



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Ενεργειακή Επιθεώρηση σε Υπεραγορά Βιολογικών Προϊόντων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τσόπελας Ιωάννης

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2016



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Ενεργειακή Επιθεώρηση σε Υπεραγορά Βιολογικών Προϊόντων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τσόπελας Ιωάννης

Επιβλέπων :Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την

2016.

.....

Ιωάννης Ψαρράς

.....

Δημήτριος Ασκούνης

.....

Χάρης Δούκας

Αθήνα, Φεβρουάριος 2016

.....

Τσόπελας Ιωάννης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © ΤΣΟΠΕΛΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ 2016

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

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

Περίληψη

Ο κτιριακός τομέας ευθύνεται για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Η υψηλή αυτή κατανάλωση πέραν του σοβαρού οικονομικού κόστους συμβάλλει στην εκπομπή αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι εκπομπές CO₂ από τα κτίρια στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) εκτιμάται ότι ανέρχονται στο 36% των ολικών εκπομπών. Η Ε.Ε. προκειμένου να συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος θέσπισε οδηγίες που προωθούν την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα, οι οποίες έχουν ενσωματωθεί και στην ελληνική νομοθεσία, και προβλέπουν, μεταξύ άλλων, τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων.

Σημειώνεται ότι η τελική ειδική κατανάλωση θερμικής ενέργειας στα ελληνικά κτίρια, είναι υψηλότερη από το μέσο όρο των κτιρίων στην Ευρώπη, παρά τις ευνοϊκότερες κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα μας. Το συγκεκριμένο γεγονός βρίσκεται ισχύ όχι μόνο στις κατοικίες, αλλά και σε κτίρια του τριτογενούς τομέα.

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στη διεξαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης σε Υπεραγορά βιολογικών προϊόντων.

Η κατανάλωση ενέργειας και οι εκπομπές CO₂ από τις υπεραγορές λιανικής πώλησης τροφίμων ποικίλλουν ευρέως και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως το είδος και το μέγεθος του καταστήματος, τις επιχειρηματικές και εμπορικές πρακτικές που ακολουθεί και τα συστήματα ψύξης και περιβαλλοντικού ελέγχου που χρησιμοποιεί.

Στο πλαίσιο της εργασίας πραγματοποιήθηκε λεπτομερής καταγραφή του ενεργειακού εξοπλισμού της υπεραγοράς βιολογικών προϊόντων ΒΙΟΑΡΤ" στην περιοχή του Ηρακλείου Αττικής. Παράλληλα, αποτυπώθηκαν οι ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου, πραγματοποιήθηκε υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιριακού κελύφους και διεξήχθησαν μετρήσεις με θερμοκάμερα και αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και ανάλυση των αποτελεσμάτων. Επίσης, μελετήθηκαν μια σειρά από δράσεις για την ενεργειακή βελτίωση του κτιρίου, οι οποίες και αξιολογήθηκαν με οικονομικά κριτήρια. Τέλος, αποτυπώθηκε η ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου, τόσο στην υφιστάμενη κατάσταση, καθώς και σε εναλλακτικά σενάρια δράσεων, με τη βοήθεια του λογισμικού ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ, και προσδιορίστηκε η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου σε κάθε περίπτωση.

Λέξεις Κλειδιά: Ενεργειακή Επιθεώρηση, Ενεργειακή Αποδοτικότητα, Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Υπεραγορά λιανικής πώλησης τροφίμων, Λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ, Ενεργειακή Κατάταξη, Προσδιορισμός Συντελεστή Θερμοπερατότητας, Θερμοκάμερα, Αναλυτής Ηλεκτρικής Ενέργειας, Δράσεις Ενεργειακής Βελτίωσης.

Abstract

The building sector is responsible for approximately 40% of total final energy consumption at national and European level. This high consumption beyond the serious economic costs conduces to the emission of gases that provoke the greenhouse effect. CO₂ emissions from buildings in the European Union (EU) are estimated at 36% of total emissions. The EU in order to contribute towards the environmental protection adopted directives promoting energy saving in buildings that have been incorporated in Greek legislation and include among others the conduct of energy audits.

Note that the final specific consumption of thermal energy in Greek buildings is higher than the average term of buildings in Europe, despite the favorable climatic conditions that prevail in our country. This fact applies either for residential or for the tertiary sector buildings.

This thesis is focused on the conduct of energy audits of an organic food retailing supermarket.

Energy consumption and CO₂ emissions from the supermarkets vary widely and depend on many factors including the type and size of store, the business and trade practices followed and the cooling systems and environmental control procedures used.

In the context of this thesis a detailed registration of energy consuming equipment of "BIOART", an organic food supermarket in the area of Heraklion Attikis, was held. In parallel they were carried out surveys of the building energy consumption, calculation of the average U-value of the building envelope, measurements with a thermal camera and an electric energy analyzer and evaluation of the results. Actions were also submitted towards the improvement of the building energy efficiency that were evaluated according to several economic criteria. Finally with the support of the software "TEE KENAK", building energy classification was specified for the present situation as well as for actions alternative scenarios.

Keywords: Energy Audit, Energy Efficiency, Energy Savings in Super Markets, Software TEE KENAK, Building Energy Classification, Thermal Factor Calculation, Thermal Camera, Electric Energy Analyser, Energy Improvement Actions.

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών και Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ) κατά τη διάρκεια του τελευταίου εξαμήνου φοίτησης.

Οφείλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Καθηγητή κ. Ιωάννη Ψαρρά για την ανάθεση αυτής της διπλωματικής εργασίας, την συμπαράσταση και τη συνολική υποστήριξη του για την επιτυχή ολοκλήρωσή της.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες απευθύνω επίσης στην επιβλέπουσα της παρούσας διπλωματικής, κα Αλεξάνδρα Παπαδοπούλου, Χημικό Μηχανικό διδάκτορα ΕΜΠ που υπήρξε αρωγός στην προσπάθεια αυτή δίνοντας πολύτιμες συμβουλές και κάνοντας διορθώσεις και υποδείξεις οι οποίες συνετέλεσαν καθοριστικά στην επιτυχή διεκπεραίωσή της.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες επίσης, πρέπει να αποδοθούν στον Ιδιοκτήτη της υπεραγοράς βιολογικών προϊόντων "BIOART" κ. Σπύρο Βλάχο και σε όλο το προσωπικό τεχνικό και διοικητικό για τις πολύτιμες πληροφορίες που μου έδωσαν σχετικά με τη λειτουργία του κτιρίου και του εξοπλισμού και για την απρόσκοπτη πρόσβαση στις εγκαταστάσεις.

Περιεχόμενα

Περίληψη	5
Abstract.....	6
Πρόλογος	7
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή	11
1.1 Εισαγωγή	13
1.2 Κατανάλωση ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση	13
1.3 Κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα	15
1.4 Κτιριακός τομέας στην Ελλάδα	15
1.5 Αντικείμενο - Σκοπός	17
1.6 Φάσεις υλοποίησης.....	18
1.7 Οργάνωση τόμου	20
Κεφάλαιο 2. Ενεργειακή Επιθεώρηση Υπεραγοράς βιολογικών προϊόντων "BIOART"23	
2.1 Περιγραφή του υπό μελέτη κτιρίου	25
2.2 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	38
2.3 Κόστος ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίου	40
2.4 Κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση	41
2.4.1 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό	41
2.4.2 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση/ψύξη.....	44
2.4.3 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για μηχανήματα	47
2.4.4 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για συσκευές.....	49
2.4.5 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης	51
2.4.6 Κατανομή καταναλώσεων ανά είδος χρήσης και όροφο	52
2.5 Επιθεώρηση ενεργειακής επάρκειας κτιρίων	54
2.5.1 Γενικά.....	54
2.5.2 Μονάδες μέτρησης	54
2.5.3 Ορισμοί.....	55
2.5.4 Μεθοδολογία υπολογισμού.....	56
2.5.5 Υπολογισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίου "BIOART"	62
2.5.6 Συμπεράσματα	72
Κεφάλαιο 3. Αποτελέσματα Μετρήσεων με Καταγραφικό Εξοπλισμό	73
3.1 Υπέρυθρη Θερμογραφία (Θερμογράφιση).....	75
3.1.1 Εισαγωγή	75
3.1.2 Αρχές της μεθόδου	75
3.1.3. Εφαρμογές της μεθόδου	75
3.1.4 Εξοπλισμός	77
3.1.5 Διαδικασία λήψης θερμογραφήματων (θερμοφωτογραφιών).....	80

3.1.6 Θερμογέφυρες	84
3.1.7 Διεξαγωγή των μετρήσεων	88
3.1.8 Παρουσίαση και σχολιασμός θερμογραφημάτων.....	88
3.1.9 Συμπεράσματα	99
3.2 Αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας.....	101
3.2.1 Εισαγωγή	101
3.2.2 Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε	101
3.2.3 Μετρήσεις του αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας	103
3.2.4 Αρμονικές ρεύματος και τάσης.....	108
3.2.5 Συμπεράσματα	112
Κεφάλαιο 4. Προτάσεις Δράσεων Ενεργειακής Βελτιστοποίησης.....	113
4.1 Εισαγωγή	115
4.2 Οικονομικά κριτήρια επιλογής.....	116
4.2.1 Κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) (Net Present Value- NPV).....	116
4.2.2 Κριτήριο του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (ΕΒΑ) (Internal Rate of Return - IRR)	117
4.2.3 Κριτήριο της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (ΕΠΑ) (Discounted pay back period - DBP).....	117
4.3 Προτεινόμενες δράσεις βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας	117
4.3.1 Δράσεις για το φωτισμό	117
4.3.2 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος στην οροφή του κτιρίου	125
4.3.3 Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών	130
4.3.4 Εγκατάσταση γυάλινων θυρών με επαναφορά στα ψυγεία	132
4.3.5 Συστήματα σκίασης.....	135
4.3.6 Εξωτερική θερμομόνωση κτιριακού κελύφους	139
4.3.7 Σύστημα θέρμανσης-ψύξης	150
4.4 Σύνοψη Προτάσεων	152
Κεφάλαιο 5. Ενεργειακή Επιθεώρηση με Χρήση του Λογισμικού TEE-KENAK.....	155
5.1 Εισαγωγή	157
5.2 Τρόπος λειτουργίας λογισμικού TEE-KENAK.....	158
5.3 Εισαγωγή στοιχείων στο λογισμικό TEE-KENAK.....	162
5.4 Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου.....	200
5.5 Συμπεράσματα	204
Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα και Προοπτικές.....	205
6.1 Συμπεράσματα	207
6.2 Προοπτικές εφαρμογής.....	210
Βιβλιογραφία	211

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή

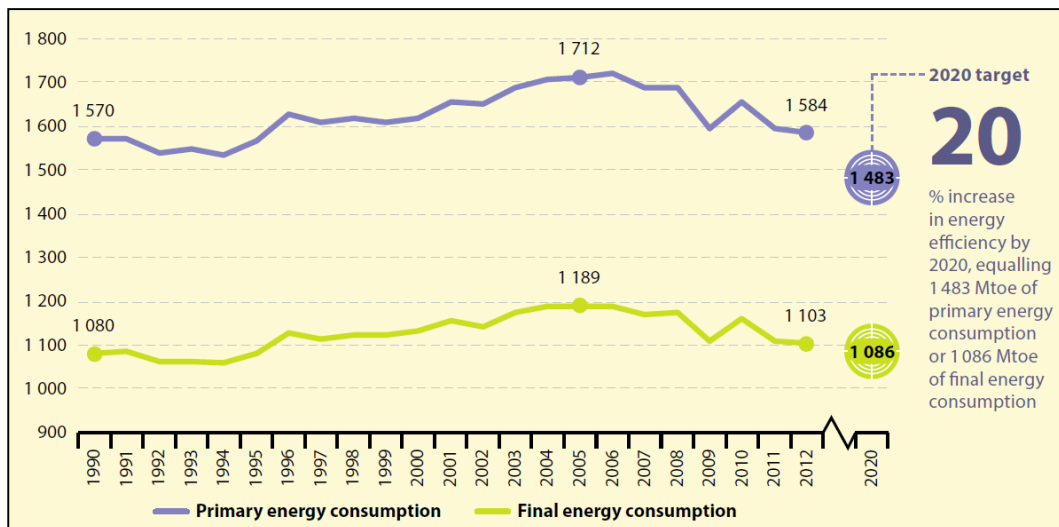
Είναι γνωστό ότι ο τομέας της ενέργειας ευθύνεται περισσότερο από κάθε άλλον για την κλιματική αλλαγή και την υπερθέρμανση του πλανήτη λόγω της εκπομπής αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) παράγονται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, ορυκτός άνθρακας, λιγνίτης, φυσικό αέριο) και συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 56% και 7% αντίστοιχα [1]. Η ενέργεια είναι επίσης υπεύθυνη και για μέρος των εκπομπών μεθανίου (CH₄), οξειδίων του αζώτου (NO_x) και χλωροφθορανθράκων (CFC). Τα ακραία καιρικά φαινόμενα που εκδηλώνονται τα τελευταία χρόνια σε παγκόσμια κλίμακα οφείλονται στη ρύπανση του περιβάλλοντος και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η εξοικονόμηση ενέργειας και η ορθολογική χρήση της χωρίς να μειωθεί το επίπεδο διαβίωσης αποτελεί επιδίωξη όλων των συνειδητοποιημένων πολιτών ενάντια στην απειλή κατά του πλανήτη.

1.2 Κατανάλωση ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας κάθε κράτους μέλους της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 28 (ΕΕ-28) εξαρτάται, από τη δομή του ενεργειακού συστήματος, τη διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων για την παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, καθώς και τη δομή και την ανάπτυξη κάθε οικονομίας. Αυτό ισχύει όχι μόνο για τα συμβατικά καύσιμα και την πυρηνική ενέργεια, αλλά και για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Μια ανάλυση για την εξέλιξη της κατανάλωσης ενέργειας την τελευταία τριακονταετία δείχνει ότι στην ΕΕ-28 το 2012 ήταν περίπου στο ίδιο επίπεδο με το 1990. Μεταξύ αυτών των ετών, η κατανάλωση αυξήθηκε κατά 12,4% από 1631 εκατομμύρια τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου (toe/ΤΙΠ) το 1994 στη μέγιστη ποσότητα των 1832 εκατομμύρια ΤΙΠ το 2006 [2]. Η κατανάλωση από το 2004 ως το 2008 θεωρείται πρακτικά αμετάβλητη. Το 2009 μειώθηκε κατά 5,7% σε όλα τα κράτη μέλη λόγω περιορισμού της οικονομικής δραστηριότητας, κυρίως ως αποτέλεσμα της χρηματοπιστωτικής και οικονομικής κρίσης και όχι των μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος που είχαν εφαρμοστεί. Η κατανάλωση ανέκαμψε το 2010 κατά 3,8% στα περισσότερα από τα κράτη μέλη εκτός από τη Λιθουανία, Ελλάδα, Κύπρο, Πορτογαλία, Κροατία και Ισπανία. Το 2011, ισοδύναμη περίπτωση πτώση στην κατανάλωση (3,6%) καταγράφηκε σε 22 από τα 28 κράτη μέλη, με κύριες εξαιρέσεις τη Βουλγαρία (αύξηση 7,4%) και τη Λιθουανία (3,2%). Μετά από αυτά τα τρία χρόνια των σχετικά μεγάλων μεταβολών, το 2012 και το 2013 η κατανάλωση μειώθηκε περαιτέρω κατά 0,7% και 1,2% αντίστοιχα. Μόνο εννέα κράτη μέλη σημείωσαν αύξηση της κατανάλωσης το 2012 και 2013, συμπεριλαμβανομένων δύο από τα μεγαλύτερα (Γερμανία και Γαλλία) και για τα δύο έτη. Το 2013, η Κροατία και η Ισπανία παρουσίασαν πτώσης της κατανάλωσης για έκτο συνεχόμενο έτος, η Ελλάδα και η Κύπρος για πέμπτο και η Ιρλανδία για τέταρτο [2]. Η Πορτογαλία σημείωσε αύξηση στην κατανάλωση κατά 0,7% το 2013, μετά από επτά χρόνια συνεχούς μείωσης. Σημειώνεται ότι το επίπεδο του 2013 ήταν 9,1% κάτω από το μέγιστο του 2006. Δώδεκα από τα κράτη μέλη της ΕΕ είχαν χαμηλότερη ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση ενέργειας το 2013 σε σχέση με το 1990. Στο Διάγραμμα 1.1 φαίνεται η διακύμανση της πρωτογενούς και της τελικής κατανάλωσης ενέργειας από το 1990 και μετά καθώς και ο στόχος για το 2020 (20% αύξηση της ενεργειακής απόδοσης το

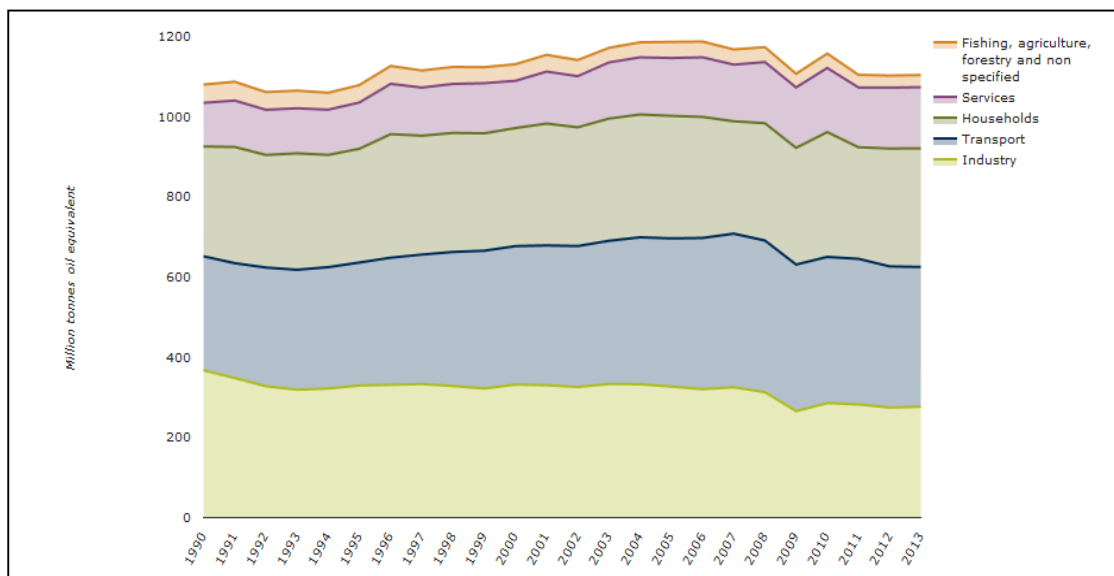
2020 δηλ. 1483 Mtoe κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ή 1086 Mtoe κατανάλωση τελικής ενέργειας[2].



Διάγραμμα 1.1: Πρωτογενής και τελική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ-28

Πηγή: Eurostat [2]

Στο Διάγραμμα 1.2 φαίνεται η κατανάλωση της τελικής ενέργειας στην ΕΕ-28 ανά τομέα [3].



Διάγραμμα 1.2: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στην ΕΕ-28

Πηγή: E.E. [3]

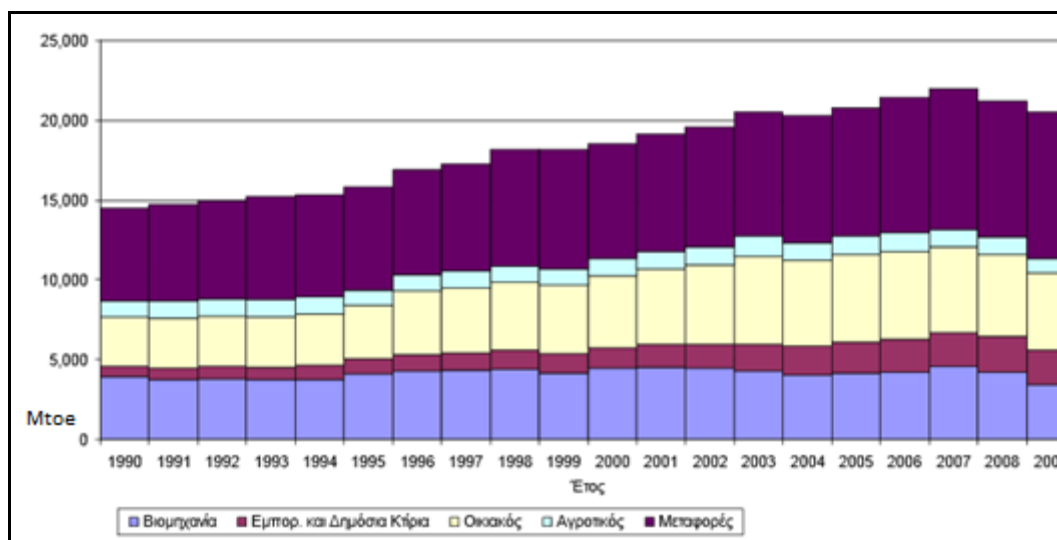
Από το Διάγραμμα 1.2 είναι εμφανές ότι οι μεταφορές καταναλώνουν περίπου το 30-32% της τελικής ενέργειας ενώ ακολουθεί η βιομηχανία με 25-27%. Ο οικιακός τομέας και οι υπηρεσίες (δηλ. τα κτίρια) ευθύνονται για το 40% της κατανάλωσης ενέργειας και ακολουθεί ο αγροτικός τομέας με κατανάλωση που κυμαίνεται στο 2,5-3%. Με βάση την παραπάνω κατανάλωση οι εκπομπές CO₂ από τα κτίρια εκτιμάται ότι ανέρχονται στο 36% των ολικών εκπομπών [4].

Ενώ τα νέα κτίρια καταναλώνουν λιγότερο από 3-5 λίτρα πετρελαίου θέρμανσης ανά τετραγωνικό μέτρο ανά έτος, τα παλαιότερα κτίρια καταναλώνουν περίπου 25 λίτρα κατά

μέσο όρο. Επί του παρόντος, περίπου το 35% των κτιρίων της ΕΕ είναι άνω των 50 ετών. Με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, εκτιμάται ότι η συνολική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ θα μειωθεί κατά 5% - 6% και οι εκπομπές CO₂ κατά περίπου 5% [4].

1.3 Κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα

Στο Διάγραμμα 1.3 φαίνεται η κατανάλωση της τελικής ενέργειας στην Ελλάδα ανά τομέα [5].



Διάγραμμα 1.3: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στην Ελλάδα

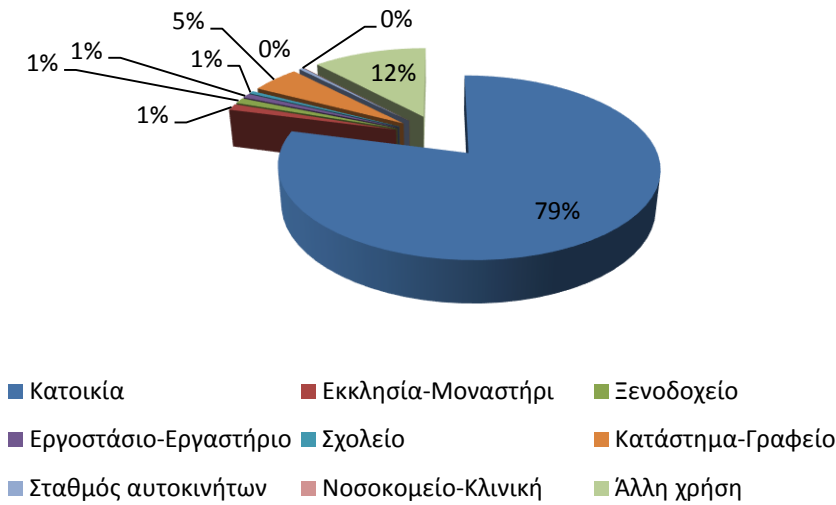
Πηγή: Τ.Ε.Ε. [5]

Από το Διάγραμμα 1.3 φαίνεται ότι για την χρονική περίοδο 1990-2009 η τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα αυξήθηκε κατά 39%, από 14,7 Mtoe το 1990, σε 20,5 Mtoe το 2009. Η τελική κατανάλωση ενέργειας στο βιομηχανικό και αγροτικό τομέα παρέμεινε σχεδόν σταθερή κατά την περίοδο 1990-2009, σε 4,2 Mtoe και 1 Mtoe, αντίστοιχα. Αντίθετα στον τομέα των μεταφορών παρατηρείται μια σημαντική αύξηση της κατανάλωσης κατά 51% (από 5,8 Mtoe το 1990 σε 8,8 Mtoe το 2009). Στον οικιακό τομέα η αύξηση είναι 65% (από 3,1 Mtoe το 1990 σε 4,8 Mtoe το 2009), όπου παρατηρήθηκε διπλασιασμός της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Την μεγαλύτερη όμως αύξηση στην τελική κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζει ο τριτογενής τομέας (εμπορικός τομέας, υπηρεσίες), η οποία τριπλασιάστηκε από 0,6 Mtoe το 1990 σε 2,1 Mtoe το 2009, με μια μέση ετήσια αύξηση 7%. Για την μετά το 2009 εποχή της ύφεσης η κατανάλωση μειώθηκε για τέταρτο συνεχόμενο έτος (2013). Ο κτιριακός τομέας (Οικιακός και Εμπορικά και Δημόσια κτίρια) είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό επίπεδο, ποσοστό παρόμοιο με εκείνο της ΕΕ-28.

1.4 Κτιριακός τομέας στην Ελλάδα

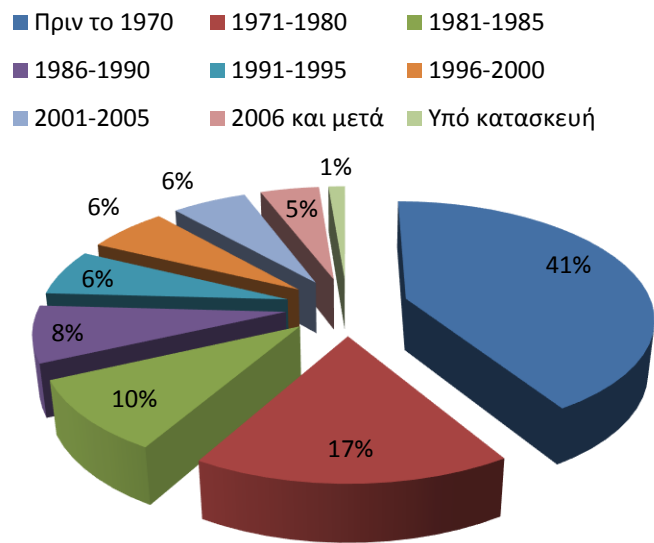
Σύμφωνα με την απογραφή του 2011, το ελληνικό κτιριακό απόθεμα (4.105.637 κτίρια) αποκλειστικής χρήσης και μικτής χρήσης κατά είδος κύριας χρήσης, αποτελείται κατά 79% από κατοικίες, ενώ τα μη οικιστικά κτίρια αντιπροσωπεύουν το 21% [6]. Αυτά στεγάζουν γραφεία και εμπορικά καταστήματα (5%), σχολεία (1%), νοσοκομεία, ξενοδοχεία (1%), εκκλησίες – μοναστήρια (1%), εργοστάσια-εργαστήρια (1%) ενώ οι άλλες χρήσεις των

κτιρίων (12%) περιλαμβάνουν κυρίως εγκαταστάσεις που έχουν περιοδική χρήση και περιορισμένη συμβολή στη συνολική κατανάλωση ενέργειας. Στο Διάγραμμα 1.4 φαίνεται αναλυτικά η κατανομή των ελληνικών κτιρίων ανά χρήση.



Διάγραμμα 1.4: Κατανομή κτιρίων ανά χρήση

Στο Διάγραμμα 1.5 φαίνεται η κατανομή του ελληνικού κτιριακού αποθέματος ανά χρονική περίοδο κατασκευής, σύμφωνα και πάλι με στοιχεία της απογραφής κτιρίων του 2011.



Διάγραμμα 1.5: Κατανομή κτιρίων ανά χρονική περίοδο κατασκευής

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 1.5 τα κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν το 1980, δηλαδή πριν τεθεί σε ισχύ ο κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων (ΚΘΚ), αντιστοιχούν περίπου στο 58% του συνολικού δυναμικού. Τα κτίρια αυτά δε διαθέτουν θερμική μόνωση (εκτός ολίγων εξαιρέσεων που φέρουν μόνωση στην οροφή) και οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τους, αν δεν έχουν ανακαινισθεί, είναι παλιάς τεχνολογίας με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν κακή ενεργειακή απόδοση. Τα νεότερα κτίρια παρουσιάζουν μείωση της πραγματικής τελικής ειδικής κατανάλωσης θερμικής ενέργειας (kWh/m^2 έτος), ενώ η ηλεκτρική αυξάνεται κυρίως λόγω της αύξησης των αναγκών κλιματισμού. Σημειώνεται ότι

η πραγματική τελική ειδική κατανάλωση θερμικής ενέργειας στα ελληνικά κτίρια είναι υψηλότερη από το μέσο όρων των κτιρίων στην Ευρώπη, παρά τις ευνοϊκότερες κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας. Αυτό οφείλεται κυρίως στην κακή διαχείριση ενέργειας από τους χρήστες αλλά και στην κατασκευή κτιρίων χωρίς τις απαραίτητες τεχνικές προδιαγραφές [5].

Η θερμική θωράκιση του κτιριακού κελύφους, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα υψηλής ενεργειακής απόδοσης ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα, οι διατάξεις αυτομάτου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας για κτιριακές εγκαταστάσεις, καθώς και η υπάρχουσα εμπειρία, μπορεί να συμβάλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια.

