαχείριση και αξιοποίηση της παραγόμενης ενέργειας ώστε να μην χάνεται άσκοπα η παραγόμενη ενέργεια που δεν χρησιμοποιείται από το κτήριο επιτόπου. Παράλληλα όμως με όλα τα παραπάνω εξίσου σημαντική κρίνεται και η επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα στη λειτουργία του κτηρίου. Η ανάπτυξη της ευαισθητοποίησης λοιπόν και της εν συναίσθησης των χρηστών για την ανάπτυξη της ενεργειακής συνείδησης μέσα από εκπαιδευτικά προγράμματα θα μπορούσε να βοηθήσει σημαντικά στη σωστή διαχείριση της ενέργειας με τη μείωση των απαιτήσεων που διαμορφώνουν οι χρήστες του κτηρίου. Με τις παραπάνω προτάσεις λοιπόν το κτήριο έχει τη δυνατότητα να γίνει ακόμη πιο αποδοτικό όντας παράλληλα φιλικό στις ανάγκες των χρηστών αλλά και του περιβάλλοντος με τη σωστή ενεργειακή διαχείριση.

Βιβλιογραφία

- [1] ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 [Ηλεκτρονικό] Available: https://www.kenak.gr/files/TOTEE_20701-1_2017.pdf
- [2] DIALux [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.dialux.com/de-DE/dialux>
- [3] Bright Special Lighting [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.bright.gr/EL/#links>
- [4] 4M FineGREEN [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.4m.gr/el/brands-2/fine-green-energeiaki-prosomoiosi>
- [5] EnergyPlus [Ηλεκτρονικό] Available: <https://energyplus.net/https://energyplus.net/quick-start>
- [6] ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 [Ηλεκτρονικό] Available: <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tpree/totee/TOTEE-20701-2-Final-%D4%C5%C5....pdf>
- [7] Συστήματα VRV ή VRF ErgoClima [Ηλεκτρονικό] Available: <https://ergoclima.gr/services/multi-split-air-conditioning/vrv-vrf-airconditioning/>
- [8] Variable Refrigerant Volume Daikin [Ηλεκτρονικό] Available: https://www.daikin.gr/el_gr/about/daikin-innovations/variable-refrigerant-volume.html
- [9] «Ψύξη: κεντρικές κλιματιστικές μονάδες» Θερμουδραυλικός [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.thermoydravlikos.gr/psyxi-kentrikes-klimatistikes-monades/>
- [10] «Κεντρικές μονάδες κλιματισμού» Mec Plan [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.mecplan.gr/klimatismos/kentrikes-monades-klimatismou>
- [11] Τερματικές μονάδες νερού (FAN COILS) AIRCO LINE energy [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.aircoline.gr/fcu.el.aspx>
- [12] Fan Coli Units Thermovent Hellas AE [Ηλεκτρονικό] Available: <http://thermovent.gr/el/catalog/fun-coil-units>

- [13] Αντλίες Θερμότητας Παπαγιάννης [Ηλεκτρονικό] Available:
<https://papagiannis.gr/antlies-thermotitas-nibe-viallant-ciat/>
- [14] Αντλία θερμότητας αέρα νερού Daikin [Ηλεκτρονικό] Available:
https://www.daikin.gr/el_gr/product-group/air-to-water-heat-pump-low-temperature.html
- [15] “Constant Air Volume – CAV” THE ENGINEERING MINDSET.com [Ηλεκτρονικό]
Available: <https://theengineeringmindset.com/constant-air-volume-cav/>
- [16] “What is a Constant Air Volume (CAV) system? INTEGRA CONTROLS [Ηλεκτρονικό]
Available: <https://integracontrols.com/constant-air-volume-systems/>
- [17] Ψυχομετρία ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ [Ηλεκτρονικό] Available:
[Κεφάλαιο 4 - Ψυχομετρία.pdf](#)
- [18] ΟΔΗΓΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ Σύμφωνα με το νέο ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ – ΑΥΤΟΝΟΜΩ, Παντελίδης Γιώργος
- [19] Ψυχομετρία ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ Δημήτρης Κατσαπρακάκης [Ηλεκτρονικό] Available: [Ψυχομετρία.pdf](#)
- [20] HIT Siemens [Ηλεκτρονικό] Available:
<https://hit.sbt.siemens.com/rwd/app.aspx?RC=GR&lang=gr>
- [21] Ηλιακή/Φωτοβολταϊκά, ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [Ηλεκτρονικό]
Available: <https://ypen.gov.gr/energeia/ape/technologies/iliaki-fotovoltaika/>
- [22] Technical Application Papers No.10 Photovoltaic Plants ABB [Ηλεκτρονικό]
Available: [QT10 EN 2013.pdf](#)
- [23] Φωτοβολταϊκά Ένας πρακτικός τεχνικός οδηγός, Σύνδεσμος εταιρειών φωτοβολταϊκών, Αύγουστος 2013 [Ηλεκτρονικό] Available:
[*fotovoltaika_systimata.pdf](#)
- [24] ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.helapco.gr/ims/file/installers/totee-klimatika.pdf>

- [25] Fusion Solar Smart Design 2.0 Huawei [Ηλεκτρονικό] Available: <https://solar.huawei.com/gr/professionals/SmartDesign>
- [26] Οδηγός μελέτης και υλοποίησης φωτοβολταϊκών έργων, ΤΕΕ ΤΚΜ [Ηλεκτρονικό] Available: https://tkm.tee.gr/wp-content/uploads/2018/02/fwtovoltaika_ergwn.pdf
- [27] VASI SOLAR, ΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ [Ηλεκτρονικό] Available: https://www.vasisolar.com/?gad_source=1&gbraid=0AAAAAqISY-6_N9Bt_hTDIXw4G1Jws4mme&gclid=Cj0KCCQjwnui_BhDIARIsAEo9GuuYrMWPcKRD_bmmBdS3-dPSNIZ7rXI_qc5GmbA671vqyC7kPzLL8FJlaAm7OEALw_wcB
- [28] JA SOLAR Φωτοβολταϊκή μονάδα [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.jasolar.com/uploadfile/2022/0224/20220224052158249.pdf>
- [29] Φωτοβολταϊκά Ένας πρακτικός τεχνικός οδηγός, Σύνδεσμος εταιρειών φωτοβολταϊκών, Ιανουάριος 2011 [Ηλεκτρονικό] Available: https://www.helapco.gr/ims/file/oikiaka/pv_guide_jan11.pdf
- [30] Βελτιστοποιητής απόδοσης φωτοβολταϊκού, OLYPMIC ENGINEERING AND CONSULTING [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.oleng.eu/belistopoihts-fvtoboltaikoy/>
- [31] Βελτιστοποιητής ισχύος, GESOLAR [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.gesolarcyprus.com/proionta/metatropeis-tasis/veltistopoiitis-ischyos-solaredge/>
- [32] Καλώδιο εύκαμπτο Solar, Μειδάνης [Ηλεκτρονικό] Available: https://www.meidanis.gr/el/kalodio-eukampto-solar-cable-h1z2z2-k-1x6-black-73-gc00012021.html?srsId=AfmBOopNvVWPNa5S9GkXpDDpQ2_a-2-P_DmLg3popVPgnsliNNUseqP7
- [33] MC-T4 FEMALE MULTICONTACT CONNECTOR, Nousol Solar Energy Systems [Ηλεκτρονικό] Available: <https://order.nousol.com/en/connectors-and-cables/2107-conector-multicontact-mct4-hembra-seccion-de-46mm2-30a-1000v.html>
- [34] VOP Cables [Ηλεκτρονικό] Available: <https://vopcables.com/el/products/xlpe-pvc-swa-pvc/>

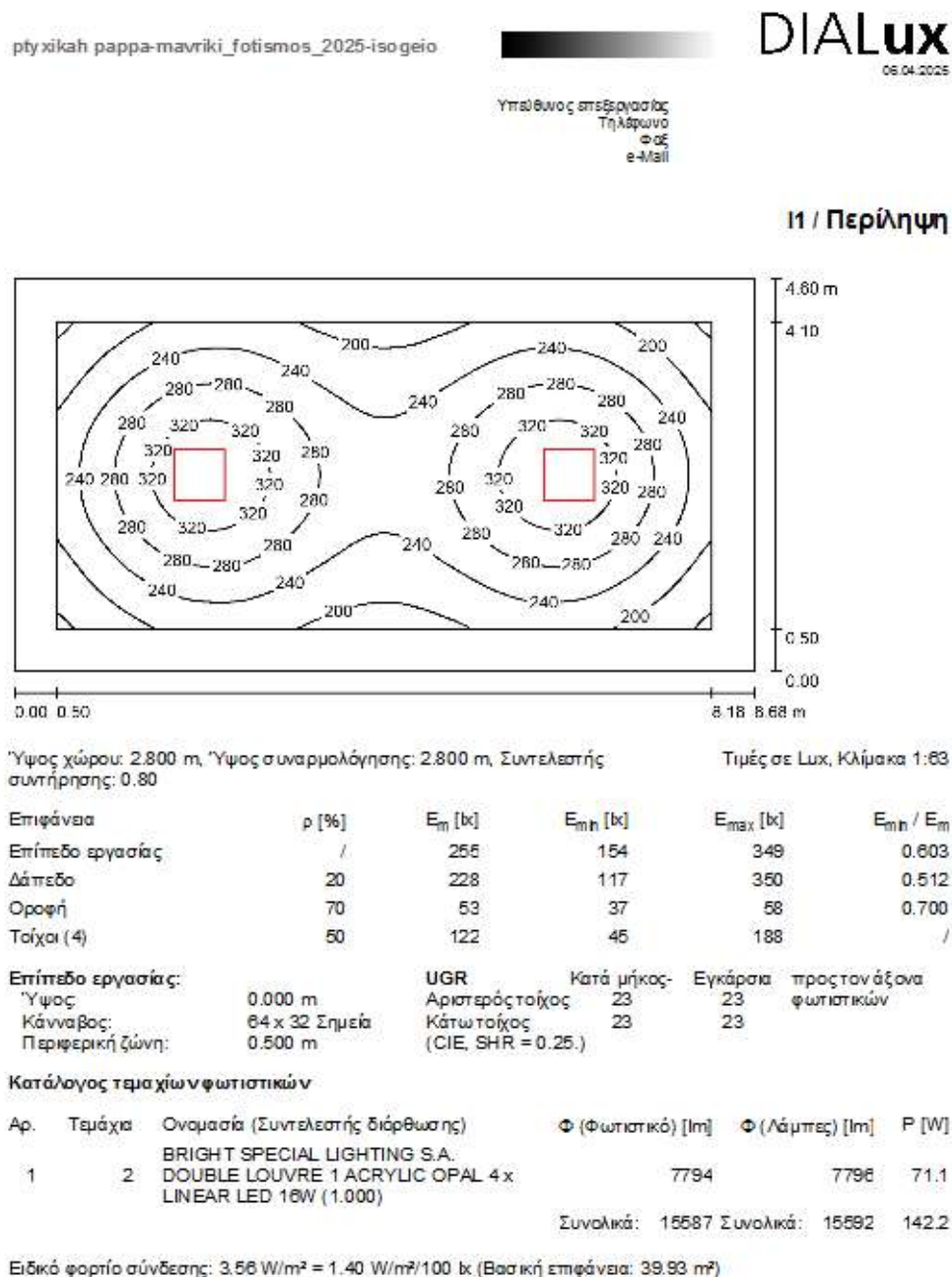
- [35] Μικροαυτόματοι διακόπτες ABB [Ηλεκτρονικό] Available:
<https://new.abb.com/low-voltage/el/news/article-gettting-to-know-mcbs>
- [36] Οδηγίες για την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις ΚΑΠΕ
GRES [Ηλεκτρονικό] Available: https://helapco.gr/pdf/odigos_pv_systimaton.pdf
- [37] Προστασία από υπέρταση SMA [Ηλεκτρονικό] Available:
https://files.sma.de/downloads/U_Schutz-TI-el-13.pdf
- [38] DS new energy [Ηλεκτρονικό] Available: <https://gr.dsnsolar.com/info/surge-protection-for-photovoltaic-systems-17155595750253568.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

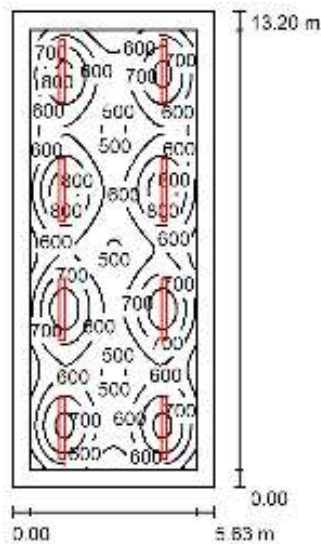
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Φωτισμός κτηρίου

Α.1 Αποτελέσματα φωτοτεχνικής μελέτης ισογείου



Εικόνα Α.1: Περίληψη χώρου I1 DIALux

I2 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.400 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:170

Επιφάνεια	p [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	628	407	887	0.648
Δάπεδο	20	497	283	611	0.568
Οροφή	70	108	75	120	0.697
Τοίχοι (4)	50	250	76	415	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.850 m
Κάνναβος:	64 x 32 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

UGR

Αριστερός τοίχος	23
Κάτω τοίχος	23
(CIE, SHR = 0.25.)	

Κατά μήκος-

23
23

Εγκάρσια

24
24

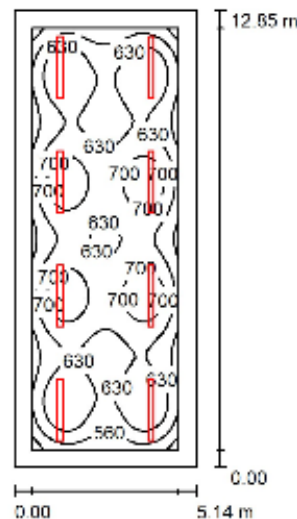
προς τον άξονα φωτιστικών
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	8	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. NOTUS 2 STATUS LINEAR LED 1720mm 2X37.2W (1.000)	7096	7098	82.5
Συνολικά:			56768	56784	660.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $8.88 \text{ W/m}^2 = 1.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 74.32 m^2)

Εικόνα Α.2: Περίληψη χώρου I2 DIALux

I3 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:166

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	639	450	755	0.705
Δάπεδο	20	511	313	610	0.613
Οροφή	70	127	97	161	0.760
Τοίχοι (4)	50	311	115	466	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.850 m
Κάναβος:	64 x 32 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

UGR

Αριστερός τοίχος	23
Κάτω τοίχος	23
(CIE, SHR = 0.25.)	

Κατά μήκος-

Εγκάρσια	24
προς τον άξονα φωτιστικών	

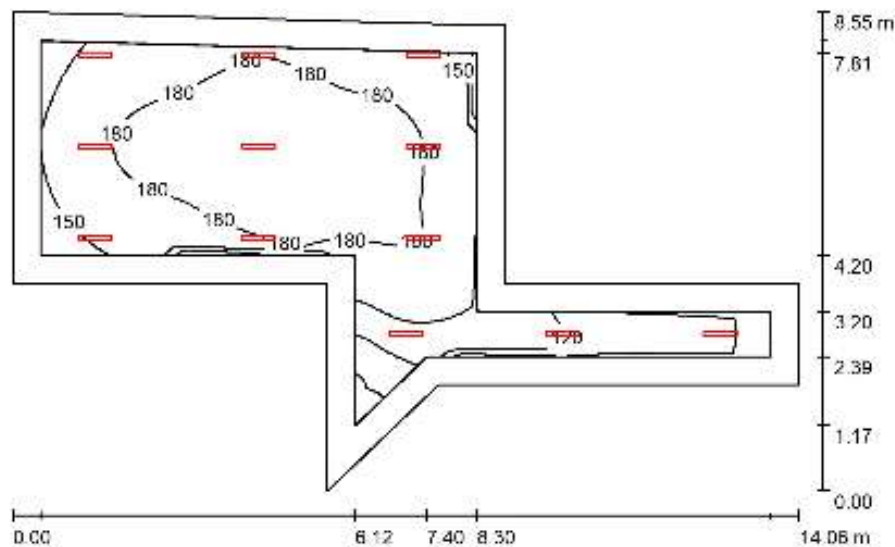
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	8	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. NOTUS 2 STATUS LINEAR LED 1720mm 2X37.2W (1.000)	7096	7098	82.5
Συνολικά:			56768	56784	660.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.99 \text{ W/m}^2 = 1.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 66.05 m²)

Εικόνα Α.3: Περίληψη χώρου I3 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλέφωνο
 Φαξ
 e-Mail

I6 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:110

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	165	69	203	0.417
Δάπεδο	20	148	38	203	0.255
Οροφή	70	39	18	56	0.459
Τοίχοι (9)	50	89	17	340	/

Επίπεδο εργασίας:

 Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 64 x 32 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

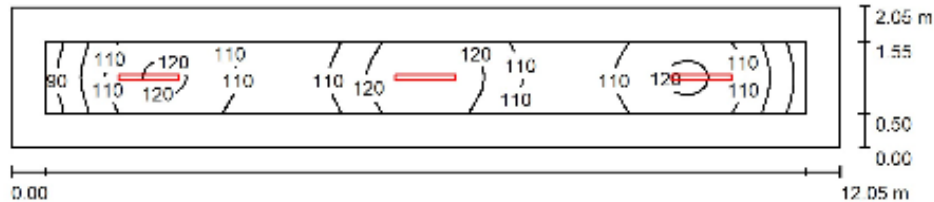
Κατάλογος τμημάτων φωτιστικών

Αρ.	Ταμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361Lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	Συνολικά: 16332	157.2

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $2.68 \text{ W/m}^2 = 1.62 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 58.73 m²)

Εικόνα Α.4: Περίληψη χώρου I6 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλεφωνο
 Φαξ
 e-Mail

I16 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:87

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	111	85	131	0.760
Δάπεδο	20	103	67	130	0.646
Οροφή	70	31	19	40	0.617
Τοίχοι (4)	50	73	23	180	/

Επίπεδο εργασίας:

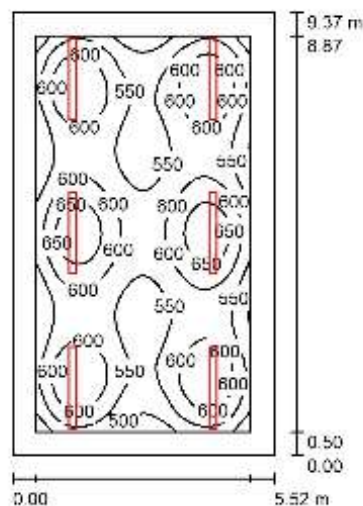
Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 64 x 8 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	3	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			6450	6450	59.1

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $2.39 \text{ W/m}^2 = 2.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 24.70 m^2)

Εικόνα Α.6: Περίληψη χώρου I16 DIALux

I17 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m Ύψος συναρμολόγησης: 2.871 m Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:121

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	579	456	692	0.787
Δάπεδο	20	464	297	546	0.639
Οροφή	70	124	101	188	0.821
Τοίχοι (4)	50	307	122	579	/

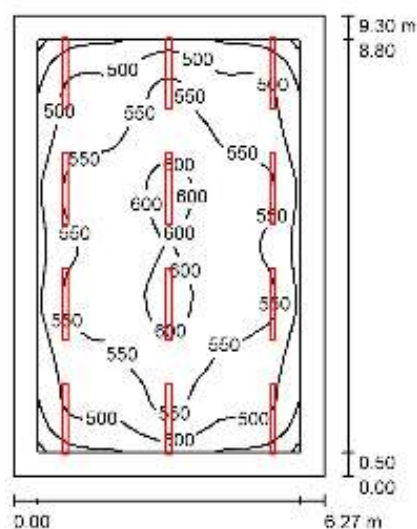
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	22	23	
Κάναβος: 64 x 32 Σημεία	Κάτω τοίχος	23	24	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	6	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. NOTUS 2 STATUS LINEAR LED 1720mm 2X37.2W (1.000)	7096	7098	82.5
Συνολικά:			42576	Συνολικά: 42588	495.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.57 \text{ W/m}^2 = 1.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 51.72 m^2)

Εικόνα Α.7: Περίληψη χώρου I17 DIALux

I18 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.871 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:120

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	536	391	619	0.731
Δάπεδο	20	434	272	535	0.628
Οροφή	70	110	87	153	0.787
Τοίχοι (4)	50	272	101	461	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος	0.850 m
Κάνναβος	64 x 64 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

UGR

Αριστερός τοίχος	23
Κάτω τοίχος	24
(CIE, SHR = 0.25.)	

Κατά μήκος-

Εγκάρσια	24
προς τον άξονα φωτιστικών	24

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

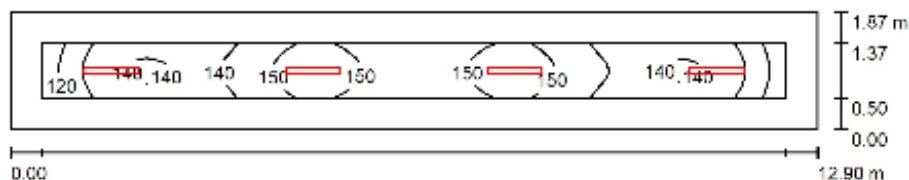
Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 840 NOTUS 3 LINEAR LED 1420mm (1.000)	3560	3560	28.3
Συνολικά:			42720	Συνολικά: 42720	339.6

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $5.82 \text{ W/m}^2 = 1.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 58.31 m²)

Εικόνα A.8: Περίληψη χώρου I18 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
Τηλ: 6970000000
Φαξ: 6970000000
e-Mail: info@ptyxikah.gr

I23 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:93

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	141	112	155	0.794
Δάπεδο	20	131	85	155	0.650
Οροφή	70	43	28	51	0.670
Τοίχοι (4)	50	97	32	219	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.000 m
Κάνναβος: 64 x 8 Σημεία
Περιφερική ζώνη: 0.500 m

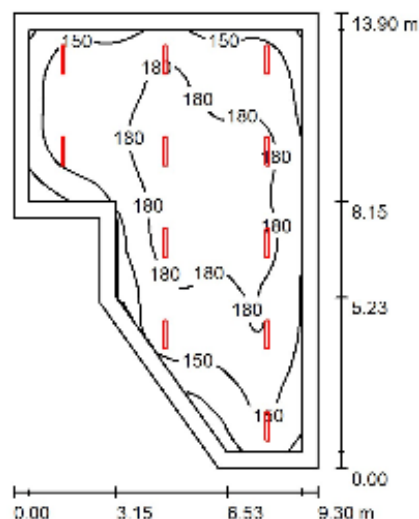
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	4	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			8600	8600	78.8

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $3.27 \text{ W/m}^2 = 2.32 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 24.12 m^2)

Εικόνα Α.9: Περίληψη χώρου I23 DIALux

I25 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:179

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	166	94	201	0.564
Δάπεδο	20	156	71	201	0.454
Οροφή	70	36	28	57	0.721
Τείχη (7)	50	85	28	200	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.000 m
Κάνναβος: 64 x 64 Σημεία
Περιφερική ζώνη: 0.500 m

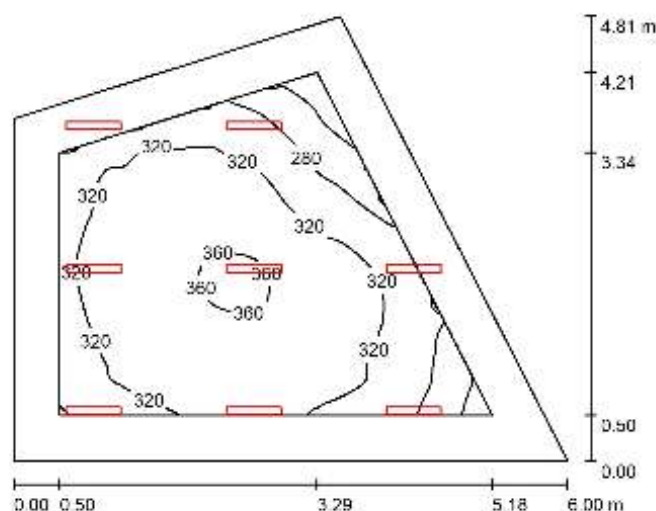
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διάθραξης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	11	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			23650	Συνολικά: 23650	216.7

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $2.17 \text{ W/m}^2 = 1.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 99.82 m^2)

Εικόνα A.10: Περίληψη χώρου I25 DIALux

Υπόθυνο στο εργαστήριο
 Τηλέφωνο
 Φαξ
 e-Mail

I26 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:62

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	320	207	364	0.647
Δάπεδο	20	231	123	285	0.534
Οροφή	70	72	35	142	0.487
Τοίχοι (4)	50	166	40	847	/

Επίπεδο εργασίας:

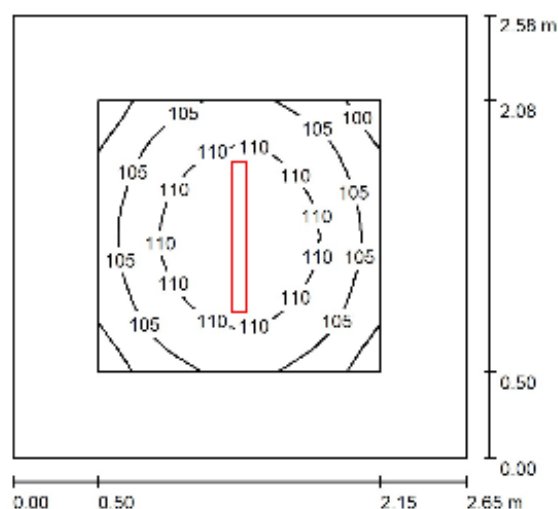
 Ύψος: 0.875 m
 Κάνναβος: 64 x 64 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	8	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			10888	Συνολικά: 10888	104.8

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $4.99 \text{ W/m}^2 = 1.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 21.00 m²)

Εικόνα A.11: Περίληψη χώρου I26 DIALux

I27 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:34

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	107	97	115	0.903
Δάπεδο	20	95	68	115	0.723
Οροφή	70	34	24	39	0.705
Τοίχοι (4)	50	77	25	161	/

Επίπεδο εργασίας:

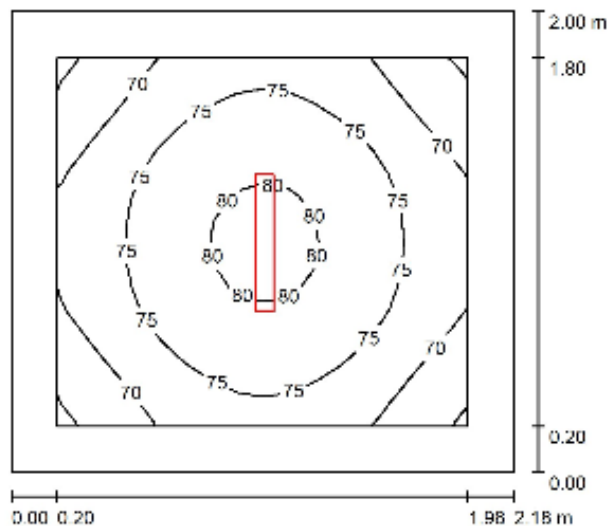
Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 16 x 16 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	1	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			2150	2150	19.7

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $2.88 \text{ W/m}^2 = 2.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 6.84 m^2)

Εικόνα A.12: Περίληψη χώρου I27 DIALux

I28 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:28

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	74	64	81	0.868
Δάπεδο	20	70	56	81	0.800
Οροφή	70	32	22	38	0.691
Τοίχοι (4)	50	68	24	164	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 16 x 16 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

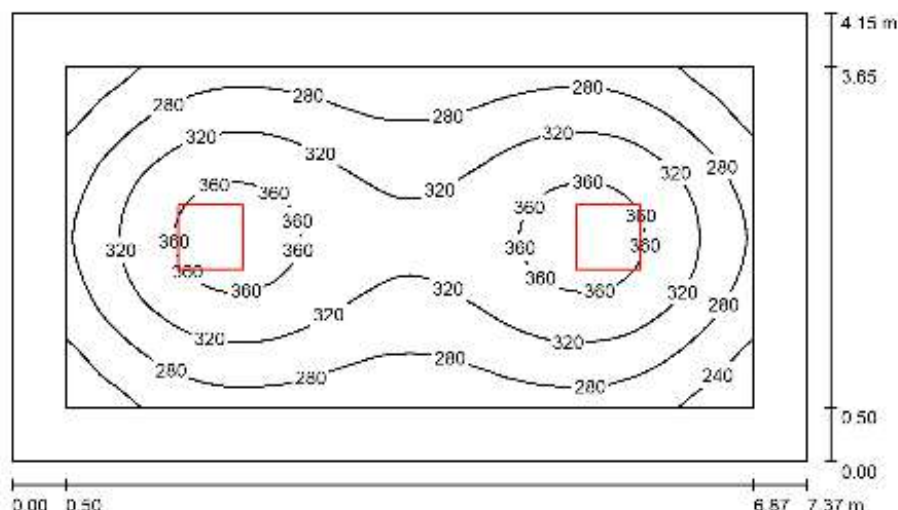
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διάρθρωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	1	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			1361	1361	13.1

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $3.00 \text{ W/m}^2 = 4.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 4.36 m^2)

Εικόνα A.13: Περίληψη χώρου I28 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλέφωνο
 Φαξ
 e-Mail

I30 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:54

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	306	210	380	0.685
Δάπεδο	20	274	157	380	0.573
Οροφή	70	67	46	81	0.689
Τοίχοι (4)	50	158	58	254	/

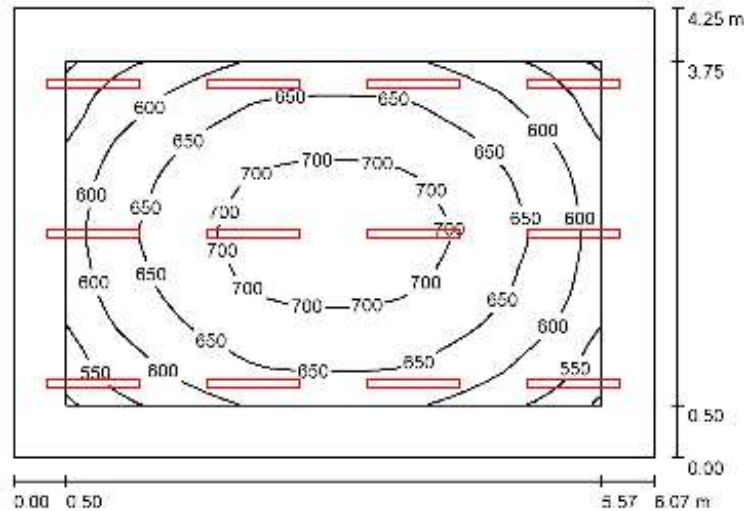
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος: 0.000 m	Αριστερός τοίχος	22	22	
Κάναβος: 64 x 32 Σημεία	Κάτω τοίχος	23	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διάθραξης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	2	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. DOUBLE LOUVRE 1 ACRYLIC OPAL 4 x LINEAR LED 16W (1.000)	7794	7796	71.1
Συνολικά:			15587	Συνολικά: 15592	142.2

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $4.65 \text{ W/m}^2 = 1.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 30.59 m^2)

Εικόνα A.14: Περίληψη χώρου I30 DIALux

ΧΦΕ / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:55

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	641	497	723	0.776
Δάπεδο	20	478	327	589	0.685
Οροφή	70	139	109	156	0.783
Τοίχοι (4)	50	332	121	610	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος	0.850 m
Κάνναβος:	32 x 32 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

UGR

Αριστερός τοίχος	22
Κάτω τοίχος	23
(CIE, SHR = 0.25.)	

Κατά μήκος-

22
23

Εγκάρσια

23
24

προς τον άξονα φωτιστικών

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2016Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			25800	Συνολικά: 25800	236.4

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.16 \text{ W/m}^2 = 1.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 25.80 m²)

Εικόνα Α.15: Περίληψη ΧΦΕ Ισογείου DIALux

A.2 Αποτελέσματα φωτοτεχνικής μελέτης Α' ορόφου

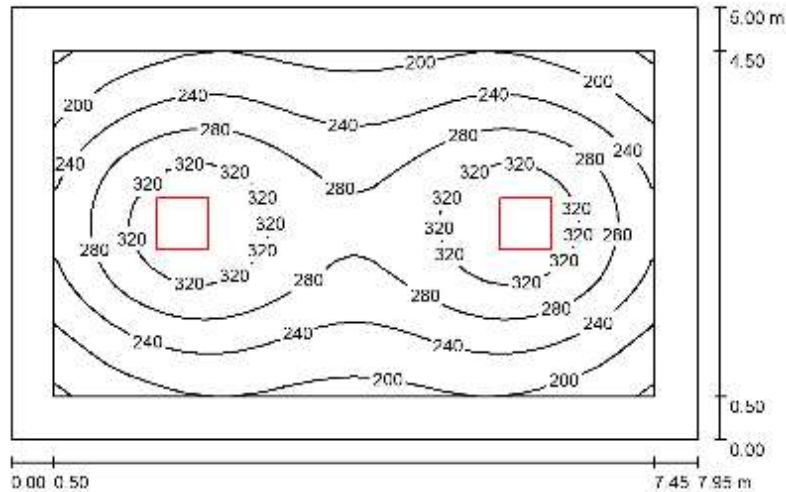
plyxiakh.pappa_mavriki_fotismos_2025_a.orofos



DIALux
06.04.2025

Υπεύθυνος επεξεργασίας
Τηλέφωνο
Φαξ
e-Mail

A1 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:65

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	280	156	358	0.599
Δάπεδο	20	232	119	357	0.513
Οροφή	70	53	37	63	0.698
Τοίχοι (4)	50	122	45	214	/

Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος: 0.000 m	Αριστερό τοίχος	23	23	
Κάναβος: 32 x 32 Σημεία	Κάτω τοίχος	23	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

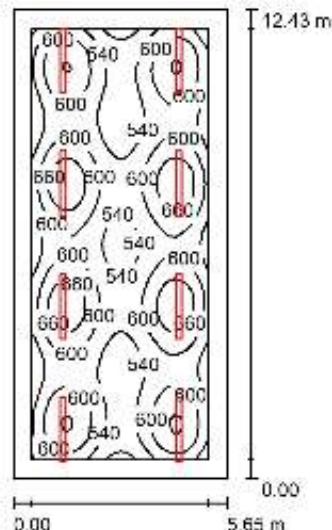
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	2	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. DOUBLE LOUVRE 1 ACRYLIC OPAL 4 x LINEAR LED 16W (1.000)	7794	7796	71.1
Συνολικά:			15587	15592	142.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $3.58 \text{ W/m}^2 = 1.37 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 39.75 m^2)

Εικόνα A.16: Περίληψη χώρου A1 DIALux

A2 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:160

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [k]	E_{mh} [k]	E_{max} [k]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	587	458	710	0.778
Δάπεδο	20	482	316	556	0.656
Οροφή	70	122	110	168	0.902
Τείχη (4)	50	306	123	657	/

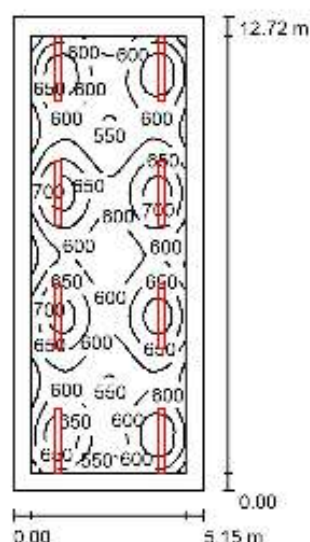
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος:	0.850 m	Αριστερός τοίχος	23	24
Κάναβος:	64 x 32 Σημεία	Κάτω τοίχος	23	24
Περιφερική ζώνη:	0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)		

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Ταμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	8	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. NOTUS 2 STATUS LINEAR LED 1720mm 2X37.2W (1.000)	7096	7098	82.5
Συνολικά:			56768	56784	660.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.40 \text{ W/m}^2 = 1.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 70.23 m^2)

Εικόνα A.17: Περίληψη χώρου A2 DIALux

A3 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:164

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	615	501	729	0.814
Δάπεδο	20	502	328	579	0.653
Οροφή	70	130	112	186	0.859
Ταίχια (4)	50	326	131	628	/

Επίπεδο εργασίας:	Υψος	Κάναβος:	Περιφερική ζώνη:	UGR	Κατά μήκος:	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
	0.850 m	64 x 32 Σημεία	0.500 m	Αριστερός τοίχος	23	24	
				Κάτω τοίχος	23	24	
				(CIE, SHR = 0.25.)			

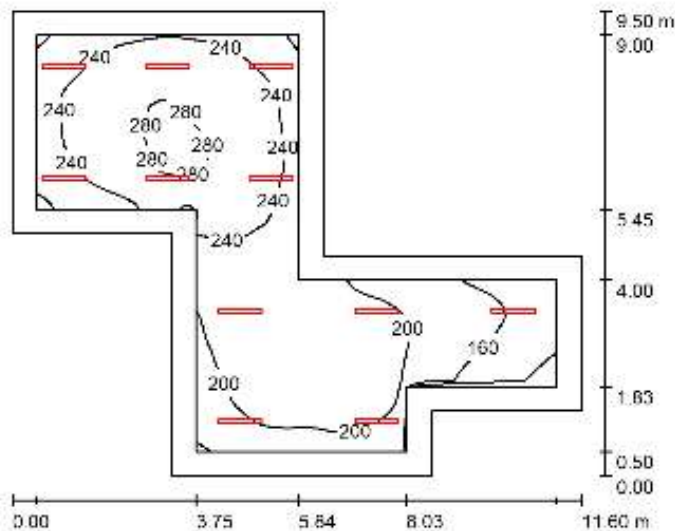
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	8	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. NOTUS 2 STATUS LINEAR LED 1720mm 2x37.2W (1.000)	7096	7098	82.5
Συνολικά:			56768	56784	660.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $10.08 \text{ W/m}^2 = 1.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 65.51 m^2)

Εικόνα A.18: Περίληψη χώρου A3 DIALux

A6(Χ.Διαλειμμάτων) / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m Ύψος αναρμολόγησης: 2.800 m Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:122

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	222	103	284	0.462
Δάπεδο	20	205	78	288	0.371
Οροφή	70	53	28	78	0.538
Τοίχαι (10)	50	127	35	275	/

Επίπεδο εργασίας:

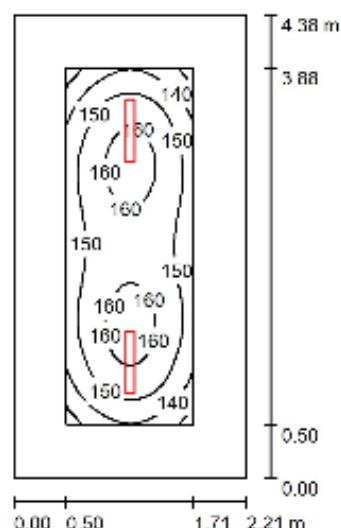
Ύψος: 0.000 m
Κάναβος: 64 x 64 Σημεία
Περιφερική ζώνη: 0.500 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	11	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			23850	Συνολικά: 23850	218.7

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $3.40 \text{ W/m}^2 = 1.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 63.73 m²)

Εικόνα Α.19: Περίληψη χώρου Α6(Χ.Διαλειμμάτων) DIALux

A6(XΦΕ) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:57

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	152	125	165	0.828
Δάπεδο	20	93	67	110	0.718
Οροφή	70	32	21	37	0.664
Τοίχοι (4)	50	73	25	144	/

Επίπεδο εργασίας:

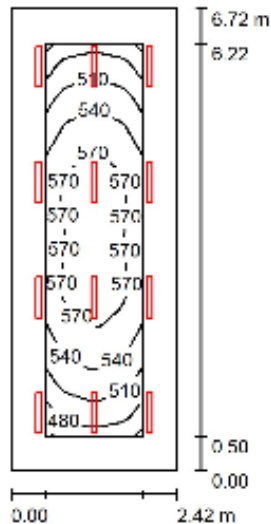
Ύψος:	0.850 m	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Κάναβος:	16 x 32 Σημεία	Αριστερός τοίχος	20	21	
Περιφερική ζώνη:	0.500 m	Κάτω τοίχος	22	23	
		(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	2	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361Lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			2722	2722	26.2

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $2.71 \text{ W/m}^2 = 1.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 9.68 m^2)

Εικόνα A.20: Περίληψη χώρου A6(XΦΕ) DIALux

A8 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:87

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	539	445	588	0.826
Δάπεδο	20	375	254	445	0.679
Οροφή	70	132	104	164	0.792
Τοίχοι (4)	50	293	108	705	/

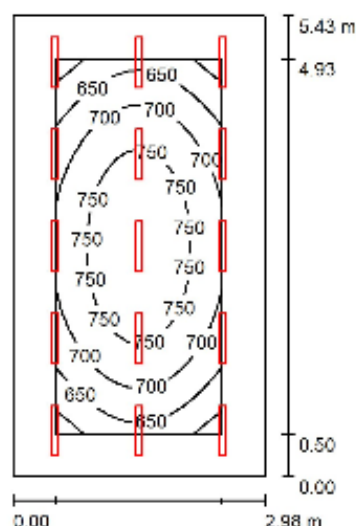
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	
Κάβναβος: 64 x 16 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.67 \text{ W/m}^2 = 1.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 16.26 m^2)

Εικόνα A.21: Περίληψη χώρου A8 DIALux

A9 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:70

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	709	574	789	0.809
Δάπεδο	20	496	341	598	0.687
Οροφή	70	168	143	187	0.854
Τοίχοι (4)	50	381	145	748	/

Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	φωτιστικών
Κάναβος: 32 x 16 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

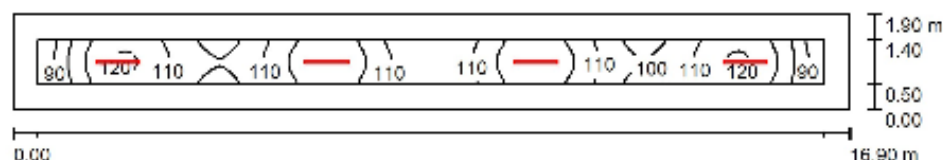
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	15	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			20415	Συνολικά: 20415	196.5

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $12.14 \text{ W/m}^2 = 1.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 16.18 m^2)

Εικόνα A.22: Περίληψη χώρου A9 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλέφωνο
 Φαξ
 e-Mail

A10 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:121

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	110	80	129	0.729
Δάπεδο	20	103	64	128	0.617
Οροφή	70	32	22	40	0.681
Τοίχοι (4)	50	74	23	202	/

Επίπεδο εργασίας:

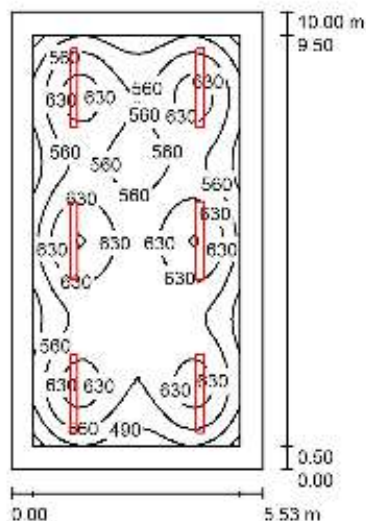
 Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 128 x 32 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

Κατάλογος τμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Ταμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	4	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			8600	8600	78.8

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $2.45 \text{ W/m}^2 = 2.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 32.11 m²)

Εικόνα A.23: Περίληψη χώρου A10 DIALux

A15 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:129

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	575	395	707	0.688
Δάπεδο	20	454	275	553	0.606
Οροφή	70	113	91	137	0.808
Τοίχοι (4)	50	275	99	415	/

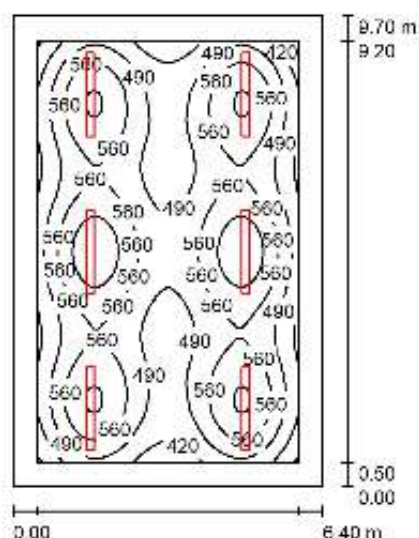
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	23	24	φωτιστικών
Κάνναβος: 32 x 64 Σημεία	Κάτω τοίχος	23	24	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	6	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. NOTUS 2 STATUS LINEAR LED 1720mm 2X37.2W (1.000)	7096	7098	82.5
Συνολικά:			42576	Συνολικά: 42588	495.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $8.95 \text{ W/m}^2 = 1.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 55.30 m^2)

Εικόνα A.24: Περίληψη χώρου A15 DIALux

A16 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.80 m Ύψος συναρμολόγησης: 2.80 m Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:125

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	528	342	682	0.648
Δάπεδο	20	420	238	516	0.568
Οροφή	70	101	73	116	0.721
Τοίχοι (4)	50	247	88	421	/

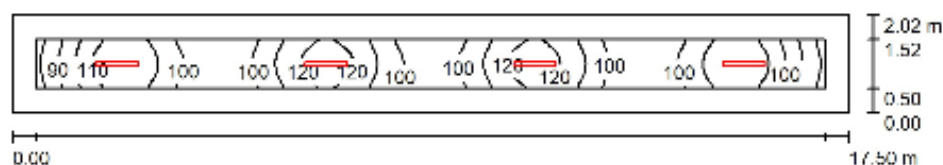
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος: 0.850 m	Αριστερόστοιχος	23	24	φωτιστικών
Κάναβος: 64 x 64 Σημεία	Κάτωστοιχος	23	24	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	6	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. NOTUS 2 STATUS LINEAR LED 1720mm 2X37.2W (1.000)	7096	7098	82.5
Συνολικά:			42576	Συνολικά: 42588	495.0

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $7.97 \text{ W/m}^2 = 1.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 62.08 m^2)

Εικόνα A.25: Περίληψη χώρου A16 DIALux

A21 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:128

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	105	77	125	0.729
Δάπεδο	20	98	60	124	0.613
Οροφή	70	30	21	38	0.701
Τοίχοι (4)	50	69	23	181	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.000 m
Κάναβος:	128 x 32 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

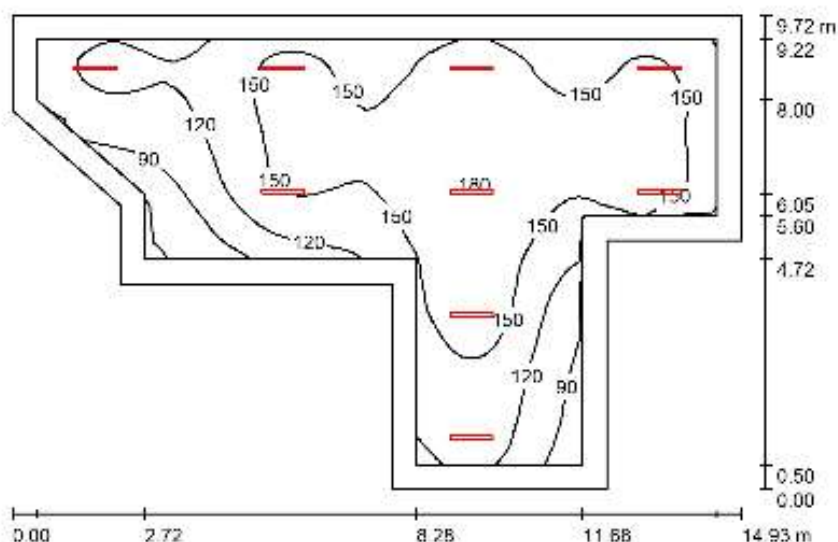
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	4	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			8600	8600	78.8

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $2.23 \text{ W/m}^2 = 2.12 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 35.35 m²)

Εικόνα A.26: Περίληψη χώρου A21 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλέφωνο
 Φαξ
 e-Mail

A22(Χ.Διαλειμμάτων) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:125

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	139	58	181	0.404
Δάπεδο	20	130	42	182	0.323
Οροφή	70	31	17	48	0.553
Τοίχοι (10)	50	74	21	185	/

Επίπεδο εργασίας:

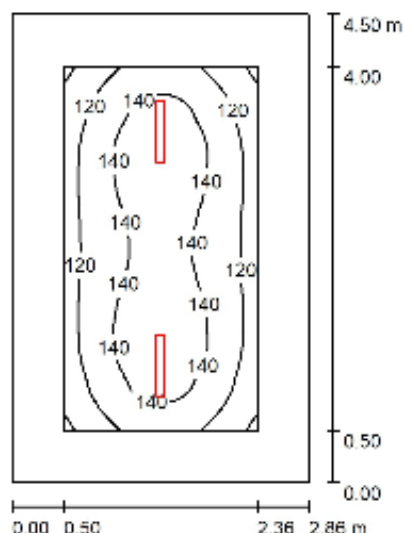
 Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 64 x 64 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	9	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			19350	Συνολικά: 19350	177.3

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $1.92 \text{ W/m}^2 = 1.38 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 92.55 m^2)

Εικόνα A.27: Περίληψη χώρου A22(Χ.Διαλειμμάτων) DIALux

A22(ΧΦΕ) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:58

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	132	96	154	0.731
Δάπεδο	20	83	58	102	0.698
Οροφή	70	25	17	29	0.661
Τοίχοι (4)	50	59	19	130	/

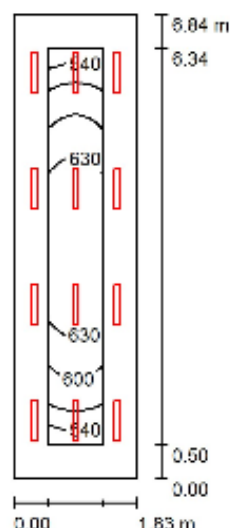
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	20	21	φωτιστικών
Κάναβος: 32 x 64 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	2	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361Lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			2722	2722	26.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $2.04 \text{ W/m}^2 = 1.54 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 12.87 m^2)