Τα οφέλη από την ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια είναι πολλαπλά και περιλαμβάνουν:

- Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση/ψύξη χώρων, το ζεστό νερό χρήσης και τις άλλες επιμέρους τελικές χρήσεις,
- Βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών άνεσης των εσωτερικών χώρων των κτιρίων,
- Εξοικονόμηση χρημάτων,
- Εξοικονόμηση εθνικών ενεργειακών πόρων,
- Μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

1.5 Αντικείμενο - Σκοπός

Η ενεργειακή κατανάλωση των καταστημάτων λιανικής πώλησης τροφίμων εξαρτάται από τις επιχειρηματικές πρακτικές, τη μορφή, το μέγεθος και τον τύπο, το μίγμα των προϊόντων που διατίθενται, την αγοραστική δραστηριότητα και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση, παρασκευή, διατήρηση και έκθεση των τροφίμων. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά m^2 επιφάνειας ποικίλλει ευρύτατα και εμφανίζεται υψηλότερη στα παντοπωλεία και μικρότερη στα μεγαλύτερα καταστήματα δηλαδή παρουσιάζει εκθετική μορφή α^x με $0 < \alpha < 1$ [7].

Τα καταστήματα τροφίμων έχουν επίσης σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αυτές διακρίνονται σε έμμεσες λόγω της υψηλής κατανάλωσης ενέργειας και σε άμεσες που οφείλονται στις διαρροές των ψυκτικών ρευστών. Παρά την προσπάθεια των τελευταίων ετών για μείωση των άμεσων εκπομπών μέσω καλύτερου σχεδιασμού του συστήματος ψύξης και χρήσης αισθητήρων ανίχνευσης διαρροής, αυτές εξακολουθούν να είναι σημαντικές.

Η κατανάλωση ενέργειας των μεγάλων καταστημάτων λιανικού εμπορίου τροφίμων στην Ελλάδα και οι σχετιζόμενες με αυτή συνολικές ετήσιες εκπομπές CO_2 δεν έχουν μέχρι σήμερα εκτιμηθεί. Ο συνδυασμός των υφιστάμενων κτιρίων όπου στεγάζονται τα καταστήματα λιανικής πώλησης τροφίμων και της υψηλής κατανάλωσης ενέργειας κυρίως για ψύξη επιβάλλει την παρακολούθηση της κατανάλωσης ανά εγκατάσταση, την ενεργειακή επιθεώρηση των καταστημάτων, τη χρήση συστημάτων αυτομάτου ελέγχου και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη συνεργασία με πανεπιστήμια της χώρας σε ερευνητικά προγράμματα προκειμένου να αποτυπωθεί η υφιστάμενη κατάσταση και να τεθούν οι στόχοι για εξοικονόμηση ενέργειας.

Η ενεργειακή επιθεώρηση αποτελεί πλέον υποχρεωτική διαδικασία σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία τόσο για νέα όσο και για παλαιότερα κτίρια. Συνίσταται στον έλεγχο του κτιρίου ώστε το κτιριακό κέλυφος να πληροί τις προδιαγραφές θερμομόνωσης που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. και στην καταγραφή και ανάλυση του ενεργειακού προφίλ του, ώστε να περιοριστούν οι περιττές καταναλώσεις και να βελτιστοποιηθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η Ενεργειακή Επιθεώρηση σε υπεραγορά βιολογικών προϊόντων με κύριο στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Στα πλαίσια της εργασίας έγινε πλήρης καταγραφή του εξοπλισμού του κτιρίου, θερμογράφιση με τη χρήση ειδικής θερμοκάμερας με στόχο τον εντοπισμό ατελειών στη μόνωση ή άλλων προβλημάτων στο κτιριακό κέλυφος, καταγραφή της ηλεκτρικής κατανάλωσης με χρήση αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας και υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου με βάση τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) σειρά 20701.

Στη συνέχεια, προτάθηκαν δράσεις για εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιρίου, οι οποίες αξιολογήθηκαν μέσω τεχνοοικονομικής ανάλυσης και ελέγχθηκε η βιωσιμότητά τους με κριτήριο την Καθαρή Παρούσα Αξία, την Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής και τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης.

1.6 Φάσεις υλοποίησης

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε την περίοδο Ιούνιος– Δεκέμβριος 2015. Η υλοποίησή της περιλαμβάνει 5 φάσεις οι οποίες περιγράφονται συνοπτικά στη συνέχεια και απεικονίζονται εποπτικά στο Διάγραμμα 1.1.

Φάση 1^η: Επιμέτρηση και αποτύπωση κτιρίου. Καταγραφή πάσης φύσεως εξοπλισμού, συλλογή στοιχείων που αφορούν στο κτίριο και στον εξοπλισμό, εκτίμηση και κατανομή ενεργειακών καταναλώσεων ανά χρήση και υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κτιρίου.

Κατά τη διάρκεια της φάσης αυτής πραγματοποιείται λεπτομερής καταγραφή του εξοπλισμού της υπεραγοράς που λειτουργεί μόνο με κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και συλλογή πληροφοριών από τους εργαζόμενους σχετικά με τις ώρες χρήσης και λειτουργίας των μηχανημάτων και συσκευών, του φωτισμού και των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, ούτως ώστε να γίνει όσο το δυνατόν καλύτερη προσομοίωση των πραγματικών καταναλώσεων κατά τον υπολογισμό του ενεργειακού προφίλ του κτιρίου. Επίσης, σε συνεργασία με το λογιστή της επιχείρησης συλλέγονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία για τη διεξαγωγή του υπολογιστικού τμήματος της μελέτης δηλαδή τιμολόγια ΔΕΗ 2014 και 2015. Κατά την διάρκεια αυτής της φάσης υπολογίζεται και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου.

Φάση 2^η: Διεξαγωγή μετρήσεων με ειδικό μετρητικό εξοπλισμό και ανάλυσή τους.

Κατά τη διάρκεια της φάσης αυτής πραγματοποιούνται μετρήσεις με χρήση ειδικού επιστημονικού εξοπλισμού. Σε πρώτο στάδιο διεξάγεται λεπτομερής έλεγχος του κτιριακού κελύφους του υπό μελέτη κτιρίου με τη χρήση ειδικής θερμοκάμερας για τον εντοπισμό

τυχόν ατελειών στη μόνωση (αν υπάρχει), θερμογεφυρών ή άλλων προβλημάτων στα δομικά υλικά και στις ενώσεις τους. Κατόπιν, οι θερμοφωτογραφίες αναλύονται και γίνεται επεξεργασία τους με κατάλληλο λογισμικό ώστε να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την κατάσταση του κτιρίου. Στη συνέχεια, τοποθετείται για διάστημα τριών ημερών αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας στον κεντρικό πίνακα της υπεραγοράς δημιουργώντας έτσι ένα πλήρες ενεργειακό προφίλ. Η χρήση των οργάνων οδηγεί τελικά στον εντοπισμό των σημείων όπου υπάρχει ενεργειακή διαρροή και υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Φάση 3^η: Παρουσίαση προτεινόμενων δράσεων βελτιστοποίησης και αξιολόγησή τους.

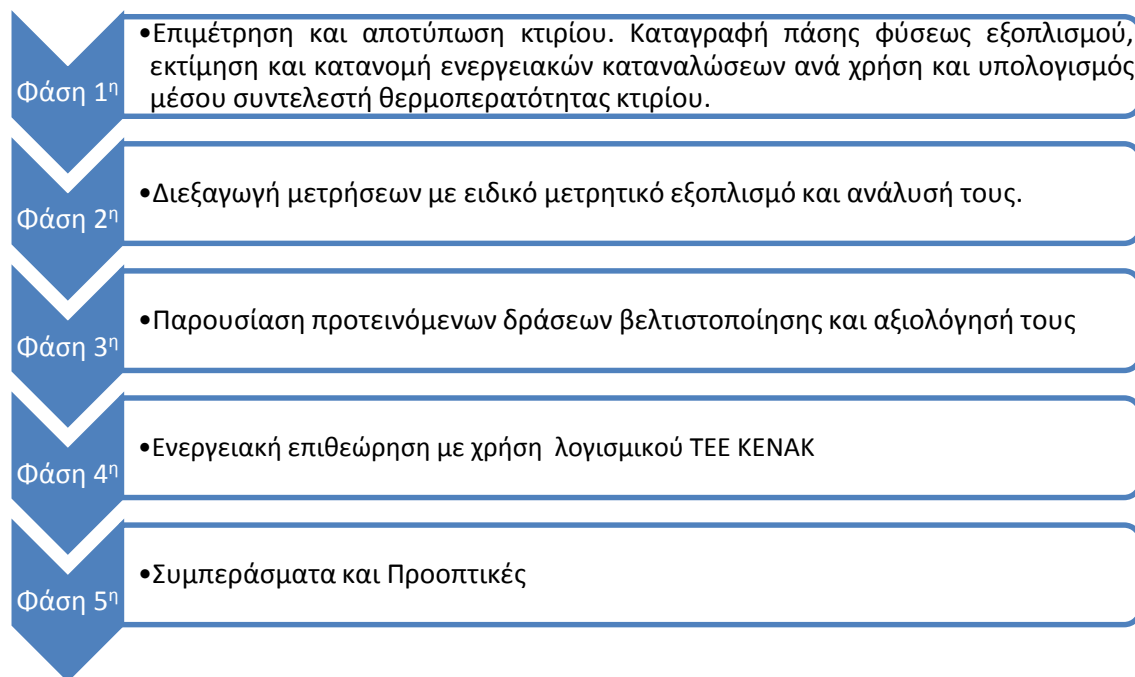
Κατά τη διάρκεια της τέταρτης φάσης εξετάζονται ποικίλες δράσεις βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιρίου και αξιολογούνται όσον αφορά τη δυνατότητα υλοποίησης και τη βιωσιμότητά τους. Οι δράσεις που προτείνονται αφορούν στην αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας του φωτισμού, του κτιριακού κελύφους, των ψυγείων, της εγκατάστασης ΖΝΧ καθώς και στην σκίαση και την εγκατάσταση Φ/Β συστήματος στην οροφή του κτιρίου για αυτοπαραγωγή και συμψηφισμό ενέργειας. Κατόπιν γίνεται σύγκριση των επί μέρους μέτρων και προτείνεται η βέλτιστη λύση από οικονομικής και ενεργειακής πλευράς.

Φάση 4^η: Ενεργειακή επιθεώρηση με χρήση λογισμικού TEE KENAK

Γίνεται παρουσίαση του λογισμικού TEE KENAK μέσω της Ενεργειακής Επιθεώρησης της υπεραγοράς βιολογικών προϊόντων και ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

Φάση 5^η: Συμπεράσματα και Προοπτικές.

Κατά την διάρκεια της τελευταίας φάσης της διπλωματικής παρατίθενται τα συμπεράσματα που εξάγονται από την οικονομοτεχνική μελέτη και εξετάζονται οι προοπτικές εφαρμογής τους σε πραγματικές συνθήκες.



Σχήμα 1.1: Φάσεις ολοκλήρωσης Διπλωματικής Εργασίας

1.7 Οργάνωση τόμου

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από τέσσερα κύρια μέρη:

- Το 1^ο μέρος και κύριο μέρος της εργασίας που αποτελείται από τα βασικά στάδια της ενεργειακής επιθεώρησης και περιλαμβάνει την περιγραφή του υπό μελέτη κτιρίου, την καταγραφή του εξοπλισμού, την ανάλυση των καταναλώσεων, τη μελέτη θερμομόνωσης του κτιρίου και, τέλος, τη διαδικασία μετρήσεων μαζί με τον σχολιασμό των αποτελεσμάτων και την παρουσίαση των μετρητικών οργάνων των οποίων έγινε χρήση.
- Το 2^ο μέρος που περιλαμβάνει προτάσεις βελτιωτικών δράσεων και τεchnοοικονομική ανάλυση και αξιολόγησή τους με βάση οικονομικά και λειτουργικά κριτήρια.
- Το 3^ο μέρος στο οποίο γίνεται η Ενεργειακή επιθεώρηση του ιδίου κτιρίου με χρήση λογισμικού TEE KENAK. Μέσω της επιθεώρησης γίνεται και συνοπτική παρουσίαση του λογισμικού.
- Το 4^ο μέρος που περιλαμβάνει γενικά συμπεράσματα και προοπτικές εφαρμογής τους στην συγκεκριμένη επιχείρηση.

Αναλυτικά:

Αρχικά, παρατίθεται η περίληψη της εργασίας στην ελληνική και αγγλική γλώσσα και ακολουθεί ο πρόλογος και ο αναλυτικός πίνακας περιεχομένων.

Το **Κεφάλαιο 1** αποτελεί την εισαγωγή όπου παρουσιάζονται ο σκοπός και το κυρίως αντικείμενο της εργασίας, τα στάδια υλοποίησής της και τέλος η δομή και η οργάνωση του τόμου.

Το **Κεφάλαιο 2** αποτελεί το κυρίως κομμάτι της διπλωματικής εργασίας όπου γίνεται αναλυτική παρουσίαση της υπεραγοράς και ανάλυση του ενεργειακού του προφίλ (καταγραφή καταναλώσεων με βάση τα δεδομένα που συλλέχτηκαν από το λογιστή της επιχείρησης και εκτίμηση καταναλώσεων που έγινε βάσει στοιχείων λειτουργίας του κτιρίου όπως τα μετέφερε το προσωπικό). Τέλος, το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τον έλεγχο θερμικής επάρκειας των δομικών στοιχείων και τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου

Το **Κεφάλαιο 3** περιλαμβάνει τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια ειδικού εξοπλισμό, που παραχωρήθηκε από το Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης, στα πλαίσια της ενεργειακής επιθεώρησης με στόχο την καλύτερη δυνατή ενεργειακή προσέγγιση. Αρχικά, παρουσιάζονται τα δεδομένα από τη θερμογράφηση των χώρων του κτιρίου (εσωτερικών και εξωτερικών) και γίνεται σχολιασμός και ανάλυση των θερμοφωτογραφιών, ενώ περιγράφεται η λειτουργία της θερμοκάμερας που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία. Στη συνέχεια γίνεται ανάλυση και παρουσίαση των αποτελεσμάτων του αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως και μια σύντομη περιγραφή της λειτουργίας του.

Το **Κεφάλαιο 4** περιλαμβάνει τις προτεινόμενες δράσεις ενεργειακής βελτίωσης για τη μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και την αξιολόγησή τους βάσει των οικονομικών κριτηρίων της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ), του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (EBA) και της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (EPA).

Το **Κεφάλαιο 5** περιλαμβάνει την ενεργειακή επιθεώρηση του ίδιου κτιρίου με χρήση του λογισμικού TEE KENAK και την ενεργειακή κατάταξή του (υφιστάμενη κατάσταση και σενάρια βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας). Μέσω της επιθεώρησης γίνεται και συνοπτική παρουσίαση του λογισμικού.

Το **Κεφάλαιο 6**, που αποτελεί και το τελευταίο κομμάτι της εργασίας, περιλαμβάνει τα συμπεράσματα που προκύπτουν με βάση την οικονομοτεχνική μελέτη και τις προοπτικές εφαρμογής τους σε πραγματικές συνθήκες στην εν λόγω υπεραγορά.

Κεφάλαιο 2. Ενεργειακή Επιθεώρηση Υπεραγοράς βιολογικών προϊόντων "BIOART"

2.1 Περιγραφή του υπό μελέτη κτιρίου

Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ), αν τα κτίρια ήταν κατασκευασμένα σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), τότε θα επιτυγχανόταν κατά μέσο όρο ένα ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας 66,03% για τις μονοκατοικίες, 56,06% για τις πολυκατοικίες, 37,68% για τα γραφεία, 44,44% για τα καταστήματα, 51,73% για τα εκπαιδευτήρια πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, 47,14% για τα εκπαιδευτήρια δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και 36,92% για τα νοσοκομεία [8]. Καθώς τα καταστήματα εμφανίζονται περισσότερο ενεργοβόρα από τα κτίρια γραφείων [8] η μελέτη ενεργειακής απόδοσης αυτών είναι επιβεβλημένη. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης θα συμβάλλουν στη μείωση των λειτουργικών εξόδων της επιχείρησης αλλά και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).

Για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, επιλέχθηκε η ενεργειακή επιθεώρηση της υπεραγοράς βιολογικών προϊόντων "BIOART" η οποία βρίσκεται σε πολύ κεντρικό σημείο επί της Λεωφόρου Ηρακλείου 408 (περιοχή "Τρία Αστέρια") στο Ηράκλειο Αττικής. Η επιχείρηση στεγάζεται σε κτίριο επαγγελματικών χώρων όπου και καταλαμβάνει το ισόγειο και τον 1^ο όροφο (πατάρι). Το κτίριο, κείμενο εντός περιοχής σχετικά πυκνοκατοικημένης με ποικίλες χρήσεις γης, έχει συντεταγμένες γεωγραφικό πλάτος 38° 3', 7,9" Β και γεωγραφικό μήκος 23° 46', 1,4" Α (Εικόνα 2.1). Κατά μήκος της Λεωφόρου Ηρακλείου η οποία διασχίζει όλο το Ηράκλειο στεγάζονται κυρίως επαγγελματικοί χώροι και καταστήματα σε συνδυασμό με κατοικίες στους ορόφους.

Το οικοπέδο έχει έκταση περίπου 1.385 m². Χαρακτηριστικό του οικοπέδου είναι η μεγάλη υψομετρική διαφορά που παρατηρείται κατά μήκος του Βορειοδυτικού - Νοτιοανατολικού άξονα, ο οποίος αποτελεί και το βασικό άξονα οικοπέδου και κτιρίου.



Εικόνα 2.1: Υπεραγορά βιολογικών προϊόντων BIOART

Το κτίριο κατασκευάστηκε το 1978 και είναι πανταχόθεν ελεύθερο. Περιλαμβάνει υπόγειο (διαμορφώθηκε λόγω της υψομετρική διαφοράς του οικοπέδου), ισόγειο και πατάρι και επειδή εντάσσεται σε αστικό ιστό, πολλές παράμετροι, όπως π.χ. ο φωτισμός και ο

αερισμός του επηρεάζονται από τα γειτονικά κτίρια που είναι διώροφα ή τριώροφα. Στο υπόγειο του κτιρίου στεγάζεται άλλη επιχείρηση. Σε μικρή απόσταση βρίσκεται επίσης και ένας διαμορφωμένος χώρος πρασίνου.

Εσωτερική διαρρύθμιση επιχείρησης: Στο ισόγειο υπάρχει χώρος διάθεσης βιολογικών προϊόντων και εργαστήριο. Ο χώρος διάθεσης προϊόντων βρίσκεται στην κύρια όψη του οικοπέδου (Λεωφόρος Ηρακλείου) και φέρει περιμετρικά (ακόμα και μπροστά από πολλά παράθυρα) αλλά και ενδιάμεσα, ράφια και βιτρίνες. Παρουσιάζει τυπική διαρρύθμιση χώρου πώλησης προϊόντων όπως τρόφιμα, καλλυντικά, είδη ατομικής υγιεινής, απορρυπαντικά κ.ά. Το εργαστήριο της επιχείρησης βρίσκεται στο ισόγειο στην πίσω όψη του οικοπέδου. Περιλαμβάνει μηχανήματα συσκευασίας, τελικής επεξεργασίας και συντήρησης.

Στο πατάρι υπάρχουν τα γραφεία της επιχείρησης επιφάνειας περίπου 170 m².

Το καθαρό ύψος του ισογείου είναι 3,10 m όπου υπάρχει πατάρι και 5,90 m στον υπόλοιπο χώρο. Το πατάρι έχει καθαρό ύψος κύριου χώρου 2,80 m. Στο ισόγειο όπως και στο πατάρι στεγάζονται επίσης και βοηθητικοί χώροι (κλιμακοστάσιο, τουαλέτες).

Όσον αφορά στα εξωτερικά ανοίγματα (παράθυρα), αυτά αποτελούν ένα σημαντικό ποσοστό της συνολικής επιφάνειας των τοίχων. Οι υαλοπίνακες είναι διπλοί, τριών ειδών όσον αφορά στις διαστάσεις και τα κουφώματα των υαλοστασίων είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο. Δεν υπάρχουν διατάξεις εξωτερικής σκίασης σε κανένα άνοιγμα.

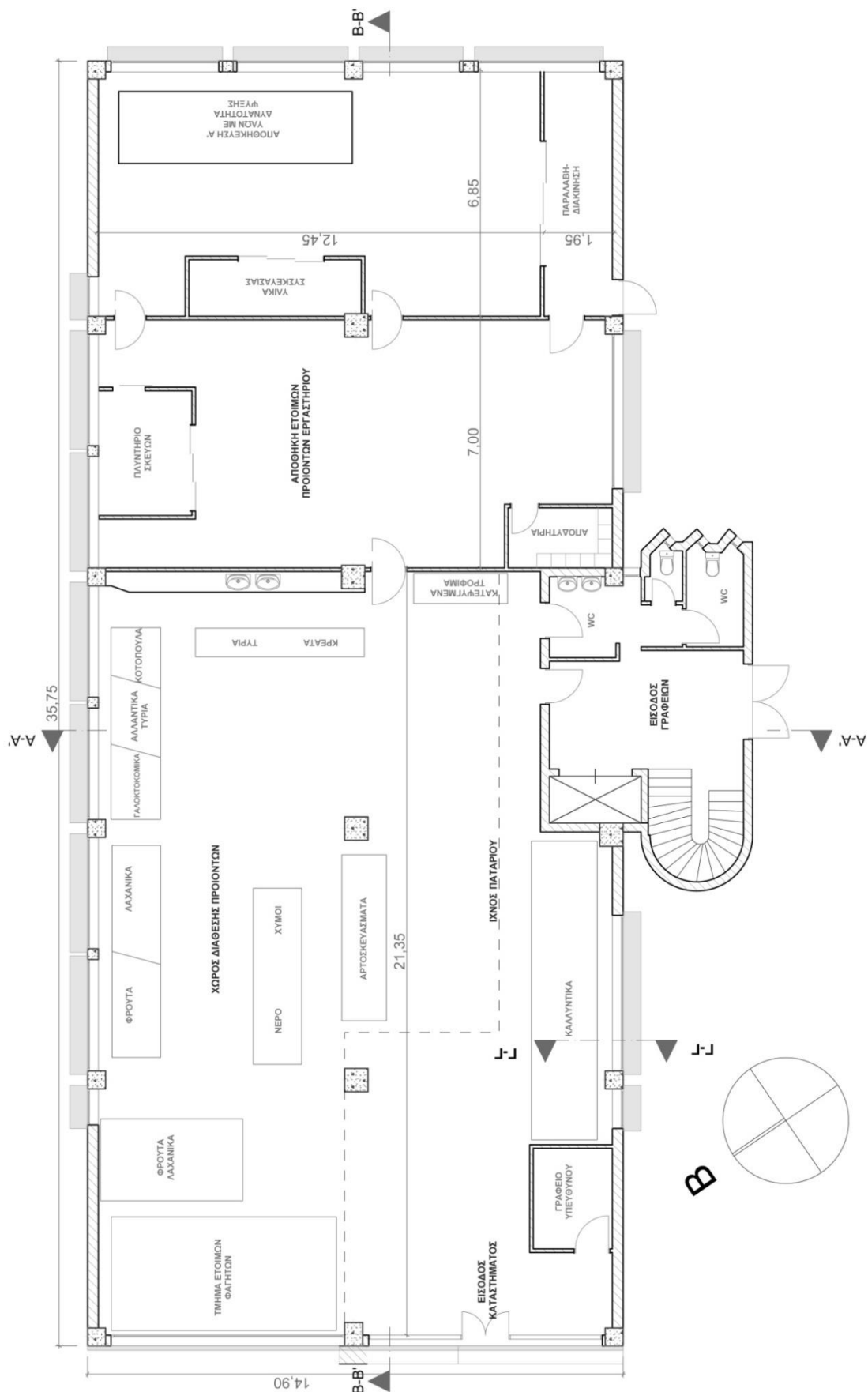
Ο συνολικός όγκος του κτιρίου της "BIOART" είναι 3.719,55 m³ και η συνολική επιφάνεια 739,00 m². Το ισόγειο έχει εμβαδόν 569,00 m² (μαζί με το κλιμακοστάσιο) και το πατάρι 170 m². Αναλυτικότερα η συνολική επιφάνεια των διαφόρων χώρων, η χρήση και ο όγκος τους φαίνονται στον Πίνακα 2.1 που ακολουθεί.

Πίνακας 2.1: Κατανομή Εμβαδού και Όγκου κτιρίου "BIOART"			
Χώρος	Εμβαδόν (m ²)	Ύψος (m)	Όγκος (m ³)
Ισόγειο: Τμήμα χώρου έκθεσης προϊόντων	170,00	3,10	527,00
Ισόγειο: Τμήμα χώρου έκθεσης προϊόντων και εργαστήριο	399,00	5,9	2.354,1
1 ^{ος} Όροφος (Πατάρι): Γραφεία	170,00	2,8	476,00
Σύνολο	739,00		

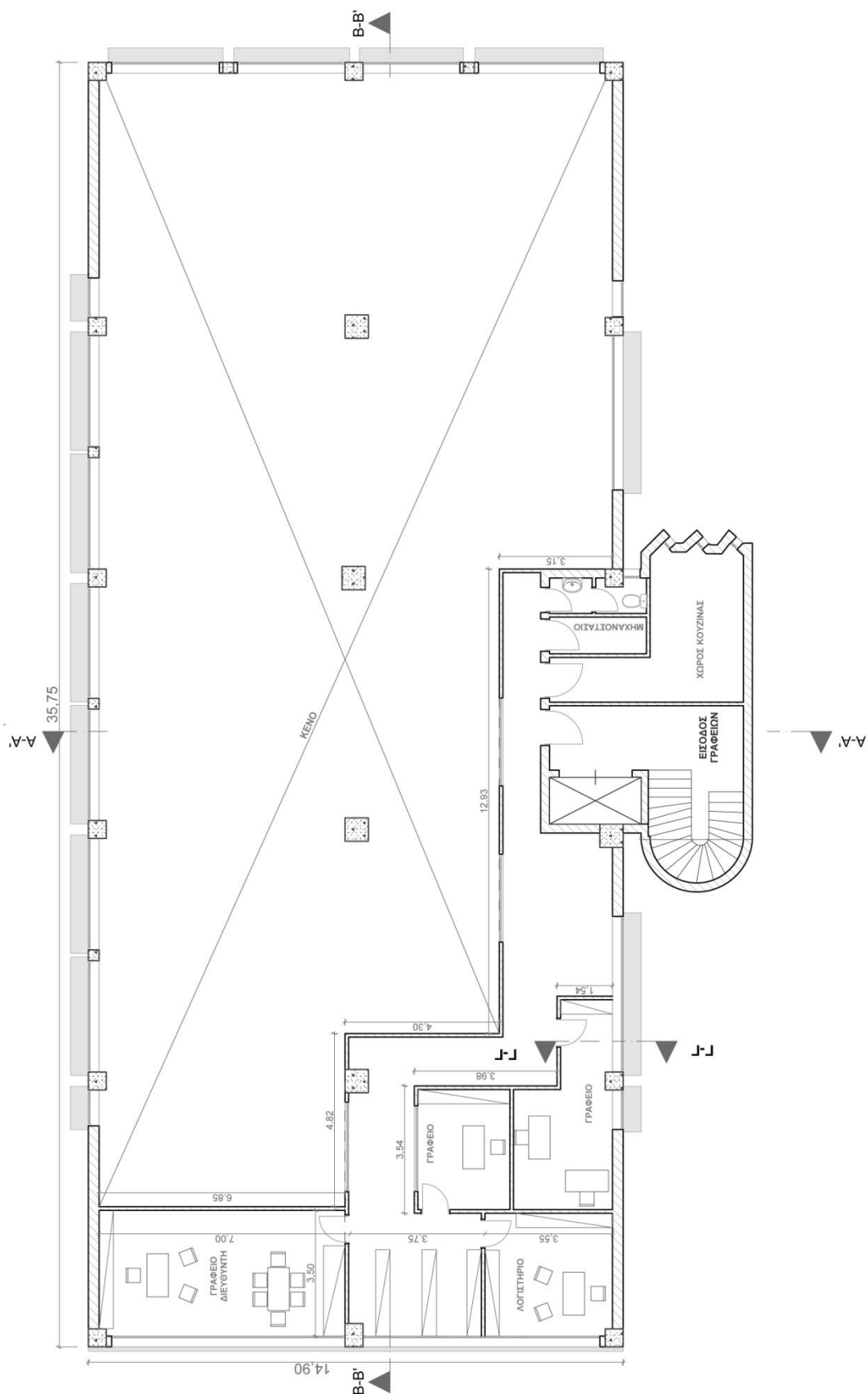
Το συνολικό εμβαδόν είναι το άθροισμα της δεύτερης στήλης του Πίνακα 2.1 ενώ ο όγκος προκύπτει από την πράξη 569 m²*6,537 m (συνολικό ύψος κτιρίου) =3.719,55 m³

Στη συνέχεια, παρατίθενται οι κατόψεις των χώρων που στεγάζεται η επιχείρηση δηλ. του ισογείου και του παταριού και οι τέσσερις όψεις αυτών:

- Όψη Α προς Λεωφόρο Ηρακλείου (ΒΔ)
- Όψη Β προς Ελευθερίου Βενιζέλου (ΝΑ)
- Όψη Γ προς ακάλυπτο χώρο, ράμπα υπογείου (ΒΑ)
- Όψη Δ προς ακάλυπτο χώρο (ΝΔ)



Σχήμα 2.1: Κάτοψη ισογείου



Σχήμα 2.2: Κάτοψη παταριού

Όψη Α' προς Λεωφόρο Ηρακλείου (Προσανατολισμός Βορειοδυτικός)