Εικόνα Α.28: Περίληψη χώρου A22(ΧΦΕ) DIALux

A23(Γ3α) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:88

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	608	513	649	0.844
Δάπεδο	20	406	291	474	0.718
Οροφή	70	165	109	191	0.665
Τοίχοι (4)	50	342	137	1034	/

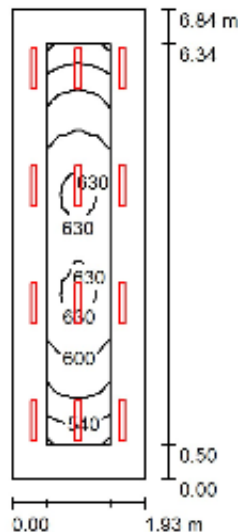
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	φωτιστικών
Κάναβος: 32 x 8 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361LM-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $12.56 \text{ W/m}^2 = 2.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 12.52 m^2)

Εικόνα Α.29: Περίληψη χώρου A23(Γ3α) DIALux

A23(Γ3β) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:88

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	594	508	636	0.851
Δάπεδο	20	400	284	469	0.709
Οροφή	70	158	122	194	0.771
Τοίχοι (4)	50	332	128	967	/

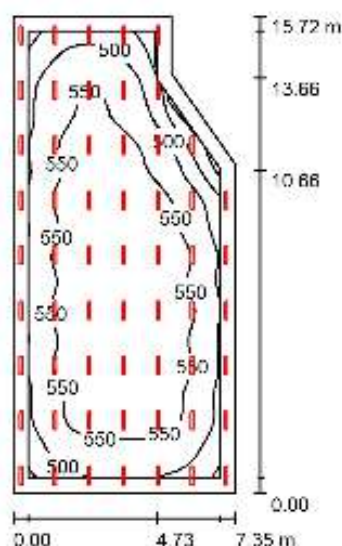
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	
Κάναβος: 64 x 16 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361Lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	Συνολικά: 16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $11.91 \text{ W/m}^2 = 2.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 13.20 m^2)

Εικόνα A.30: Περίληψη χώρου A23(Γ3β) DIALux

A24 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:202

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	539	378	591	0.698
Δάπεδο	20	486	295	550	0.634
Οροφή	70	117	96	234	0.820
Ταίχια (6)	50	299	104	1148	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.850 m
Κάναβος:	32 x 64 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

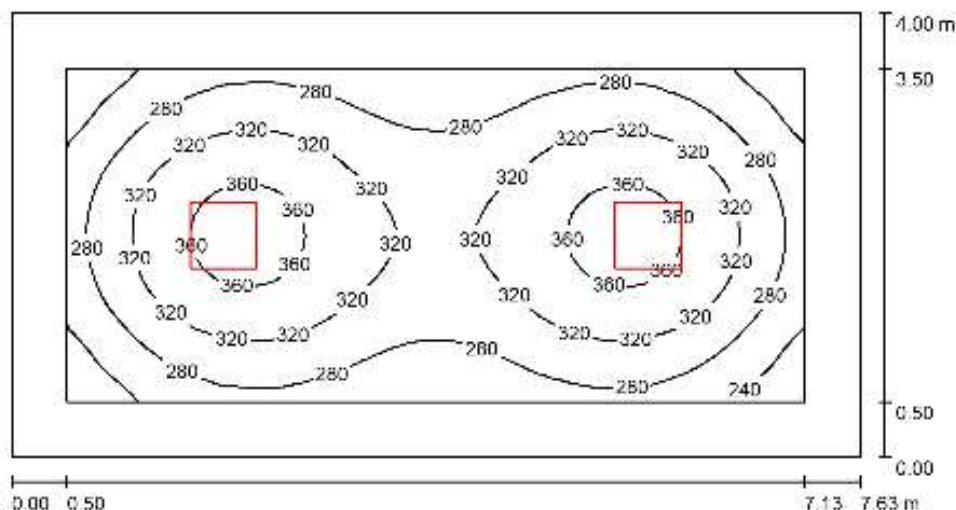
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	58	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			78938	78938	759.8

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $7.01 \text{ W/m}^2 = 1.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 108.33 m^2)

Εικόνα A.31: Περίληψη χώρου A24 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλέφωνο
 Φαξ
 e-Mail

A25 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:55

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	304	211	377	0.693
Δάπεδο	20	272	149	378	0.549
Οροφή	70	67	46	74	0.682
Τοίχοι (4)	50	158	58	243	/

Επίπεδο εργασίας:

 Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 64 x 32 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

UGR

 Κατά μήκος-
 Αριστερός τοίχος: 22
 Κάτω τοίχος: 23
 (CIE, SHR = 0.25.)

Εγκάρσια

 22
 23

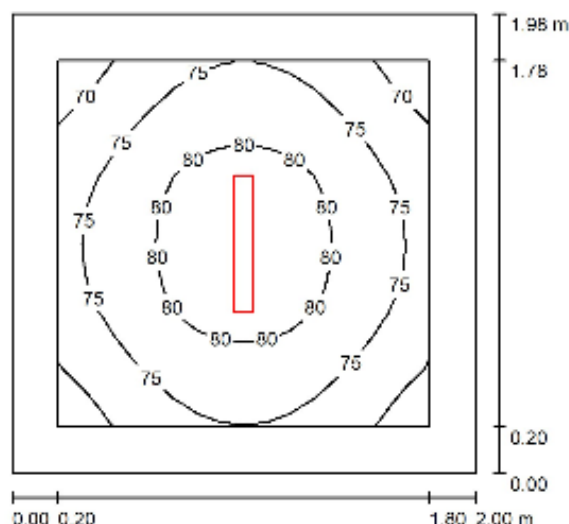
προς τον άξονα φωτιστικών
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	2	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. DOUBLE LOUVRE 1 ACRYLIC OPAL 4 x LINEAR LED 16W (1.000)	7794	7796	71.1
Συνολικά:			15587	Συνολικά: 15592	142.2

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $4.66 \text{ W/m}^2 = 1.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 30.52 m^2)

Εικόνα A.32: Περίληψη χώρου A25 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλ: 6970000000
 Φαξ: 6970000000
 e-Mail:

A26 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:26

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	76	67	83	0.882
Δάπεδο	20	72	59	82	0.812
Οροφή	70	36	24	41	0.685
Τοίχοι (4)	50	73	26	170	/

Επίπεδο εργασίας:

 Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 16 x 16 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

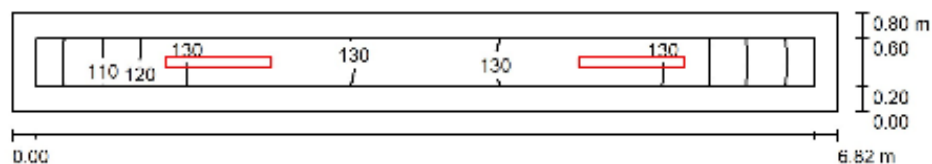
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	1	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			1361	Συνολικά: 1361	13.1

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $3.31 \text{ W/m}^2 = 4.33 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 3.96 m^2)

Εικόνα A.33: Περίληψη χώρου A26 DIALux

Υπαύθυνος επεξεργασίας
 Τηλ/Φωνάκι
 Φαξ
 e-Mail

A28(Διάδρομος) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:49

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	125	96	137	0.768
Δάπεδο	20	120	85	137	0.703
Οροφή	70	80	34	150	0.420
Τοίχοι (4)	50	129	35	837	/

Επίπεδο εργασίας:

 Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 64 x 4 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

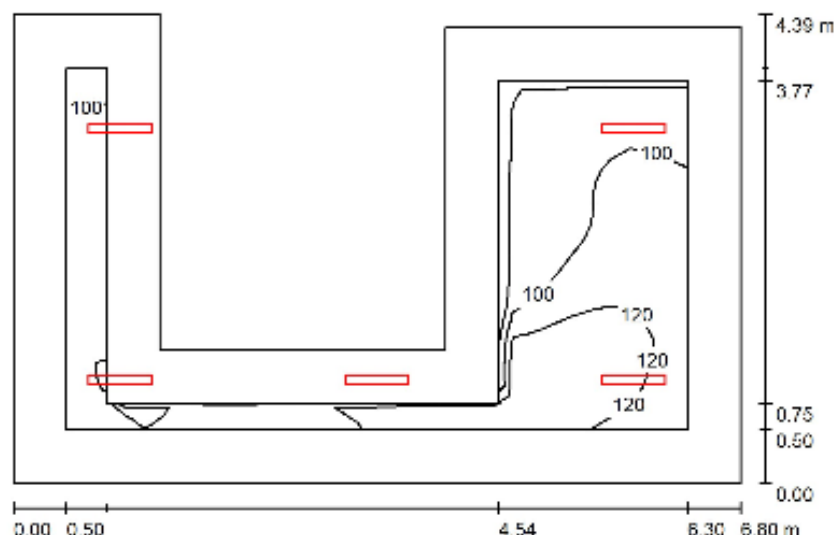
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχιο	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	2	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			4300	Συνολικά: 4300	39.4

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $7.22 \text{ W/m}^2 = 5.80 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 5.46 m^2)

Εικόνα Α.34: Περίληψη χώρου A28(Διάδρομος) DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλ: 210 4123456
 Φαξ: 210 4123456
 e-Mail: info@ptyxiakh.gr

A28(Χ.Διαλειμμάτων) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:57

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	107	78	129	0.705
Δάπεδο	20	102	58	132	0.569
Οροφή	70	40	21	132	0.539
Τοίχοι (8)	50	87	24	1881	/

Επίπεδο εργασίας:

 Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 32 x 32 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

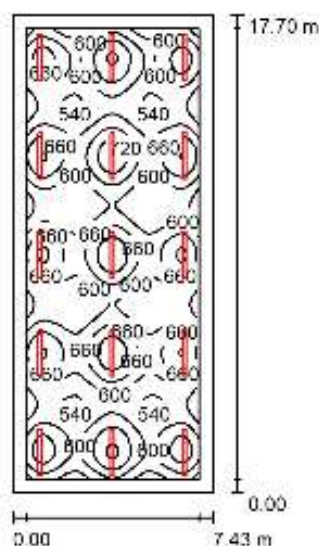
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	5	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361Lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			6805	6805	65.5

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $3.10 \text{ W/m}^2 = 2.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 21.14 m^2)

Εικόνα A.35: Περίληψη χώρου A28(Χ.Διαλειμμάτων) DIALux

A 29 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:228

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [k]	E_{mh} [k]	E_{max} [k]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	616	497	771	0.807
Δάπεδο	20	534	341	634	0.639
Οροφή	70	129	110	169	0.852
Τοίχοι (4)	50	333	122	553	/

Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος:	0.850 m	Αριστερός τοίχος	23	24
Κάναβος:	128 x 64 Σημεία	Κάτω τοίχος	23	24
Περιφερική ζώνη:	0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)		

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τμήματα	Ονομασία (Συντελεστής διάθραξης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	15	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. NOTUS 2 STATUS LINEAR LED 1720mm 2X37.2W (1.000)	7098	7098	82.5
Συνολικά:			108441	Συνολικά: 108470	1237.5

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.41 \text{ W/m}^2 = 1.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 131.51 m^2)

Εικόνα A.36: Περίληψη χώρου A29 DIALux

A.3 Αποτελέσματα φωτοτεχνικής μελέτης Β' ορόφου

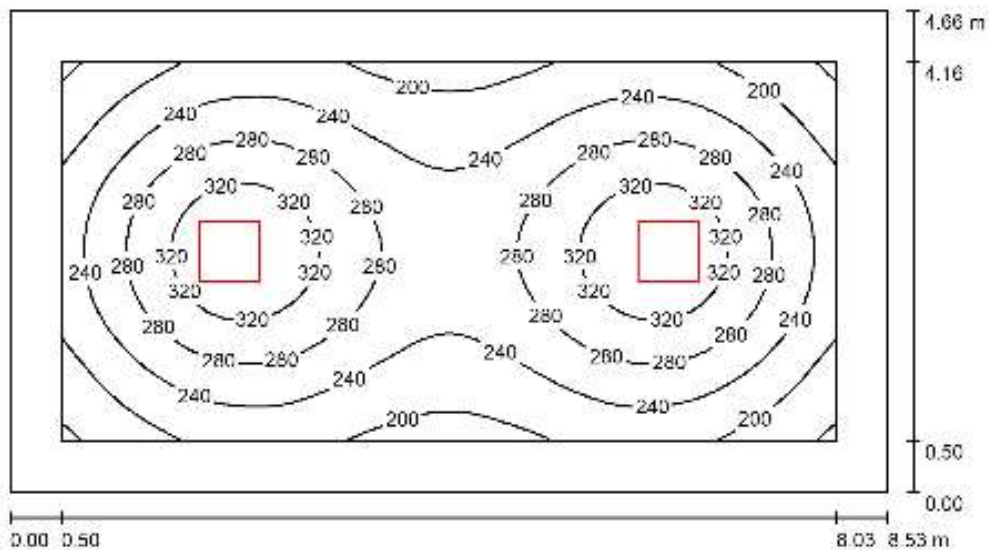
ptyxiakh pappa_mavriki_fotismos_2025_b orofos

DIALux
06.04.2025

06.04.2025

Υπεύθυνος επικοινωνίας
Τηλέφωνο
Φαξ
e-Mail

B1 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:81

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [k]	E_{mh} [k]	E_{max} [k]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	257	155	350	0.603
Δάπεδο	20	229	118	351	0.514
Οροφή	70	53	37	58	0.699
Τοίχοι (4)	50	122	45	193	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.000 m
Κάνναβος:	64 x 32 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

UGR

Αριστερός τοίχος
Κάτω τοίχος
(CIE, SHR = 0.25.)

Κατά μήκος:

23	23
----	----

Εγκάρσια προς τον άξονα
23 φωτιστικών

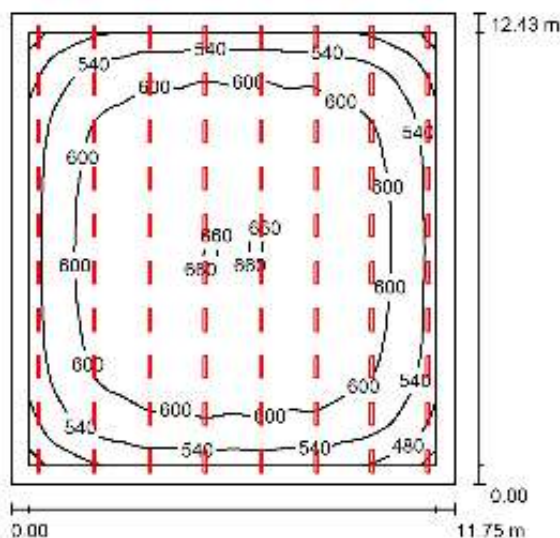
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Ταμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	2	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. DOUBLE LOUVRE 1 ACRYLIC OPAL 4 x LINEAR LED 10W (1.000)	7794	7796	71.1
		Συνολικά:	15587	Συνολικά: 15592	142.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $3.58 \text{ W/m}^2 = 1.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 39.75 m^2)

Εικόνα A.37: Περίληψη χώρου B1 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλέφωνο
 Φαξ
 e-Mail

B2 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.871 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:160

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	$E_{m,h}$ [lx]	E_{max} [lx]	$E_{m,h} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	593	397	663	0.670
Δάπεδο	20	520	290	631	0.557
Οροφή	70	121	112	164	0.926
Τοίχοι (4)	50	305	120	527	/

Επίπεδο εργασίας:		UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος:	0.850 m	Αριστερόστοιχος	24	25	
Κάναβος:	64 x 64 Σημεία	Κάτωστοιχος	24	25	
Περιφερική ζώνη:	0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

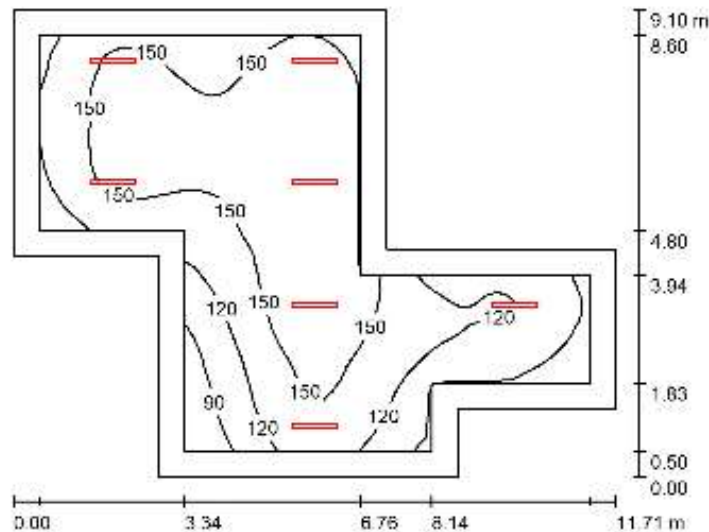
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	80	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361Lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			108880	Συνολικά: 108880	1048.0

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $7.18 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 146.05 m^2)

Εικόνα A.38: Περίληψη χώρου B2 DIALux

Υπαθύνος επεξεργασίας
 Τηλέφωνο
 Φαξ
 e-Mail

B3(Χ.Διαλειμμάτων) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:117

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	139	67	178	0.485
Δάπεδο	20	128	50	178	0.391
Οροφή	70	31	18	47	0.599
Τοίχοι (10)	50	72	21	195	/

Επίπεδο εργασίας:

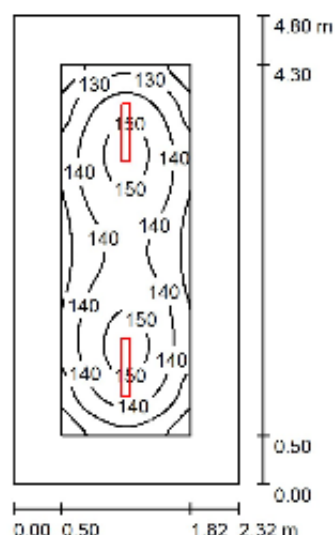
 Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 64 x 64 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	7	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			15050	Συνολικά: 15050	137.9

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $1.98 \text{ W/m}^2 = 1.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 69.53 m²)

Εικόνα Α.39: Περίληψη χώρου B3(Χ.Διαλειμμάτων) DIALux

B3(ΧΕΦ) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:62

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	139	111	154	0.797
Δάπεδο	20	86	61	102	0.703
Οροφή	70	28	19	32	0.672
Τοίχοι (4)	50	65	22	121	/

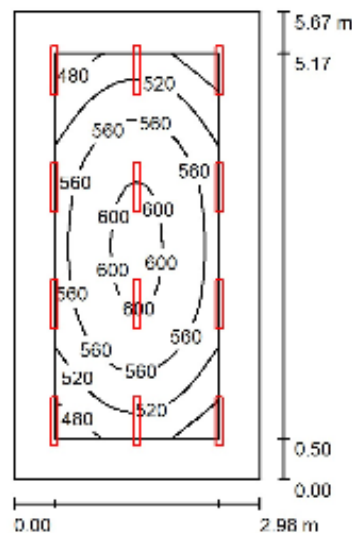
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	
Κάναβος: 64 x 32 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	2	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			2722	2722	26.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $2.35 \text{ W/m}^2 = 1.70 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 11.14 m^2)

Εικόνα Α.40: Περίληψη χώρου B3(ΧΕΦ) DIALux

B5 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:73

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	549	445	609	0.809
Δάπεδο	20	387	264	465	0.683
Οροφή	70	128	103	140	0.801
Τοίχοι (4)	50	294	111	544	/

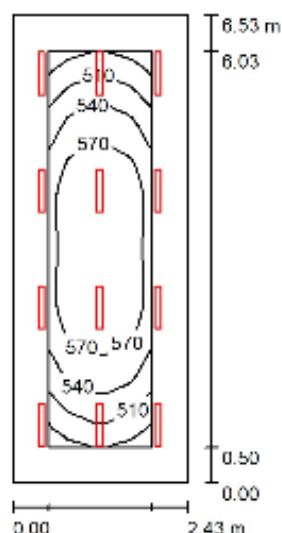
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	
Κάναβος: 32 x 16 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361Lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.30 \text{ W/m}^2 = 1.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 16.90 m^2)

Εικόνα A.41: Περίληψη χώρου B5 DIALux

B6 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:84

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	551	456	599	0.827
Δάπεδο	20	382	266	454	0.697
Οροφή	70	135	108	169	0.799
Τοίχοι (4)	50	299	115	703	/

Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος: 0.850 m	Αριστερόστοιχος	21	22	
Κάναβος: 64 x 16 Σημεία	Κάτωστοιχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

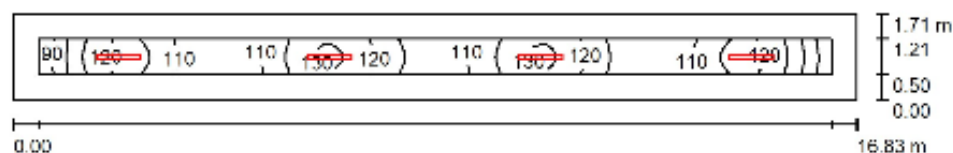
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	Συνολικά: 16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.91 \text{ W/m}^2 = 1.80 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 15.87 m^2)

Εικόνα A.42: Περίληψη χώρου B6 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλέφωνο
 Φαξ
 e-Mail

B7 / Περίληψη

 Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος αναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής
 συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:121

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	113	83	132	0.735
Δάπεδο	20	106	65	131	0.616
Οροφή	70	35	23	46	0.662
Τοίχοι (4)	50	79	24	240	/

Επίπεδο εργασίας:

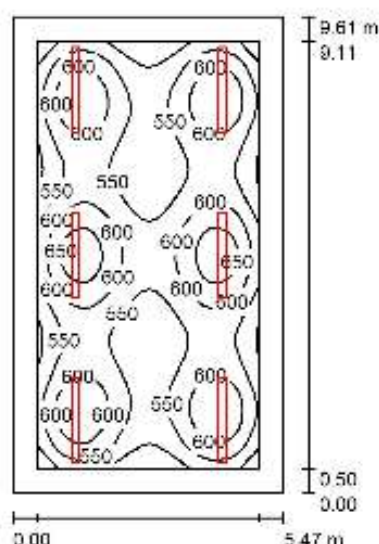
 Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 128 x 8 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	4	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W- 2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			8600	8600	78.8

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $2.74 \text{ W/m}^2 = 2.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 28.78 m²)

Εικόνα A.43: Περίληψη χώρου B7 DIALux

B12 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.871 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:124

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	570	451	684	0.791
Δάπεδο	20	457	292	538	0.639
Οροφή	70	122	100	177	0.825
Τοίχοι (4)	50	303	124	527	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.850 m
Κάνναβος:	64 x 32 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

UGR

Αριστερός τοίχος	22
Κάτω τοίχος	23
(CIE, SHR = 0.25.)	

Κατά μήκος-

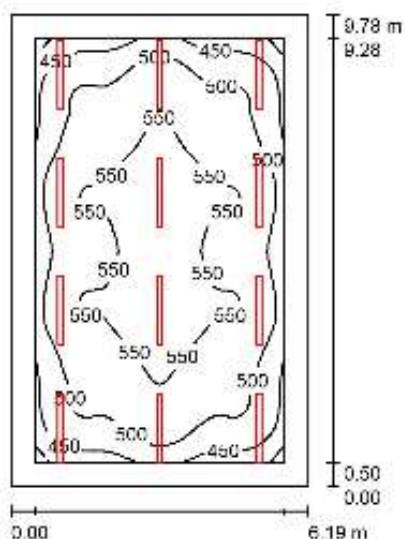
Εγκάρσια	23
προς τον άξονα φωτιστικών	24

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	6	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. NOTUS 2 STATUS LINEAR LED 1720mm 2X37.2W (1.000)	7096	7098	82.5
Συνολικά:			42576	Συνολικά: 42588	495.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.42 \text{ W/m}^2 = 1.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 52.57 m^2)

Εικόνα A.44: Περίληψη χώρου B12 DIALux

B13 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.871 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:126

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	518	376	601	0.726
Δάπεδο	20	420	265	517	0.631
Οροφή	70	106	85	146	0.803
Τοίχοι (4)	50	262	99	416	/

Επίπεδο εργασίας:		UGR	Κατά μήκος:	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος:	0.850 m	Αριστερός τοίχος	24	24	
Κάναβος:	64 x 64 Σημεία	Κάτω τοίχος	24	24	
Περιφερική ζώνη:	0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

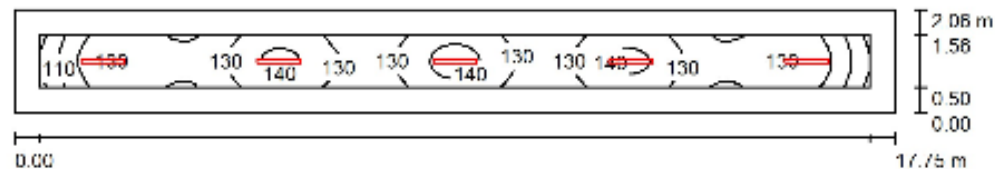
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Ταμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 840 NOTUS 3 LINEAR LED 1420mm (1.000)	3560	3560	28.3
Συνολικά:			42720	Συνολικά: 42720	339.6

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $5.61 \text{ W/m}^2 = 1.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 60.54 m^2)

Εικόνα A.45: Περίληψη χώρου B13 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλ: 6970000000
 Φαξ: 6970000000
 e-Mail:

B18 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:127

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	128	98	143	0.765
Δάπεδο	20	120	75	142	0.629
Οροφή	70	36	27	42	0.750
Τοίχοι (4)	50	84	29	182	/

Επίπεδο εργασίας:

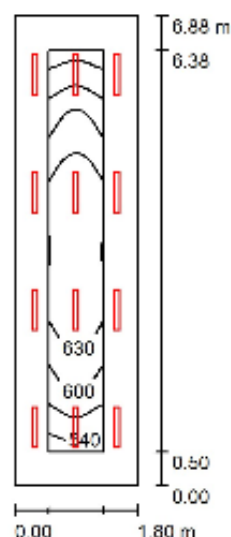
 Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 128 x 8 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	5	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			10750	Συνολικά: 10750	98.5

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $2.69 \text{ W/m}^2 = 2.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 36.57 m^2)

Εικόνα Α.46: Περίληψη χώρου B18 DIALux

B19(Γ6α) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:89

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	609	513	653	0.843
Δάπεδο	20	408	294	475	0.724
Οροφή	70	168	110	194	0.665
Τοίχοι (4)	50	344	134	1061	/

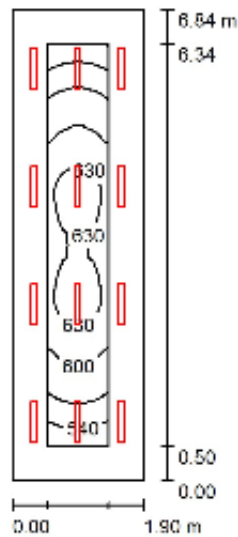
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	φωτιστικών
Κάναβος: 64 x 8 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	Συνολικά: 16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 12.69 W/m² = 2.08 W/m²/100 lx (Βασική επιφάνεια: 12.38 m²)

Εικόνα Α.47: Περίληψη χώρου B19(Γ6α) DIALux


B19(Γ6β) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:88

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	598	510	640	0.852
Δάπεδο	20	402	285	471	0.710
Οροφή	70	160	123	195	0.769
Τοίχοι (4)	50	335	129	988	/

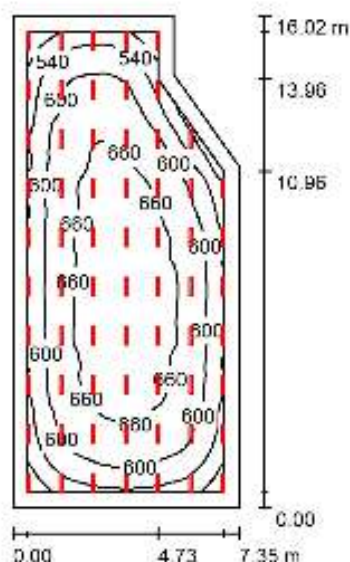
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	φωτιστικών
Κάναβος: 64 x 16 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $12.10 \text{ W/m}^2 = 2.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 13.00 m^2)

Εικόνα Α.48: Περίληψη χώρου B19(Γ6β) DIALux

B20 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.871 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:208

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	613	417	693	0.679
Δάπεδο	20	523	311	638	0.594
Οροφή	70	128	108	169	0.842
Τοίχοι (θ)	50	317	117	513	/

Επίπεδο εργασίας:

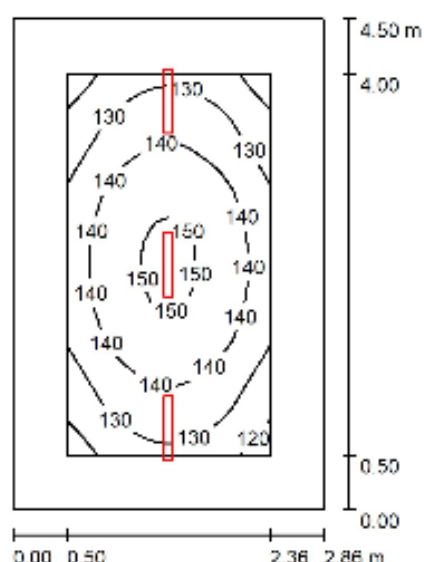
Ύψος:	0.850 m
Κάναβος:	128 x 64 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	65	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			88465	88465	851.5

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $7.70 \text{ W/m}^2 = 1.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 110.54 m^2)

Εικόνα A.49: Περίληψη χώρου B20 DIALux

B21(ΧΕΦ) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος αναμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:58

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	137	115	152	0.837
Δάπεδο	20	123	87	152	0.708
Οροφή	70	39	25	49	0.654
Τοίχοι (4)	50	89	29	288	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.000 m
Κάναβος:	16 x 32 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

UGR

Αριστερός τοίχος	20
Κάτω τοίχος	22
(CIE, SHR = 0.25.)	

Κατά μήκος-

20
22

Εγκάρσια

21
23

προς τον άξονα φωτιστικών

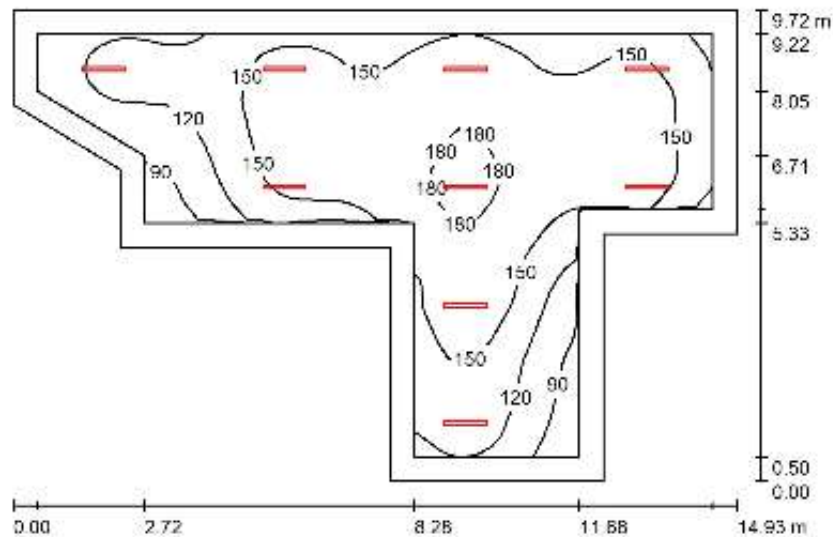
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	3	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1381Lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			4083	4083	39.3

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $3.05 \text{ W/m}^2 = 2.23 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 12.87 m^2)

Εικόνα A.50: Περίληψη χώρου B21(ΧΕΦ) DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλέφωνο
 Φαξ
 e-Mail

B21 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:125

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	145	69	189	0.475
Δάπεδο	20	135	51	189	0.380
Οροφή	70	32	20	59	0.617
Ταίχια (10)	50	75	23	196	/

Επίπεδο εργασίας:

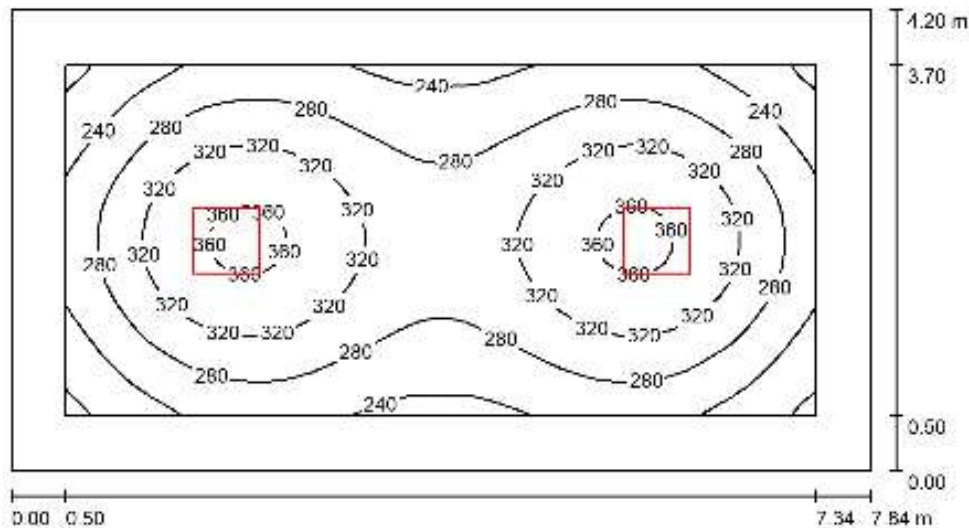
 Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 64 x 64 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διάθραξης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	9	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			19350	Συνολικά: 19350	177.3

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $2.00 \text{ W/m}^2 = 1.38 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 88.48 m^2)

Εικόνα A.51: Περίληψη χώρου B21 DIALux

B22 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος αναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:57

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	290	192	369	0.662
Δάπεδο	20	280	136	368	0.524
Οροφή	70	63	42	69	0.676
Τοίχοι (4)	50	147	54	228	/

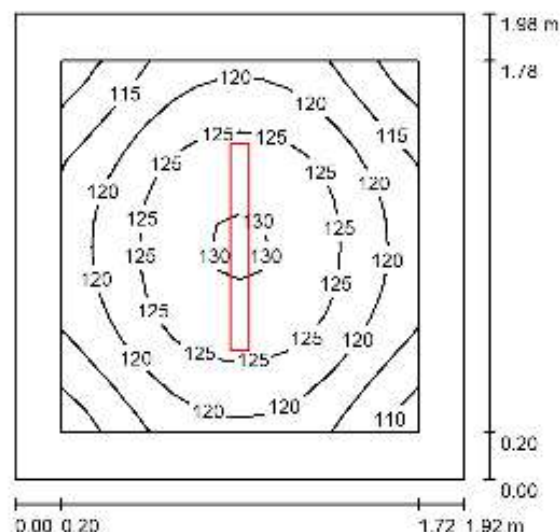
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος: 0.000 m	Αριστερός τοίχος	22	22	
Κάναβος: 64 x 32 Σημεία	Κάτω τοίχος	23	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	2	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. DOUBLE LOUVRE 1 ACRYLIC OPAL 4 x LINEAR LED 16W (1.000)	7794	7796	71.1
Συνολικά:			15587	Συνολικά: 15592	142.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $4.32 \text{ W/m}^2 = 1.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 32.93 m^2)

Εικόνα A.52: Περίληψη χώρου B22 DIALux

B23 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος αναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:28

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	121	107	131	0.885
Δάπεδο	20	115	94	130	0.817
Οροφή	70	58	41	67	0.701
Τοίχοι (4)	50	119	43	285	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.000 m
Κάνναβος:	16 x 16 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.200 m

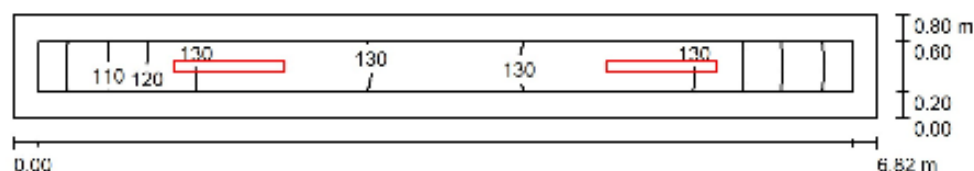
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	1	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			2150	2150	19.7

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $5.18 \text{ W/m}^2 = 4.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 3.80 m^2)

Εικόνα A.53: Περίληψη χώρου B23 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλ: 6970000000
 Φαξ: 6970000000
 e-Mail:

B27(Διάδρομος) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:49

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	125	96	137	0.768
Δάπεδο	20	120	85	137	0.703
Οροφή	70	80	34	150	0.420
Τοίχοι (4)	50	129	35	837	/

Επίπεδο εργασίας:

 Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 64 x 4 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

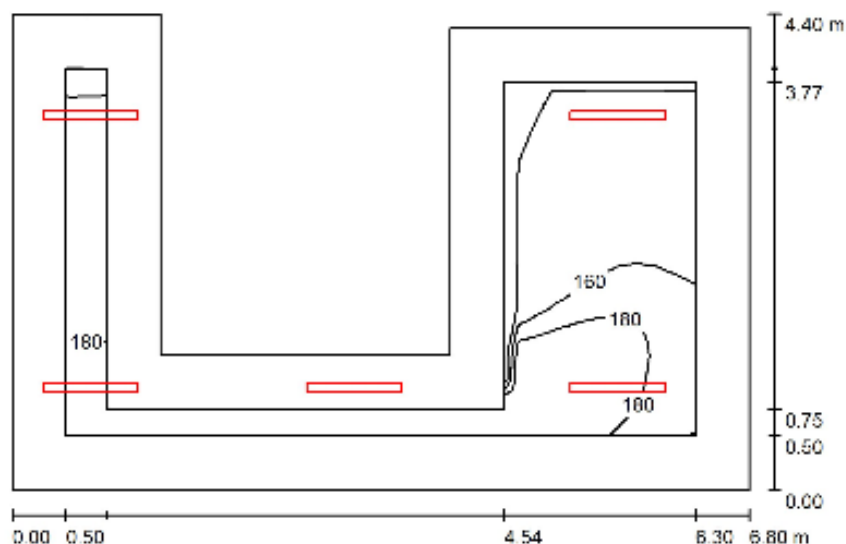
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	2	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			4300	4300	39.4

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $7.22 \text{ W/m}^2 = 5.80 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 5.46 m^2)

Εικόνα Α.54: Περίληψη χώρου B27(Διάδρομος) DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλέφωνο
 Φαξ
 e-Mail

B27(Χ.Διαλειμμάτων) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:57

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	166	128	201	0.773
Δάπεδο	20	160	99	206	0.617
Οροφή	70	63	37	148	0.585
Τοίχοι (8)	50	138	42	1143	/

Επίπεδο εργασίας:

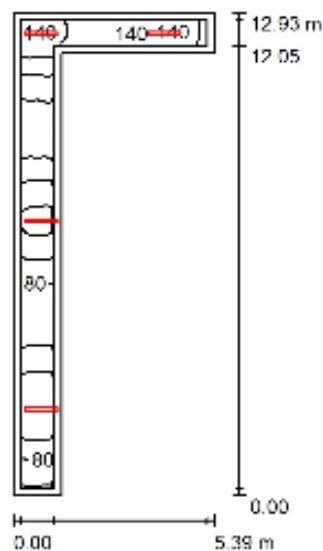
 Ύψος: 0.000 m
 Κάνναβος: 32 x 32 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	5	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			10750	Συνολικά: 10750	98.5

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $4.66 \text{ W/m}^2 = 2.81 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 21.14 m^2)

Εικόνα Α.55: Περίληψη χώρου B27(Χ.Διαλειμμάτων) DIALux

B28 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:167

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	104	59	148	0.566
Δάπεδο	20	103	54	145	0.524
Οροφή	70	48	20	166	0.414
Τοίχοι (θ)	50	94	24	1379	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος	0.000 m
Κάνναβος:	128 x 64 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.200 m

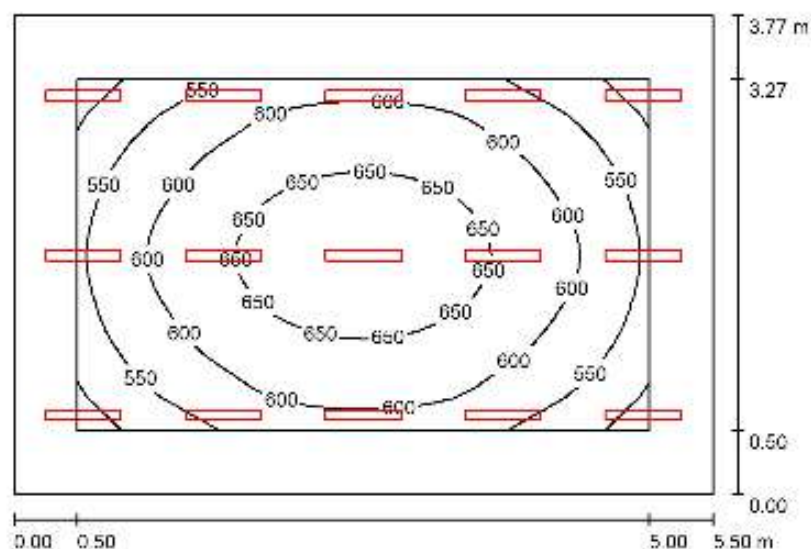
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	4	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			8600	8600	78.8

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $3.71 \text{ W/m}^2 = 3.59 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 21.23 m²)

Εικόνα A.56: Περίληψη χώρου B28 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλ: 6970...
 Φαξ: ...
 e-Mail: ...

B29 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:49

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	599	472	677	0.788
Δάπεδο	20	435	306	531	0.704
Οροφή	70	135	104	155	0.772
Τοίχοι (4)	50	315	114	670	/

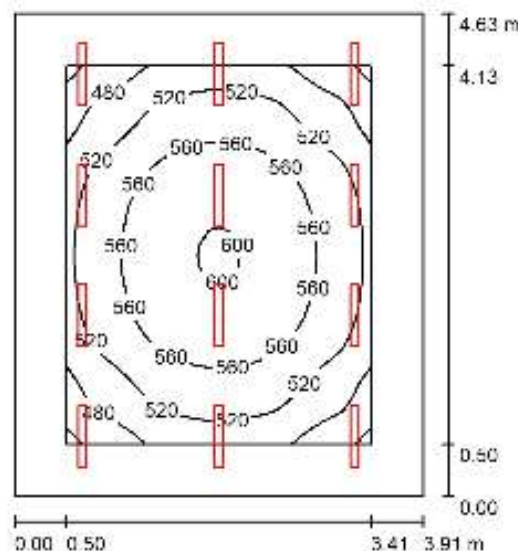
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	22	23	φωτιστικών
Κάναβος: 32 x 32 Σημεία	Κάτω τοίχος	21	22	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	15	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			20415	20415	196.5

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.48 \text{ W/m}^2 = 1.58 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 20.74 m^2)

Εικόνα A.57: Περίληψη χώρου B29 DIALux

B30 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:60

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	537	433	603	0.806
Δάπεδο	20	383	268	464	0.700
Οροφή	70	123	95	138	0.771
Τοίχοι (4)	50	285	105	596	/

Επίπεδο εργασίας:	Υψος	Κάναβος:	Περιφερική ζώνη:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
	0.850 m	32 x 32 Σημεία	0.500 m	Αριστερός τοίχος	23	23	
				Κάτω τοίχος	22	23	
				(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

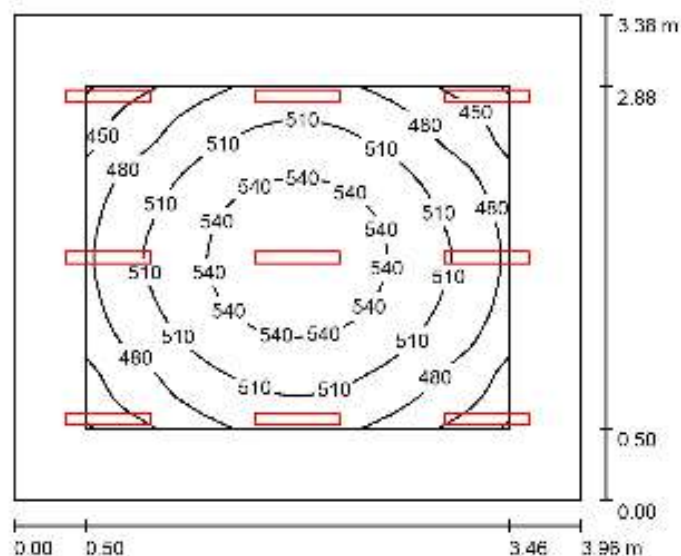
Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικά) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	Συνολικά: 16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $8.68 \text{ W/m}^2 = 1.62 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 18.10 m^2)

Εικόνα A.58: Περίληψη χώρου B30 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
Τηλέφωνο
Φαξ
e-Mail

B32 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:44

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	504	420	559	0.833
Δάπεδο	20	345	248	411	0.719
Οροφή	70	120	88	129	0.732
Τοίχοι (4)	50	272	98	496	/

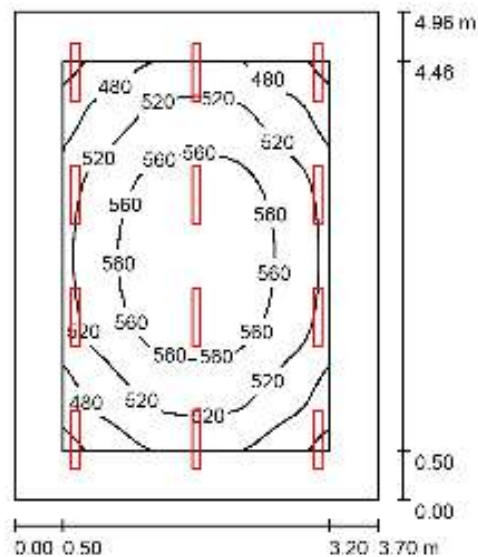
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος: 0.850 m	Αριστερόστοιχος	22	23	
Κάναβος: 32 x 32 Σημεία	Κάτωστοιχος	20	21	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	9	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			12249	12249	117.9

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $8.81 \text{ W/m}^2 = 1.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 13.38 m^2)

Εικόνα A.59: Περίληψη χώρου B32 DIALux

B34 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:64

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	530	428	594	0.804
Δάπεδο	20	378	264	459	0.697
Οροφή	70	121	93	135	0.770
Τοίχοι (4)	50	281	102	535	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.850 m
Κάνναβος:	32 x 32 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

UGR

Αριστερός τοίχος	21
Κάτω τοίχος	22
(CIE, SHR = 0.25.)	