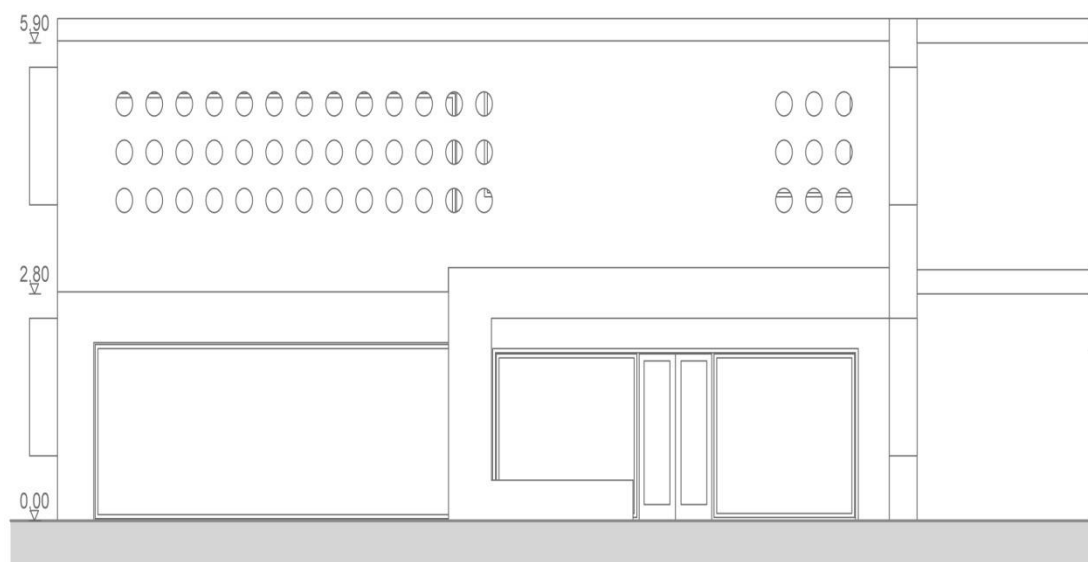
Συνολική Επιφάνεια Όψης = 97,4 m²

Επιφάνεια Υαλοπινάκων = 54,6m²

Επιφάνεια αδιαφανών δομικών στοιχείων = 42,8 m²



Εικόνα 2.2: Όψη Α' κτιρίου προς τη Λεωφόρο Ηρακλείου



Σχήμα 2.3: Όψη Α' κτιρίου προς τη Λεωφόρο Ηρακλείου

Όψη Β' προς Ελευθερίου Βενιζέλου (Προσανατολισμός Νοτιοανατολικός)

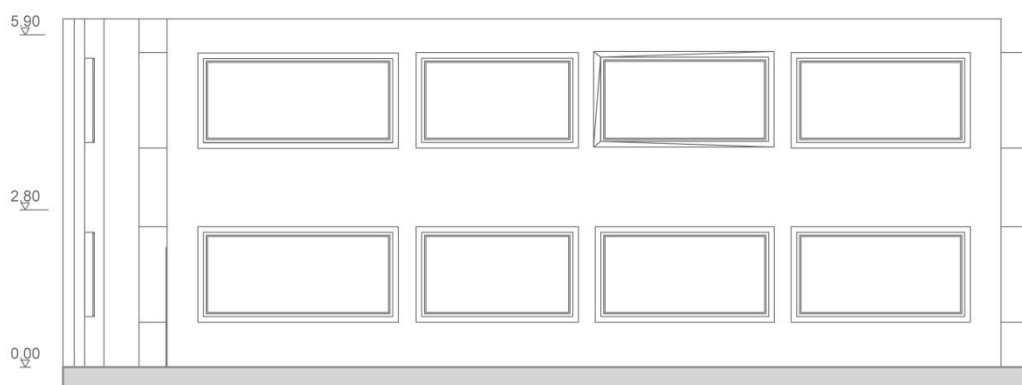
Συνολική Επιφάνεια Όψης = 97,4 m²

Επιφάνεια Υαλοπινάκων = 37,2 m²

Επιφάνεια αδιαφανών δομικών στοιχείων = 60,2 m²



Εικόνα 2.3: Όψη Β' κτιρίου προς την Ελευθερίου Βενιζέλου



Σχήμα 2.4: Όψη Β' κτιρίου προς την Ελευθερίου Βενιζέλου

Όψη Γ' προς ακάλυπτο χώρο, ράμπα υπογείου (Προσανατολισμός Βορειοανατολικός)

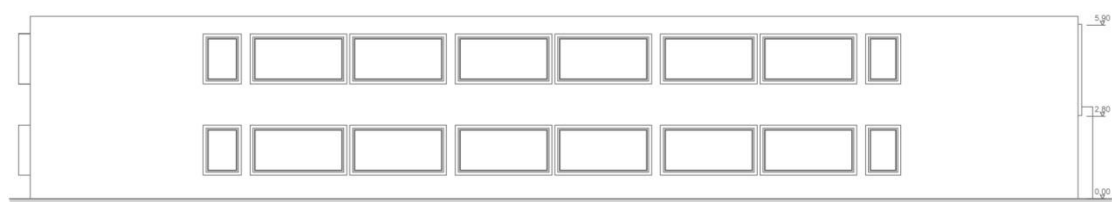
Συνολική Επιφάνεια Όψης = 233,7 m²

Επιφάνεια Υαλοπινάκων = 61,8 m²

Επιφάνεια αδιαφανών δομικών στοιχείων = 170,4 m²



Εικόνα 2.4: Όψη Γ' κτιρίου προς ράμπα υπογείου



Σχήμα 2.5: Όψη Γ' κτιρίου προς ράμπα υπογείου

Όψη Δ' προς ακάλυπτο χώρο (Προσανατολισμός Νοτιοδυτικός)

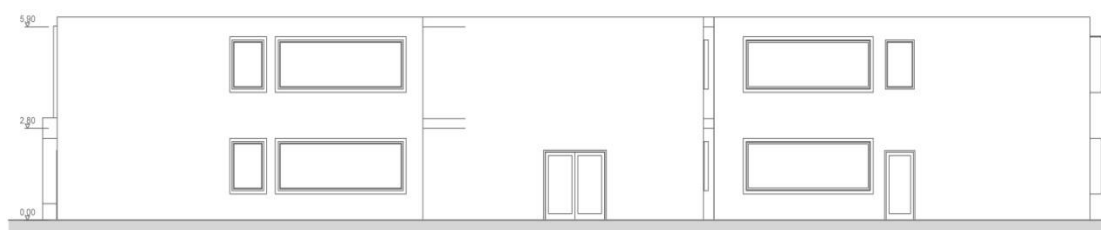
Συνολική Επιφάνεια Όψης = 233,7 m²

Επιφάνεια Υαλοπινάκων = 35,7 m²

Επιφάνεια αδιαφανών δομικών στοιχείων = 198 m²



Εικόνα 2.5: Όψη Δ' κτιρίου προς acáλυπτο



Σχήμα 2.6: Όψη Δ' κτιρίου προς acáλυπτο

Για τη λειτουργία της επιχείρησης ως χώρου διάθεσης βιολογικών προϊόντων έγιναν κάποιες αλλαγές στα αρχιτεκτονικά με ειδική διαρρύθμιση των χώρων ώστε να τοποθετηθούν κατάλληλα τα μηχανήματα και οι ηλεκτρικές συσκευές κυρίως στο ισόγειο και κατασκευάστηκε σύστημα θέρμανσης-ψύξης αποτελούμενο από κλιματιστικές μονάδες, η περιγραφή του οποίου ακολουθεί.

Κλιματισμός (συντά αναφέρεται ως "A/C" ή "AC") είναι η διαδικασία τροποποίησης των ιδιοτήτων του αέρα (κυρίως θερμοκρασία και υγρασία) σε πιο άνετες συνθήκες, συνήθως με σκοπό τη διανομή του κλιματισμένου αέρα σε ένα χώρο όπως ένα κτίριο ή ένα όχημα για τη βελτίωση της θερμικής άνεσης και της ποιότητας του αέρα στο εσωτερικό. Στην πράξη ένα κλιματιστικό μηχάνημα είναι μια συσκευή που μειώνει ή αυξάνει τη θερμοκρασία του αέρα [9].

Τα συστήματα κλιματισμού διαιρούμενου τύπου (split systems), αποτελούν μια κατηγορία αυτόνομων κλιματιστικών μηχανημάτων τα οποία καλύπτουν κυρίως οικιακές και εμπορικές (σχετικά μικρών χώρων)εφαρμογές. Ονομάζονται έτσι γιατί η ψυκτική μηχανή

του συστήματος διαιρείται σε δύο κύρια μέρη: την εσωτερική μονάδα και το εξωτερικό μηχάνημα.

Η εσωτερική μονάδα περιλαμβάνει:

- Τον εναλλάκτη θερμότητας αέρα/ψυκτικού ρευστού ο οποίος λειτουργεί είτε ως εξατμιστής (λειτουργία ψύξης) είτε ως συμπυκνωτής (λειτουργία θέρμανσης).
- Τον ανεμιστήρα κυκλοφορίας του αέρα.
- Το ηλεκτρικό μέρος της μονάδας.
- Το σύστημα αυτοματισμού με τους αισθητήρες και
- Τα όργανα ελέγχου λειτουργίας.

Το εξωτερικό μηχάνημα περιλαμβάνει:

- Το συμπιεστή του συστήματος.
- Το δεύτερο εναλλάκτη θερμότητας αέρα/ψυκτικού ρευστού (ο οποίος λειτουργεί ως εξατμιστής ή ως συμπυκνωτής ανάλογα με τη λειτουργία ψύξης / θέρμανσης).
- Τον ανεμιστήρα κυκλοφορίας του αέρα.
- Την τετράοδη βαλβίδα αναστροφής της λειτουργίας του συστήματος.
- Το εκτονωτικό μέσο του ψυκτικού ρευστού.
- Το ηλεκτρικό τμήμα και
- Το τμήμα αυτοματισμού.

Τα δύο τμήματα (εσωτερικό – εξωτερικό) κατά την εγκατάστασή τους συνδέονται μεταξύ τους με κατάλληλες ψυκτικές σωληνώσεις και ανάλογη καλωδίωση ισχύος και επικοινωνίας. Συναντώνται σε διάφορες δυναμικότητες, συνήθως από 2,2 kW (7.500 Btu/h) έως 10 kW (34.120 Btu/h). Με τα εν λόγω συστήματα είναι δυνατό να ελεγχθεί η θερμοκρασία του χώρου, μέχρι ενός βαθμού η καθαρότητα του αέρα (μέσω φίλτρων ιονισμού), ενώ σε κάποιους τύπους μηχανημάτων μπορεί να ελεγχθεί μερικώς η ανανέωση του αέρα, καθώς και το επίπεδο της σχετικής υγρασίας [10]. Ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησης της εσωτερικής μονάδας τα κλιματιστικά μηχανήματα διαιρούμενου τύπου διακρίνονται στους παρακάτω τύπους.

- Επίτοιχα (wall mounted units).
- Επιδαπέδια (floor standing units).
- Κρυφού τύπου ψευδοροφής (ceiling concealed units).
- Τύπου κασέτας (Cassete units) με δύο, τέσσερις εξόδους αέρα ή περιμετρικής εξόδου.
- Εμφανούς τύπου οροφής (ceiling suspended units).
- Πολλαπλής τοποθέτησης (flexi type units).

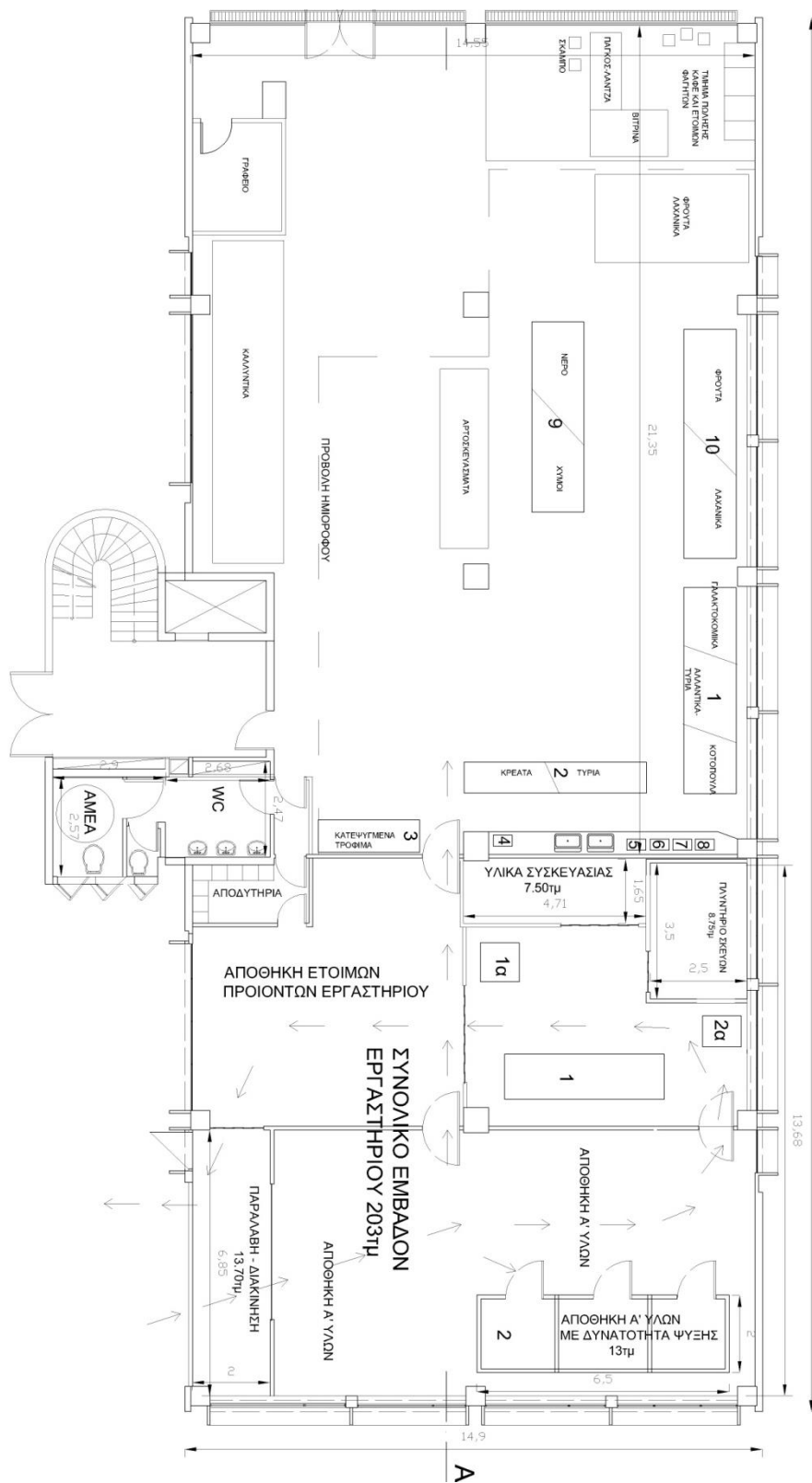
Στην επιχείρηση τοποθετήθηκαν τα ακόλουθα διαιρούμενα συστήματα Mitsubishi:

- Επίτοιχα (5) τύπου Mitsubishi Heavy Standard SRK/SRC-35ZMP-S,
- Επιδαπέδια τύπου ντουλάπας (2) Mitsubishi PSA-RP 125GA/PUHZ-RP125V(Y)KA,
- Τύπου κασέτας με τέσσερις εξόδους αέρα (4) Mitsubishi FDCA401HES/FDT.

Στη συνέχεια δίνονται οι Πίνακες 2.2 και 2.3 που περιλαμβάνουν τα μηχανήματα της επιχείρησης ανά χώρο και το σχήμα 2.7 όπου φαίνεται η θέση τους στους χώρους.

Πίνακας 2.2: Μηχανήματα χώρου διάθεσης προϊόντων			
α/α	Είδος	Κινητήρια Ισχύς kW	Θερμική Ισχύς kW
1	Ψυγείο - Βιτρίνα	2,00	-
2	Ψυγείο - Βιτρίνα	2,00	-
3	Ψυγείο - Βιτρίνα	2,00	-
4	Μηχανή κοπής κιμά	0,86	-
5	Μηχανή τριψίματος τυριού	0,86	-
6	Μηχανή τριψίματος τυριού	0,86	-
7	Μηχανή τριψίματος τυριού	0,86	-
8	Μηχανή κοπής αλλαντικών	0,86	-
9	Ανελκυστήρας	2,50	-
10	Ψυγείο - Βιτρίνα	3,5	-
11	Ψυγείο	4,5	-
	Σύνολο	20,8	

Πίνακας 2.3: Μηχανήματα εργαστηρίου			
α/α	Είδος	Κινητήρια Ισχύς kW	Θερμική Ισχύς kW
1	Συσκευαστική μηχανή	1,00	-
1α	Συρικνωτικό	-	4,60
2	Ψυγείο (ψυκτικός θάλαμος)	12,3	-
2α	Ετικετέζα	0,86	-
	Σύνολο	13,16	4,60

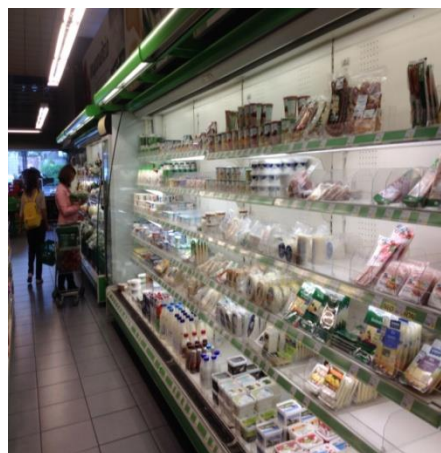


Σχήμα 2.7: Θέσεις μηχανημάτων στο ισόγειο

Επίσης δίνονται ενδεικτικά φωτογραφίες από τους χώρους και τον εξοπλισμό της επιχείρησης.



Ψυγείο - Βιτρίνα



Ψυγείο - Βιτρίνα



Μηχανή κοπής αλλαντικών



Μηχανή τριψίματος τυριού



Ψυγείο - Βιτρίνα



Ψυγείο - Βιτρίνα

Εικόνα 2.6: Μηχανήματα της επιχείρησης



Κλιματιστικό τύπου ντουλάπας



Μηχανή συσκευασίας



Μηχανή κοπής κιμά



Ηλεκτρολογικός πίνακας



Άποψη γραφείων



Εσωτερική άποψη

Εικόνα 2.7: Εξοπλισμός και εσωτερική άποψη της επιχείρησης

2.2 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

Η μορφή ενέργειας που καταναλώνεται στο κτίριο είναι αμιγώς ηλεκτρική. Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλίσκεται χρησιμοποιείται για το φωτισμό του κτιρίου, την ψύξη-θέρμανση, τη λειτουργία των μηχανημάτων και των ηλεκτρικών συσκευών και για ζεστό νερό χρήσης. Η "BIOART" είναι πελάτης χαμηλής τάσης (Χ.Τ.) και η χρέωση των λογαριασμών της γίνεται με βάση το τιμολόγιο Γ22 επαγγελματικό γενικής χρήσης της Δ.Ε.Η. Το τιμολόγιο αυτό απευθύνεται στους πελάτες για χρήση σε κτίρια γραφείων, μεγάλα καταστήματα, μεσαίες βιοτεχνίες κ.λ.π. Χορηγείται σε μονάδες με εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη από 25 kVA και έως 250 kVA [10]. Οι καταναλώσεις σε kWh από τα τιμολόγια της ΔΕΗ για τα έτη 2014 και 2015 παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.2. Το σύνολο σε ευρώ (€) υπολογίστηκε ως άθροισμα της αξίας των ακόλουθων παραμέτρων:

- Χρέωση προμήθειας ρεύματος.
- Ρυθμιζόμενες χρεώσεις όπως:
 - Ελληνικό Σύστημα Μεταφοράς Η/Ε,
 - Ελληνικό Σύστημα Διανομής Η/Ε,
 - Υπηρεσίες Κοινωνικής Ωφέλειας,
 - Ειδικό τέλος μείωσης εκπομπών αερίων ρύπων,
 - Λοιπές χρεώσεις.
- Διάφορες χρεώσεις-Πιστώσεις όπως ο Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης (ΕΦΚ), ειδικό τέλος 5 %.

Ο Φ.Π.Α. υπολογίζεται ως το 13% του αθροίσματος των:

- Χρέωση προμήθειας ρεύματος.
- ΕΦΚ.
- Ρυθμιζόμενες χρεώσεις.

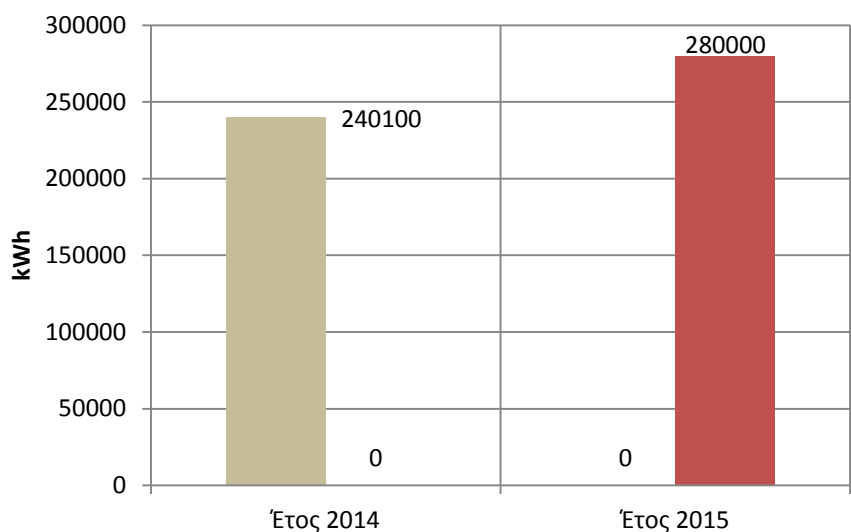
Καθώς όμως ο συγκεκριμένος φόρος συμψηφίζεται για τις επιχειρήσεις, δεν λαμβάνεται υπόψη. Η τιμή της kWh είναι η ίδια το 2014 και 2015 ίση με 0,08259€/kWh.

Στη συνέχεια δίδεται ο Πίνακας 2.4 με τη μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της επιχείρησης.

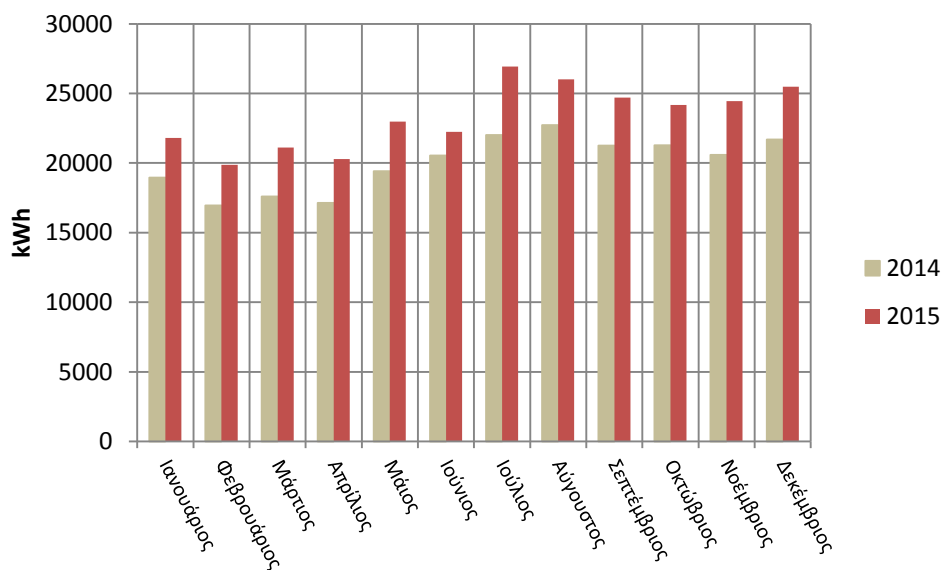
Πίνακας 2.4: Μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh) της επιχείρησης		
Μήνες	2014	2015
Ιανουάριος	18.954	21.800
Φεβρουάριος	16.953	19.880
Μάρτιος	17.593	21.120
Απρίλιος	17.143	20.280
Μάιος	19.413	22.970
Ιούνιος	20.540	22.230
Ιούλιος	22.000	26.920

Αύγουστος	22.727	26.000
Σεπτέμβριος	21.242	24.700
Οκτώβριος	21.271	24.180
Νοέμβριος	20.585	24.440
Δεκέμβριος	21.680	25.480
Σύνολο	240.100	280.000

Ακολουθούν τα Διαγράμματα 2.1 της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh και 2.2 της μηνιαίας κατανάλωσης με βάση τα τιμολόγια της ΔΕΗ για την τελευταία διετία.



Διάγραμμα 2.1: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh



Διάγραμμα 2.2: Μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας βάσει τιμολογίων ΔΕΗ

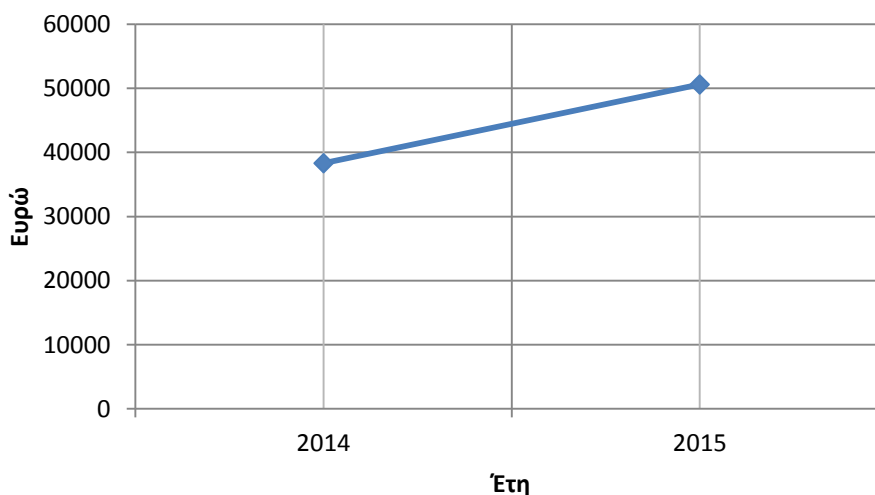
Από το διάγραμμα 2.1 φαίνεται ότι η διαφορά της καταναλισκόμενης ενέργειας από το 2014 στο 2015 είναι σημαντική και γύρω στις 40.000 kWh. Αυτό οφείλεται στην αγορά και λειτουργία τριών ψυγείων με βιτρίνα συνολικής ισχύος 6 kW (3x2 kW) το 2015. Από το διάγραμμα 2.2 παρατηρείται ότι η μηνιαία κατανάλωση της επιχείρησης παρουσιάζει περίπου την ίδια διακύμανση για το 2014 και 2015. Οι μικρότερες τιμές παρατηρούνται τους μήνες Φεβρουάριο και Απρίλιο και οι μεγαλύτερες τον Ιούλιο, Αύγουστο και Δεκέμβριο. Αυτό οφείλεται στο ότι ο Φεβρουάριος έχει λιγότερες ημέρες από τους υπόλοιπους μήνες και τον Απρίλιο η λειτουργία των κλιματιστικών σε θέρμανση είναι μειωμένη σε σχέση με τους προηγούμενους χειμερινούς μήνες. Η διαφορά της ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ 2014 και 2015 παρουσιάζει μέγιστη τιμή τον Ιούλιο, το Νοέμβριο και το Δεκέμβριο.

2.3 Κόστος ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίου

Στον Πίνακα 2.5 φαίνεται το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου σε Ευρώ/έτος για τα έτη 2014 και 2015.

Πίνακας 2.5: Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος από λογαριασμούς Δ.Ε.Η. σε €/έτος	
2014	38.343
2015	50.601

Το κόστος λοιπόν της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου για την περασμένη διετία παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 2.3, οπότε και είναι εμφανής η αύξηση του συνολικού ενεργειακού κόστους κατά 32 %.



Διάγραμμα 2.3: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας την τελευταία διετία

Η αύξηση του ενεργειακού κόστους είναι άμεσα συνδεδεμένη με την αύξηση της καταναλισκόμενης ανά έτος ενέργειας την αντίστοιχη διετία.

2.4 Κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση

Για να γίνει εκτίμηση της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στο κτίριο ανά χρήση, καταγράφηκε η ονομαστική ισχύς του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού της επιχείρησης (λαμπτήρες, συσκευές, μηχανήματα, κλιματιστικά, ανελκυστήρας, θερμοσίφωνες). Παράλληλα και σε συνεργασία με το προσωπικό εκτιμήθηκε ο χρόνος λειτουργίας του πάσης φύσης εξοπλισμού που καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια και υπολογίστηκε σε kWh/έτος η καταναλισκόμενη ενέργεια. Στη συνέχεια συγκρίθηκε η υπολογισθείσα ηλεκτρική ενέργεια με εκείνη που πληρώθηκε στη Δ.Ε.Η.

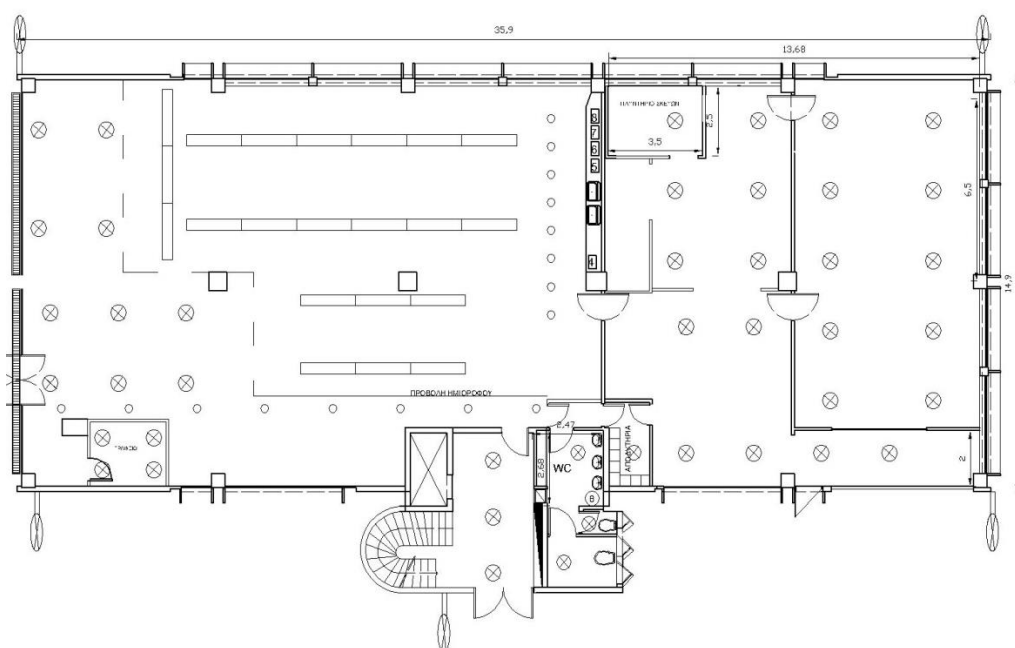
Τα στοιχεία που προέκυψαν παρουσιάζονται ανά χρήση υπό μορφή πινάκων. Η πρώτη ενότητα αφορά στο φωτισμό και ακολουθούν η θέρμανση-ψύξη, τα μηχανήματα, οι ηλεκτρικές συσκευές και το ζεστό νερό χρήσης.

2.4.1 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό

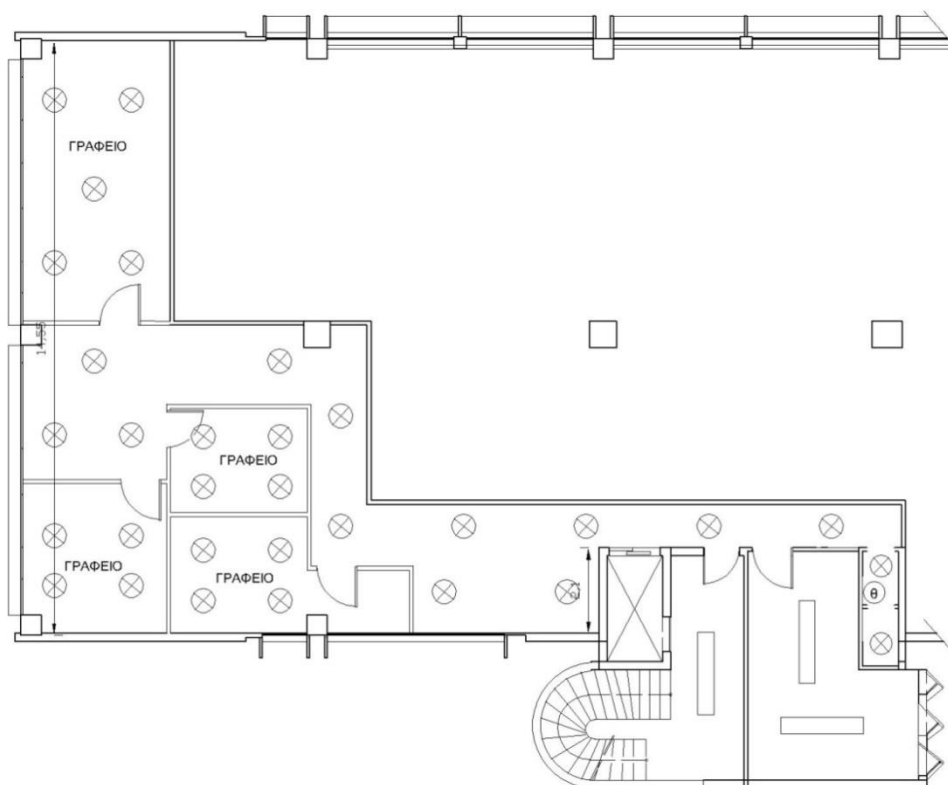
Προκειμένου να εκτιμηθεί η καταναλισκόμενη για φωτισμό ηλεκτρική ενέργεια μετρήθηκαν τα εγκατεστημένα φωτιστικά σώματα ανά χώρο, αποτυπώθηκαν στις αντίστοιχες κατόψεις και καταγράφηκε η ονομαστική ισχύς σε W των λαμπτήρων που φέρουν. Στη συνέχεια εκτιμήθηκε η ανά ημέρα διάρκεια λειτουργίας τους σε ώρες και ο αριθμός των ημερών που χρησιμοποιούνται κατά έτος, σύμφωνα με τους χρήστες του κτιρίου. Η καταναλισκόμενη ισχύς σε kWh/έτος προέκυψε από το γινόμενο του αριθμού των φωτιστικών σωμάτων επί την ονομαστική ισχύ των λαμπτήρων σε kW επί τις ώρες και τις μέρες λειτουργίας τους. Ακολουθούν οι Πίνακες 2.6 και 2.7 της εκτιμώμενης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά όροφο που περιλαμβάνουν όλα τα παραπάνω στοιχεία, κατόψεις και διαγράμματα.

Πίνακας 2.6: Ισόγειο: Εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας φωτιστικών σωμάτων (λαμπτήρων)						
Είδος Λαμπτήρων φωτιστικών σωμάτων	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	Ημέρες λειτουργίας ανά έτος	Ισχύς Ονομαστική W	Τεμάχια	Συνολική ισχύς kW	Ηλεκτρική ενέργεια kWh/έτος
Λαμπτήρας φθορίου 2x58W	12	320	116	18	2,088	8.017,92
Λαμπτήρας 36W	12	320	36	39	1,404	5.391,36
Λαμπτήρας 20W	3	320	20	4	0,08	76,80
Λαμπτήρας 18W	12	320	18	16	0,288	1.105,92
Λαμπτήρας 400W	10	320	400	5	2	6.400,00
Φωτεινή επιγραφή	12	320	250	1	0,25	960,00
Σύνολο					6,11	21.952

Πίνακας 2.7: Πατάρι (γραφεία): Εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας φωτιστικών σωμάτων (λαμπτήρων)						
Είδος Λαμπτήρων φωτιστικών σωμάτων	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	Ημέρες λειτουργίας ανά έτος	Ισχύς Ονομαστική W	Τεμάχια	Συνολική Ισχύς kW	Ηλεκτρική ενέργεια kWh/έτος
Λαμπτήρας φθορίου 2x58W	12	250	116	3	0,348	1.044
Λαμπτήρας 36W	12	250	36	29	1,044	3.132
Λαμπτήρας 20W	3	250	20	2	0,04	30
Σύνολο					1,432	4.206

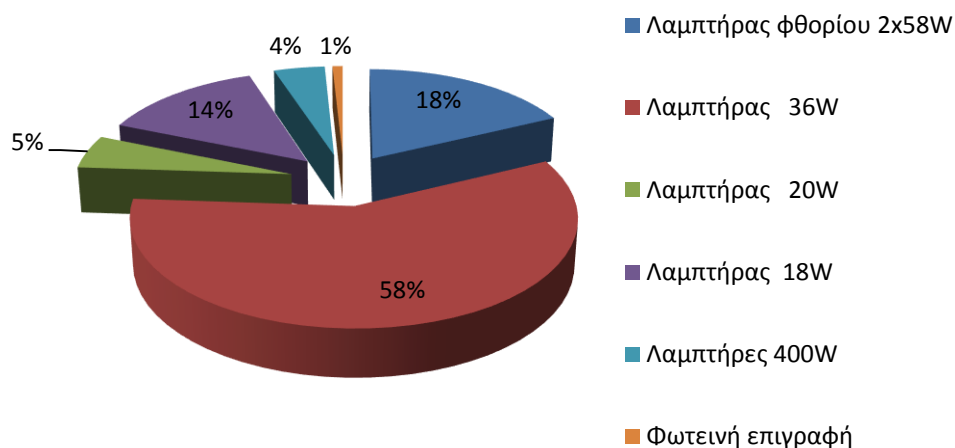


Σχήμα 2.8: Ισόγειο, κάτοψη εγκατάστασης φωτισμού



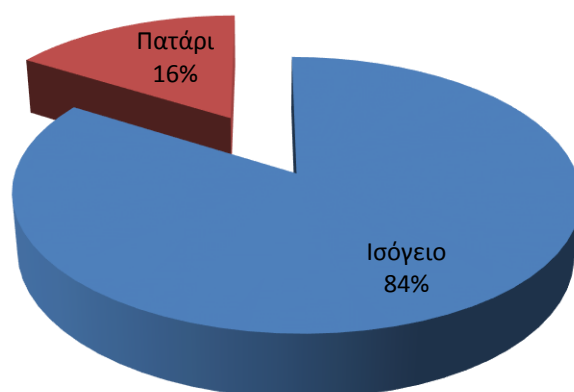
Σχήμα 2.9: Πατάρι, κάτοψη εγκατάστασης φωτισμού

Στο Διάγραμμα 2.4 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ποσοστιαία κατανομή των λαμπτήρων ανά τύπο σε όλο το κτίριο.



Διάγραμμα 2.4: Κατανομή λαμπτήρων στο κτίριο ανά τύπο

Η εκτιμώμενη κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό ανά όροφο δίδεται στο Διάγραμμα 2.5.



Διάγραμμα 2.5: Εκτιμώμενη κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό ανά όροφο

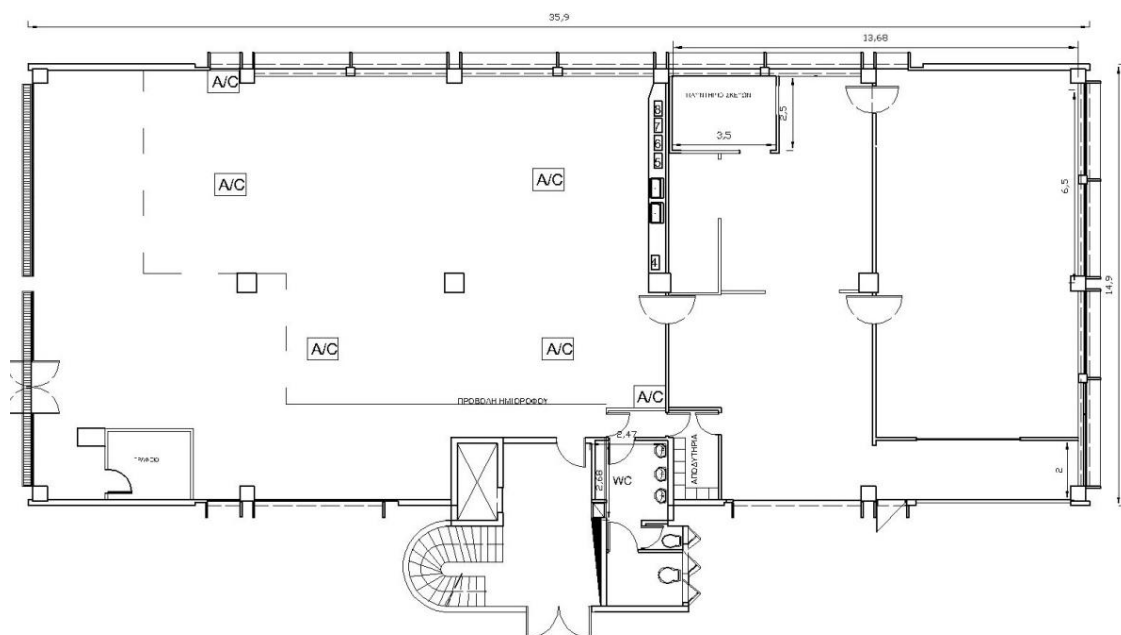
Από το Διάγραμμα 2.5 παρατηρείται ότι την μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό έχει το ισόγειο με ποσοστό 84%. Αυτό συμβαίνει γιατί στο ισόγειο στεγάζονται οι περισσότερες δραστηριότητες της επιχείρησης και κυρίως η έκθεση και διάθεση των προϊόντων που απαιτεί περισσότερο φωτισμό.

2.4.2 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση/ψύξη

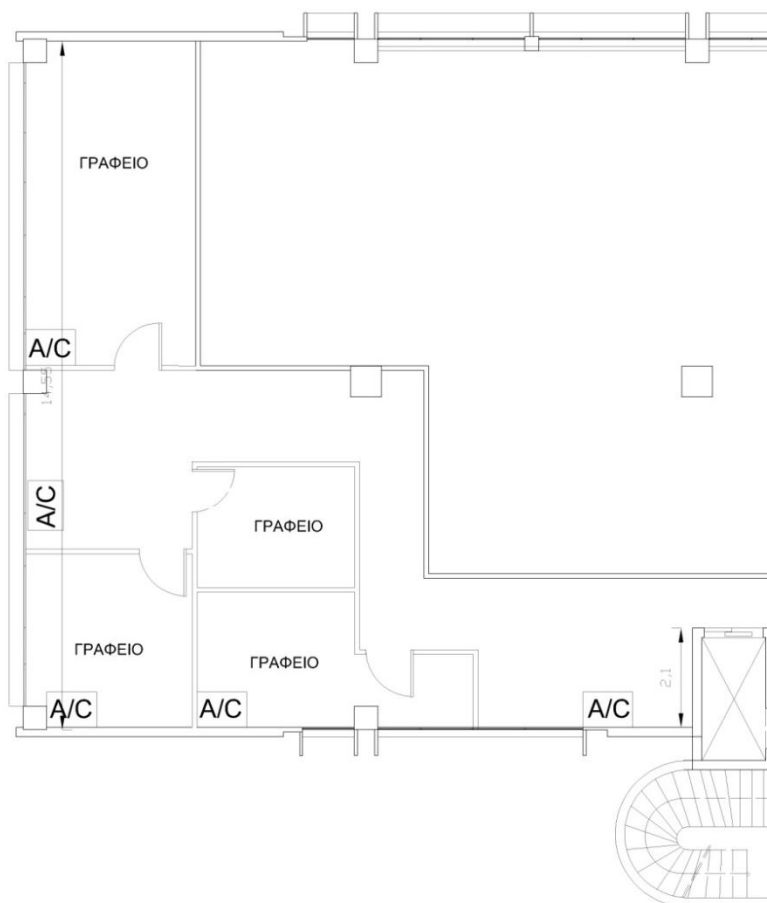
Προκειμένου να εκτιμηθεί η καταναλισκόμενη για θέρμανση/ψύξη ηλεκτρική ενέργεια μετρήθηκαν τα εγκατεστημένα κλιματιστικά μηχανήματα ανά χώρο, αποτυπώθηκαν στις αντίστοιχες κατόψεις και καταγράφηκε η ονομαστική ισχύς τους σε kW. Στη συνέχεια εκτιμήθηκε η ανά ημέρα διάρκεια λειτουργίας τους σε ώρες και ο αριθμός των ημερών που χρησιμοποιούνται κατά έτος. Η καταναλισκόμενη ισχύς σε kWh/έτος προέκυψε από το γινόμενο του αριθμού των κλιματιστικών επί την ονομαστική ισχύ τους σε kW επί τις ώρες και τις μέρες λειτουργίας τους. Ακολουθούν οι Πίνακες 2.8 και 2.9 της εκτιμώμενης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση/ψύξη ανά όροφο που περιλαμβάνουν όλα τα παραπάνω στοιχεία, κατόψεις και διαγράμματα.

Πίνακας 2.8: Ισόγειο: Εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση/ψύξη						
Είδος	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	Ημέρες λειτουργίας ανά έτος	Ισχύς kW	Τεμάχια	Συνολική Ισχύς kW	Ηλεκτρική ενέργεια kWh/έτος
Κλιματιστικό τύπου ντουλάπας	12	250	4,00	2	8,00	24.000
Κλιματιστικό ενσωματωμένο στην ψευδοροφή	12	250	1,2	4	4,8	14.400
Σύνολο					12,8	38.400

Πίνακας 2.9: Πατάρι: Εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση/ψύξη						
Είδος	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	Ημέρες λειτουργίας ανά έτος	Ισχύς kW	Τεμάχια	Συνολική Ισχύς kW	Ηλεκτρική ενέργεια kWh/έτος
Κλιματιστικό απλό επίτοιχο	12	270	1,00	5	5,00	16.200
Σύνολο					5,00	16.200

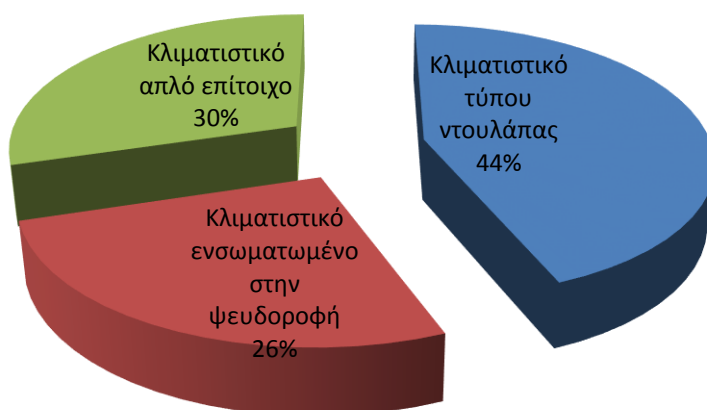


Σχήμα 2.10: Ισόγειο, κάτοψη εγκατάστασης ψύξης/θέρμανσης

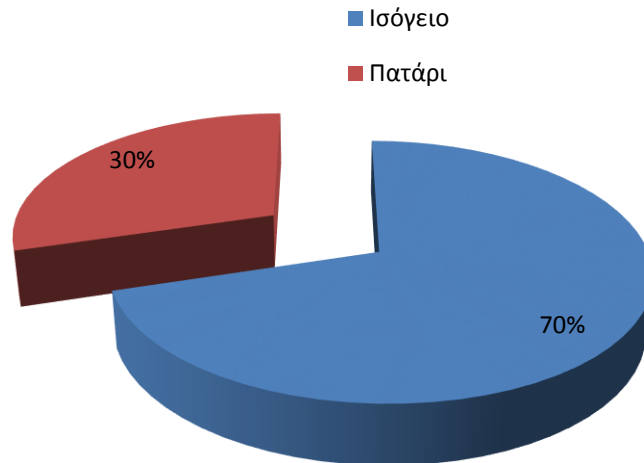


Σχήμα 2.11 Πατάρι, κάτοψη εγκατάστασης ψύξης/ θέρμανσης

Στο Διάγραμμα 2.6 φαίνεται η κατανομή των κλιματιστικών ανά είδος, ενώ στο Διάγραμμα 2.7 η κατανομή της ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση/ψύξη κατά όροφο.



Διάγραμμα 2.6: Κατανομή κλιματιστικών ανά είδος



Διάγραμμα 2.7: Κατανομή ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση/ψύξη κατά όροφο

Από το Διάγραμμα 2.7 παρατηρείται ότι το ισόγειο της επιχείρησης καταναλώνει υπερδιπλάσια ενέργεια για θέρμανση/ψύξη από το πατάρι και αυτό εμφανίζεται λογικό γιατί ο χώρος είναι πολύ μεγαλύτερος και δέχεται πλήθος επισκεπτών καθημερινά.

Η καταναλισκόμενη ισχύς των κλιματιστικών υπολογίστηκε με τον εξής τρόπο:

Είναι γνωστό ότι $1 \text{ Btu/h} = 2,931 \times 10^{-4} \text{ kW}$

Άρα, για κλιματιστικό 13.000 Btu/h θέρμανσης = $3,52 \text{ kW}$ (η ισχύς του κλιματιστικού).

Για το ίδιο κλιματιστικό η ψύξη είναι $11000 \text{ Btu/h} \times 2,931 \times 10^{-4} \text{ kW} = 3,2241 \text{ kW}$

Η κατανάλωση προκύπτει από το βαθμό απόδοσης της συσκευής. Έστω ότι:

- Συντελεστής ισχύος θέρμανσης (COP) : 3,60
- Συντελεστής ισχύος ψύξης (EER) : 3,20

Η κατανάλωση για θέρμανση είναι: $3,52/3,60 \text{ kW} = 0,98 \text{ kW}$

Για το ίδιο κλιματιστικό η κατανάλωση για ψύξη είναι: $3,2241 / 3,20 = 1,007 \text{ kW}$.

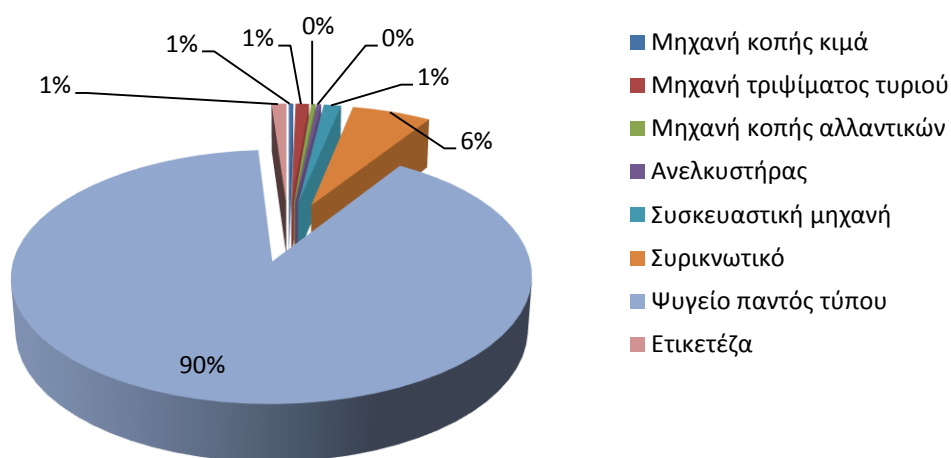
Από τις δύο περιπτώσεις λαμβάνεται υπόψη η δυσμενέστερη.

2.4.3 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για μηχανήματα

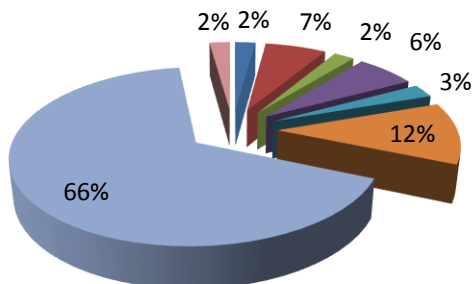
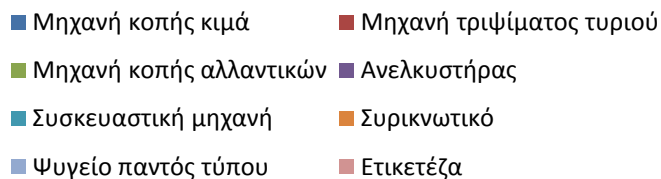
Ο εξοπλισμός της επιχείρησης αποτελείται από διάφορα μηχανήματα όπως ψυγεία, ψυκτικούς θαλάμους, μηχανές κοπής, θρυμματισμού, συσκευασίας, ανελκυστήρας, κ.ά. που είναι τοποθετημένα στο χώρο του ισογείου (χώρος διάθεσης προϊόντων και εργαστήριο).

Προκειμένου να εκτιμηθεί η καταναλισκόμενη για τη λειτουργία των μηχανημάτων ηλεκτρική ενέργεια, καταγράφηκε η ονομαστική ισχύς τους σε kW. Στη συνέχεια εκτιμήθηκε η ανά ημέρα διάρκεια λειτουργίας τους σε ώρες και ο αριθμός των ημερών που χρησιμοποιούνται κατά έτος. Η καταναλισκόμενη ισχύς σε kWh/έτος προέκυψε από το γινόμενο του αριθμού των μηχανημάτων επί την ονομαστική ισχύ τους σε kW επί τις ώρες και τις μέρες λειτουργίας τους. Ακολουθούν ο Πίνακας 2.10 που περιλαμβάνει όλα τα παραπάνω στοιχεία και τα Διαγράμματα 2.8 και 2.9 με την καταναλισκόμενη το έτος ηλεκτρική ενέργεια ανά τύπο μηχανήματος και την εγκατεστημένη ισχύ ανά τύπο μηχανήματος αντίστοιχα.

Πίνακας 2.10: Ισόγειο: Εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μηχανημάτων						
Είδος μηχανήματος	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	Ημέρες λειτουργίας ανά έτος	Ισχύς kW	Τεμάχια	Συνολική ισχύς kW	Ηλεκτρική ενέργεια kW/έτος
Ψυγείο-Βιτρίνα	24	360	2,00	3	6,00	51.840,00
Ψυγείο-Βιτρίνα	24	360	3,50	1	3,50	30.240,00
Ψυγείο	24	360	4,50	1	4,50	38.880,00
Μηχανή κοπής κιμά	3	320	0,86	1	0,86	823,58
Μηχανή τριψίματος τυριού	3	320	0,86	3	2,57	2.470,75
Μηχανή κοπής αλλαντικών	3	320	0,86	1	0,86	823,58
Ανελκυστήρας	1	320	2,50	1	2,50	800,00
Συσκευαστική μηχανή	10	320	1	1	1,00	3.200,00
Συρικνωτικό	10	320	4,60	1	4,60	14.720,00
Ψυγείο (ψυκτικός θάλαμος)	24	360	12,30	1	12,30	106.272,0
Ετικετέζα	10	320	0,86	1	0,86	2.745,28
Σύνολο					39,55	252.815,2



Διάγραμμα 2.8: Εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος και τύπο μηχανήματος σε kWh



Διάγραμμα 2.9: Κατανομή της εγκατεστημένης ισχύος ανά τύπο μηχανήματος

Από το Διάγραμμα 2.9 φαίνεται ότι τα ψυγεία παντός τύπου αποτελούν το 66% της εγκατεστημένης ισχύος των μηχανημάτων. Από το Διάγραμμα 2.8 υπολογίζεται ότι τα ψυγεία παντός τύπου καταναλίσκουν το 90% της εκτιμώμενης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία των μηχανημάτων. Η διαφορά στο ποσοστό εγκατεστημένης ισχύος - καταναλισκόμενης ενέργειας οφείλεται στο ότι τα ψυγεία αποτελούν τις πλέον ενεργοβόρες συσκευές κυρίως διότι λειτουργούν 24 ώρες ανά ημέρα 360 ημέρες ανά έτος.

2.4.4 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για συσκευές

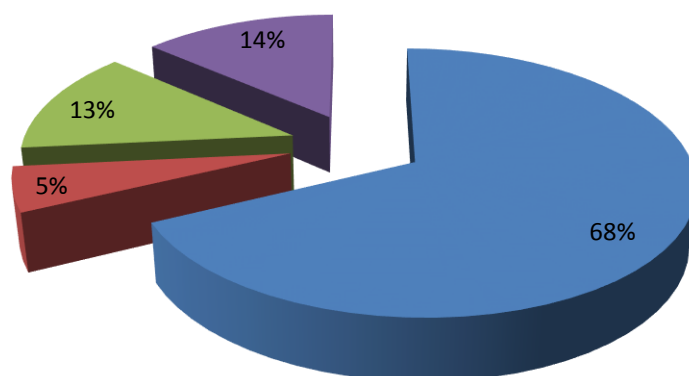
Η επιχείρηση διαθέτει και ηλεκτρικές συσκευές όπως ηλεκτρονικές ζυγαριές, ηλεκτρονικούς υπολογιστές, εκτυπωτές και λοιπές περιφερειακές συσκευές, fax, φωτοτυπικό, καφετιέρα, ηλεκτρική σκούπα, κ.ά. που είναι τοποθετημένες στο ισόγειο και το πατάρι. Στους εκτυπωτές στη στήλη ισχύος και στις στήλες ωρών και ημερών λειτουργίας γίνεται διαχωρισμός για τις δυο καταστάσεις λειτουργίας των συσκευών, κανονικής λειτουργίας και αναμονής (standby).

Προκειμένου να εκτιμηθεί η καταναλισκόμενη για τη λειτουργία των συσκευών ηλεκτρική ενέργεια, καταγράφηκε η ονομαστική ισχύς τους σε kW. Στη συνέχεια εκτιμήθηκε η ανά ημέρα διάρκεια λειτουργίας τους σε ώρες και ο αριθμός των ημερών που χρησιμοποιούνται κατά έτος. Η καταναλισκόμενη ισχύς σε kWh/έτος προέκυψε από το γινόμενο του αριθμού των συσκευών επί την ονομαστική ισχύ τους σε kW επί τις ώρες και τις μέρες λειτουργίας τους. Ακολουθούν οι Πίνακες 2.11 και 2.12 που περιλαμβάνουν όλα τα παραπάνω στοιχεία και τα Διαγράμματα 2.10 και 2.11 με την εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος και είδος συσκευής (ποσοστό) και την εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος και όροφο (ποσοστό).