Κατά μήκος-

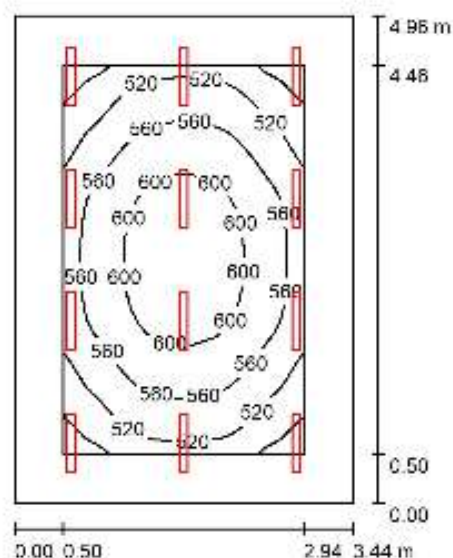
Εγκάρσια	22
προς τον άξονα φωτιστικών	23

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHT SPECIAL LIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $8.57 \text{ W/m}^2 = 1.62 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 18.35 m^2)

Εικόνα A.60: Περίληψη χώρου B34 DIALux

B35 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:64

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	557	451	624	0.809
Δάπεδο	20	394	277	477	0.702
Οροφή	70	129	100	162	0.772
Τοίχοι (4)	50	297	108	550	/

Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος: 0.850 m	Αριστερόστοιχος	21	22	φωτιστικών
Κάβναβος: 32 x 32 Σημεία	Κάτωστοιχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.21 \text{ W/m}^2 = 1.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 17.06 m^2)

Εικόνα A.61: Περίληψη χώρου B35 DIALux

A.4 Αποτελέσματα φωτοτεχνικής μελέτης Γ' ορόφου

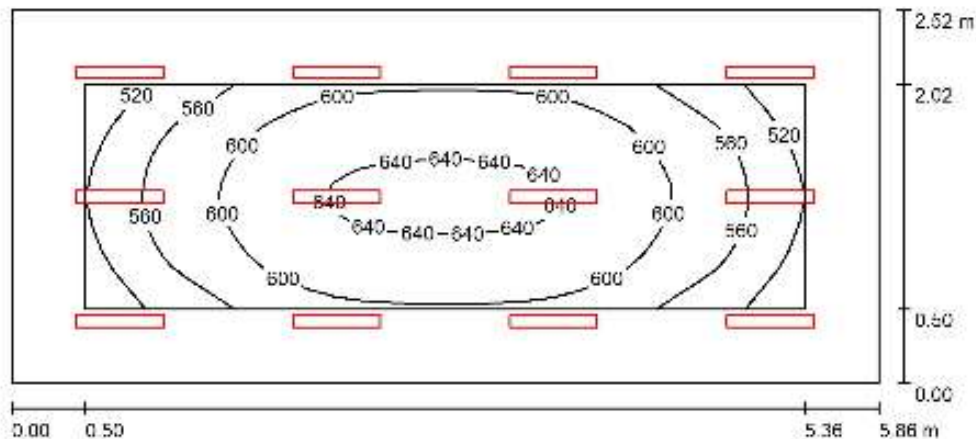
ptyxiakh papp-mavriki_fotismos_2025_c orofos



DIALux
06.04.2025

Υπαύθυνος επεξεργασίας
Τηλέφωνο
Φαξ
e-Mail

Γ1(γραφείο 1) / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:42

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	592	484	648	0.818
Δάπεδο	20	408	284	488	0.697
Οροφή	70	145	119	159	0.819
Τοίχοι (4)	50	322	119	689	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.850 m
Κάνναβος:	32 x 16 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

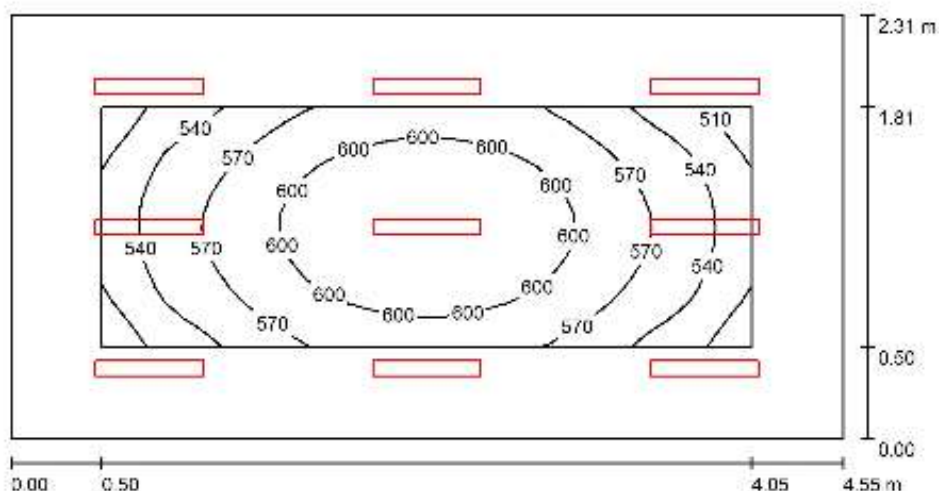
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	Συνολικά: 16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $10.65 \text{ W/m}^2 = 1.80 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 14.77 m^2)

Εικόνα A.62: Περίληψη χώρου Γ1(γραφείο 1) DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
Τηλέφωνο
Φαξ
e-Mail

Γ1 (γραφείο 2) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m Ύψος αναρμολόγησης: 2.800 m Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:33

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	574	489	626	0.851
Δάπεδο	20	378	277	444	0.734
Οροφή	70	148	115	166	0.777
Τοίχοι (4)	50	318	123	764	/

Επίπεδο εργασίας:

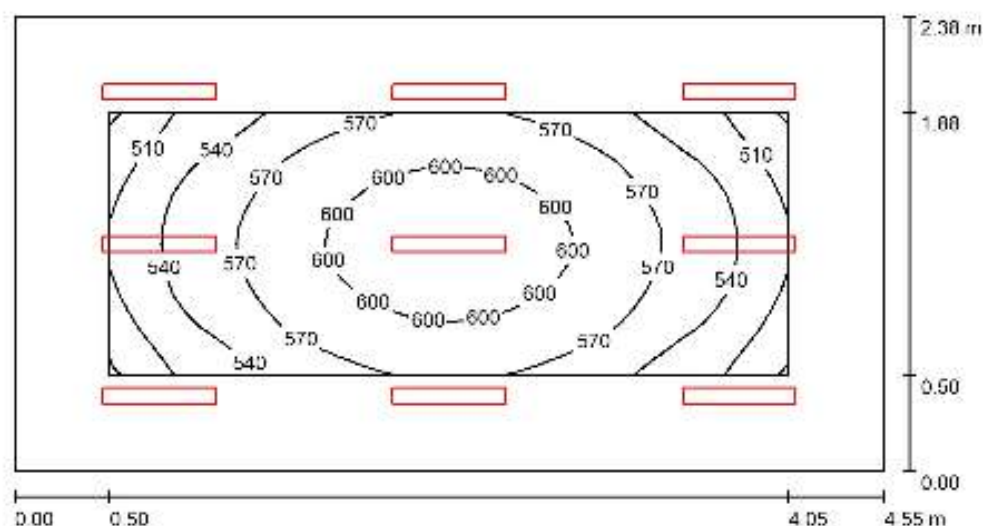
Ύψος: 0.850 m
Κάνναβος: 32 x 16 Σημεία
Περιφερική ζώνη: 0.500 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διάρθρωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	9	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			12249	12249	117.9

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $11.22 \text{ W/m}^2 = 1.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 10.51 m^2)

Εικόνα Α.63: Περίληψη χώρου Γ1(γραφείο 2) DIALux

Γ1(γραφείο 3) / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:33

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	585	479	617	0.849
Δάπεδο	20	373	275	440	0.738
Οροφή	70	144	113	161	0.783
Τοίχοι (4)	50	312	117	729	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.850 m
Κάναβος:	32 x 16 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

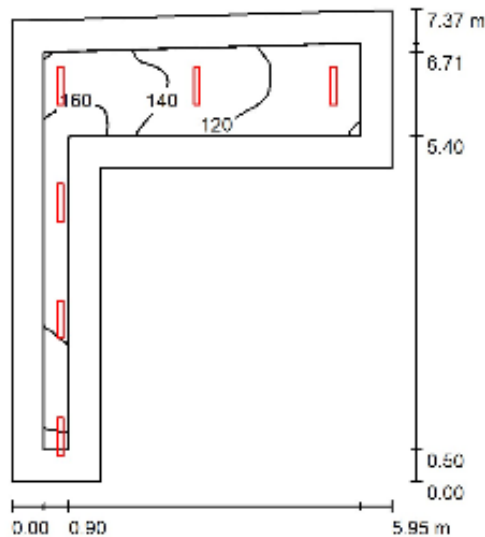
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	9	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			12249	12249	117.9

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $10.89 \text{ W/m}^2 = 1.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 10.83 m^2)

Εικόνα Α.64: Περίληψη χώρου Γ1(γραφείο 3) DIALux

Γ1 (καθιστικό) / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:95

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	136	97	172	0.712
Δάπεδο	20	131	77	172	0.588
Οροφή	70	48	27	80	0.578
Τοίχοι (θ)	50	109	31	342	/

Επίπεδο εργασίας:

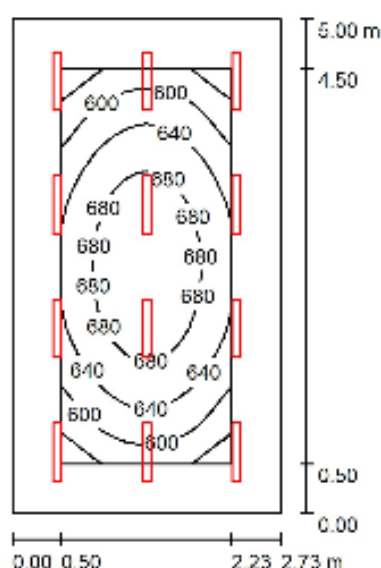
Ύψος: 0.000 m
Κάβλος: 64 x 64 Σημεία
Περιφερική ζώνη: 0.500 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	6	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			8166	8166	78.6

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $3.73 \text{ W/m}^2 = 2.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 21.05 m^2)

Εικόνα A.65: Περίληψη χώρου Γ1(καθιστικό) DIALux

Γ2 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:65

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	643	530	710	0.823
Δάπεδο	20	440	313	524	0.712
Οροφή	70	158	131	174	0.829
Τοίχοι (4)	50	351	131	654	/

Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	
Κάναβος: 32 x 16 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

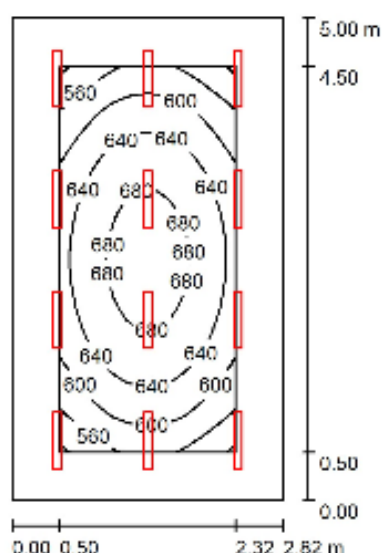
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $11.52 \text{ W/m}^2 = 1.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 13.65 m^2)

Εικόνα Α.66: Περίληψη χώρου Γ2 DIALux

Γ3 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:65

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	631	517	699	0.820
Δάπεδο	20	434	315	522	0.725
Οροφή	70	154	123	171	0.802
Τοίχοι (4)	50	342	129	624	/

Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	φωτιστικών
Κάναβος: 32 x 16 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

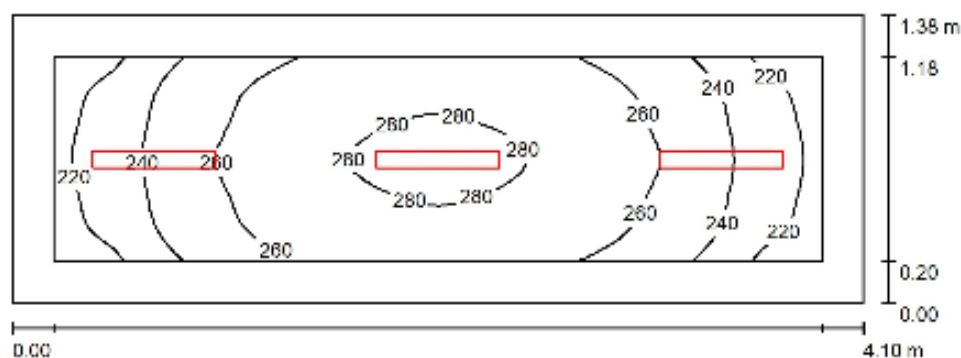
Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1381Lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $11.15 \text{ W/m}^2 = 1.77 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 14.10 m^2)

Εικόνα A.67: Περίληψη χώρου Γ3 DIALux


 Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλέφωνο
 Φαξ
 e-Mail

Γ7 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:30

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	255	205	284	0.802
Δάπεδο	20	159	128	182	0.806
Οροφή	70	79	54	91	0.684
Τοίχοι (4)	50	156	62	389	/

Επίπεδο εργασίας:

 Ύψος: 0.850 m
 Κάνναβος: 64 x 16 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.200 m

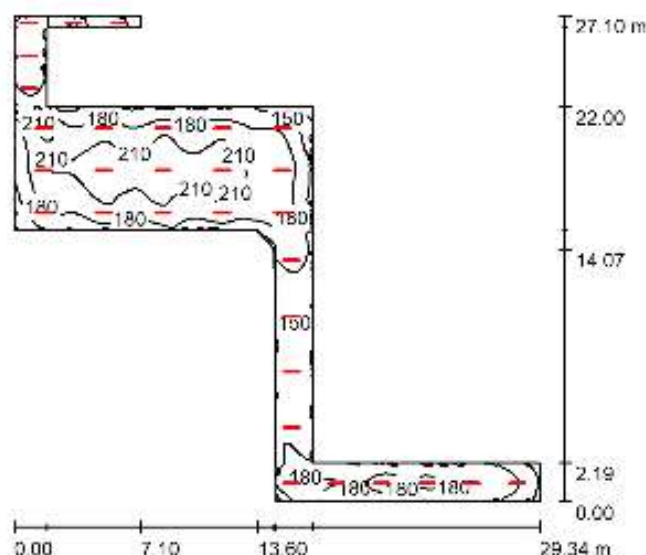
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	3	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			4083	4083	39.3

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $6.95 \text{ W/m}^2 = 2.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 5.66 m^2)

Εικόνα Α.68: Περίληψη χώρου Γ7 DIALux

Γ8 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Ευρώ, Κλίμακα 1:348

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [k]	$E_{m,h}$ [k]	E_{max} [k]	$E_{m,h} / E_m$
Επίπεδο εργασίας	/	181	103	236	0.570
Δάπεδο	20	182	108	237	0.596
Οροφή	70	49	35	219	0.722
Τοίχοι (13)	50	125	35	1247	

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.000 m
Κάββατος:	128 x 128 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.000 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

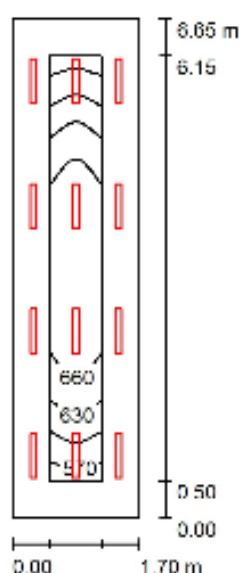
Αρ.	Ταμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	30	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
			Συνολικά: 64500	Συνολικά: 64500	591.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $3.16 \text{ W/m}^2 = 1.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 187.26 m^2)

Εικόνα A.69: Περίληψη χώρου Γ8 DIALux


 Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλεφωνία
 Φαξ
 e-Mail

Γ9 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:86

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	641	546	688	0.852
Δάπεδο	20	422	304	491	0.720
Οροφή	70	180	120	206	0.666
Τοίχοι (4)	50	366	144	1158	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m
 Κάνναβος: 64 x 8 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

UGR

Κατά μήκος-
 Αριστερός τοίχος: 21
 Κάτω τοίχος: 22
 (CIE, SHR = 0.25.)

Εγκάρσια

22
 23

προς τον άξονα
 φωτιστικών

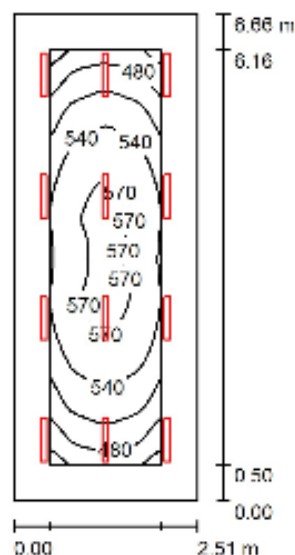
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361Lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $13.91 \text{ W/m}^2 = 2.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 11.30 m^2)

Εικόνα A.70: Περίληψη χώρου Γ9 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλεφωνό
 Φαξ
 e-Mail

Γ10 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:88

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	533	436	580	0.818
Δάπεδο	20	372	252	442	0.678
Οροφή	70	129	103	163	0.798
Τοίχοι (4)	50	288	104	664	/

Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	
Κάναβος: 64 x 16 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

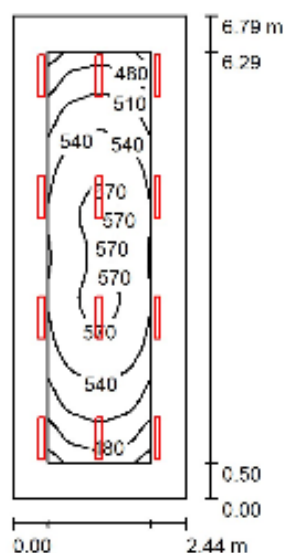
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	16332	157.2

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.40 \text{ W/m}^2 = 1.77 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 16.72 m^2)

Εικόνα A.71: Περίληψη χώρου Γ10 DIALux

Γ11 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:88

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	533	438	579	0.822
Δάπεδο	20	371	253	440	0.682
Οροφή	70	130	103	162	0.794
Τοίχοι (4)	50	289	109	693	/

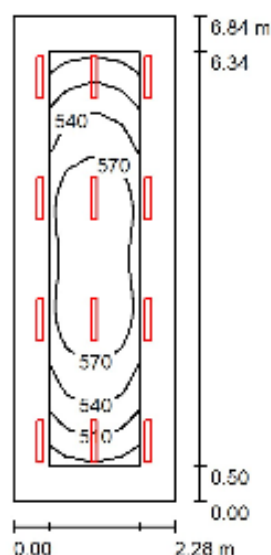
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	φωτιστικών
Κάναβος: 64 x 16 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361Lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	Συνολικά: 16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.49 \text{ W/m}^2 = 1.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 16.57 m²)

Εικόνα A.72: Περίληψη χώρου Γ11 DIALux

Γ12 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:88

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	548	458	593	0.831
Δάπεδο	20	378	264	447	0.697
Οροφή	70	136	108	170	0.794
Τοίχοι (4)	50	299	115	767	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.850 m
Κάνναβος:	64 x 16 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

UGR

Αριστερός τοίχος	21
Κάτω τοίχος	22
(CIE, SHR = 0.25.)	

Κατά μήκος-

Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
22	23

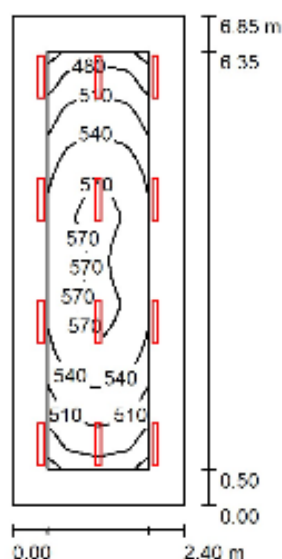
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $10.08 \text{ W/m}^2 = 1.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 15.60 m^2)

Εικόνα A.73: Περίληψη χώρου Γ12 DIALux

Γ13 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:88

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [k]	E_{mh} [k]	E_{max} [k]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	533	440	579	0.825
Δάπεδο	20	371	254	440	0.686
Οροφή	70	130	103	161	0.790
Τοίχοι (4)	50	289	105	708	/

Επίπεδο εργασίας:

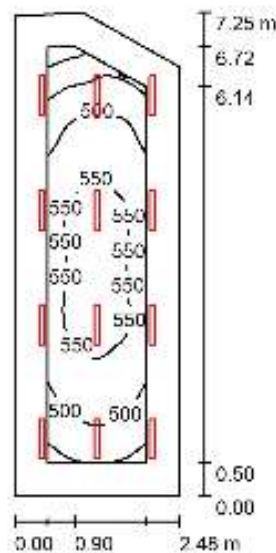
Υψος:	0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	φωτιστικών
Κάναβος:	64 x 16 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη:	0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Ταμάχια	Ονομασία (Συντελεστής Διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
		Συνολικά:	16332	Συνολικά: 16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.56 \text{ W/m}^2 = 1.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 16.44 m^2)

Εικόνα Α.74: Περίληψη χώρου Γ13 DIALux

Γ14 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:94

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	518	367	569	0.709
Δάπεδο	20	362	237	434	0.653
Οροφή	70	125	85	166	0.681
Τείχη (5)	50	279	101	672	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.850 m
Κάναβος:	64 x 16 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

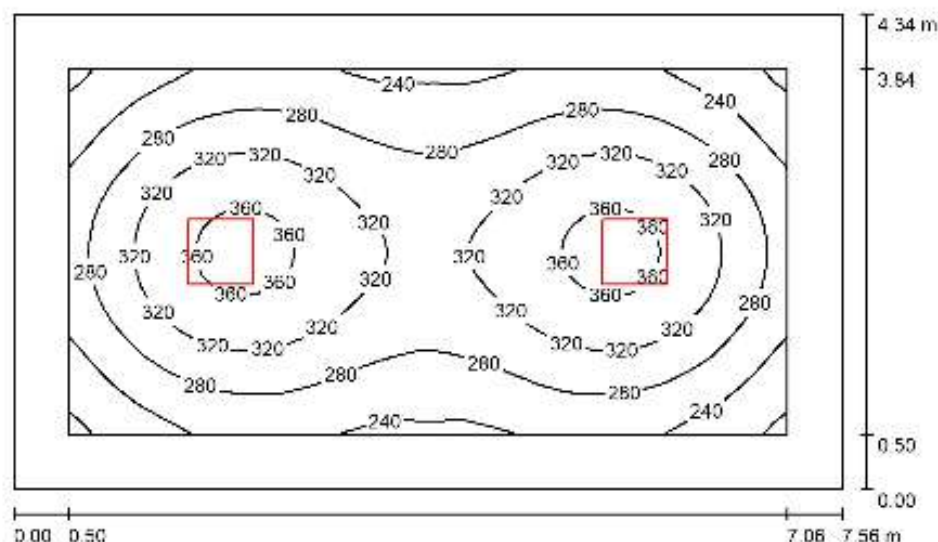
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	Συνολικά: 16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.06 \text{ W/m}^2 = 1.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 17.36 m^2)

Εικόνα A.75: Περίληψη χώρου Γ14 DIALux

Υπόθυρος επεξεργασίας
 Τηλεφωνο
 Φαξ
 e-Mail

Γ15 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:50

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	294	193	373	0.657
Δάπεδο	20	262	147	373	0.561
Οροφή	70	63	44	77	0.693
Τοίχοι (4)	50	148	55	242	/

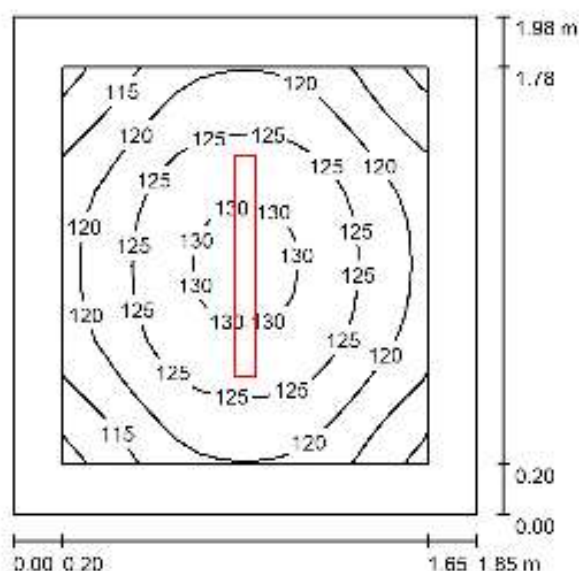
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος: 0.000 m	Αριστερόσ τοίχος	22	22	φωτιστικών
Κάμβος: 64 x 32 Σημεία	Κάτω τοίχος	23	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	2	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. DOUBLE LOUVRE 1 ACRYLIC OPAL 4 x LINEAR LED 16W (1.000)	7794	7796	71.1
Συνολικά:			15587	Συνολικά: 15592	142.2

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $4.33 \text{ W/m}^2 = 1.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 32.81 m^2)

Εικόνα A.76: Περίληψη χώρου Γ15 DIALux

Γ16 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:28

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	122	109	131	0.891
Δάπεδο	20	116	96	131	0.817
Οροφή	70	60	42	70	0.702
Τοίχοι (4)	50	122	43	287	/

Επίπεδο εργασίας:

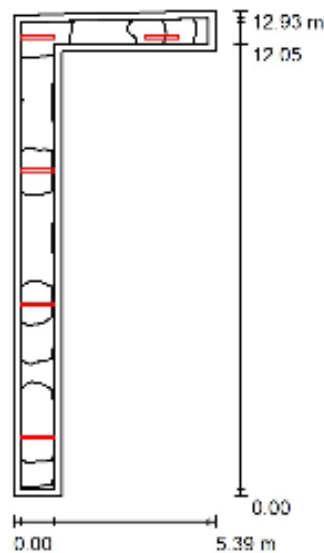
Ύψος:	0.000 m
Κάναβος:	16 x 16 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.200 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	1	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			2150	2150	19.7

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $5.38 \text{ W/m}^2 = 4.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 3.66 m^2)

Εικόνα A.77: Περίληψη χώρου Γ16 DIALux

Γ20 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:167

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	132	97	156	0.737
Δάπεδο	20	129	89	155	0.688
Οροφή	70	61	36	127	0.585
Τοίχοι (θ)	50	119	43	859	/

Επίπεδο εργασίας:

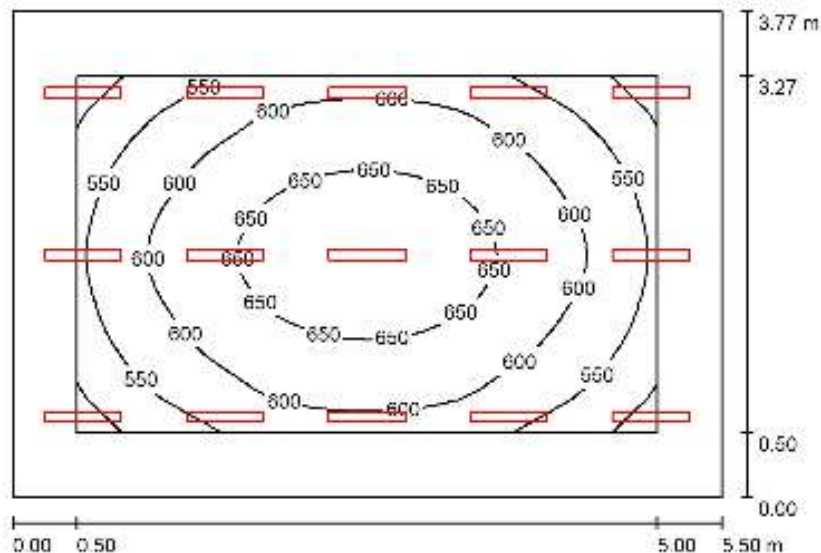
Ύψος:	0.000 m
Κάναβος:	128 x 64 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.200 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	5	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			10750	Συνολικά: 10750	98.5

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $4.71 \text{ W/m}^2 = 3.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 20.93 m²)

Εικόνα Α.78: Περίληψη χώρου Γ20 DIALux

Γ21 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος αναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:49

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	599	472	677	0.788
Δάπεδο	20	435	308	531	0.704
Οροφή	70	135	104	155	0.772
Τοίχοι (4)	50	315	114	670	/

Επίπεδο εργασίας:		UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος:	0.850 m	Αριστερόστοιχος	22	23	φωτιστικών
Κάναβος:	32 x 32 Σημεία	Κάτωστοιχος	21	22	
Περιφερική ζώνη:	0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

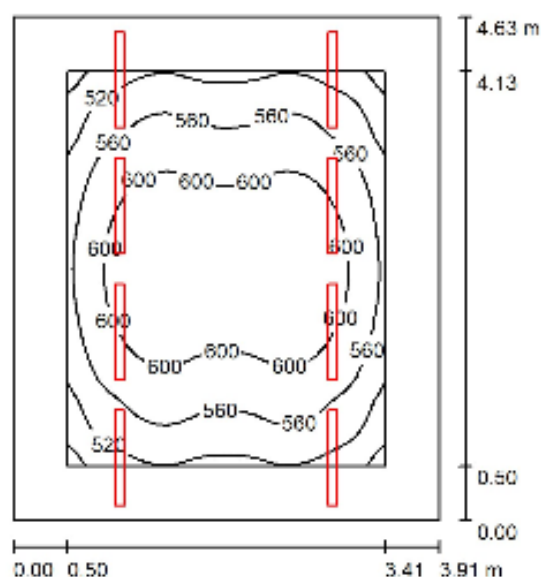
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	15	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			20415	20415	196.5

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.48 \text{ W/m}^2 = 1.58 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 20.74 m^2)

Εικόνα A.79: Περίληψη χώρου Γ21 DIALux

Γ22 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:60

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{mh} [lx]	E_{max} [lx]	E_{mh} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	575	465	630	0.809
Δάπεδο	20	408	288	491	0.702
Οροφή	70	128	90	163	0.705
Τοίχοι (4)	50	298	104	1162	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος:	0.850 m
Κάνναβος:	32 x 32 Σημεία
Περιφερική ζώνη:	0.500 m

UGR

Αριστερός τοίχος	23
Κάτω τοίχος	22
(CIE, SHR = 0.25.)	