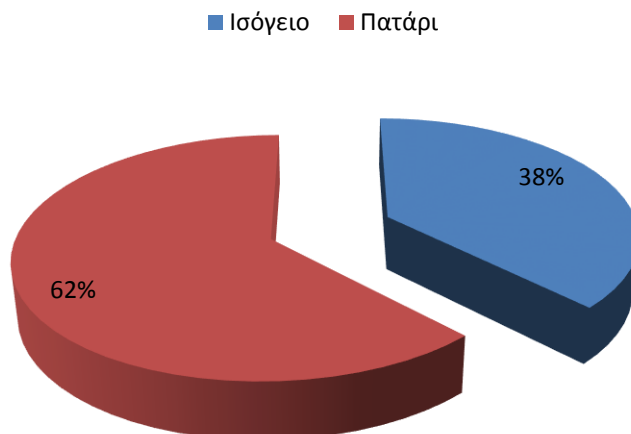
Πίνακας 2.11: Ισόγειο: Εκτιμώμενη ενεργειακή κατανάλωση ηλεκτρικών συσκευών						
Είδος συσκευής	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	Ημέρες λειτουργίας ανά έτος	Ισχύς kW	Τεμάχια	Συνολική Ισχύς kW	Ηλεκτρική ενέργεια kWh/έτος
Ταμειακή μηχανή	12	320	0,20	3	0,60	2.304
Η/Υ	12	300	0,40	2	0,80	2.880
Λοιπές συσκευές	2	300	1,00	2	2,00	1.200
Σύνολο					3,40	6.384

Πίνακας 2.12: Πατάρι: Εκτιμώμενη ενεργειακή κατανάλωση ηλεκτρικών συσκευών						
Είδος συσκευής	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	Ημέρες λειτουργίας ανά έτος	Ισχύς kW	Τεμάχια	Συνολική Ισχύς kW	Ηλεκτρική ενέργεια kWh/έτος
Η/Υ	12	300	0,40	6	2,4	8.640
Εκτυπωτής (standby mode)	10	300	0,008	4	0,032	96
Εκτυπωτής	2	300	0,35	4	1,4	840
Λοιπές συσκευές	2	250	2,00	1	2,00	1.000
Σύνολο					5,832	10.576

■ Η/Υ ■ Εκτυπωτής ■ Λοιπές συσκευές ■ Ταμειακή μηχανή



Διάγραμμα 2.10: Εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος και είδος συσκευής



Διάγραμμα 2.11: Εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας λοιπών συσκευών ανά έτος και όροφο

Από το Διάγραμμα 2.10 φαίνεται ότι οι Η/Υ καταναλίσκουν το 68% της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία των συσκευών. Στο Διάγραμμα 2.11 παρατηρείται ότι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας λοιπών συσκευών στο πατάρι είναι μεγαλύτερη εκείνης του ισόγειου. Αυτό οφείλεται στο ότι στο πατάρι στεγάζονται τα γραφεία της επιχείρησης όπου η χρήση των Η/Υ είναι πολύ διαδεδομένη (τριπλάσιος αριθμός Η/Υ από το ισόγειο).

2.4.5 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης

Για χρήση ζεστού νερού η επιχείρηση διαθέτει δύο ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες, έναν ανά όροφο. Προκειμένου να εκτιμηθεί η καταναλισκόμενη για τη λειτουργία των θερμοσιφώνων ηλεκτρική ενέργεια, καταγράφηκε η ονομαστική ισχύς τους σε kW. Στη συνέχεια εκτιμήθηκε η ανά ημέρα διάρκεια λειτουργίας τους σε ώρες και ο αριθμός των ημερών που χρησιμοποιούνται κατά έτος. Η καταναλισκόμενη ισχύς σε kWh/έτος προέκυψε από το γινόμενο του αριθμού των θερμοσιφώνων επί την ονομαστική ισχύ τους σε kW επί τις ώρες και τις μέρες λειτουργίας τους. Ακολουθεί ο Πίνακας 2.13 που περιλαμβάνει όλα τα παραπάνω στοιχεία.

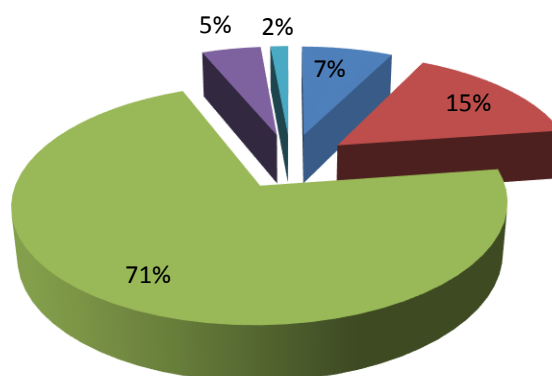
Πίνακας 2.13: Εκτιμώμενη ενεργειακή κατανάλωση για χρήση ζεστού νερού						
Είδος συσκευής	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	Ημέρες λειτουργίας ανά έτος	Ισχύς kW	Τεμάχια	Συνολική Ισχύς kW	Ηλεκτρική ενέργεια kWh/έτος
Θερμοσίφωνα	2	320	4,00	2	8,00	5.120
Σύνολο					8,00	5.120

2.4.6 Κατανομή καταναλώσεων ανά είδος χρήσης και όροφο

Στον Πίνακα 2.14 γίνεται ταξινόμηση των καταναλώσεων που υπολογίστηκαν παραπάνω ανά κατηγορία χρήσης με τα αντίστοιχα ποσοστά στο Διάγραμμα 2.12

Πίνακας 2.14: Εκτιμώμενες καταναλώσεις ανά έτος και είδος χρήσης (kWh)	
Φωτισμός	26.158
Θέρμανση/Ψύξη	54.600
Μηχανήματα	252.815
Ηλεκτρικές συσκευές	16.960
Ζεστό νερό χρήσης	5.120
Σύνολο	355.653

■ Φωτισμός ■ Θέρμανση/Ψύξη ■ Μηχανήματα
 ■ Ηλεκτρικές συσκευές ■ Ζεστό νερό χρήσης



Διάγραμμα 2.12: Ποσοστό κατανάλωσης ανά κατηγορία χρήσης

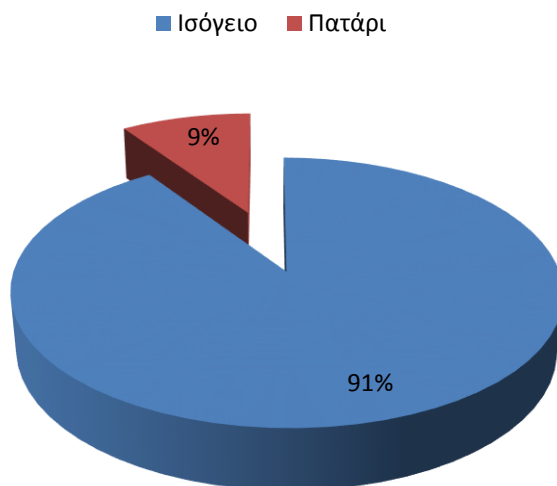
Στο Διάγραμμα 2.12 φαίνεται ότι το μεγαλύτερο μερίδιο στην κατανάλωση κατέχει η λειτουργία των μηχανημάτων, ακολουθεί η θέρμανση/ψύξη, ο φωτισμός, η λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών και το ζεστό νερό χρήσης. Η συνολική εκτιμώμενη κατανάλωση υπολογίστηκε στις 355.653 kWh.

Η κατανάλωση ενέργειας βάσει των τιμολογίων της Δ.Ε.Η. ανέρχεται στις 240.000 kWh για το 2014 και στις 280.000 kWh για το 2015. Παρατηρείται ότι υπάρχει απόκλιση μεταξύ της καταναλισκόμενης και της εκτιμώμενης ενέργειας. Αυτό μπορεί να οφείλεται στους παρακάτω λόγους:

- Τα μηχανήματα και τα κλιματιστικά δεν λειτουργούν στην ονομαστική τους ισχύ αλλά σε μικρότερη.
- Οι πραγματικές ώρες λειτουργίας είναι λιγότερες από αυτές του θεωρητικού υπολογισμού (θερμοστάτης κλιματιστικών).

Στον Πίνακα 2.15 γίνεται ταξινόμηση των καταναλώσεων ανά όροφο με τα αντίστοιχα ποσοστά στο Διάγραμμα 2.13.

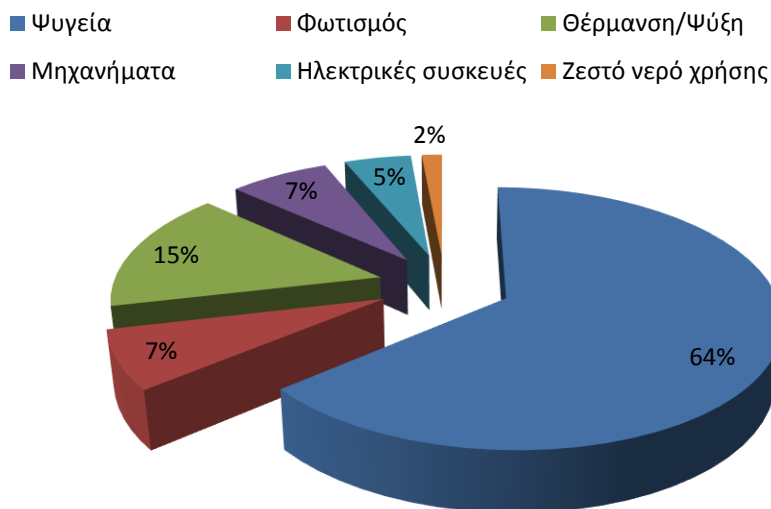
Πίνακας 2.15: Συνολικές εκτιμώμενες καταναλώσεις ανά έτος και όροφο (kWh)	
Ισόγειο	322.111
Πατάρι	33.542
Σύνολο	355.653



Διάγραμμα 2.13: Ποσοστό εκτιμώμενης κατανάλωσης ανά όροφο

Στο Διάγραμμα 2.13 παρατηρείται ότι το ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας στο ισόγειο είναι δεκαπλάσιο περίπου εκείνου του παταριού. Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι στο ισόγειο είναι εγκατεστημένα όλα τα μηχανήματα (71 % της ολικά καταναλισκόμενης ενέργειας).

Στο Διάγραμμα 2.14 δίδεται το ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας ανά έτος και είδος χρήσης με τα ψυγεία χωριστά από τα υπόλοιπα μηχανήματα. Παρατηρείται ότι τα ψυγεία καταναλώνουν το 64% της συνολικά απαιτούμενης ενέργειας για τη λειτουργία της υπεραγοράς [11].



Διάγραμμα 2.14: Ποσοστό εκτιμώμενης κατανάλωσης ανά κατηγορία χρήσης

2.5 Επιθεώρηση ενεργειακής επάρκειας κτιρίων

2.5.1 Γενικά

Η κοινοτική οδηγία 91/2002/ΕΚ “Για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων” εναρμονίστηκε στην εθνική νομοθεσία με το Ν.3661/2008 “Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις” (ΦΕΚ Α’ 89). Κατ’ εξουσιοδότηση του Ν. 3661/2008 εκδόθηκε Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) που εγκρίθηκε με την Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 Κοινή Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και ΠΕΚΑ (ΦΕΚ Β’ 407) [12]. Για την υποστήριξη της εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ. εγκρίθηκαν με την οικ. 2618/2014 Απόφαση Υπουργού ΠΕΚΑ (ΦΕΚ 2945/Β/3.11.2014) οι παρακάτω Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΕΕ):

- ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»,
- ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων»,
- ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών»,
- ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».
- ΤΟΤΕΕ 20701-5/2012 «Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε κτίρια».

Επίσης για την πλήρη εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. εκδόθηκαν διάφορες εγκύκλιοι.

Στον Κ.Εν.Α.Κ. μεταξύ άλλων καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων κτιρίων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης αυτών (ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 και των λοιπών σχετικών προτύπων). Η οδηγία 91/2002/ΕΚ τροποποιήθηκε από την οδηγία 31/2010/ΕΚ και η εναρμόνισή της Ελλάδας με τη νέα οδηγία έγινε με την έκδοση του νέου νόμου 4122/2013 (ΦΕΚ Α’ 42) «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων - Εναρμόνιση με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις». Ο Κ.Εν.Α.Κ. σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 23, παράγραφο 2, του νόμου 4122/2013, εξακολουθεί να ισχύει μέχρι την έκδοση νέας απόφασης για αναθεώρηση του Κανονισμού [13].

2.5.2 Μονάδες μέτρησης

Στους ακόλουθους πίνακες παρουσιάζονται οι μονάδες μέτρησης ενέργειας και ισχύος καθώς και οι μετατροπές αυτών.

	kJoule	Btu	kcal	kWh	toe
kJoule	1	0,9478	0,2388	$2,778 \times 10^{-4}$	$2,38 \times 10^{-8}$
Btu	1,0551	1	0,252	$2,931 \times 10^{-4}$	$2,52 \times 10^{-8}$
kcal	4,1868	3,9683	1	$1,163 \times 10^{-3}$	10^{-7}
kWh	3.600	3.411	859,84	1	0.86×10^{-4}
toe	$4,187 \times 10^7$	$3,9683 \times 10^7$	10^7	11.630	1

Πίνακας 2.17: Μονάδες μέτρησης ισχύος				
	kW	Btu/h	kcal/h	HP
kW	1	3,412	860	1,341
Btu/h	$2,93 \times 10^{-4}$	1	0,252	$3,93 \times 10^{-4}$
kcal/h	$1,163 \times 10^{-3}$	3,9683	1	$1,56 \times 10^{-3}$
HP	0.746	2,544	641,19	1

2.5.3 Ορισμοί

Ακολούθως παρουσιάζονται οι ορισμοί εννοιών που θα χρησιμοποιηθούν στην μεθοδολογία υπολογισμού.

Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, λ

Είναι η ποσότητα της θερμότητας σε Wh, η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια 1 m^2 και πάχος 1 m , όταν η πτώση της θερμοκρασίας προς την κατεύθυνση της ροής της θερμότητας (διαφορά θερμοκρασίας των δύο επιφανειών) είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση, δηλαδή η θερμοκρασία τοπικά παραμένει σταθερή με το χρόνο [14].

Μονάδα μέτρησης : $W / \text{m K}$

Συντελεστής θερμοδιαφυγής, Λ

Είναι η ποσότητα της θερμότητας σε Wh, η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια 1 m^2 και πάχος $d \text{ m}$, όταν μεταξύ των δύο επιφανειών υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση [14].

Μονάδα μέτρησης : $W / \text{m}^2 \text{ K}$

Για ομοιογενή υλικά είναι : $\Lambda = \frac{\lambda}{d} [W/\text{m}^2 \text{ K}]$

Συντελεστής θερμικής μετάβασης, α

Είναι η ποσότητα της θερμότητας σε Wh, η οποία μεταβιβάζεται σε 1 ώρα από στοιχείο της κατασκευής, που έχει επιφάνεια 1 m^2 στον αέρα, ο οποίος βρίσκεται σε επαφή μ'αυτό, όταν μεταξύ τους υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση [14].

Μονάδα μέτρησης : $W / \text{m}^2 \text{ K}$. Διαφέρει ανάλογα με τη διεύθυνση και τη φορά ροής της θερμότητας.

Συντελεστής θερμοπερατότητας, U

Είναι η ποσότητα της θερμότητας σε Wh, η οποία διέρχεται σε 1 ώρα μέσα από επιφάνεια 1 m^2 της κατασκευής, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα, που βρίσκεται στη μία και στην άλλη πλευρά της κατασκευής, είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση [14].

Μονάδα μέτρησης : $W / \text{m}^2 \text{ K}$.

Αντίσταση θερμοδιαφυγής: $\frac{1}{\Lambda} \text{ (m}^2 \text{ K/W)}$

Αντίσταση θερμικής μετάβασης: $1/\alpha \text{ (m}^2 \text{ K/W)}$

Αντίσταση θερμοπερατότητας: $1/K$ ($m^2 K/W$)

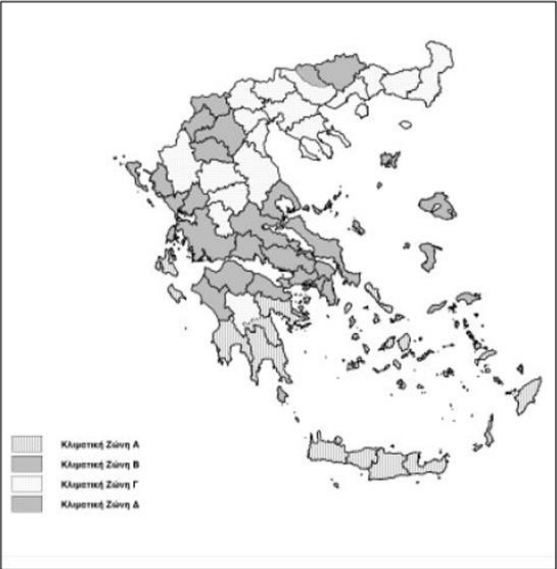
2.5.4 Μεθοδολογία υπολογισμού

2.5.4.1 Συνοπτική παρουσίαση της υπολογιστικής διαδικασίας

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. απαιτείται έλεγχος της θερμομονωτικής τους επάρκειας δηλ. υπολογισμός των ανταλλαγών θερμότητας αυτών με το περιβάλλον και εξέταση αν αυτές περιορίζονται ή όχι μέσα σε συγκεκριμένα όρια. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με βάση το συντελεστή θερμοπερατότητας U σε δύο στάδια:

- Στο πρώτο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια ενός εκάστου των επί μέρους δομικών στοιχείων (αδιαφανών και διαφανών). Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικήςπροστασίας του κανονισμού, θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{εξεταζ.}$ Αυτού του δομικού στοιχείου να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας U_{max} που ορίζει ο κανονισμός, ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων ($U_{εξεταζ.} \leq U_{max}$).
- Στο δεύτερο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια του συνόλου του κτιρίου. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου (U_m) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτίριο ($U_{m, max}$), αυτού εντασσομένου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ($U_{m, max}$) υπολογίζεται λαμβανομένου υπόψη του λόγου του συνόλου των εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου (κατακόρυφων και οριζόντιων) προς τον όγκο του (A/V) ($U_m \leq U_{m, max}$).

Για την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες σύμφωνα με τον Πίνακα 2.23 που ακολουθεί.

Πίνακας 2.18: Απεικόνιση κλιματικών ζωνών στο χάρτη και νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη		
Χάρτης Β1 (πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.)	Πίνακας Β2 (πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.)	
	ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
	ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Δωδεκανήσου, Σάμου, Κυκλάδων, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
	ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Άρτας Πρέβεζας
	ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
	ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

Ακολουθεί ο Πίνακας 2.19, με τιμές των συντελεστών και των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης ανά δομικό στοιχείο.

Πίνακας 2.19: Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης κατά ISO 6946, εξειδικευμένες ανά δομικό στοιχείο (πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010, Πίνακας 3.β)					
Α/Α	Κατεύθυνση θερμικής ροής	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		1/Ri	1/Ra	Ri	Ra
		W/(m ² K)	W/(m ² K)	(m ² K)/W	(m ² K)/W
1.	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	7,70	25,00	0,13	0,04
2.	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7,70	7,70	0,13	0,13
3.	Τοίχος σε επαφή με έδαφος	7,70	–	0,13	0,00
4.	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	25,00	0,10	0,04
5.	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	10,00	0,10	0,10
6.	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	25,00	0,17	0,04
7.	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	5,88	0,17	0,17
8.	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	5,88	–	0,17	0,00

Τέλος από τον Πίνακα 4 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 λαμβάνονται οι τιμές της πυκνότητας του υλικού (kg/m^3) και του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού) (W/(m K)), για τα διάφορα δομικά υλικά.

2.5.4.2 Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας

Αδιαφανή δομικά στοιχεία

Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων του κτιρίου γίνεται για καθένα ξεχωριστά (τοιχοί, πατώματα, οροφές και στέγες) σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 [15]. Για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία που αποτελούνται από ομοιογενείς στρώσεις υλικών και διαχωρίζουν το εσωτερικό από το εξωτερικό περιβάλλον, ο συντελεστής θερμοπερατότητας ορίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_a + R_s} \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$$

Όπου:

U [$\text{W / (m}^2\text{K)}$]: ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,

n [-]: το πλήθος στρώσεων του δομικού στοιχείου,

d [m]: το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου,

λ [W/ (m K)]: ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,

R_i [$\text{m}^2\text{K) / W}$]: η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,

R_a [$\text{m}^2\text{K) / W}$]: η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον,

R_s [$\text{m}^2\text{K) / W}$]: η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε τυχόνυφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος.

Η υπολογιζόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου, αναλόγως της θέσης του στο κτίριο, θα πρέπει να προκύπτει μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής, όπως αυτή ορίζεται στον Πίνακα 2.25 για κάθε κλιματική ζώνη του ελλαδικού χώρου. Εάν η τιμή που προκύπτει είναι μεγαλύτερη, θα πρέπει ο έλεγχος να επαναληφθεί, αφού προηγουμένως βελτιωθούν τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου (ανεγειρόμενα κτίρια ή ριζικώς ανακαινιζόμενα):

- με ενδεχόμενη αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης,

- με αντικατάσταση του θερμομονωτικού υλικού με άλλο (ενδεχομένως και των υλικών άλλων στρώσεων) που θα έχει χαμηλότερη τιμή συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, ώστε να προκύπτει μικρότερη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U [15].

Διαφανή δομικά στοιχεία

Στα διαφανή δομικά στοιχεία, δηλαδή στα κουφώματα, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος U_w μπορεί:

- είτε να υπολογισθεί αναλυτικά σύμφωνα με τις § 2.2.1, 2.2.2. και 2.2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2. Για τον αναλυτικό υπολογισμό του U_w χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι ανάλογα με το είδος του κουφώματος.
- είτε να θεωρηθεί δεδομένη με αποδοχή της πιστοποιημένης τιμής που διαθέτει ο κατασκευαστής.

Ακολουθούν οι Πίνακες 2.20 και 2.21 με τις τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίων και υαλοπινάκων και ο Πίνακας 2.22 με τις τιμές της γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου – υαλοπίνακα.

Πίνακας 2.20: Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας πλαισίου (πηγή: EN ISO 10077-1,) Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2 Πίνακας 11)		
Υλικό πλαισίου	Χαρακτηριστικό πλαισίου	Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου U_f [$W/(m^2 K)$]
Μεταλλικό πλάισιο	Χωρίς θερμοδιακοπή	7,0
	Με θερμοδιακοπή	1,0 - 4,0
Συνθετικό πλάισιο	Πολυουρεθάνη	2,8
	PVC με δύο θαλάμους	2,2
	PVC με τρεις θαλάμους	2,0
	PVC πολυθαλαμικό	1,0 - 2,0
Ξύλινο πλάισιο	Σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 5 cm	2,4
	Μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 5 cm	2,0
	Σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 10 cm	1,7
	Μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 10 cm	1,5

Πίνακας 2.21: Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας υαλοπινάκων (πηγή: EN ISO 10077-1, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2 Πίνακας 12)						
Υάλωση			U _g [W/(m ² K)] για διαφορετικούς τύπους αερίων στο διάκενο των υαλοπινάκων			
Τύπος υάλωσης	Υαλοπίνακας	Συντελεστής εκπομπής	Διαστάσεις	Αέρας	Αργό	Κρυπτό
Διπλή	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8
			4-8-4	3,1	2,9	2,7
			4-12-4	2,8	2,7	2,6
			4-16-4	2,7	2,6	2,6
			4-20-4	2,7	2,6	2,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ενός φύλλου	≤0,1	4-6-4	2,6	2,2	1,7
			4-8-4	2,2	1,9	1,4
			4-12-4	1,8	1,5	1,3
			4-16-4	1,6	1,4	1,3
			4-20-4	1,6	1,4	1,4
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ενός φύλλου	≤0,05	4-6-4	2,5	2,1	1,5
			4-8-4	2,1	1,7	1,3
			4-12-4	1,7	1,3	1,1
			4-16-4	1,4	1,2	1,2
			4-20-4	1,5	1,2	1,2
Τριπλή	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8
			4-8-4-8-4	2,1	1,9	1,7
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής δύο φύλλων	≤0,1	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0
			4-8-4-8-4	1,4	1,1	0,8
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής δύο φύλλων	≤0,05	4-6-4-6-4	1,6	1,2	0,9
			4-8-4-8-4	1,3	1,0	0,7
			4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5

Πίνακας 2.22: Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου - υαλοπίνακα. (Πηγή: EN ISO 10077-1, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2 Πίνακας 13).		
Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων Ψ _g [W/(m K)]	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11
Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

Ακολουθεί ο Πίνακας 2.23 του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων (διαφανών και αδιαφανών) κατά κλιματική ζώνη βάσει του οποίου

γίνεται ο έλεγχος των επί μέρους υπολογισθέντων συντελεστών θερμοπερατότητας των διαφόρων στοιχείων.

Πίνακας 2.23: Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, κατά κλιματική ζώνη (πηγή: Κ.Εν.Α.Κ., Πίνακας Γ.1)					
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜ-ΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² K)]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _D	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _W	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	U _{DL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U _G	1,20	0,90	0,75	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος	U _{WE}	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κ.ά.)	U _F	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	U _{GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m) προκύπτει από το συνυπολογισμό των συντελεστών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του περιβλήματος του θερμαινόμενου χώρου του κτιρίου κατά την ποσοστιαία αναλογία των αντίστοιχων εμβαδών τους. Στον υπολογισμό του U_m θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι γραμμικές θερμογέφυρες που αναπτύσσονται στα δομικά στοιχεία, ιδίως στα όρια της περιμέτρου των δομικών στοιχείων [15]. Στη γενική του έκφραση ο υπολογισμός του U_m προκύπτει από τον τύπο:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^k l_i \Psi_i b}{\sum_{j=1}^n A_j} [W/(m^2 \cdot K)]$$

Όπου:

U_m[W / (m² K)]: ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου,

n: το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου,

k: το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας F του κελύφους,

A_j[m²]: το εμβαδόν επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου,

- U_j : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου j του κελύφους του κτιρίου,
- $l_i[m]$: το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου,
- Ψ_i : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου,
- b : μειωτικός συντελεστής

Εκτός από τον υπολογισμό του U_m για τον έλεγχο της θερμικής επάρκειας του κτιρίου, είναι απαραίτητος και ο υπολογισμός:

- Των εμβαδών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων (A),
- Του όγκου του κτιρίου (V) και
- Των μηκών των γραμμικών θερμογεφυρών.

Στη συνέχεια, από το λόγο A/V προσδιορίζεται η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή U_m όπως αυτή ορίζεται για κάθε κλιματική ζώνη. Ειδικότερα, για τον υπολογισμό του λόγου A/V λαμβάνονται υπόψη όλες οι εξωτερικές επιφάνειες, που διαμορφώνουν το κτιριακό κέλυφος, είτε έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα είτε έρχονται σε επαφή με το έδαφος είτε με χώρο χαμηλότερης θερμοκρασίας. Το κτίριο κρίνεται θερμικά επαρκές εφόσον ισχύει $U_m \leq U_{m,max}$ [14]. Ακολουθεί ο Πίνακας 2.24 του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) κατά κλιματική ζώνη.

Πίνακας 2.24: Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας (U_m) κατά κλιματική ζώνη (πηγή: Κ.Εν.Α.Κ., Πίνακας Γ.2)				
A/V (m^{-1})	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U_m) σε $W/(m^2 K)$			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
$\leq 0,2$	1.26	1.14	1.05	0.96
0,3	1.20	1.09	1.00	0.92
0,4	1.15	1.03	0.95	0.87
0,5	1.09	0.98	0.90	0.83
0,6	1.03	0.93	0.86	0.78
0,7	0.98	0.88	0.81	0.73
0,8	0.92	0.83	0.76	0.69
0,9	0.86	0.78	0.71	0.64
$\geq 1,0$	0.81	0.73	0.66	0.60

2.5.5 Υπολογισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίου “ΒΙΟΑΡΤ”

2.5.5.1 Γενικά

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, εκτιμάται η θερμική συμπεριφορά των αδιαφανών δομικών στοιχείων, λαμβάνοντας υπόψη μεταξύ άλλων και το έτος έκδοσης της οικοδομικής άδειας του κτιρίου. Ως προς την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας ο διαχωρισμός γίνεται σε 3 γενικές κατηγορίες:

- 1^η κατηγορία. Περιλαμβάνει τα κτίρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια έχει εκδοθεί πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ) (4 Ιουλίου 1979), χρονική περίοδο κατά την οποία δεν υπήρχε καμία απαίτηση για θερμομονωτική προστασία των κτιρίων. Πρακτικά, ως τυπική ημερομηνία οριοθέτησης της παραπάνω περιόδου ορίζεται η 1^η Ιανουαρίου 1980.
- 2^η κατηγορία. Περιλαμβάνει τα κτίρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε κατά την περίοδο 1979 - 2010, δηλαδή στο διάστημα των 30 ετών που μεσολάβησε από την ισχύ του Κ.Θ.Κ. μέχρι την ισχύ του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Σ' αυτό το διάστημα όλα τα κτίρια όφειλαν να πληρούν τις απαιτήσεις του Κ.Θ.Κ.
- 3^η κατηγορία. Περιλαμβάνει τα κτίρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. (2010) και τα οποία έχουν την υποχρέωση συμμόρφωσης προς τις απαιτήσεις του νέου κανονισμού. Πρακτικά, ως ημερομηνία έναρξης της περιόδου ορίζεται η 1^η Οκτωβρίου 2010.

Ειδικότερα σε κτίρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν το 1979 ο συντελεστής θερμοπερατότητας U των αδιαφανών δομικών στοιχείων μπορεί:

- είτε να ληφθεί από τους πίνακες 3.4α και 3.4β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010,
- είτε να υπολογιστεί σύμφωνα με όσα προβλέπει ο Κ.Εν.Α.Κ. για τον υπολογισμό της θερμομονωτικής επάρκειας κάθε δομικού στοιχείου και του συνόλου του κτιρίου.

Το κτίριο της “BIOART” κατασκευάστηκε το 1978, είναι πανταχόθεν ελεύθερο και ο συντελεστής θερμοπερατότητας U των αδιαφανών δομικών στοιχείων υπολογίστηκε σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. Το υπόγειο του κτιρίου, το κλιμακοστάσιο και οι τουαλέτες θεωρήθηκαν σαν μη θερμαινόμενοι χώροι και κατά συνέπεια, δεν συμπεριλαμβάνονται στους υπολογισμούς των εμβαδών και του λόγου A/V .

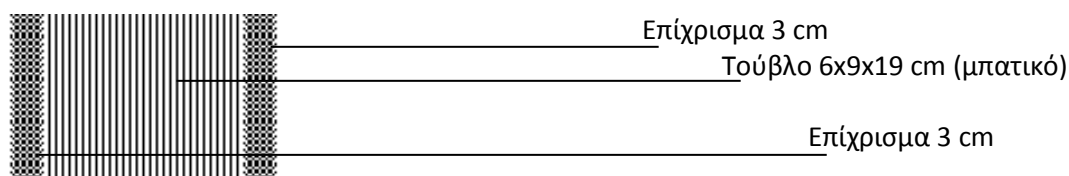
Για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών ελήφθη υπόψη ο Πίνακας 3.6 (Συμβατικός τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας και της τιμής των θερμογεφυρών στα επί μέρους δομικά στοιχεία ανά περίοδο έκδοσης οικοδομικής άδειας) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και προσαυξήθηκε ο U_m κατά 0,1 ανά δομικό στοιχείο.

2.5.5.2 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων του κτιρίου

Το πρώτο δομικό στοιχείο που μελετάται είναι η εξωτερική τοιχοποιία (τοίχοι πλήρωσεως).

Η εξωτερική τοιχοποιία όλων των όψεων αποτελείται από τον ίδιο τύπο δόμησης με τοίχο πλήρωσεως 24cm.

Στο Σχήμα 2.12 φαίνεται η τομή του δομικού στοιχείου των 24 cm με τα διαφορετικά δομικά υλικά που το απαρτίζουν.



Σχήμα 2.12: Τομή εξωτερικής τοιχοποιίας 24 cm

Στον Πίνακα 2.25 αναγράφονται τα πάχη των δομικών υλικών της εξωτερικής τοιχοποιίας 24 cm και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητάς τους. Μέσω αυτών υπολογίζεται η θερμική αντίσταση κάθε στρώσης δομικού στοιχείου και από το άθροισμα τους προκύπτει η συνολική θερμική αντίσταση (R_L) του δομικού στοιχείου.

Πίνακας 2.25: Υπολογισμός θερμικής αντίστασης της εξωτερικής τοιχοποιίας 24 cm				
Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα	Πάχος d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Θερμική αντίσταση $R=d/\lambda$
	kg/m ³	m	W/m K	m ² K/m
Επίχρισμα	1.900	0,03	0,872	0,034
Τούβλο 6x9x19 cm	1.200	0,18	0,523	0,344
Επίχρισμα	1.900	0,03	0,872	0,034
Σύνολο		$\Sigma_d=0,24$		$R_L=0,413$

Οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης θερμομόνωσης σύμφωνα με τον Πίνακα 3.24 προκύπτουν:

$$R_i \text{ (εσωτερικά)} = 0,13 \text{ (m}^2 \text{ K)/ W}$$

$$R_a \text{ (εξωτερικά)} = 0,04 \text{ (m}^2 \text{ K)/ W}$$

Από τα παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται:

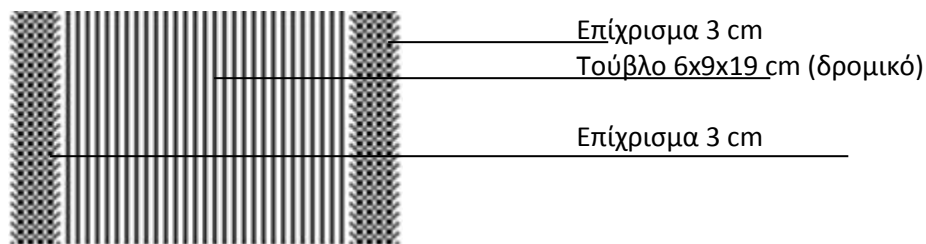
$$U = \frac{1}{R_i + R_a + R_L} = 1,715 \frac{W}{m^2 K}$$

Συνυπολογίζοντας τις θερμογέφυρες, η τελική τιμή που λαμβάνει το U είναι 1,815 W/m² K.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον πίνακα 2.28 (Κ.Εν.Α.Κ., Πίνακας Γ.1) για κτίρια της Ζώνης Β, είναι $U_{wmax} = 0,5W/(m^2 K)$ και επομένως το δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές.

Για την εσωτερική τοιχοποιία των 15 cm ισχύει:

Στο Σχήμα 2.13 φαίνεται η τομή του δομικού στοιχείου των 15 cm με τα διαφορετικά δομικά υλικά που το απαρτίζουν.



Σχήμα 2.13: Τομή εσωτερικής τοιχοποιίας 15 cm

Στον Πίνακα 2.26 αναγράφονται τα πάχη των δομικών υλικών της εσωτερικής τοιχοποιίας 15 cm και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας τους. Μέσω αυτών υπολογίζεται η θερμική αντίσταση κάθε στρώσης δομικού στοιχείου και από το άθροισμα τους προκύπτει η συνολική θερμική αντίσταση (R_{λ}) του δομικού στοιχείου.

Πίνακας 2.26: Υπολογισμός θερμικής αντίστασης της εσωτερικής τοιχοποιίας 15 cm				
Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα	Πάχος d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Θερμική αντίσταση $R=d/\lambda$
	kg/m ³	m	W/m K	m ² K/m
Επίχρισμα	1.900	0,03	0,872	0,034
Τούβλο 6x9x19 cm	1.200	0,09	0,523	0,161
Επίχρισμα	1.900	0,03	0,872	0,034
Σύνολο		$\Sigma d=0,15$		$R_{\lambda}=0,230$

Οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης θερμομόνωσης σύμφωνα με τον πίνακα 2.24 προκύπτουν:

$$R_i \text{ (εσωτερικά)} = 0,13 \text{ (m}^2 \text{ K)/ W}$$

$$R_a \text{ (εξωτερικά)} = 0,13 \text{ (m}^2 \text{ K)/ W}$$

Από τα παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται:

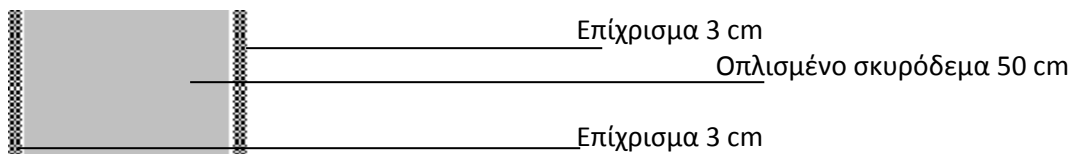
$$U = \frac{1}{R_i + R_a + R_{\lambda}} = 2,04 \frac{W}{m^2 K}$$

Συνολογίζοντας τις θερμογέφυρες, η τελική τιμή που λαμβάνει το U είναι 2,14 W/m² K.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον πίνακα 2.28 (Κ.Εν.Α.Κ., Πίνακας Γ.1) για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{\max} = 0,5 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, επομένως το δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές.

Το δεύτερο δομικό στοιχείο που εξετάζεται είναι τα υποστηρίγματα και οι δοκοί

Στο Σχήμα 2.15 φαίνεται η τομή του δομικού στοιχείου με τα διαφορετικά δομικά υλικά που το απαρτίζουν:



Σχήμα 2.15: Τομή των υποστηριγμάτων/δοκών

Στον Πίνακα 2.27 αναγράφονται τα πάχη των δομικών υλικών των υποστηριγμάτων (κολώνες) και των δοκών και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητάς τους. Μέσω αυτών υπολογίζεται όμοια με προηγουμένως η θερμική αντίσταση κάθε στρώσης δομικού στοιχείου και από το άθροισμα τους προκύπτει η συνολική θερμική αντίσταση (R_{λ}) του δομικού στοιχείου.

Πίνακας 2.27: Υπολογισμός θερμικής αντίστασης των υποστηριγμάτων (κολώνες) και των δοκών				
Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα	Πάχος d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Θερμική αντίσταση $R=d/\lambda$
	kg/m ³	m	W/m K	m ² K/m
Επίχρισμα	1.900	0,03	0,872	0,034
Οπλισμένο σκυρόδεμα	2.400	0,50	2,035	0,246
Επίχρισμα	1.900	0,03	0,872	0,034
Σύνολο		$\Sigma d=0,56$		$R_{\lambda}=0,315$

Οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης θερμομόνωσης σύμφωνα με τον Πίνακα 2.24 προκύπτουν:

$$R_i \text{ (εσωτερικά)} = 0,13 \text{ (m}^2 \text{ K)/ W}$$

$$R_a \text{ (εξωτερικά)} = 0,04 \text{ (m}^2 \text{ K)/ W}$$

Από τα παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται:

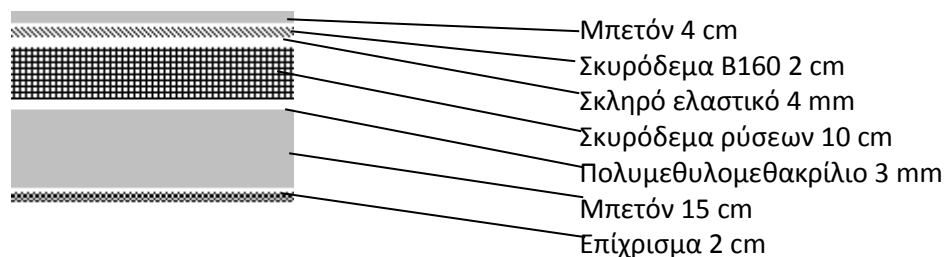
$$U = \frac{1}{R_i + R_a + R_{\lambda}} = 2,064 \frac{W}{m^2 K}$$

Συνυπολογίζοντας τις θερμογέφυρες, η τελική τιμή που λαμβάνει το U είναι 2,164 W/m² K.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 2.28 (Κ.Εν.Α.Κ., Πίνακας Γ.1) για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{Wmax} = 0,5 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, επομένως το δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές και μάλιστα είναι πολύ εκτός των ορίων. Αυτό συμβαίνει επειδή τα υποστηρίγματα και οι δοκοί είναι τελείως αμόνωτα.

Το τρίτο δομικό στοιχείο που εξετάζεται είναι η οροφή:

Στο Σχήμα 2.16 φαίνεται η τομή του δομικού στοιχείου με τα διαφορετικά δομικά υλικά που το απαρτίζουν.



Σχήμα 2.16: Τομή της οροφής

Ο υπολογισμός της θερμικής αντίστασης της οροφής παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.28 που ακολουθεί.

Πίνακας 2.28: Υπολογισμός θερμικής αντίστασης της οροφής				
Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα	Πάχος d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Θερμική αντίσταση R=d/λ
	kg/m ³	m	W/m K	m ² K/m
Επίχρισμα	1.900	0,020	0,872	0,023
Μπετόν	2.400	0,150	2,035	0,074
Πολυμεθυλομεθακρίλιο ΡΜΜΑ	1.180	0,003	0,18	0,017
Σκυρόδεμα ρύσεων	400	0,100	0,145	0,690
Σκληρό ελαστικό (εβονίτης)	1.200	0,004	0,17	0,024
Σκυρόδεμα Β160	2.400	0,020	2,035	0,010
Μπετόν	2.400	0,040	2,035	0,020
Σύνολο		Σ_d=0,337		R_λ =0,856

Οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης θερμομόνωσης σύμφωνα με τον Πίνακα 2.24 προκύπτουν:

$$R_i \text{ (εσωτερικά)} = 0,1 \text{ (m}^2 \text{ K)/ W}$$

$$R_a \text{ (εξωτερικά)} = 0,1 \text{ (m}^2 \text{ K)/ W}$$

Από τα παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται:

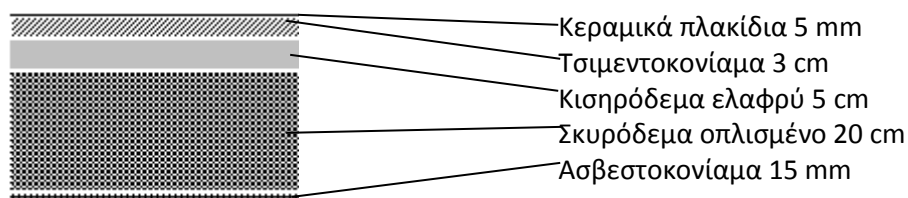
$$U = \frac{1}{R_i + R_a + R_{\lambda}} = 0,947 \frac{W}{m^2 K}$$

Συνυπολογίζοντας τις θερμογέφυρες, η τελική τιμή που λαμβάνει το U είναι 1,047 W/m² K.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον πίνακα 2.28 (Κ.Εν.Α.Κ., Πίνακας Γ.1) για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{Dmax} = 0,45 \text{ W} / (\text{m}^2 \text{ K})$, επομένως το δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές.

Το τέταρτο και τελευταίο δομικό στοιχείο που εξετάζεται είναι τα δάπεδα:

Στο Σχήμα 2.17 φαίνεται η τομή του δομικού στοιχείου με τα διαφορετικά δομικά υλικά που το απαρτίζουν.



Σχήμα 2.17: Τομή του δαπέδου

Ο υπολογισμός της θερμικής αντίστασης του δαπέδου παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.29.

Πίνακας 2.29: Υπολογισμός θερμικής αντίστασης του δαπέδου				
Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα	Πάχος d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Θερμική αντίσταση $R=d/\lambda$
	kg/m ³	m	W/m K	m ² K/m
Κεραμικά πλακίδια	2.000	0,005	1,840	0,003
Τσιμεντοκονίαμα	1.800	0,030	1,390	0,022
Κισηρόδεμα ελαφρύ	500	0,050	0,200	0,250
Σκυρόδεμα οπλισμένο	2.400	0,200	2,500	0,080
Ασβεστοκονίαμα	1.800	0,015	0,870	0,017
Σύνολο		$\Sigma d=0,30$		$R_{\lambda}=0,372$

Οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης θερμομόνωσης σύμφωνα με τον Πίνακα 2.24 προκύπτουν:

$$R_i \text{ (εσωτερικά)} = 0,17 \text{ (m}^2 \text{ K)} / \text{W}$$

$$R_a \text{ (εξωτερικά)} = 0,17 \text{ (m}^2 \text{ K)} / \text{W}$$

Από τα παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται:

$$U = \frac{1}{R_i + R_a + R_{\lambda}} = 1,405 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}}$$

Συνυπολογίζοντας τις θερμογέφυρες, η τελική τιμή που λαμβάνει το U είναι $1,505 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 2.28 (Κ.Εν.Α.Κ., Πίνακας Γ.1) για κτίρια της Ζώνης Β είναι $U_{\max} = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, επομένως το δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές.

2.5.5.3 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων του κτιρίου

Στα ανοίγματα των ορόφων υπάρχουν διπλοί μονωτικοί υαλοπίνακες με διάκενο αέρα 12 mm (4-12-4) επί μεταλλικού πλαισίου ποσοστού 20%, χωρίς θερμοδιακοπή χρονολογίας 2013. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 ισχύει $U_w = 3,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ και με βάση τον Πίνακα 2.23 για την ζώνη Β πρέπει να ισχύει: $U_{V-F_{\max}} = 3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.

Κατά συνέπεια το δομικό στοιχείο δεν πληροί τις απαιτούμενες προδιαγραφές.

Συνυπολογίζοντας τις θερμογέφυρες, η τελική τιμή που λαμβάνει το U είναι $3,8 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$.

2.5.5.4 Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας

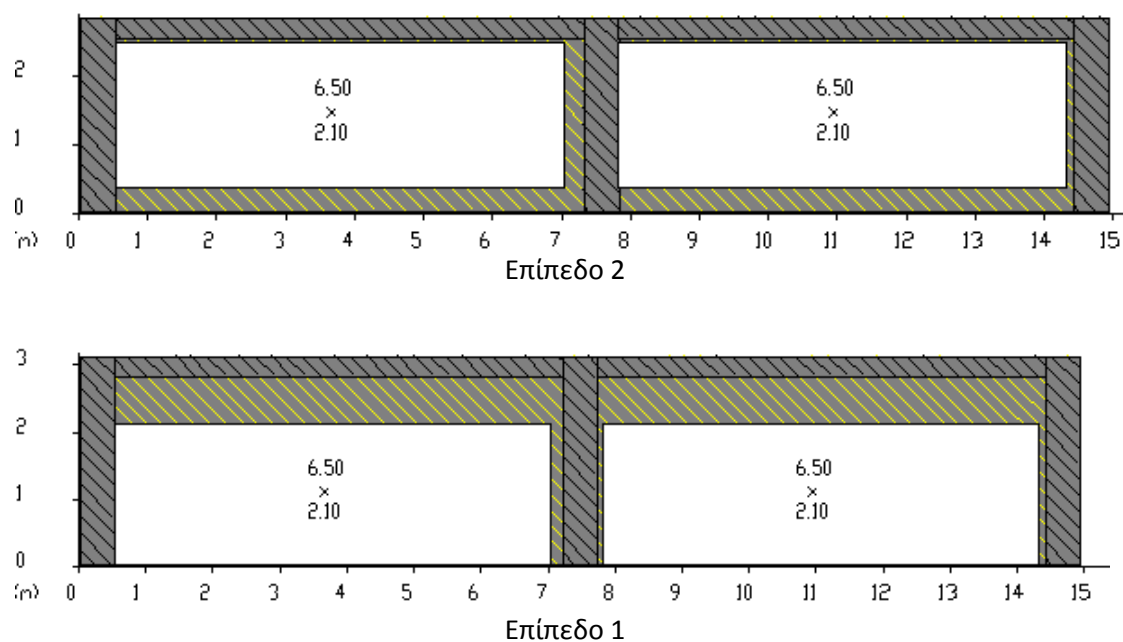
Για την εύρεση του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου υπολογίζονται οι επιφάνειες των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων των πλευρικών όψεων, του δαπέδου και της οροφής.

Για την όψη Α' προς την Λεωφόρο Ηρακλείου (Σκαρίφημα 2.1) ισχύει:

Επιφάνεια υαλοπινάκων = $54,6 \text{ m}^2$

Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων = $16,42 \text{ m}^2$

Επιφάνεια υποστηριγμάτων και δοκών = $16,89 \text{ m}^2$



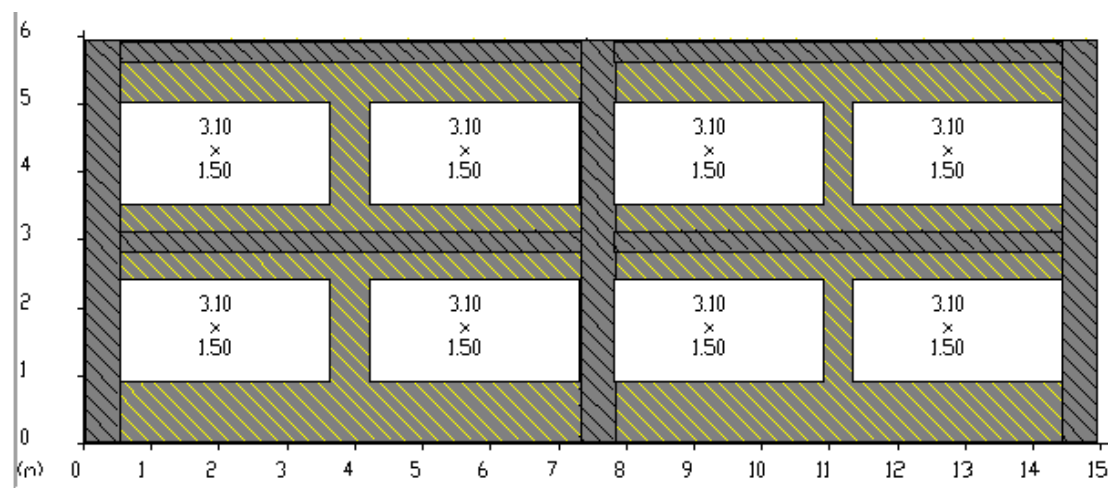
Σκαρίφημα 2.1: Όψη Α' κτιρίου προς τη Λεωφόρο Ηρακλείου

Για την όψη Β' προς την οδό Ελευθερίου Βενιζέλου (Σκαρίφημα 2.2) ισχύει:

Επιφάνεια υαλοπινάκων = 37,2 m²

Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων = 33,82 m²

Επιφάνεια υποστηριγμάτων και δοκών = 16,89 m²



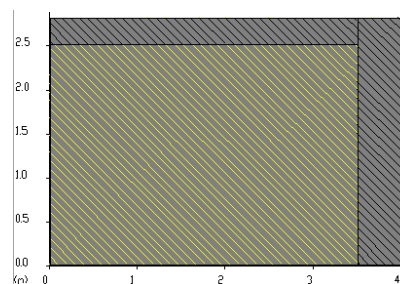
Σκαρίφημα 2.2: Όψη Β' κτιρίου προς Ελευθερίου Βενιζέλου

Για την όψη Γ' προς ράμπα υπογείου (Σκαρίφημα 2.3) ισχύει:

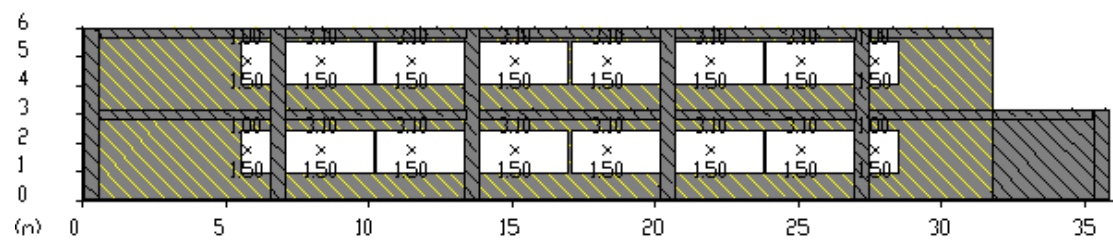
Επιφάνεια υαλοπινάκων = 61,8 m²

Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων = 111,77 m²

Επιφάνεια υποστηριγμάτων και δοκών = 37,35 m²



Επίπεδο 2



Επίπεδο 1

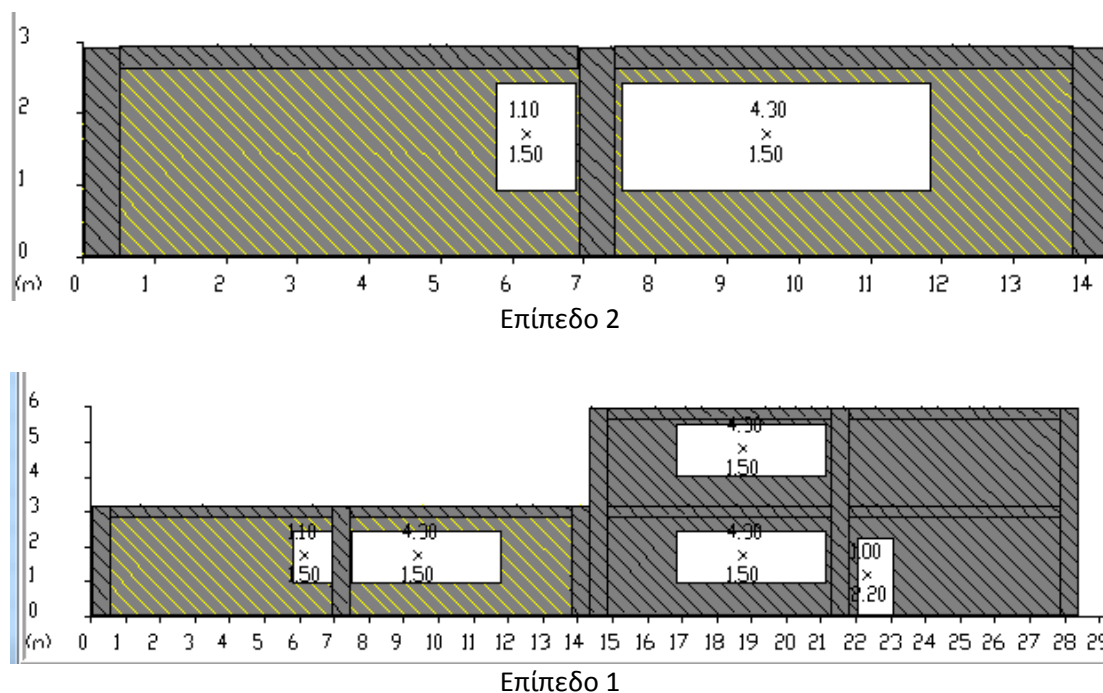
Σκαρίφημα 2.3: Όψη Γ' κτιρίου προς ακάλυπτο χώρο και ράμπα υπογείου

Για την όψη Δ' προς ακάλυπτο χώρο (Σκαρίφημα 2.4) ισχύει:

Επιφάνεια υαλοπινάκων = 31,3 m²

Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων = 99,69 m²

Επιφάνεια υποστηριγμάτων και δοκών = 35,98 m²



Σκαρίφημα 2.4: Όψη Δ' κτιρίου προς ακάλυπτο χώρο

Οι οριζόντιες επιφάνειες που χωρίζουν τον θερμαινόμενο χώρο από τον ελεύθερο αέρα είναι το δώμα με επιφάνεια 519 m². Τέλος, χρειάζεται το εμβαδόν για τις δυο εσωτερικές πυράντοχες πόρτες που οδηγούν στο κλιμακοστάσιο. Κάθε πόρτα έχει εμβαδόν 2,20 m² και συντελεστή θερμοπερατότητας 1,3 W/m² K (κατά τον κατασκευαστή). Το συνολικό εμβαδόν για τις πυράντοχες πόρτες ανέρχεται στα 4,4 m². Ακολουθεί ο Πίνακας 2.30 με τα απαραίτητα στοιχεία για τον υπολογισμό του U_m.

Πίνακας 2.30: Στοιχεία για τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U _m				
A/A	Δομικό στοιχείο	Επιφάνεια A _j m ²	Συντελεστής θερμοπερατότητας U _j W/m ² K	A _j *U _j
1	Εξωτερικός τοίχος 24 cm	261,7	1,815	475,074
2	Εσωτερικός τοίχος 15 cm	63,42	2,140	135,745
3	Δάπεδο 30 cm σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	519	1,505	781,302
4	Οροφή 33,7 cm	519	1,047	543,386
5	Πόρτες πυράντοχες	4,4	1,4	5,720

6	Κουφώματα με διπλούς υαλοπίνακες 4-12-4 mm	184,9	3,8	536,210
7	Μεταλλική πόρτα	4,4	4,1	18,040
8	Υποστηρίγματα και δοκοί	107,11	2,164	231,781
	Σύνολο	1.663,93		2.727,258

Το κτίριο της ΒΙΟΑΡΤ ανήκει στη Ζώνη Β. Ο συνολικός περιεχόμενος όγκος του κτιρίου είναι: $V = \text{εμβαδόν επιφάνειας δαπέδου (A)} \cdot \text{ύψος (H)} = 519 \text{ m}^2 \cdot 6,537 \text{ m} = 3.392,703 \text{ m}^3$ (Πίνακας 2.1). Η συνολική επιφάνεια υπολογίστηκε παραπάνω ίση με $1.663,93 \text{ m}^2$. Από το πηλίκο A/V που προκύπτει, θα προσδιοριστεί ο επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας βάσει του Πίνακα 2.33. Για τα δεδομένα του κτιρίου προκύπτει:

$$\frac{A}{V} = \frac{1.663,93}{3.392,703} = 0,49 \text{ m}^{-1}$$

Από τον Πίνακα 2.29 η τιμή αυτή αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{m,max} = 0,985 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ για τη ζώνη Β.

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας από τον τύπο:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j} = \frac{2894,032}{1663,93} = 1,739 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Ο μειωτικός συντελεστής b στην περίπτωση αυτή είναι παντού $b = 1$

Η τιμή αυτή υπερβαίνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη ($U_{m,max} = 0,985 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) και το κτίριο κρίνεται θερμομονωτικά ανεπαρκές. Η υπέρβαση του μέσου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας ήταν αναμενόμενη, καθώς η οικοδομική άδεια του κτιρίου εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ) (4 Ιουλίου 1979), δηλαδή χρονική περίοδο κατά την οποία δεν υπήρχε καμία απαίτηση για θερμομονωτική προστασία των κτιρίων.

2.5.6 Συμπεράσματα

Το κτίριο χτίστηκε το 1978 και μέχρι σήμερα δεν έχει υποστεί καμία βελτιωτική παρέμβαση σε ότι αφορά την θερμομόνωση του εκτός από τα νέα κουφώματα με τους διπλούς υαλοπίνακες το έτος 2013.

Το αποτέλεσμα της μελέτης θερμομόνωσης ήταν αναμενόμενο. Τα επιμέρους δομικά στοιχεία δεν πληρούν τις προδιαγραφές και είναι εκτός των ορίων που προβλέπονται από τον Κ.Εν.Α.Κ., Πίνακας Γ.1. Η οροφή του κτιρίου είναι ελλιπώς θερμομονωμένη και όλα τα δομικά στοιχεία, όπως η εξωτερική τοιχοποιία, το δάπεδο και ο φέρων οργανισμός του κτιρίου εντελώς αμόνωτα. Μόνο τα κουφώματα, αν και εκτός των επιτρεπτών ορίων, είναι λόγω των καλών υαλοπινάκων ικανοποιητικά και επειδή το κτίριο φέρει μεγάλες επιφάνειες διαφανών δομικών στοιχείων ο U_m εμφανίζεται μικρότερος εκείνου άλλων αντίστοιχων κτιρίων.