Κατά μήκος-

Εγκάρσια	24
προς τον άξονα φωτιστικών	23

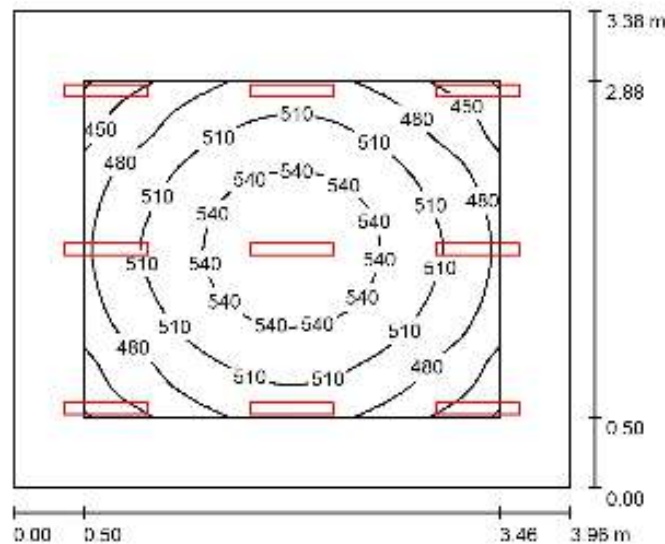
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	8	BRIGHTSPECIALLIGHTING 17.7W-2015Lm-4000K NOTUS 1 LINEAR LED 875mm (1.000)	2150	2150	19.7
Συνολικά:			17200	Συνολικά: 17200	157.6

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $8.71 \text{ W/m}^2 = 1.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 18.10 m^2)

Εικόνα A.80: Περίληψη χώρου Γ22 DIALux

Υπεύθυνος επεξεργασίας
 Τηλ: 210 4123456
 Φαξ: 210 4123456
 e-Mail: info@pappa-mavriki.gr

Γ24 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:44

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	504	420	559	0.833
Δάπεδο	20	345	248	411	0.719
Οροφή	70	120	88	129	0.732
Ταίχια (4)	50	272	98	496	/

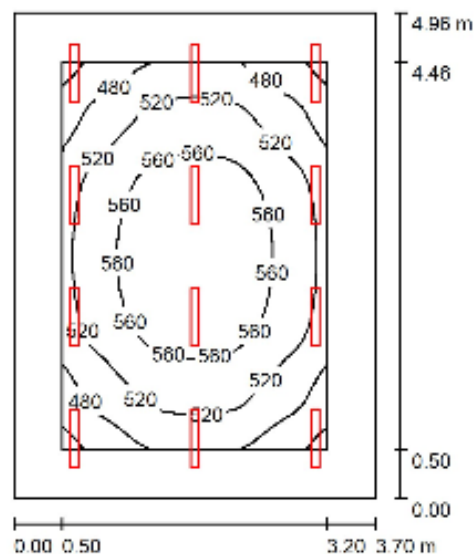
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	22	23	
Κάναβος: 32 x 32 Σημεία	Κάτω τοίχος	20	21	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	9	BRIGHT SPECIAL LIGHTING 11.8W-1361LM-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			12249	12249	117.9

 Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $8.81 \text{ W/m}^2 = 1.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 13.38 m^2)

Εικόνα A.81: Περίληψη χώρου Γ24 DIALux

Γ26 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:64

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	530	426	594	0.804
Δάπεδο	20	378	264	459	0.697
Οροφή	70	121	93	135	0.770
Τοίχοι (4)	50	281	102	535	/

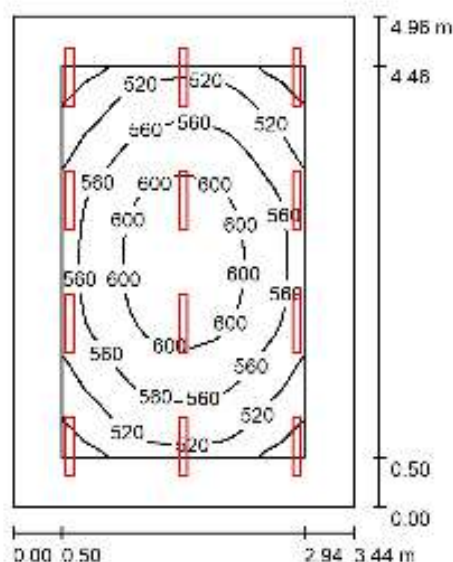
Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	φωτιστικών
Κάναβος: 32 x 32 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W-1361Lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1361	1361	13.1
Συνολικά:			16332	Συνολικά: 16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $8.57 \text{ W/m}^2 = 1.62 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 18.35 m^2)

Εικόνα A.82: Περίληψη χώρου Γ26 DIALux

Γ27 / Περίληψη


Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:64

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	557	451	624	0.809
Δάπεδο	20	394	277	477	0.702
Οροφή	70	129	100	162	0.772
Τοίχοι (4)	50	297	108	550	/

Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα
Ύψος: 0.850 m	Αριστερός τοίχος	21	22	φωτιστικών
Κάναβος: 32 x 32 Σημεία	Κάτω τοίχος	22	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

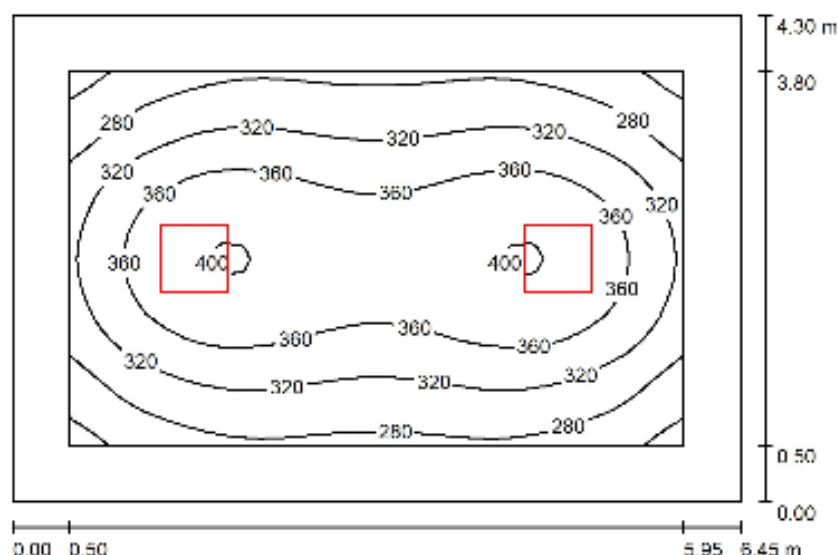
Κατάλογος τμημάτων φωτιστικών

Αρ.	Τμήμα	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	12	BRIGHTSPECIALLIGHTING 11.8W- 1381lm-3000K NOTUS 1 LINEAR LED 590mm (1.000)	1381	1381	13.1
Συνολικά:			16332	Συνολικά: 16332	157.2

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.21 \text{ W/m}^2 = 1.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 17.06 m^2)

Εικόνα Α.83: Περίληψη χώρου Γ27 DIALux

Γ31 / Περίληψη



Ύψος χώρου: 2.800 m, Ύψος συναρμολόγησης: 2.800 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:58

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	332	228	403	0.680
Δάπεδο	20	297	171	405	0.577
Οροφή	70	74	51	88	0.691
Τοίχοι (4)	50	173	63	320	/

Επίπεδο εργασίας:	UGR	Κατά μήκος-	Εγκάρσια	προς τον άξονα φωτιστικών
Ύψος: 0.000 m	Αριστερός τοίχος	22	22	
Κάναβος: 32 x 32 Σημεία	Κάτω τοίχος	23	23	
Περιφερική ζώνη: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

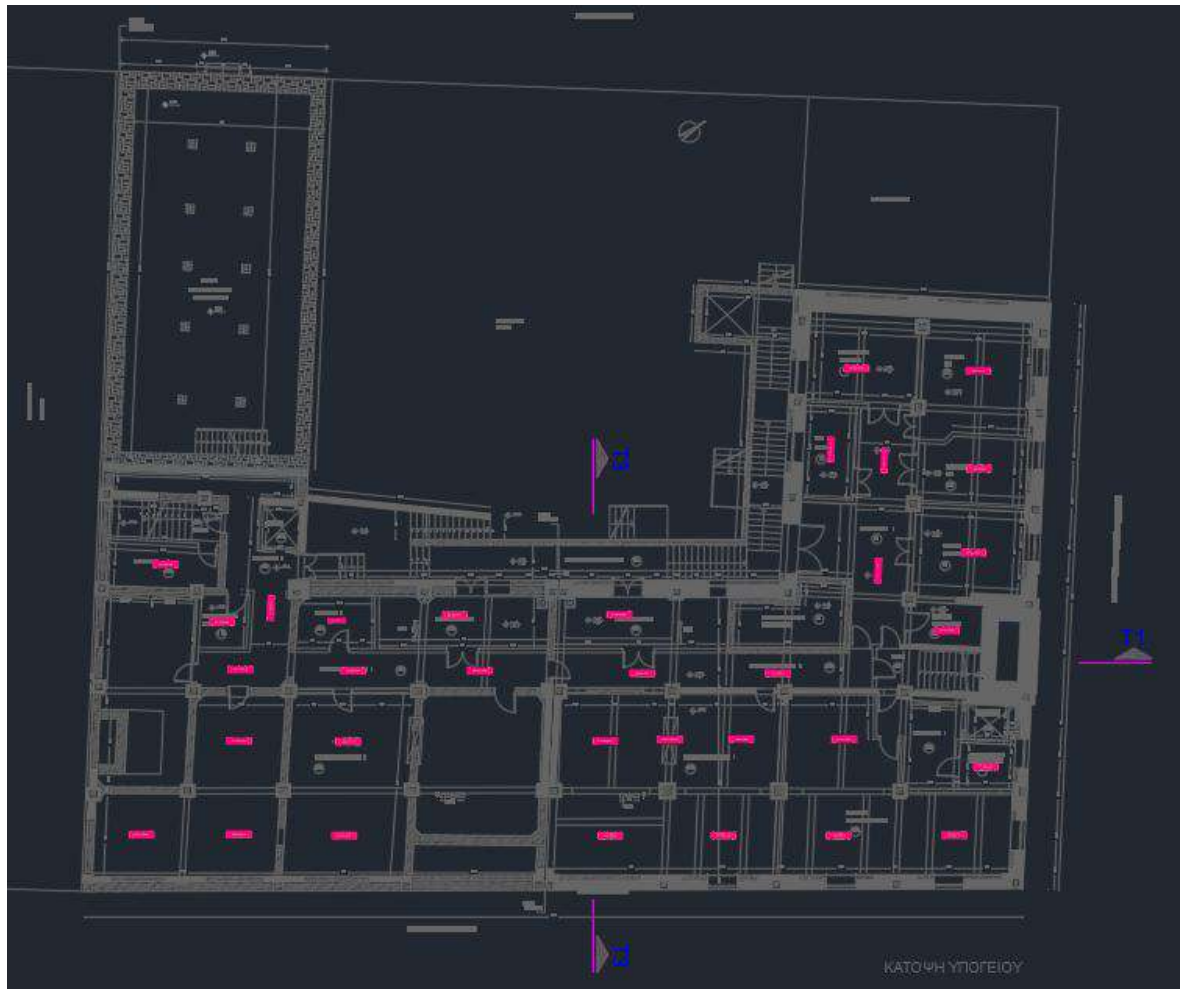
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	2	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A. DOUBLE LOUVRE 1 ACRYLIC OPAL 4 x LINEAR LED 16W (1.000)	7794	7796	71.1
Συνολικά:			15587	Συνολικά: 15592	142.2

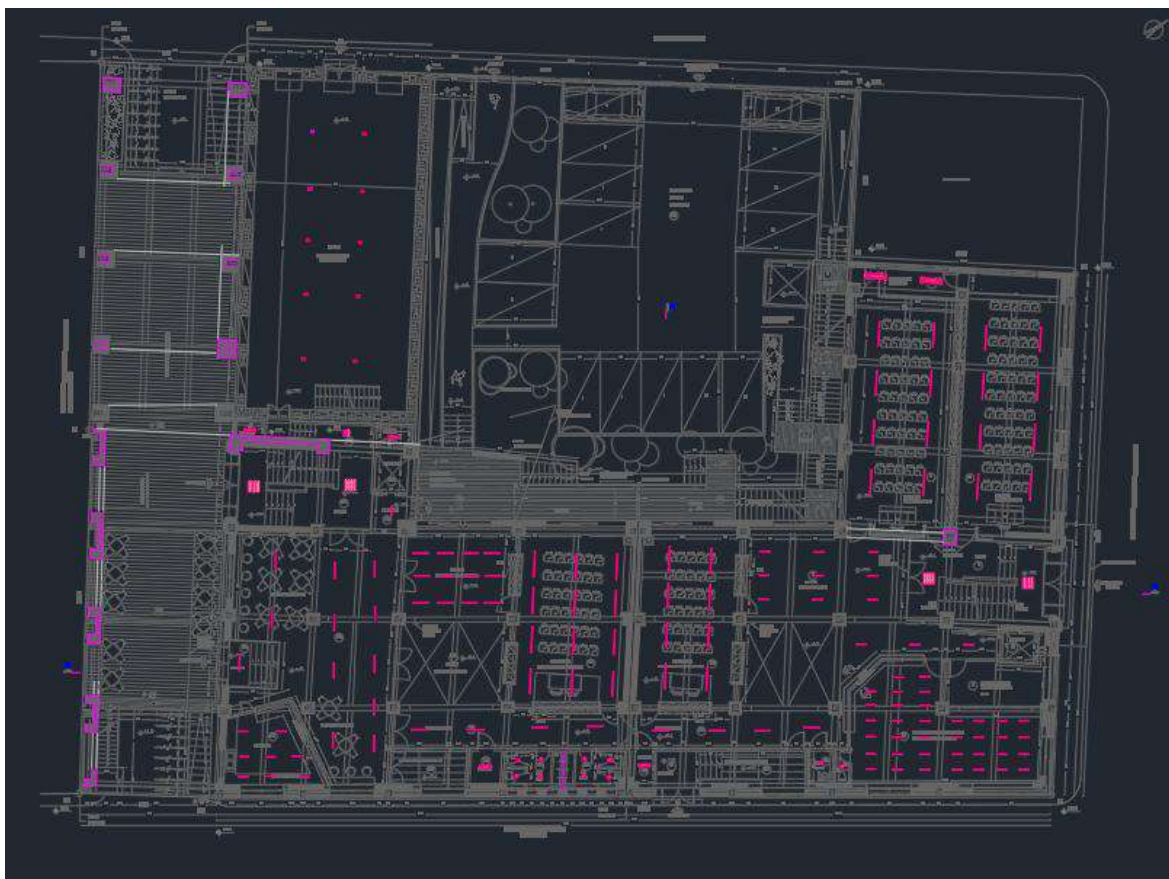
Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $5.13 \text{ W/m}^2 = 1.54 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 27.74 m^2)

Εικόνα Α.84: Περίληψη χώρου Γ31 DIALux

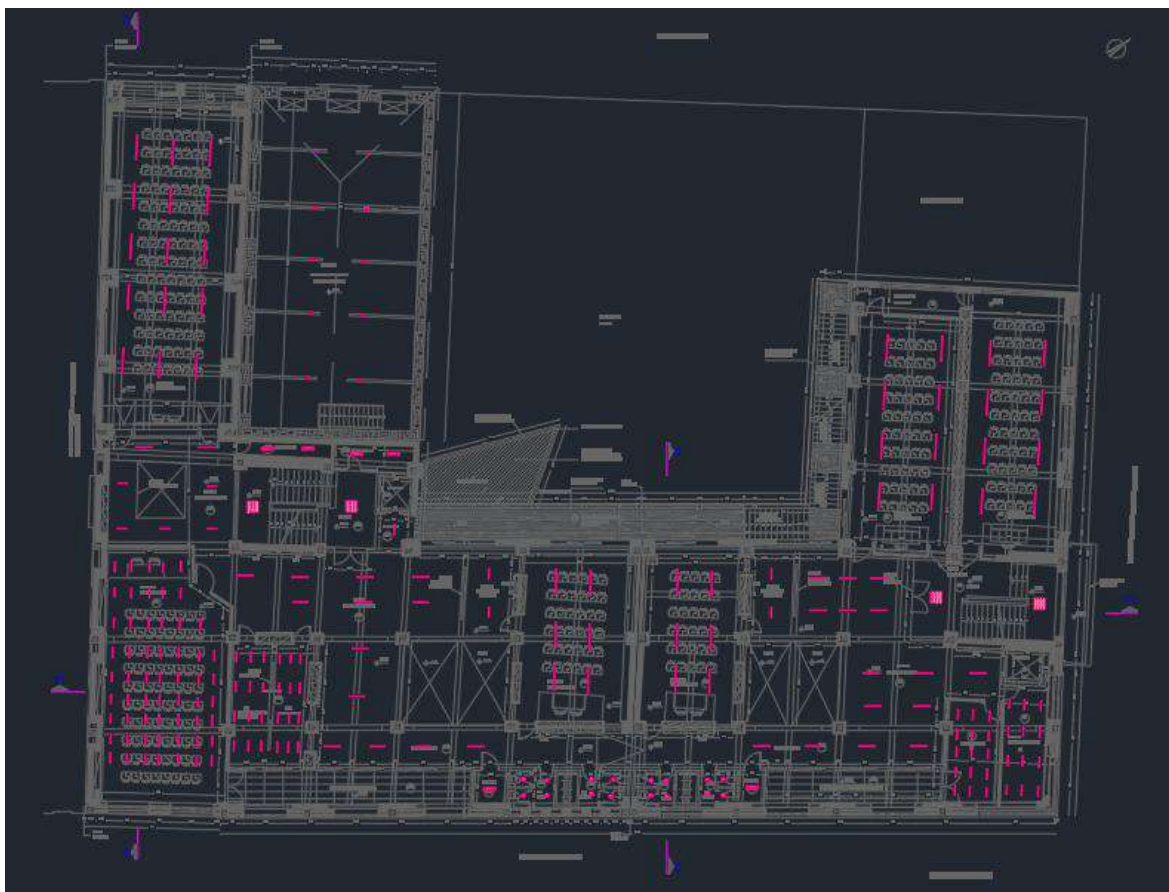
Α.5 Αρχιτεκτονικές κατόψεις κτηρίου με τοποθετημένα τα φωτιστικά



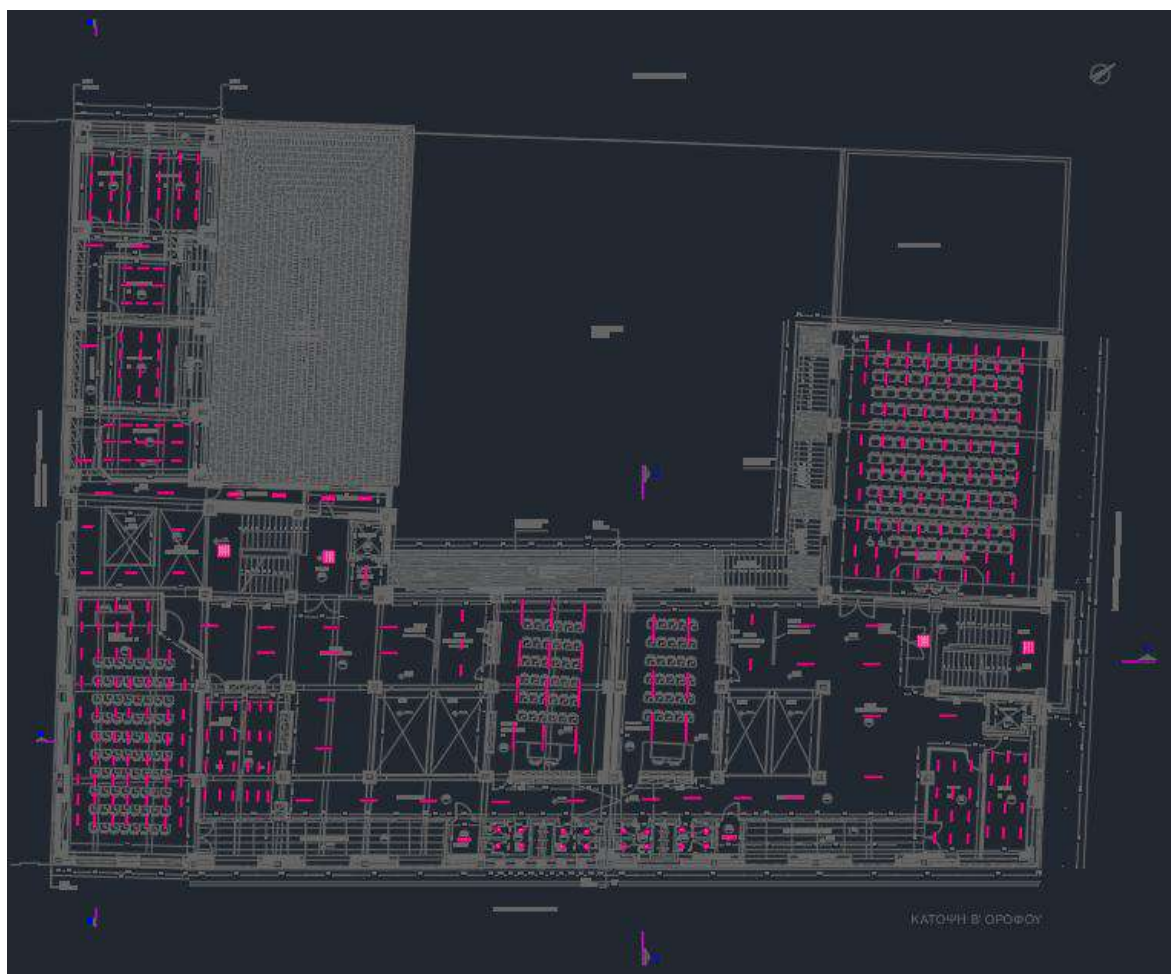
Εικόνα Α.85: Αρχιτεκτονική κάτοψη υπογείου με τοποθετημένα τα φωτιστικά σώματα σε κάθε χώρο



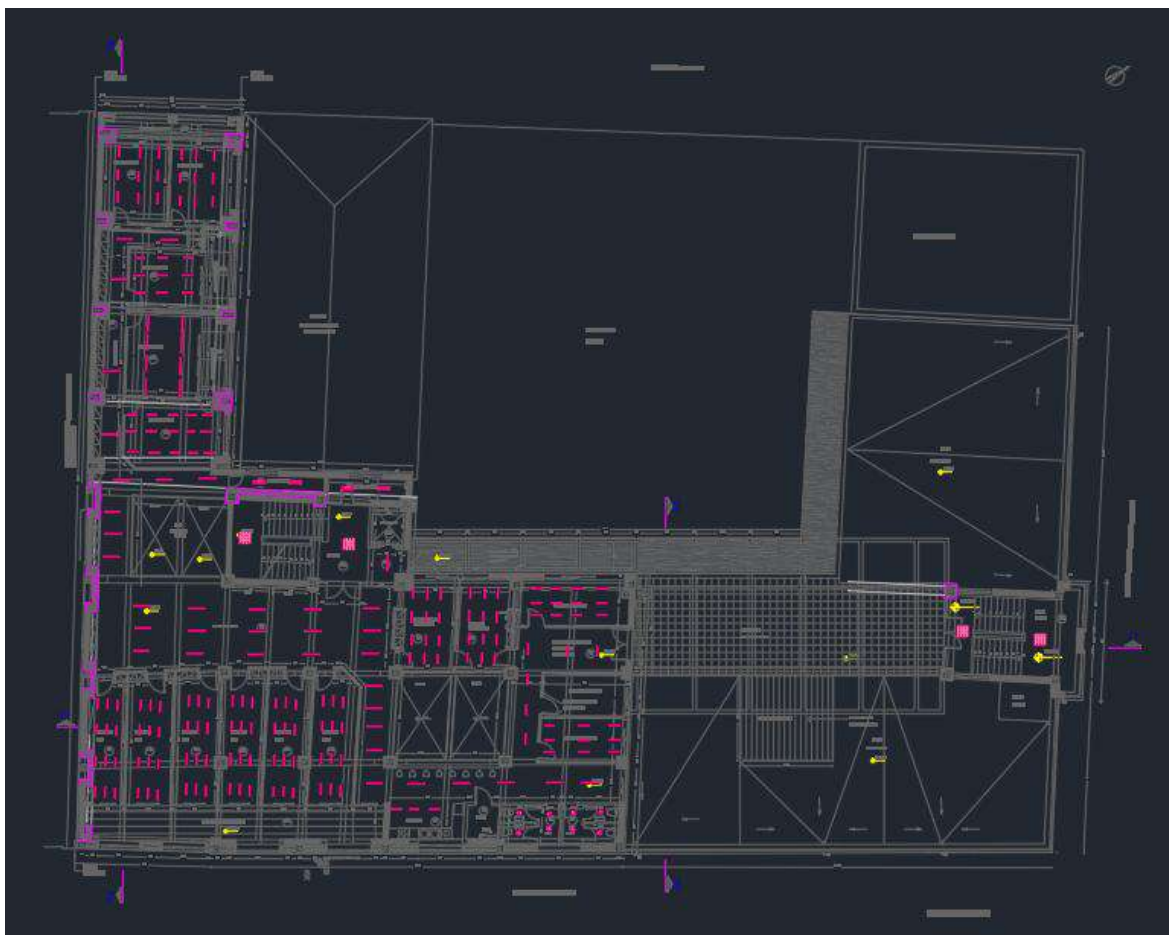
Εικόνα Α.86: Αρχιτεκτονική κάτοψη ισογείου με τοποθετημένα τα φωτιστικά σώματα σε κάθε χώρο



Εικόνα Α.87: Αρχιτεκτονική κάτοψη Α ορόφου με τοποθετημένα τα φωτιστικά σώματα σε κάθε χώρο



Εικόνα Α.88: Αρχιτεκτονική κάτοψη Β ορόφου με τοποθετημένα τα φωτιστικά σώματα σε κάθε χώρο



Εικόνα Α.89: Αρχιτεκτονική κάτοψη Γ ορόφου με τοποθετημένα τα φωτιστικά σώματα σε κάθε χώρο

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Απεικόνιση κτηρίου στο FineGREEN

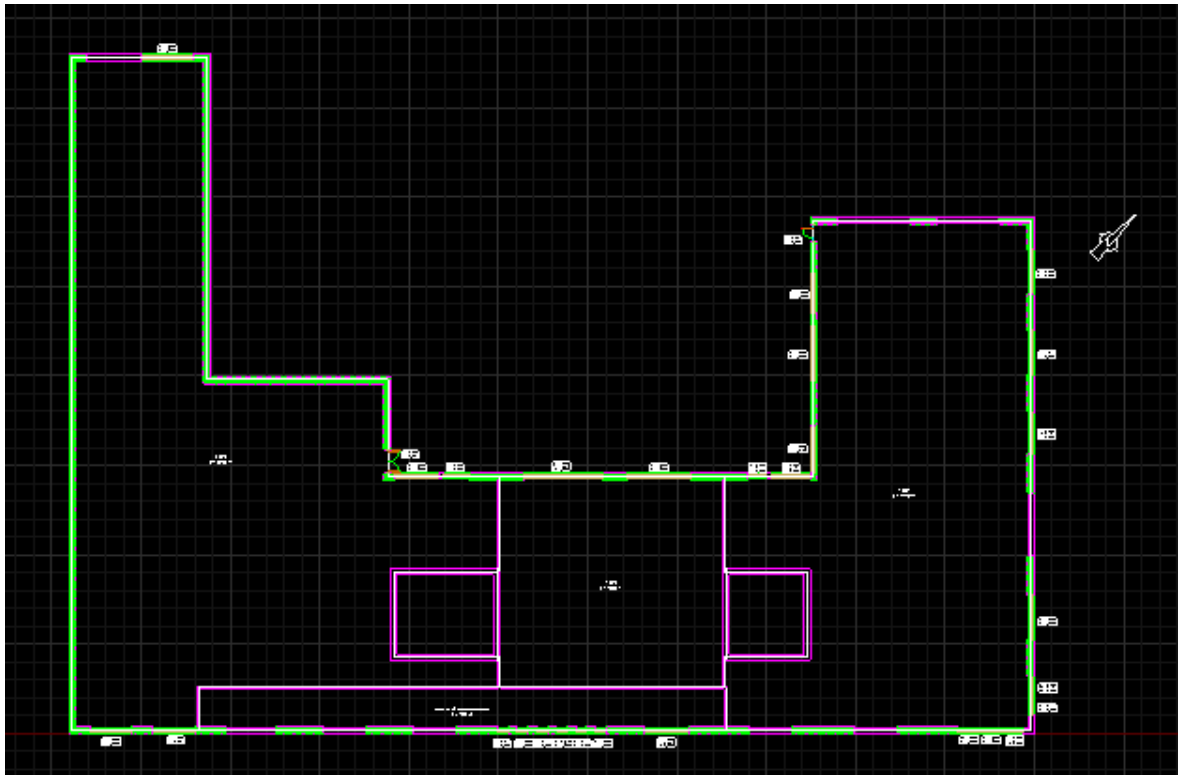
Β.1 Κατόψεις επιπέδων του κτηρίου στο FineGREEN



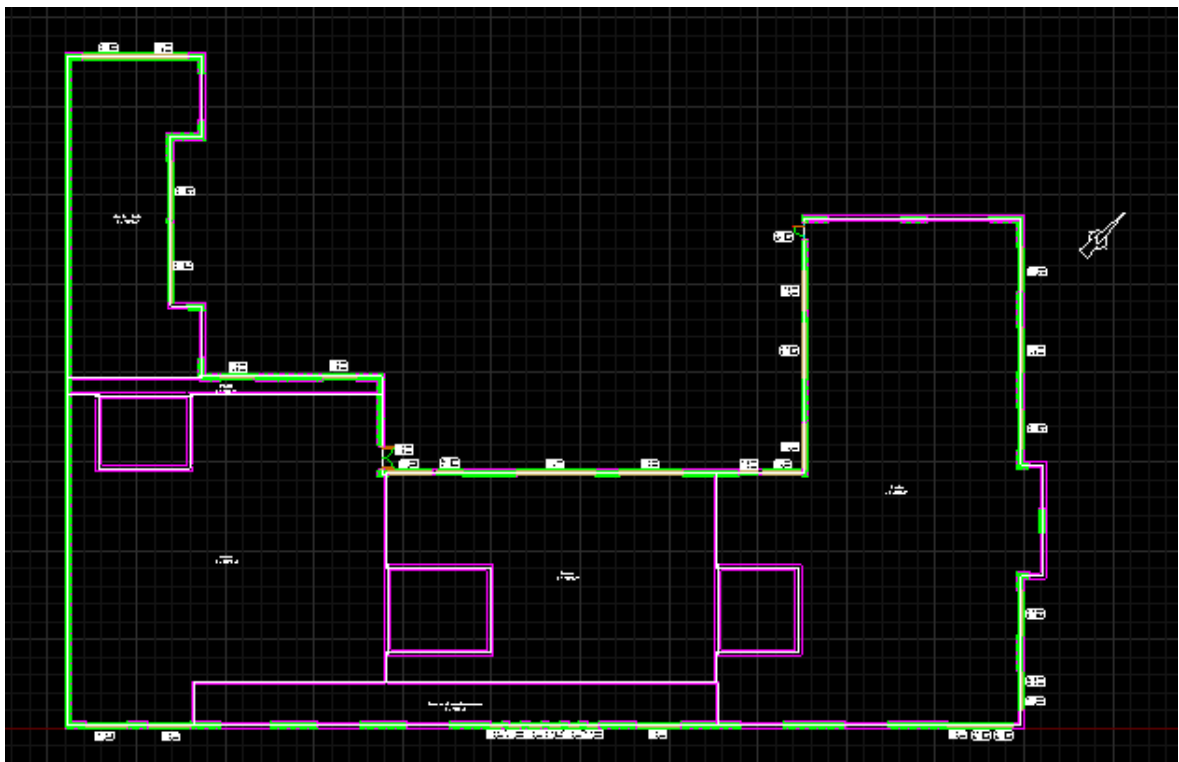
Εικόνα Β.1: Κάτοψη υπογείου



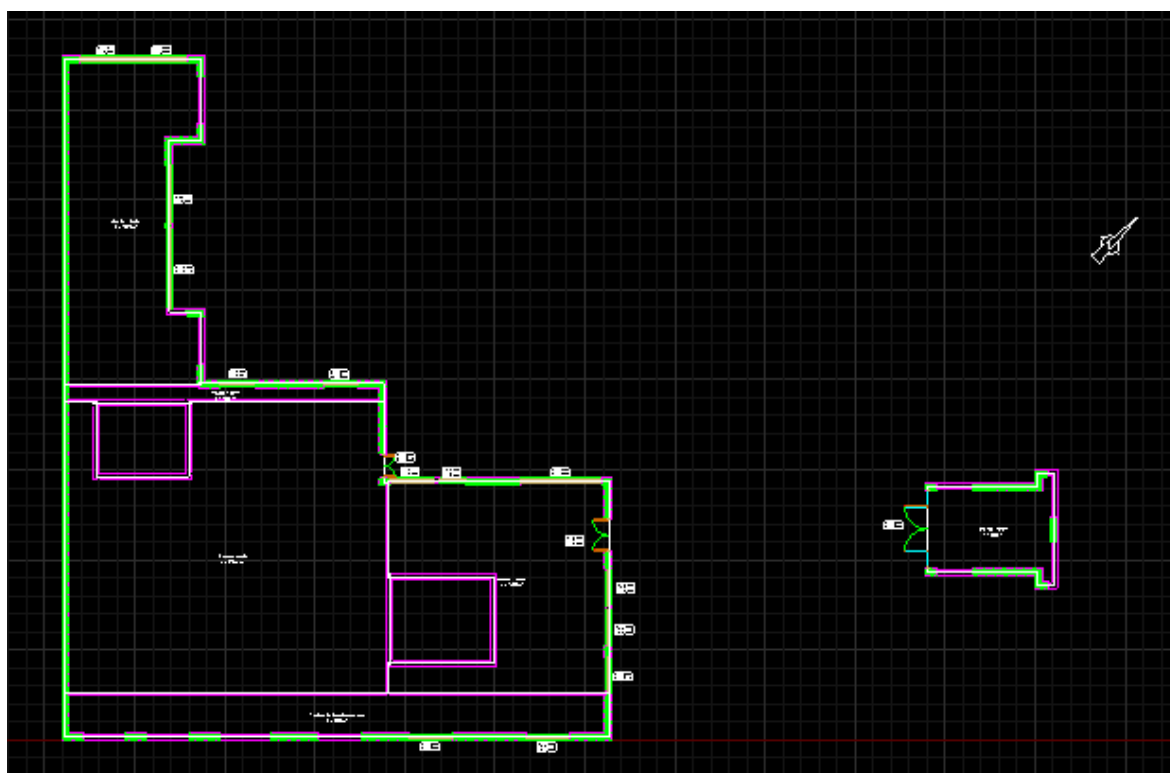
Εικόνα Β.2: Κάτοψη ισογείου



Εικόνα Β.3: Κάτοψη Α' ορόφου

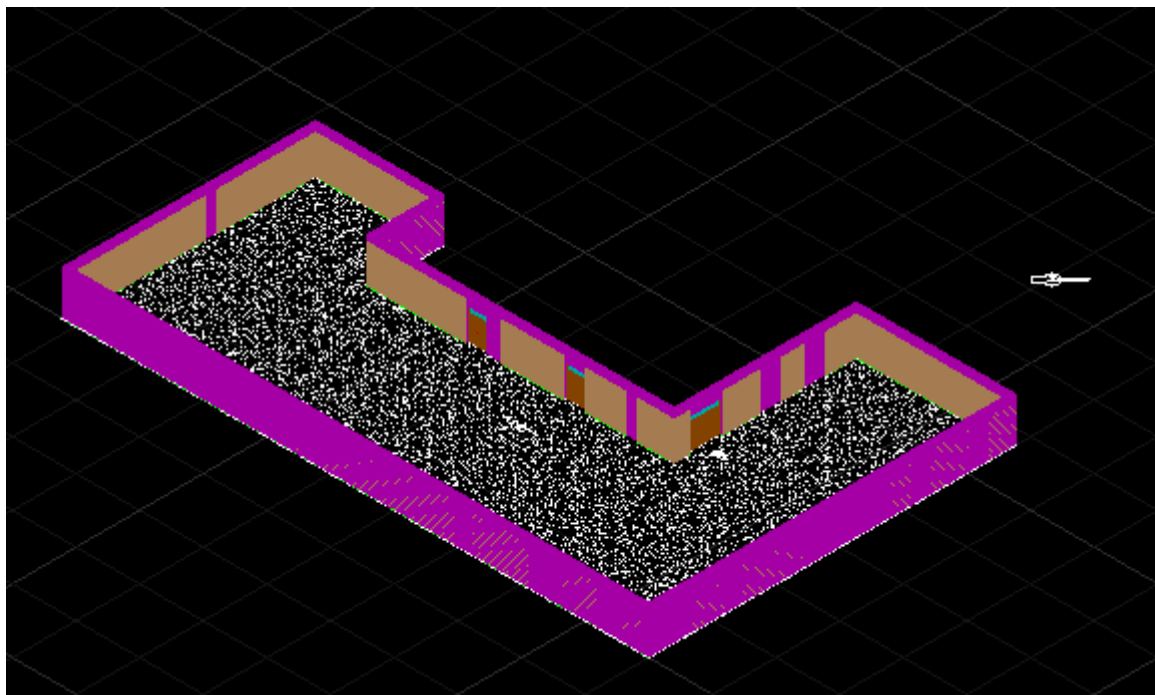


Εικόνα Β.4: Κάτοψη Β' ορόφου

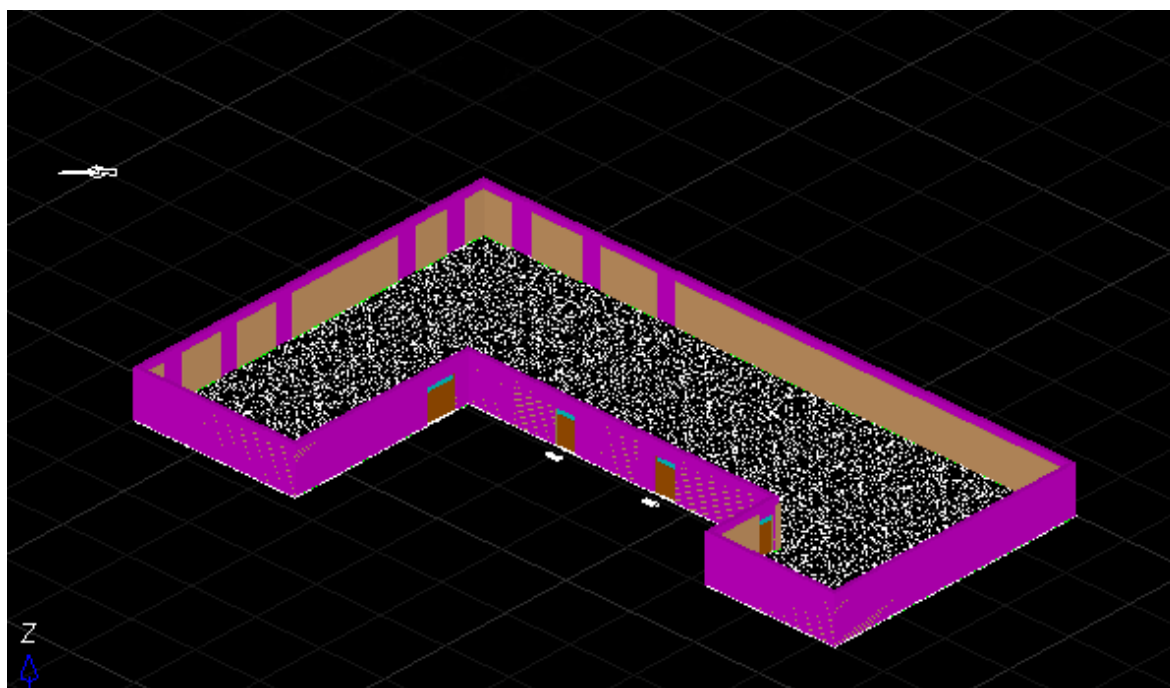


Εικόνα Β.5: Κάτοψη Γ' ορόφου

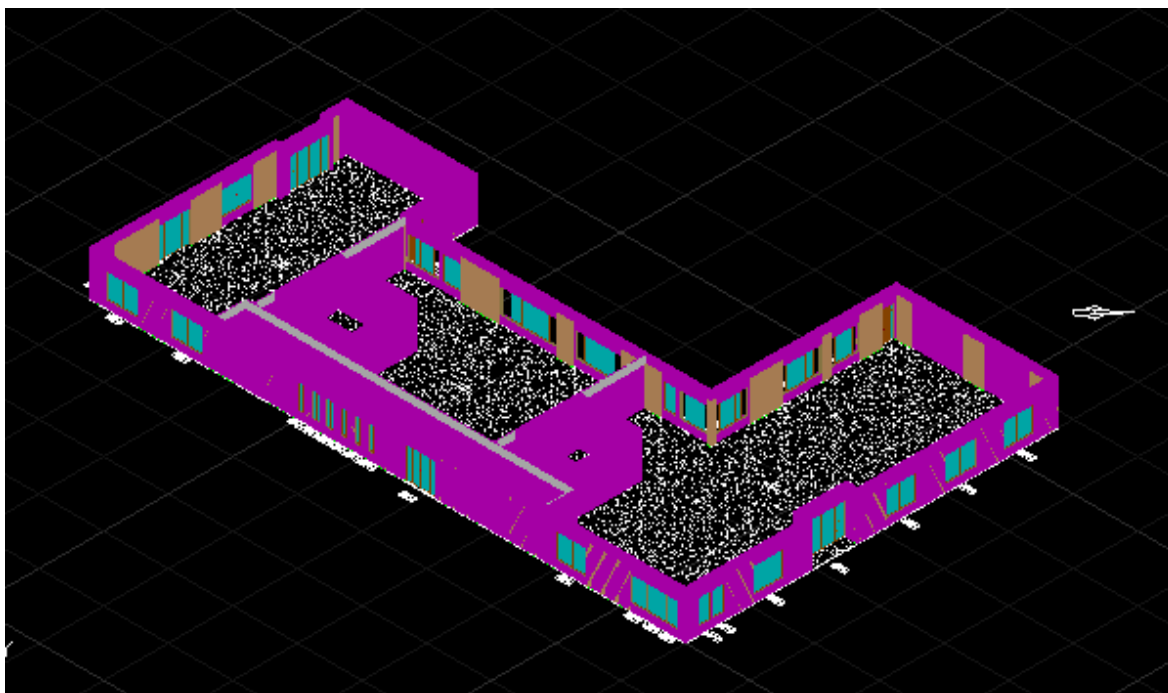
Β.2 Τρισδιάστατη απεικόνιση των επιπέδων του κτηρίου στο FineGREEN



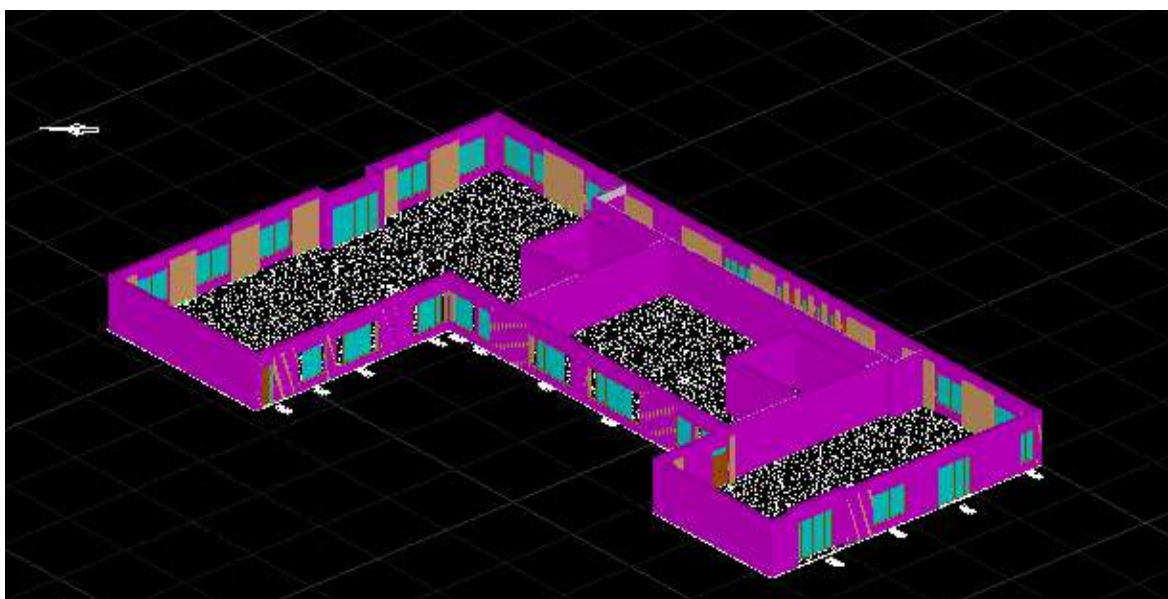
Εικόνα Β.6: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπογείου (1)



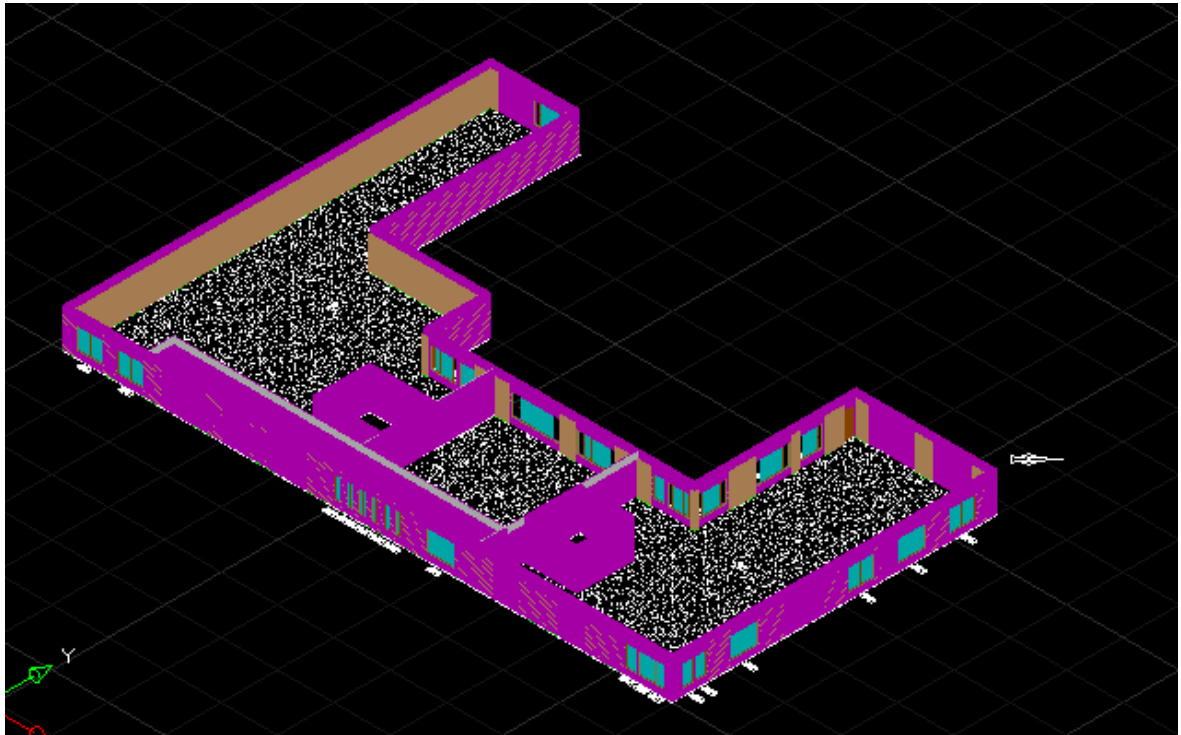
Εικόνα Β.7: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπογείου (2)