Κεφάλαιο 3. Αποτελέσματα Μετρήσεων με Καταγραφικό Εξοπλισμό

3.1 Υπέρυθρη Θερμογραφία (Θερμογράφιση)

3.1.1 Εισαγωγή

Η υπέρυθρη θερμογραφία (θερμογράφιση) αποτελεί μια από τις πλέον σύγχρονες μεθόδους μη καταστροφικού ελέγχου του φέροντα μηχανισμού ενός έργου και καταγράφει την θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από την επιφάνεια ενός σώματος στην υπέρυθρη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Εφαρμόζεται εξ αποστάσεως, έχει σχετικά χαμηλό κόστος και παρέχει τη δυνατότητα ποιοτικής ή ποσοτικής πληροφόρησης.

3.1.2 Αρχές της μεθόδου

Η υπέρυθρη ακτινοβολία (Infrared radiation) αποτελεί μέρος του φάσματος της θερμικής ακτινοβολίας. Όλα τα σώματα με θερμοκρασία πάνω από το απόλυτο μηδέν (0 °K ή -273 °C), εκπέμπουν θερμική ακτινοβολία. Όσο μεγαλύτερη θερμοκρασία έχει ένα σώμα τόσο περισσότερη θερμική ακτινοβολία εκπέμπει. Σύμφωνα με το νόμο των Stefan-Boltzmann ολική ενέργεια που ακτινοβολείται ανά μονάδα επιφάνειας ενός μελανού ή ενός φαιού σώματος (Φ) είναι ευθέως ανάλογη της τέταρτης δύναμης της απόλυτης θερμοκρασίας του:

$$\Phi = \epsilon \sigma T^4$$

όπου: σ η σταθερά αναλογίας Stefan-Boltzmann ίση με $5,6704 \cdot 10^{-8} \text{Js}^{-1}\text{m}^{-2}\text{K}^{-4}$,

ϵ ο συντελεστής εκπομπής του σώματος, αδιάστατος αριθμός,

T η απόλυτη θερμοκρασία του σώματος σε βαθμούς Κέλβιν (°K).

Έχει διαστάσεις πυκνότητας ισχύος (ενέργεια ανά μονάδα χρόνου ανά μονάδα επιφάνειας) και στο διεθνές σύστημα μονάδων SI μετριέται σε J/s/m^2 , ή ισοδύναμα σε W/m^2 [16].

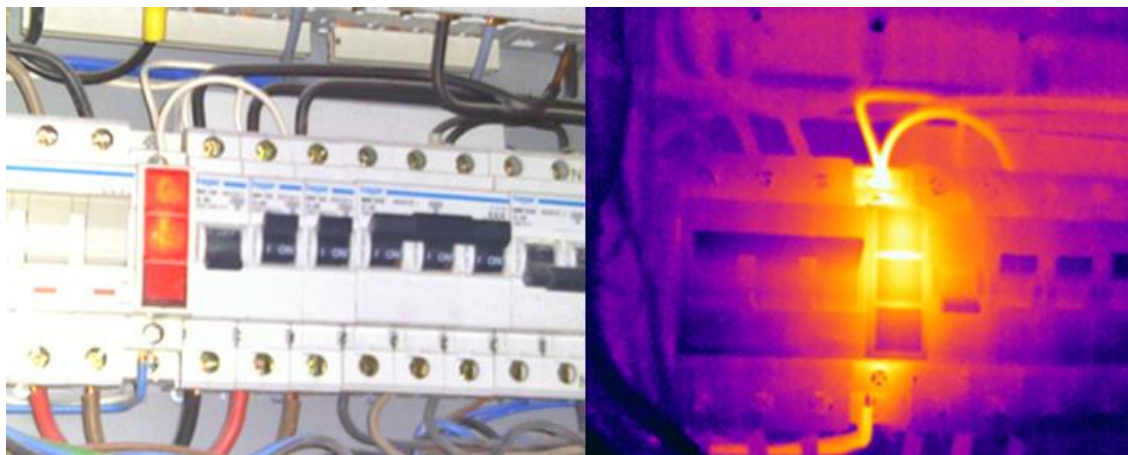
Η ακτινοβόλυση ενέργεια καταγράφεται από ειδικό εξοπλισμό (θερμοκάμερα) ο οποίος οπτικοποιεί το θερμοκρασιακό πεδίο του υπό εξέταση αντικειμένου. Όταν κάτι δεν πάει καλά σχετικά με τη λειτουργία ή τη δομή του αντικειμένου, το πρόβλημα συνοδεύεται από αντίστοιχη αύξηση, μείωση ή τοπική συγκέντρωση θερμοκρασίας στην επιφάνεια του.

3.1.3. Εφαρμογές της μεθόδου

Η μέθοδος έχει ευρύτατη εφαρμογή σε:

α) Βιομηχανία για

- Εντοπισμό φθορών, ρωγμών, ελαττωμάτων, ασυνεχειών, πόρων, ανωμαλιών, οξειδώσεων, προσμίξεων κ.ά. διαφόρων υλικών
- Επιθεώρηση μετασχηματιστών ισχύος, αποζευκτών, μονωτήρων διέλευσης και λοιπού εξοπλισμού συστήματος διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
- Επιθεώρηση εξωτερικών τοιχωμάτων λέβητα ατμού για έλεγχο μόνωσης και ανίχνευση διαρροών
- Έλεγχο διαρροής αγωγού δικτύου ατμού, ελαίου κ.λ.π.
- Εντοπισμό χαλαρών ηλεκτρολογικών συνδέσεων και υπερφορτωμένων ηλεκτρικών κυκλωμάτων ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων



Εικόνα 3.1: Έλεγχος διανομής φορτίου σε ηλεκτρολογικό πίνακα χωρίς επαφή

Πλεονεκτήματα από τη χρήση της μεθόδου:

- Αποφυγή κινδύνου ατυχήματος σε εργαζομένους
- Αποφυγή βλαβών εξοπλισμού
- Πραγματοποίηση ελέγχου και συντήρησης κατά τη παραγωγική διαδικασία χωρίς να πρέπει αυτή να διακοπεί
- Πραγματοποίηση ελέγχου σε ηλεκτρολογικό εξοπλισμό υπό τάση
- Μείωση του κόστους συντήρησης

β) Κτίρια για

- Αποτύπωση των ενεργειακών απωλειών του κελύφους
- Έλεγχο ασυνεχειών στη θερμομόνωση
- Εντοπισμό θερμογεφυρών
- Έλεγχο απόδοσης της θερμομόνωσης
- Εντοπισμό υγρασίας στα δομικά στοιχεία
- Εντοπισμό διαρροών στο υδραυλικό σύστημα του κτιρίου
- Εντοπισμό και έλεγχο εγκιβωτισμένων σωληνώσεων
- Έλεγχο ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού
- Έλεγχο διαρροών αέρα
- Επανέλεγχο συστημάτων μετά από επισκευή

Η υπέρυθρη θερμογραφία είναι η μόνη μέθοδος που είναι σε θέση να παραδώσει την θερμοκρασιακή εικόνα του κελύφους ενός κτιρίου ως πλήρες σύστημα [17]. Οι επιθεωρήσεις κτιρίων πραγματοποιούνται κυρίως με τη χρήση παθητικής θερμογραφίας δηλ. τα σημεία ενδιαφέροντος θερμογραφούνται ως έχουν και παρατηρούνται πιθανές ασυνήθιστες θερμοκρασιακές διαφορές από μια θερμοκρασία αναφοράς που αποτελούν πιθανή ένδειξη σφάλματος.



Εικόνα 3.2: Πολυκατοικία με προβληματική μόνωση

γ) Στρατιωτικούς σκοπούς (ανίχνευση ατόμων κ.ά.)

3.1.4 Εξοπλισμός

Το σύνηθες σύστημα υπέρυθρης απεικόνισης περιλαμβάνει μια θερμογραφική φωτογραφική μηχανή (υπέρυθρη κάμερα ή κάμερα θερμικής απεικόνισης ή θερμοκάμερα). Η συσκευή σχηματίζει μια εικόνα χρησιμοποιώντας την υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπει ένα σώμα, όπως μια κοινή φωτογραφική μηχανή σχηματίζει μια εικόνα χρησιμοποιώντας το ορατό φως, και με κατάλληλες βαθμονομήσεις την μεταφράζει σε θερμοκρασία. Πρακτικά, παρουσιάζει την επιφανειακή θερμοκρασία των σωμάτων στα οποία εστιάζει. Η θερμοκρασία αυτή αντιστοιχίζεται σε μια παλέτα χρωμάτων ώστε να μπορεί να την αντιληφτεί το ανθρώπινο μάτι (κατά κανόνα ανοικτό χρώμα θερμότερο, σκούρο χρώμα ψυχρότερο). Κατάλληλο λογισμικό επιτρέπει περαιτέρω επεξεργασία των θερμοφωτογραφιών. Οι υπέρυθρες κάμερες λειτουργούν σε μήκη κύματος μέχρι και 14.000 nm (14 μm) αντίθετα με τις φωτογραφικές μηχανές που λειτουργούν σε εύρος κύματος 400-700 nm [18].

Βασικά στοιχεία λειτουργίας μιας θερμοκάμερας

Το βασικότερο στοιχείο μιας θερμοκάμερας είναι ο ανιχνευτής θερμότητας (οπτικός δέκτης) που μετρά την υπέρυθρη ακτινοβολία. Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι:

- Η εσωτερική αντίσταση
- Ο χρόνος απόκρισης
- Ο λόγος ισχύος-θορύβου
- Ο λόγος θερμοκρασιακής διαφοράς-θορύβου
- Η παρατηρησιμότητα
- Η ελάχιστη ανιχνεύσιμη θερμοκρασιακή διαφορά (γνωστή και ως ευαισθησία)
- Η συνάρτηση γραμμικής εξάπλωσης και
- Η υποβάθμιση του σήματος.

Οι ανιχνευτές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τους θερμικούς και τους φωτονικούς. Στους θερμικούς, η προσπίπτουσα ακτινοβολία θερμαίνει μια ευαίσθητη επιφάνεια και επηρεάζει την θερμική αγωγιμότητα του υλικού με αποτέλεσμα μια διακύμανση στο σήμα εξόδου. Στους φωτονικούς ανιχνευτές, το σήμα λαμβάνεται από την απευθείας μέτρηση της διέγερσης που προκαλείται από την προσπίπτουσα ακτινοβολία. Σε κάθε περίπτωση στην έξοδό του ανιχνευτή καταλήγει ένα σήμα εξαρτώμενο από την προσπίπτουσα ακτινοβολία στον φακό. Στη συνέχεια από το συγκεκριμένο σήμα προκύπτει μια οπτική αναπαράσταση, παράγεται δηλαδή, μια σειρά σημείων (είναι ευρέως γνωστά και ως pixels) είτε σε μία, είτε σε δύο διαστάσεις.

Υπάρχουν δύο βασικές διαδικασίες για τον σχηματισμό της εικόνας. Ο άμεσος σχηματισμός εικόνας (πχ με πυροηλεκτρικό δέκτη ή με φιλμ) και ο σχηματισμός εικόνας με χρήση ενός δέκτη και ενός ηλεκτρομηχανικού σαρωτή σκηνής. Δυο σημαντικές παράμετροι που επηρεάζουν, άμεσα, την εικόνα μιας θερμοκάμερας είναι η ευαισθησία και η ανάλυση (θερμοκρασιακή και χωρική). Η ευαισθησία μετριέται σε °C και εκφράζει την ελάχιστη ανιχνεύσιμη ποσότητα θερμοκρασίας. Θερμοκάμερες με καλή ευαισθησία αναγνωρίζουν θερμοκρασιακές διαφορές ακόμα και 0.025°C. Η θερμοκρασιακή ανάλυση είναι ανάλογη του αριθμού των χρωμάτων σε μια οθόνη υπολογιστή. Όσο μεγαλύτερη είναι η ανάλυση τόσο πιο ομαλά θα παρουσιάζονται οι θερμοκρασιακές μεταβολές. Αν ένα σώμα έχει ξαφνικές θερμοκρασιακές μεταβολές αυτές θα οφείλονται στο ίδιο το σώμα και όχι στην κάμερα. Η χωρική ανάλυση της θερμοκάμερας εξαρτάται από τον αριθμό των pixels της κάμερας. Κάτι ανάλογο συμβαίνει και στη ψηφιακή φωτογραφία. Όπως μια ψηφιακή φωτογραφική μηχανή με 4 Mega-pixel βγάζει πιο ακριβείς εικόνες από μια μηχανή με 2 Mega-pixel έτσι και στην περίπτωση της θερμογραφίας, η χωρική ανάλυση αποτελεί μια παράμετρο κλειδί.

Ακόμα μια σημαντική παράμετρος είναι το δυναμικό εύρος που εξαρτάται από την ψηφιοποίηση της θερμικής εικόνας. Όσο περισσότερα bits χρησιμοποιούνται για την περιγραφή της θερμοκρασίας-χρώματος για κάθε pixel τόσο καλύτερη θεωρείται η θερμοκάμερα. Το δυναμικό εύρος αντικατοπτρίζει, λοιπόν, την θερμοκρασιακή λεπτομέρεια που αποθηκεύεται για κάθε pixel [19].

Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε

Για τη διενέργεια των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε η υπέρυθρη κάμερα FLIR b 50 (Εικόνα 3.3).



FLIR B 50



FLIR B 50 με δείκτη απόστασης laser



FLIR B 50 με φώτα

Εικόνα 3.3: Υπέρυθρη κάμερα FLIR σειράς b

Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των μοντέλων της σειράς b είναι τα εξής [20];

- Ψηφιακή μηχανή με ορατό φως. Παρέχει ευκρινείς εικόνες, ανεξάρτητα από το φωτισμό.
- Ανίχνευση περιοχών όπου η μόνωση δεν πληροί τις απαιτήσεις.
- Συναγερμός σημείου δρόσου. Εμφανίζει περιοχές με συμπυκνώσεις επί της επιφάνειας όπου μούχλα θα μπορούσε να αναπτυχθεί.
- Σύντηξη εικόνας μέσα σε εικόνα. Τρεις διαφορετικές μορφές εικόνων: υπέρυθρες εικόνες/θερμογραφήματα, ψηφιακές εικόνες, και υπέρυθρες εικόνες μέσα σε ψηφιακές.
- Εμφανίζει θερμική εικόνα πάνω από την ψηφιακή εικόνα Φώτα LED. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ανεπαρκή φωτισμό περιβάλλοντος.
- Εύρος θερμοκρασίας στόχευσης. Από -4 ως 248 ° F (-20 έως 120 ° C).
- Ακρίβεια $\pm 2\%$.
- Συλλογή μικρών εικόνων. Επιτρέπει την γρήγορη αναζήτηση των αποθηκευμένων φωτογραφιών.
- Li-Ion επαναφορτιζόμενη μπαταρία διαρκεί πάνω από 5 ώρες συνεχούς χρήσης. Μπορούν και να αντικατασταθούν.
- Αντιγραφή σε USB. Εύκολη αποστολή εικόνων από τη φωτογραφική μηχανή σε USB memorstick.
- Περιοχή μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας. Εμφανίζει την ελάχιστη ή τη μέγιστη θερμοκρασία εντός της επιλεγμένης περιοχής.

Το μοντέλο FLIR B 50 έχει καλύτερη ανάλυση και διαθέτει ακτίνα laser που διευκολύνει στην οπτική στόχευση του αντικειμένου προς παρατήρηση.

Τα θερμογραφήματα της θερμοκάμερας μπορούν να αποθηκευτούν σε ηλεκτρονική συσκευή αποθήκευσης. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας το λογισμικό Flir Quick Report της εταιρίας Flir Systems, οι εικόνες μπορούν να επεξεργαστούν περαιτέρω σε υπολογιστή, έτσι ώστε να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Συγκεκριμένα, η χρήση του λογισμικού δίνει τη δυνατότητα για επεξεργασία των εικόνων, δημιουργία ισόθερμων, προσδιορισμός θερμότερου και ψυχρότερου σημείου, αλλαγή του εύρους κλίμακας της θερμοκρασίας,

αλλαγή της χρωματικής παλέτας κ.ά. Η χρήση του λογισμικού και η επεξεργασία των εικόνων είναι αναπόσπαστο κομμάτι της υπέρυθρης θερμογραφίας και παίζει καθοριστικό ρόλο για τη σωστή ερμηνεία των θερμογραφημάτων.

Οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη και να οριστούν κατάλληλα κατά τη διεξαγωγή των μετρήσεων και την επεξεργασία των θερμογραφημάτων στο εν λόγω πρόγραμμα, ώστε να επιτευχθούν όσο το δυνατόν πιο ακριβείς μετρήσεις, αναφέρονται αναλυτικά στην §3.1.5.1 (εκπεμπτικότητα, φαινόμενη θερμοκρασία ανάκλασης, απόσταση του αντικειμένου, σχετική υγρασία και θερμοκρασία περιβάλλοντος).

3.1.5 Διαδικασία λήψης θερμογραφημάτων (θερμοφωτογραφιών)

Στην υπέρυθρη θερμογραφία προκειμένου να εξασφαλιστεί σωστή και ασφαλής διεξαγωγή, καταγραφή και λήψη μετρήσεων ακολουθούντα ισυγκεκριμένες διαδικασίες, συχνά σύμφωνα με πρότυπα όπως τα:

- ASTM C 1060 Standard Practice for Thermographic Inspection of Insulation Installations in Envelope Cavities of Frame Buildings.
- ASTM C 1153 Standard Practice for Location of Wet Insulation in Roofing Systems Using Infrared Imaging.
- ASTM E 1186 Standard Practices for Air Leakage Site Detection in Building Envelopes and Air Barrier Systems.
- Canadian General Standards Board, Manual for thermographic analysis of building enclosures (149-GP-2MP).
- ISO 6781 Thermal Insulation, Qualitative Detection of Thermal Irregularities in Building Envelopes - Infrared Method.
- EN 13187:1999 - Thermal performance of buildings, Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes - Infrared method.

Αυτές, σε γενικές γραμμές, περιλαμβάνουν:

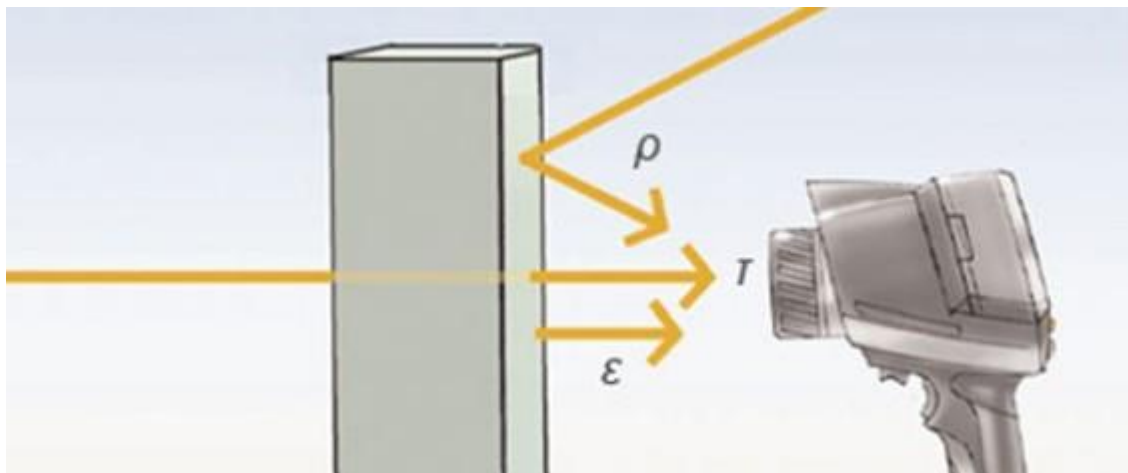
1. Σχεδιασμό μέτρησης
2. Επίσκεψη επί τόπου του έργου
3. Προετοιμασία μέτρησης – κανόνες ασφάλειας μέτρησης
4. Λήψη θερμογραφημάτων
5. Επεξεργασία θερμογραφημάτων

3.1.5.1 Παράμετροι προς ρύθμιση πριν τη διενέργεια θερμογραφίας

Οι παράμετροι που επηρεάζουν την ακτινοβολία ενός σώματος άρα και τη λήψη μιας θερμοφωτογραφίας είναι:

- Η εκπεμπτικότητα ϵ που εκφράζει την ικανότητα εκπομπής ακτινοβολίας από το υπό εξέταση σώμα
- Η διαπερατότητα τ που εκφράζει την ικανότητα προσπέλασης της ακτινοβολίας μέσα από το υπό εξέταση σώμα
- Η ανακλαστικότητα ρ που εκφράζει την ικανότητα ανάκλασης της ακτινοβολίας περιβάλλοντος από το υπό εξέταση σώμα

Από το πρώτο θερμοδυναμικό αξίωμα ισχύει: $\epsilon + \rho + \tau = 1$



Εικόνα 3.4: ϵ εκπομπή, ρ ανάκλαση, τ μετάδοση [21]

Οι πιο κρίσιμες παράμετροι ακτινοβολίας είναι η εκπεμπτικότητα ϵ και η ανακλαστικότητα ρ , για αυτό και επιβάλλεται πάντα ο προσδιορισμός τους. Η διαπερατότητα τ είναι μικρή ως μηδενική και παραλείπεται αφού τα σώματα που συνήθως εξετάζονται είναι αδιαφανή. Επομένως, προκειμένου οι μετρήσεις να είναι αξιόπιστες, είναι απαραίτητο πριν από τη διενέργεια θερμογραφίας να γίνει προσδιορισμός των ανωτέρω παραμέτρων και να ρυθμιστεί κατάλληλα η θερμοκάμερα.

Εκπεμπτικότητα

Η εκπεμπτικότητα ϵ είναι ο λόγος της ακτινοβολίας ενός σώματος σε μία δοσμένη θερμοκρασία προς την ακτινοβολία ενός σώματος που απορροφά, στην ίδια θερμοκρασία, όλη την ακτινοβολία και κυμαίνεται μεταξύ 0 (για έναν τέλειο ανακλαστήρα) και 1 (για έναν τέλειο εκπομπό, το αποκαλούμενο μέλαν σώμα) [22].

Επιφάνειες με χαμηλή εκπεμπτικότητα, λειτουργούν ως καθρέφτες και καθιστούν τις μετρήσεις δύσκολες. Διάφορες τεχνικές χρησιμοποιούνται για να λύσουν το πρόβλημα όπως η κάλυψη της επιθεωρούμενης επιφάνειας με βαφή υψηλής ικανότητας ακτινοβολίας. Για τα βασικά δομικά υλικά κυμαίνεται από 0,75 (τούβλο) μέχρι 0,97 (σκυρόδεμα).

Για τον προσδιορισμό του ϵ επικολλάται μια μαύρη ταινία ($\epsilon = 1$ μέλαν σώμα) στην επιφάνεια του υπό εξέταση σώματος και μετά από λίγο μετράται με τη θερμοκάμερα η θερμοκρασία πάνω της. Στη συνέχεια εστιάζεται η θερμοκάμερα στην ακάλυπτη επιφάνεια του σώματος και μεταβάλλεται η εκπεμπτικότητα του οργάνου ώσπου να ληφθεί η ίδια τιμή θερμοκρασίας με αυτή που μετρήθηκε στην ταινία. Αυτή είναι η ζητούμενη εκπεμπτικότητα του σώματος. Επισημαίνεται ότι το ϵ μεταβάλλεται και με τη γωνία θερμογράφησης του αντικειμένου. Η εκπεμπτικότητα επίσης λαμβάνεται και από πίνακες. Στη συνέχεια δίνεται ο Πίνακας 3.1 με την εκπεμπτικότητα διαφόρων υλικών σε συγκεκριμένη θερμοκρασία [20].

Πίνακας 3.1: Εκπεμπτικότητα διαφόρων υλικών	
Υλικό	Εκπεμπτικότητα
Αλουμίνιο, οξειδωμένο (93°C)	0,20

Αλουμίνιο, πολύ γυαλισμένο (100°C)	0,09
Αλουμίνιο, μη οξειδωμένο (25°C)	0,02
Αλουμίνιο μη οξειδωμένο (100°C)	0,03
Αλουμίνιο, έλασης (170°C)	0,04
Ορείχαλκος μη οξειδωμένος (200°C)	0,61
Τούβλο, κονίαμα, γύψος (20°C)	0,93
Πλινθοδομή (40°C)	0,93
Χυτοσίδηρος, οξειδωμένος (200°C)	0,64
Χρώμιο (40°C)	0,08
Χρώμιο, γυαλισμένο (150°C)	0,06
Άργιλος, ψημένη (70°C)	0,91
Σκυρόδεμα (25°C)	0,93
Χαλκός, οξειδωμένος (130°C)	0,76
Χαλκός, γυαλισμένος (40°C)	0,03
Χαλκός έλασης (40°C)	0,64
Χαλκός ελαφρά αμαυρωμένος (20°C)	0,04
Φελλός(20°C)	0,7
Βαμβάκι (20°C)	0,77
Γυαλί (90°C)	0,94
Γρανίτης (20°C)	0,45
Πάγος (0°C)	0,97
Σμύριδα (20°C)	0,24
Σίδηρος για χυτά (100°C)	0,8
Σίδηρος για ελάσματα (20°C)	0,77
Μόλυβδος (40°C)	0,43
Μόλυβδος, γκρι οξειδωμένος (40°C)	0,28
Μόλυβδος, οξειδωμένος (40°C)	0,43
Μάρμαρο, λευκό (40°C)	0,95
Βαφή λαδιού (όλα τα χρώματα) (90°C)	0,92-0,96
Βαφή, μαύρη, ματ (80°C)	0,97
Βαφή, μπλε σε φύλλο αλουμινίου (40°C)	0,78
Βαφή, λευκή (90°C)	0,95
Βαφή, κίτρινη, 2 στρώσεις σε φύλλο αλουμινίου (40°C)	0,79
Χαρτί (20°C)	0,97
Θερμοπλαστικά: PE, PP, PVC (20°C)	0,94
Περσελάνη (20°C)	0,92
Καλοριφέρ, μαύρο ανοδευμένο (5°C)	0,98
Καουτσούκ, σκληρό (23°C)	0,94
Καουτσούκ, μαλακό, γκριζο (23°C)	0,89
Ψαμμίτης (40°C)	0,67
Χάλυβας ψυχρής εξέλασης (93°C)	0,75-0,85
Χάλυβας, με θερμικά επεξεργασμένη επιφάνεια (200°C)	0,52
Χάλυβας, οξειδωμένος (200°C)	0,79
Βαφή μετασηματιστή (70°C)	0,94
Ξύλο (70°C)	0,94
Ψευδάργυρος, οξειδωμένος	0,1

Φαινόμενη θερμοκρασία ανάκλασης

Η ανακλαστικότητα ρ δηλ. η ακτινοβολία του περιβάλλοντος που ανακλάται πάνω στο αντικείμενο και επιστρέφει στην κάμερα επηρεάζεται από την επιφανειακή υφή, το βαθμό οξειδωσης, τη μικροδομή, την επιφανειακή μόλυνση και τις τυχόν υπάρχουσες επιστρώσεις του υπό εξέταση αντικειμένου. Η φαινόμενη θερμοκρασία ανάκλασης αντισταθμίζει την ανακλαστικότητα. Σε περίπτωση που ο συντελεστής εκπομπής είναι χαμηλός και η θερμοκρασία του αντικειμένου διαφέρει κατά πολύ από τη φαινόμενη θερμοκρασία ανάκλασης, ο ακριβής ορισμός της φαινόμενης θερμοκρασίας ανάκλασης καθίσταται σημαντικός.

Ένας ανακλαστήρας Lambert είναι ένα σώμα που αντανακλά την προσπίπτουσα ακτινοβολία με τη βέλτιστη διάχυση, δηλαδή σε όλες τις κατευθύνσεις. Μετράται η θερμοκρασία της ανακλώμενης ακτινοβολίας σε έναν ανακλαστήρα Lambert χρησιμοποιώντας τη θερμοκάμερα. Ένα κομμάτι από αλουμινοχαρτο τσαλακωμένο που ξεδιπλώνεται πάλι είναι ένα κατάλληλο υποκατάστατο του ανακλαστήρα Lambert. Το φύλλο έχει υψηλή ανακλαστικότητα και χάρη στην τσαλακωμένη δομή, η διάχυτη αντανάκλαση της ακτινοβολίας είναι σχεδόν τέλεια [21].

Για αυτό το λόγο, στις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε μια φορητή επιφάνεια αναφοράς, από την οποία καθορίζεται μέσω κατάλληλου λογισμικού στη μετέπειτα επεξεργασία των μετρήσεων η φαινόμενη θερμοκρασία ανάκλασης.

Άλλες παράμετροι

Πρόσθετες παράμετροι που μπορούν να επηρεάσουν τη μέτρηση είναι [20]:

- Η απόσταση της θερμοκάμερας από το υπό εξέταση αντικείμενο (όσο το δυνατόν μικρότερη αλλά μεγαλύτερη ή ίση από την μικρότερη απόσταση εστίασης).
- Η σχετική υγρασία.
- Η θερμοκρασία περιβάλλοντος (απότομες αλλαγές).
- Η χρήση ακατάλληλων φακών.
- Η μη ακριβής εστίαση.
- Η ατμοσφαιρική ρύπανση.
- Η ακατάλληλη επιλογή παλέτας χρωμάτων

3.1.5.2 Ιδανικές συνθήκες για διενέργεια θερμογραφίας

Για να διασφαλιστεί η μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, πρέπει κατά τη διάρκεια των μετρήσεων να υπάρχουν όσο το δυνατό μεγαλύτερες διαφορές θερμοκρασίας ανάμεσα στο εσωτερικό της κατασκευής και το περιβάλλον. Ο ιδανικότερος χρόνος μέτρησης είναι το χειμώνα, ημέρα με ελάχιστη ή κατά προτίμηση καθόλου ηλιοφάνεια. Η προς μέτρηση επιφάνεια πρέπει να είναι κατά το δυνατόν κάθετη προς τον άξονα της μέτρησης [23]. Ακολουθεί ο Πίνακας 3.1 με τις κατά περίπτωση ιδανικές συνθήκες.