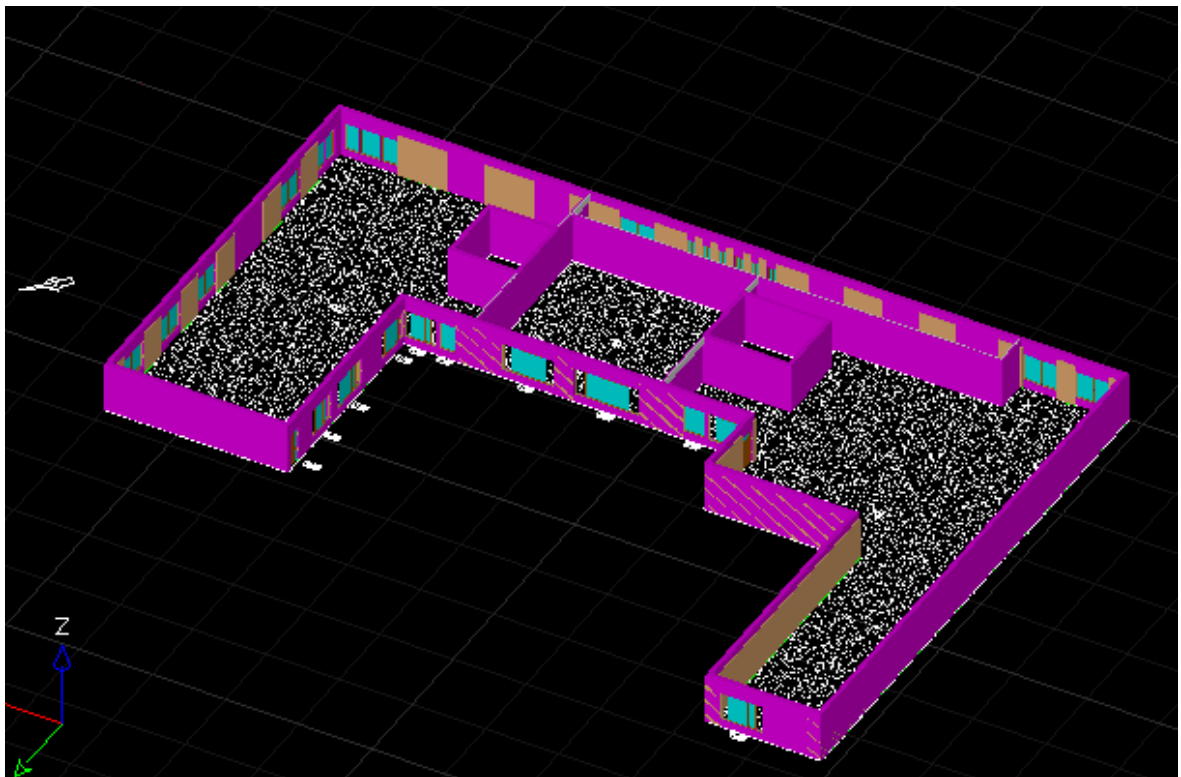
Εικόνα Β.8: Τρισδιάστατη απεικόνιση ισογείου (1)



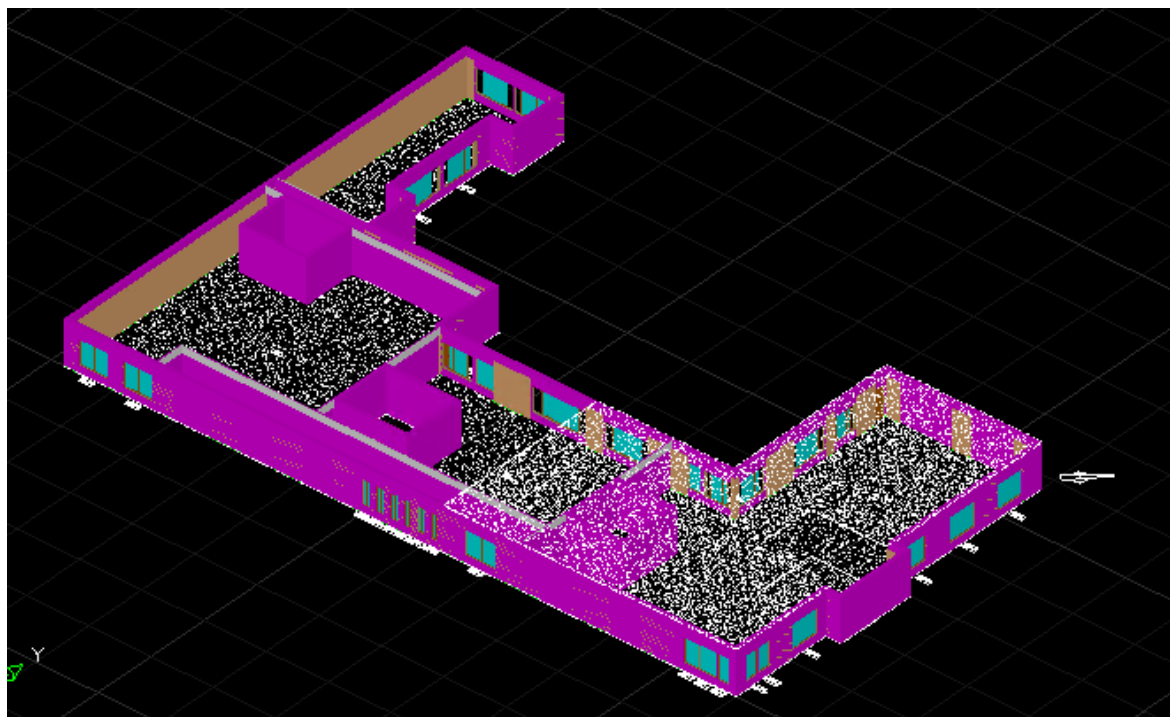
Εικόνα Β.9: Τρισδιάστατη απεικόνιση ισογείου (2)



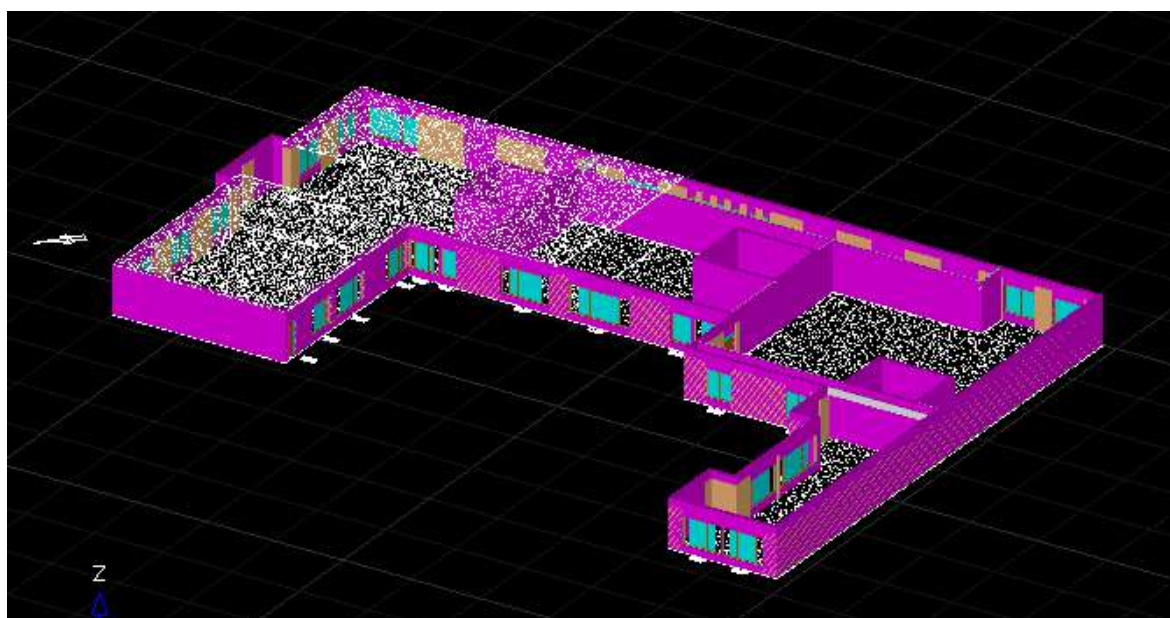
Εικόνα Β.10: Τρισδιάστατη απεικόνιση Α' ορόφου (1)



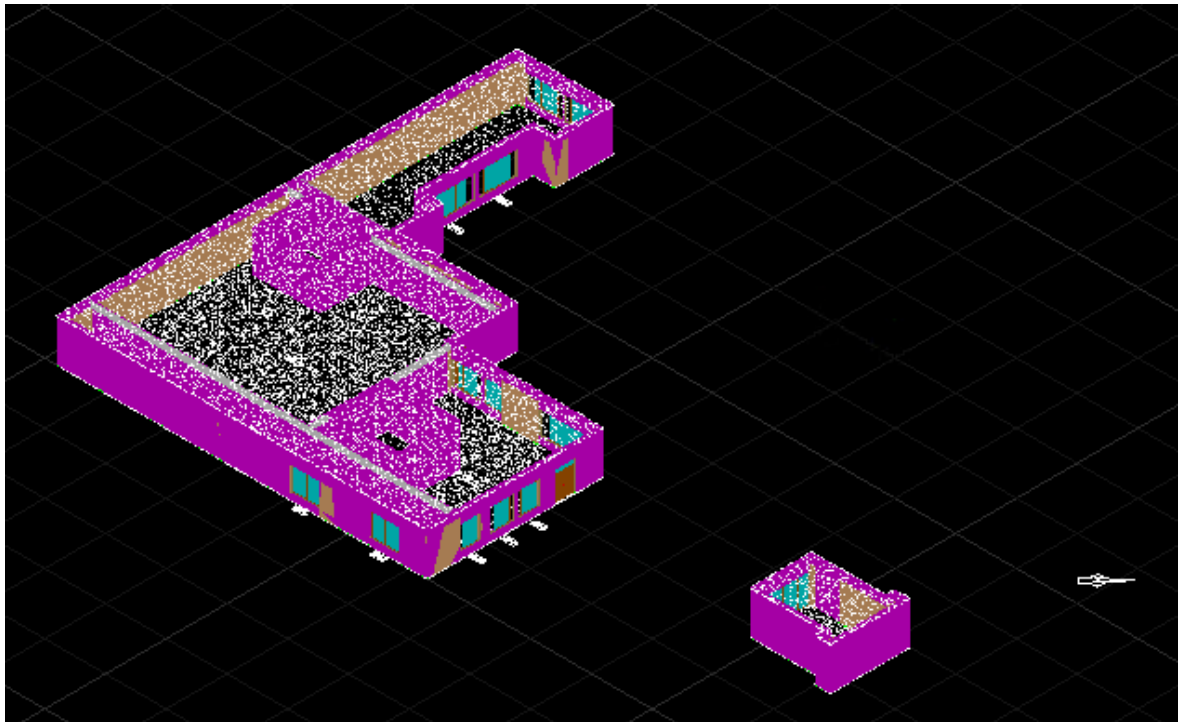
Εικόνα Β.11: Τρισδιάστατη απεικόνιση Α' ορόφου (2)



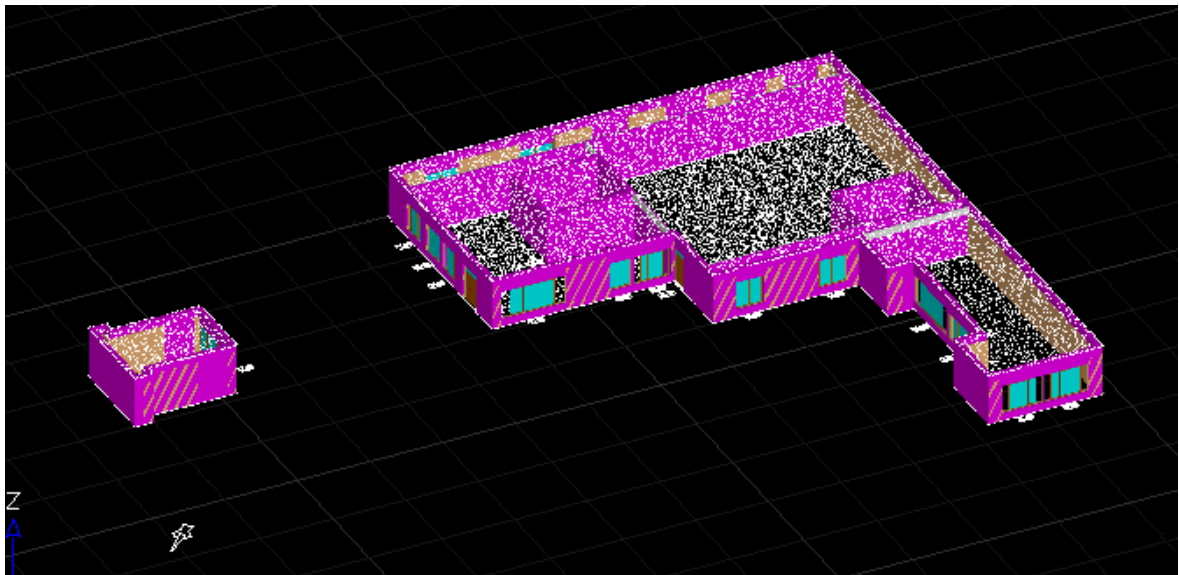
Εικόνα Β.12: Τρισδιάστατη απεικόνιση Β' ορόφου (1)



Εικόνα Β.13: Τρισδιάστατη απεικόνιση Β' ορόφου (2)

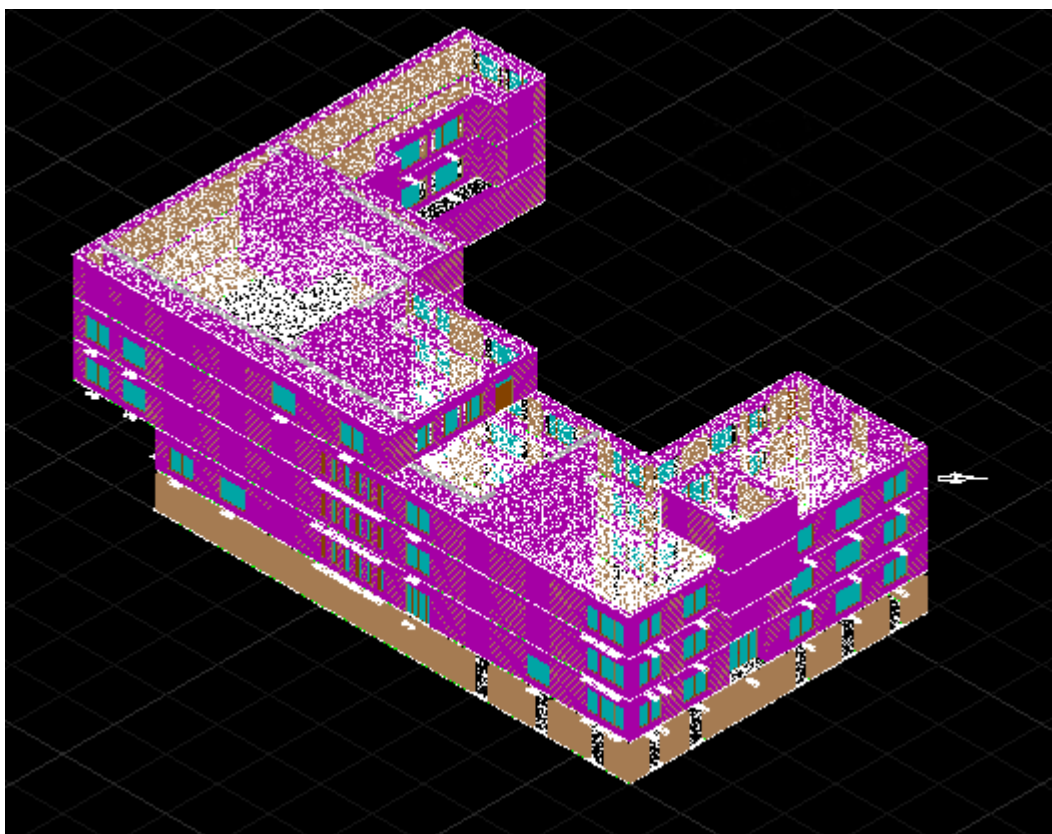


Εικόνα Β.14: Τρισδιάστατη απεικόνιση Γ' ορόφου (1)

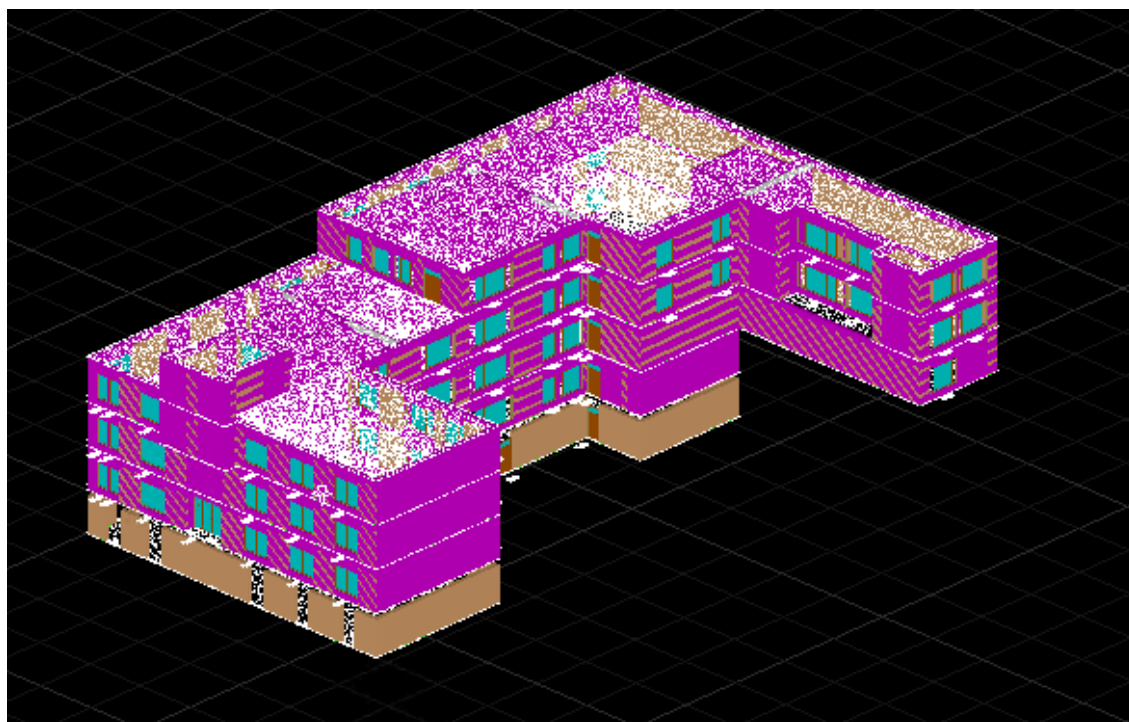


Εικόνα Β.15: Τρισδιάστατη απεικόνιση Γ' ορόφου (2)

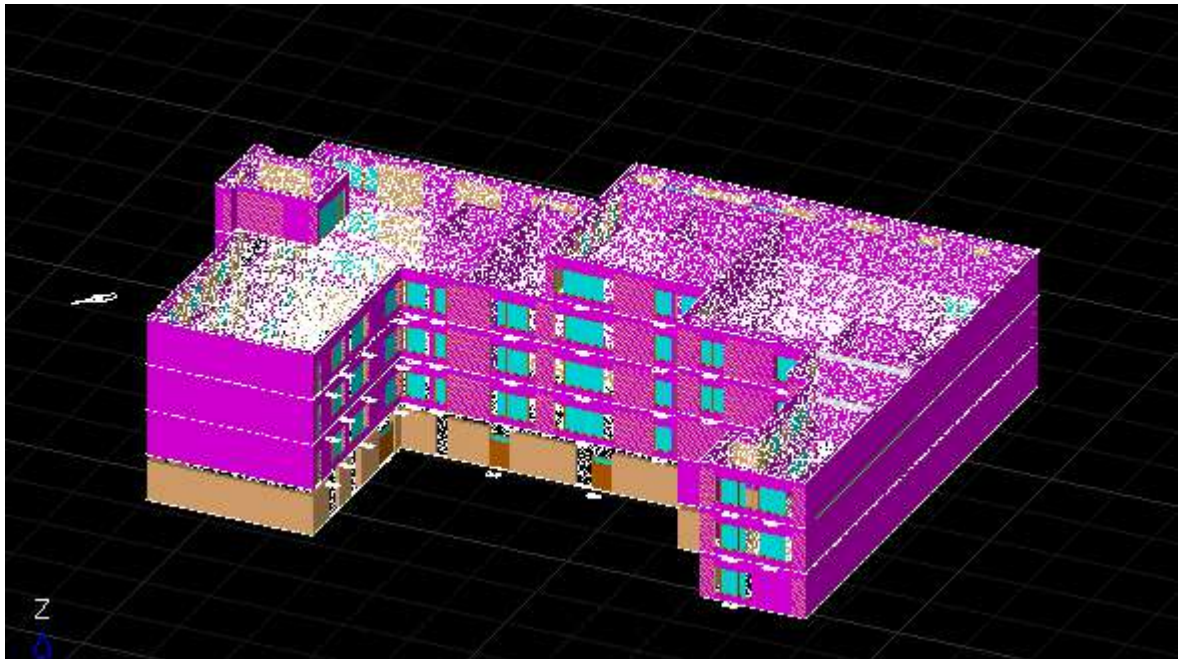
Β.3 Τρισδιάστατη απεικόνιση του κτηρίου συνολικά στο FineGREEN



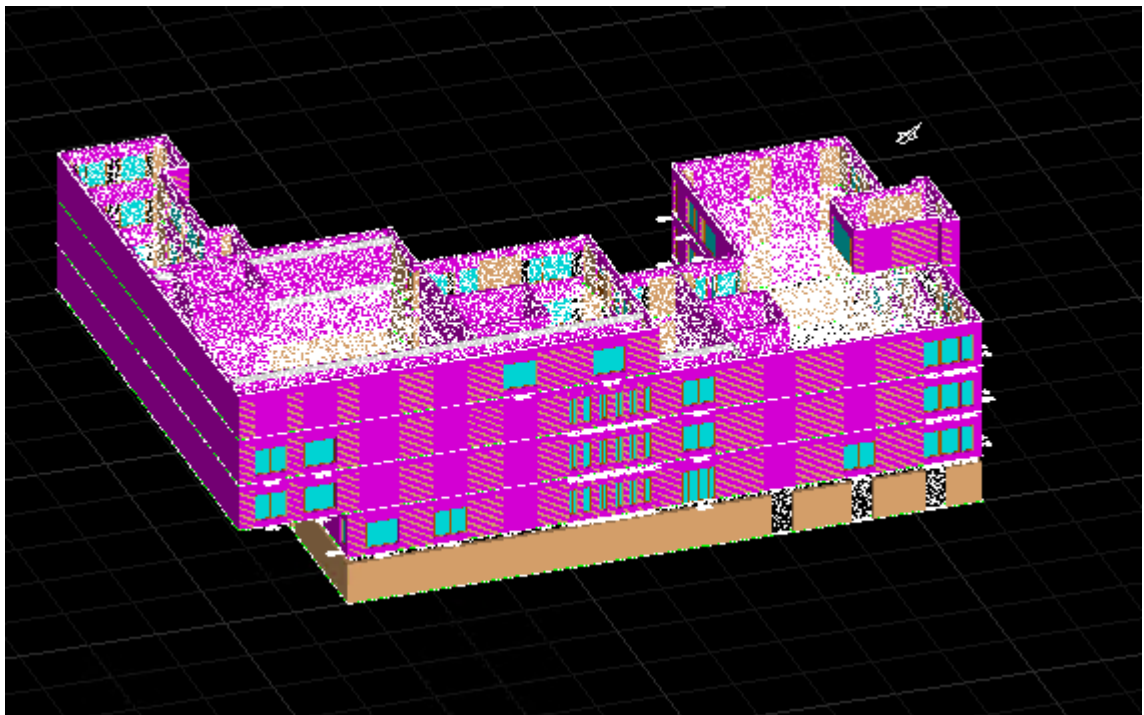
Εικόνα Β.16: Τρισδιάστατη απεικόνιση κτηρίου (1)



Εικόνα Β.17: Τρισδιάστατη απεικόνιση κτηρίου (2)



Εικόνα Β.18: Τρισδιάστατη απεικόνιση κτηρίου (3)



Εικόνα Β.19: Τρισδιάστατη απεικόνιση κτηρίου (4)