Πίνακας 3.1: Ιδανικές συνθήκες για θερμογραφία	
Εντοπισμός:	Ιδανικές συνθήκες
<ul style="list-style-type: none"> • Θερμικών γεφυρών (κακής μόνωσης) • Διαφυγών θερμού αέρα 	<ul style="list-style-type: none"> • Ελάχιστη ή καθόλου ηλιακή ακτινοβολία

	<ul style="list-style-type: none"> Αποκατάσταση θερμικής ισορροπίας σε ένα κτίριο για αρκετό χρονικό διάστημα Ύπαρξη μεγάλων θερμοκρασιακών διαφορών ανάμεσα στον εσωτερικό και τον εξωτερικό χώρο του κτιρίου
<ul style="list-style-type: none"> Αγωγών 	<ul style="list-style-type: none"> Ροή ζεστού ή ψυχρού υγρού ή αέρα μέσα στους αγωγούς
<ul style="list-style-type: none"> Ύπαρξης διαφορετικών υλικών Ύπαρξης εσωτερικών ανωμαλιών, κενών ή ρωγμών σε επιφάνειες Υγρασίας στα υλικά 	<ul style="list-style-type: none"> Καθαρός ουρανός Έντονη ηλιακή ακτινοβολία Ασθενείς άνεμοι Θερμοκρασία εδάφους πάνω από 0°C Κατά τη νυχτερινή θερμογραφία ουρανός χωρίς σύννεφα Νωρίς το πρωί ή μετά τη δύση του ηλίου

3.1.6 Θερμογέφυρες

Θερμογέφυρες καλούνται οι θέσεις στο κέλυφος ενός κτιρίου στις οποίες εμφανίζεται σε σχέση με τις γειτονικές τους διαφοροποίηση στη θερμική αντίσταση των δομικών στοιχείων, είτε λόγω ασυνέχειας της στρώσης θερμομόνωσης, είτε λόγω διαφοροποίησης του υλικού κατά μήκος του δομικού στοιχείου, είτε λόγω αλλαγής της γεωμετρίας της διατομής. Σ' αυτές τις θέσεις παρατηρείται μεταβολή στη ροή θερμότητας και στην εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία σε σχέση με τις γειτονικές τους.

Οι θερμογέφυρες αποτελούν τα "ασθενή" σημεία του κτιριακού περιβλήματος και λειτουργούν επιβαρυντικά στη θερμική του προστασία. Επηρεάζουν την ενεργειακή του συμπεριφορά και επιφέρουν μείωση της αίσθησης της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του χώρου. Συχνά καταλήγουν να είναι πρόξενοι ποικίλων φθορών και καταστροφών, ενίοτε ασήμαντων και επουσιωδών, κατά το πλείστον όμως επικίνδυνων και σοβαρών. Οι περισσότερες φθορές οφείλονται στην επιφανειακή συμπύκνωση των υδρατμών, λόγω της πτώσης της επιφανειακής θερμοκρασίας των δομικών στοιχείων σε τιμή χαμηλότερη της θερμοκρασίας δρόσου.

Από μελέτες έχει αποδειχθεί ότι οι θερμογέφυρες προσαυξάνουν κατά μέσο όρο την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του συνολικού κελύφους του κτηρίου συγκριτικά με τη θεωρητικά υπολογιζόμενη, θεωρούμενης της θερμικής ροής στον υπολογισμό κατά παραδοχή ως μονοδιάστατο μέγεθος και κάθετο στην επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου, σε ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 5% και 30%. Αυτό το ποσοστιαίο εύρος έχει να κάνει με το μέγεθος του κτηρίου, τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά, τα αρχιτεκτονικά του στοιχεία και κατ' επέκταση με το πλήθος των εμφανιζόμενων θερμογεφυρών.

Διακρίνονται σε γραμμικές και σημειακές. Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση και οφείλονται στη δημιουργία θέσεων στις οποίες η ροή θερμότητας παρουσιάζει έντονα δισδιάστατη φύση και η παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας παύει να ισχύει. Οι σημειακές θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών, στις οποίες η ροή θερμότητας έχει τρισδιάστατη φύση και

δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς. Αντίθετα, οι γραμμικές θερμογέφυρες λαμβάνονται υπόψη και συγκριτικά με τις σημειακές έχουν μεγαλύτερη επίδραση στη θερμική συμπεριφορά του κελύφους. Οι γραμμικές θερμογέφυρες ανάλογα με το πώς δημιουργούνται διακρίνονται σε γεωμετρικές, κατασκευαστικές και σε συνδυασμό των δύο παραπάνω. Οι γεωμετρικές θερμογέφυρες δημιουργούνται σε θέσεις, στις οποίες η βασική γεωμετρία του δομικού στοιχείου παύει να είναι γραμμική, π.χ. στη θέση κάθετης τομής δύο εξωτερικών δομικών στοιχείων με τη συνέχεια της θερμομόνωσης να μην διακόπτεται (γωνία). Σ' αυτήν την περίπτωση επειδή η συνολική εξωτερική επιφάνεια των δομικών στοιχείων διαφέρει από την εσωτερική, αναπτύσσονται έντονα φαινόμενα δισδιάστατης ροής θερμότητας. Ανάλογα με το αν χρησιμοποιούνται εσωτερικές ή εξωτερικές διαστάσεις για τους υπολογισμούς των θερμικών ροών, η τιμή του γραμμικού συντελεστή της συγκεκριμένης θερμογέφυρας διαφοροποιείται. Στην περίπτωση χρήσης εσωτερικών διαστάσεων παίρνει θετικές τιμές, ενώ στην περίπτωση χρήσης εξωτερικών διαστάσεων παίρνει αρνητικές, λειτουργώντας στην ουσία ως διόρθωση στους υπολογισμούς των ροών θερμότητας με παραδοχή μονοδιάστατης ροής. Οι κατασκευαστικές θερμογέφυρες δημιουργούνται σε θέσεις στις οποίες υπάρχει ασυνέχεια του θερμομονωτικού υλικού, π.χ. στις θέσεις ένωσης δοκού με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σε αυτήν την περίπτωση αναπτύσσεται έντονη δισδιάστατη ροή θερμότητας στην περιοχή της ασυνέχειας η οποία οδηγεί σε αυξημένες θερμικές απώλειες και μείωση της εσωτερικής επιφανειακής θερμοκρασίας. Σε αυτές τις θερμογέφυρες η τιμή του γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας είναι πάντα θετική. Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει συνδυασμός γεωμετρικής και κατασκευαστικής θερμογέφυρας, π.χ. σε ένα γωνιακό υποστύλωμα θερμομονωμένο εξωτερικά, στο οποίο εφάπτονται δύο κάθετες μεταξύ τους τοιχοποιίες με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις εμφανίζονται αυξημένες ροές θερμότητας και μειωμένη εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία, ενώ ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας μπορεί να λάβει, ακόμη και με χρήση εξωτερικών διαστάσεων για τους υπολογισμούς των ροών θερμότητας, τιμή αρνητική, θετική ή μηδενική ανάλογα με την περίπτωση.

Οι θερμογέφυρες σχηματίζονται στη συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (κατακόρυφες θερμογέφυρες), στη συναρμογή των οριζόντιων δομικών στοιχείων με τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία (οριζόντιες θερμογέφυρες) και στη συναρμογή των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία (θερμογέφυρες κουφωμάτων).

Οι κατακόρυφες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις κατόψεις του κτηρίου, Δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται καθ' ύψος, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των τομών. Διακρίνονται σε τρεις υποκατηγορίες (σχήμα 6α):

- θερμογέφυρες εξωτερικών γωνιών (ΕΞΓ)
- θερμογέφυρες εσωτερικών γωνιών (ΕΣΓ)
- θερμογέφυρες ένωσης δομικών στοιχείων (ΕΔΣ)

Οι οριζόντιες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις τομές του κτηρίου. Δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται κατά μήκος των δομικών στοιχείων, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των κατόψεων. Διακρίνονται σε επτά υποκατηγορίες (σχήμα 6β):

- θερμογέφυρες δώματος ή οροφής σε προεξοχή (Δ)
- θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή ή δαπέδου επάνω από πυλωτή (ΔΠ)

- Θερμογέφυρες οροφής σε εσοχή (ΟΕ)
- Θερμογέφυρες δαπέδου σε εσοχή (ΔΕ)
- Θερμογέφυρες ενδιάμεσου δαπέδου (ΕΔΠ)
- Θερμογέφυρες περιόδου ενίσχυσης (ΠΡ)
- Θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται σε έδαφος (ΕΔ)

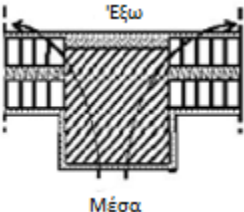
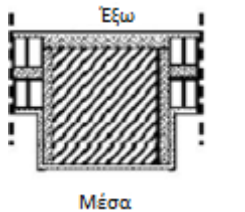

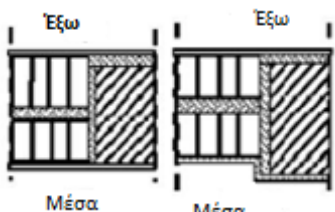
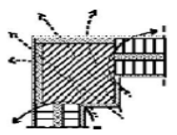
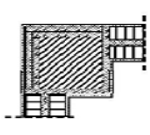
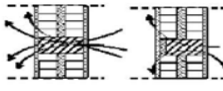

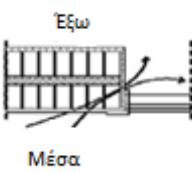
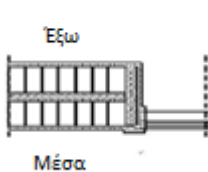
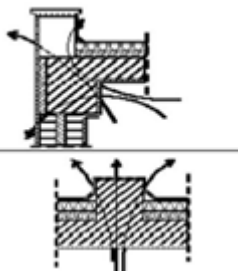
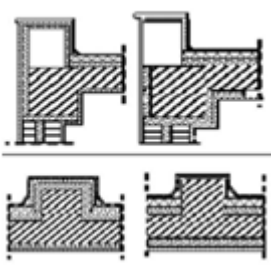
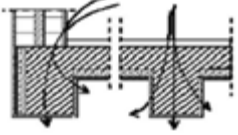
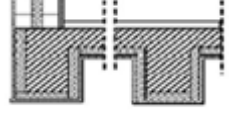
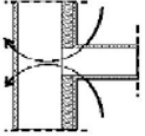
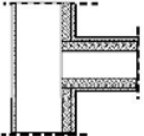
Οι θερμογέφυρες κουφωμάτων εντοπίζονται στις θέσεις συναρμογής των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία. Το μήκος τους μετράται με βάση τις διαστάσεις των ανοιγμάτων. Διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες :

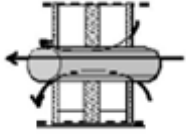
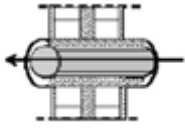
- Θερμογέφυρες στο λαμπά του κουφώματος (Λ)
- Θερμογέφυρες στο ανωκάσι/κατωκάσι του κουφώματος (ΑΚ)

Τα ανωτέρω περιλαμβάνονται στην τεχνική οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 [15].

Πολλές φορές παρά την πλήρη θερμική προστασία των κτιρίων δεν αποφεύγεται η δημιουργία θερμογεφυρών. Αυτό γίνεται λόγω της ιδιαιτερότητας κάποιου δομικού στοιχείου το οποίο παρουσιάζει μεγαλύτερες θερμικές απώλειες από τις προβλεπόμενες στη μελέτη. Κριτήριο επίσης αποτελεί και το κόστος για την εξάλειψη των θερμογεφυρών το οποίο σε κάθε περίπτωση πρέπει να είναι μικρότερο από το κέρδος από την εξάλειψη τους.

Οι διαφορετικές περιπτώσεις θερμογεφυρών μπορούν να ομαδοποιηθούν σε επιμέρους γενικότερες κατηγορίες με κατ' εξοχήν κριτήριο τις δυνατότητες επέμβασης για βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων. Στον Πίνακα 3.2 που ακολουθεί δίνονται επιγραμματικά οι βασικότερες κατηγορίες θερμογεφυρών, η σχηματική παράσταση της θέσης τους και τεχνικές επεμβάσεων για τον κατά το δυνατόν και περιορισμό των θερμικών απωλειών από αυτές [24].

Πίνακας 3.2: Θερμογέφυρες και τεχνικές επεμβάσεων		
Περιγραφή της θερμογέφυρας	Προσδιορισμός της θέσης	Προτάσεις αντιμετώπισης
Διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης στο σημείο σύνδεσης στοιχείου του φέροντα οργανισμού και τοιχοποιίας πλήρωσης		
Η απουσία θερμομόνωσης σε στοιχεία του φέροντα οργανισμού		
Αυξημένες θερμικές απώλειες λόγω διαφοράς εμβαδού στις δύο όψεις των γωνιακών δομικών στοιχείων		
Οι περιδέσμοι ενίσχυσης σε δικέλυφη τοιχοποιία με θερμομόνωση στον πυρήνα		
Διακοπή της θερμομόνωσης στις παραστάδες στα υπέρθυρα των ανοιγμάτων και στις ποδιές των παραθύρων		
Οι απολήξεις των εξωτερικών δομικών στοιχείων (στηθαία στα δώματα, αντεστραμμένα δοκάρια και διπλά στηθαία για τη διαμόρφωση αρμών διαστολής)		
Τα ενδιάμεσα και περιμετρικά δοκάρια στις θέσεις των δοκών στην οροφή υπογείου ή πυλωτής		
Διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση εγκάρσια συναρμογής εξωτερικού κελύφους με εσωτερικό τοίχο		
Οπτόπλινθοι με τις οπές κάθετα στο εξωτερικό		

περίβλημα του κτιρίου		
Η προέκταση των φερόντων στοιχείων πέραν του κυρίου όγκου του κτιρίου (πρόβολοι)		
Τα σημεία διέλευσης σωληνώσεων ύδρευσης, αποχέτευσης, κεντρικής θέρμανσης, αερίου, καμινάδων, αεραγωγών, κ.λ.π.		

3.1.7 Διεξαγωγή των μετρήσεων

Για να επιτευχθεί ακριβής μέτρηση, πρέπει να ληφθούν υπόψη την ώρα της θερμογραφικής λήψης όσο το δυνατόν περισσότεροι παράμετροι από αυτές που αναφέρονται στην § 3.1.5.1 (απόσταση αντικειμένου μεγαλύτερη ή ίση της ελάχιστης απόστασης εστίασης, ακριβής εστίαση, σωστή επιλογή θερμοκρασιακής κλίμακας κ.ά.)

Όταν πρόκειται για την αποτύπωση της θερμικής συμπεριφοράς του κελύφους ενός κτιρίου (τοιχών, παραθύρων κλπ.) καταγράφεται το υλικό κατασκευής τους (μπετόν, τούβλα, μόνωση, επίχρισμα, τύπος κουφωμάτων, χρήση μονών ή διπλών υαλοπινάκων) και γενικά τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Η καταγραφή αυτή παρουσιάζεται αναλυτικά στο δεύτερο κεφάλαιο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Για τη διενέργεια θερμογραφίας του κτιριακού κελύφους κανονικά επιλέγεται μία χειμωνιάτικη ημέρα, κρύα και συννεφιασμένη, για την αποφυγή της θέρμανσης των τοίχων από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (παθητική θερμογραφία). Η κατάλληλη ώρα είναι νωρίς το πρωί. Η εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την εξωτερική, τουλάχιστον +10 °C, έτσι ώστε να είναι δυνατόν να εντοπιστούν οι απώλειες θερμότητας από το κέλυφος του κτιρίου καθώς και τα σημεία όπου η υπάρχουσα μόνωση είναι υποβαθμισμένη [25].

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η διαδικασία θερμογράφησης διεξήχθη συνολικά 2 φορές:

- Η 1^η πραγματοποιήθηκε Τρίτη 8 Δεκεμβρίου 2015 κατά τις πρωινές ώρες με εξωτερική θερμοκρασία 11°C, εσωτερική θερμοκρασία 19-21°C και υγρασία 63% και η 2^η πραγματοποιήθηκε Τετάρτη 9 Δεκεμβρίου 2015 κατά τις πρωινές ώρες με εξωτερική θερμοκρασία 12°C, εσωτερική θερμοκρασία 19-21°C και υγρασία 60%.
- Κατά την 1^η θερμογράφιση εξήχθησαν και τα περισσότερα αποτελέσματα καθώς επικρατούσε διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας περί τους 10°C.

3.1.8 Παρουσίαση και σχολιασμός θερμογραφημάτων

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις αρχικά στο εξωτερικό κτιριακό κέλυφος και στη συνέχεια στο εσωτερικό του κτιριακού κελύφους.

Στην επεξεργασία των θερμογραφημάτων με το λογισμικό FlirQuickReport, ορίστηκαν οι παράμετροι ως εξής:

- Θερμοκρασία ατμόσφαιρας: όπως μετρήθηκε με το υγρασιόμετρο, σχετική υγρασία: όπως μετρήθηκε με το υγρασιόμετρο.
- Θερμοκρασία ανάκλασης: όπως μετρήθηκε με τη θερμοκάμερα πάνω σε μία λεία επίπεδη επιφάνεια καλυμμένη με αλουμινόχαρτο.

Στη συνέχεια, παρατίθενται τα θερμογραφήματα που χρήζουν σχολιασμό και παρατήρηση, μαζί με τις αντίστοιχες ψηφιακές εικόνες:

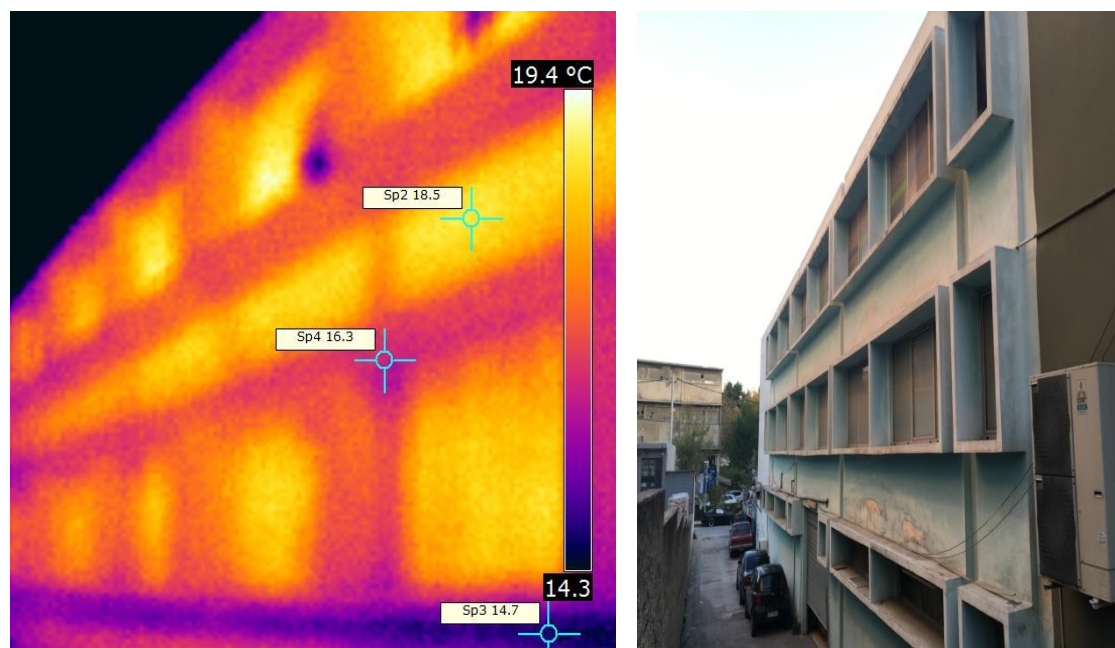
Από την 1^η θερμογράφιση (Τρίτη 8 Δεκεμβρίου 2015 κατά τις πρωινές ώρες με εξωτερική θερμοκρασία 11°C, εσωτερική θερμοκρασία 19 έως 21°C και υγρασία 63%) που πραγματοποιήθηκε στην υπεραγορά προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

3.1.8.1 Θερμογράφιση κελύφους



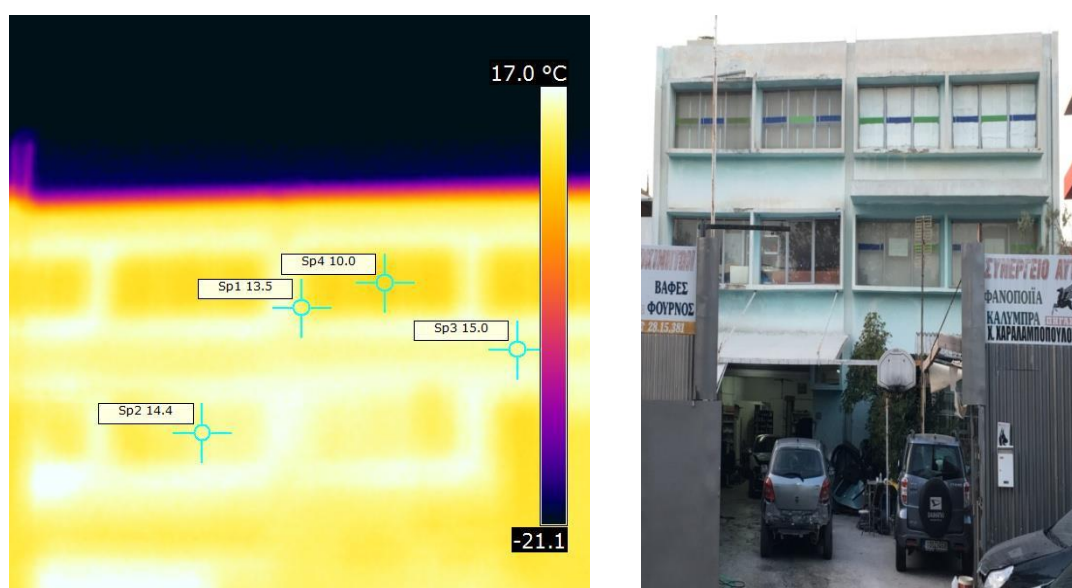
Εικόνα 3.5: Γενική άποψη της πρόσοψης της Υπεραγοράς (Λεωφόρος Ηρακλείου)

Στην Εικόνα 3.5 φαίνονται οι απώλειες θερμότητας από τους υαλοπίνακες της βιτρίνας, ενώ είναι εμφανείς οι σημαντικές απώλειες θερμότητας από την τοιχοποιία, γεγονός που υποδηλώνει την απουσία μόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους.



Εικόνα 3.6: Όψη προς ακάλυπτο και ράμπα υπογείου (BA)

Στην Εικόνα 3.6 διαπιστώνεται ένα σημαντικό πρόβλημα διαφεύγουσας θερμοκρασίας από τα κουφώματα των καινούργιων διπλών υαλοπινάκων στην ΒΑ πλευρά. Αν και οι υαλοπίνακες είναι διπλοί, τύπου 4-12-4, παρουσιάζουν μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας από τον εντελώς αμόνωτο εξωτερικό τοίχο. Σε κάθε περίπτωση, το συγκεκριμένο συμπέρασμα είναι αναμενόμενο, καθώς τα διαφανή δομικά στοιχεία, ακόμα και τελευταίας τεχνολογίας, δε μπορούν να συγκριθούν ως προς τη θερμομονωτική ικανότητα των αδιαφανών, ακόμα και ανεπαρκώς μονωμένων δομικών στοιχείων.



Εικόνα 3.7: Όψη προς Ελευθερίου Βενιζέλου (NA)

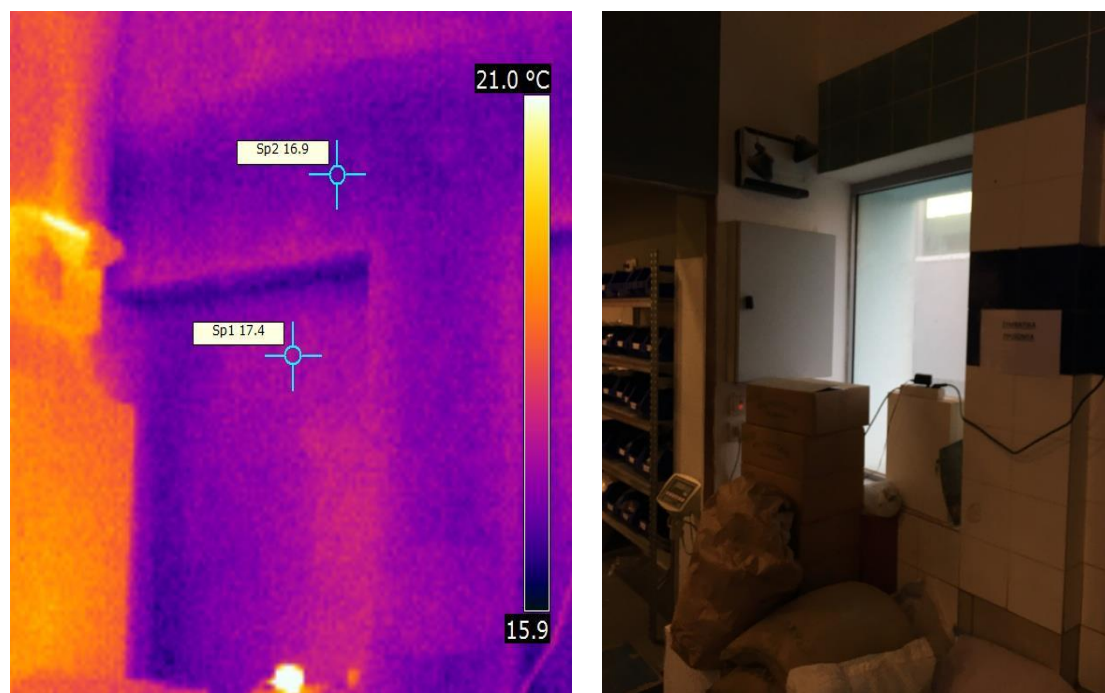
Στην Εικόνα 3.7 παρατηρείται ότι ολόκληρη η όψη (NA) είναι αμόνωτη. Η θερμοκρασία στα υποστηρίγματα είναι 15 °C.



Εικόνα 3.8: Όψη προς ακάλυπτο χώρο (ΝΔ)

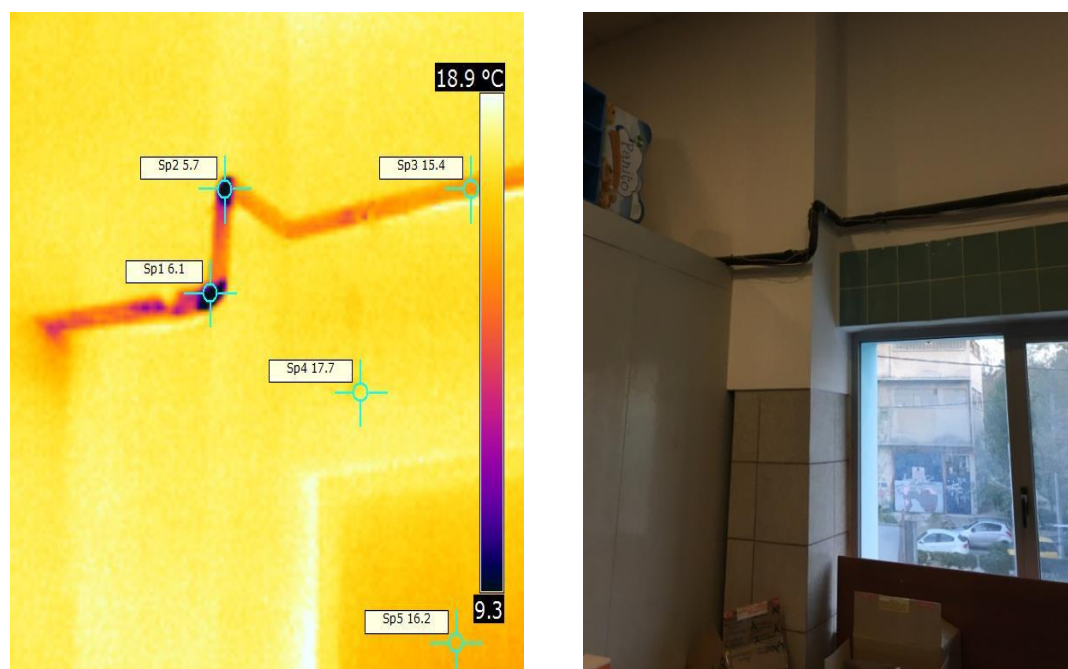
Στην Εικόνα 3.8 εμφανίζεται η ΝΔ όψη του κτιρίου προς τον ακάλυπτο χώρο. Παρατηρείται ότι και η όψη αυτή είναι αμόνωτη. Στα υαλοστάσια μετρήθηκε σχεδόν η θερμοκρασία του εξωτερικού χώρου 15,5 °C ενώ στον εξωτερικό τοίχο η θερμοκρασία είναι υψηλότερη (19,4°C). Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο φέρων οργανισμός από μπετόν δε κατορθώνει να ανταγωνιστεί τη μόνωση που παρέχουν οι υαλοπίνακες.

3.1.8.2 Εσωτερική Θερμογράφηση



Εικόνα 3.9: Εσωτερικό σημείο της εγκατάστασης

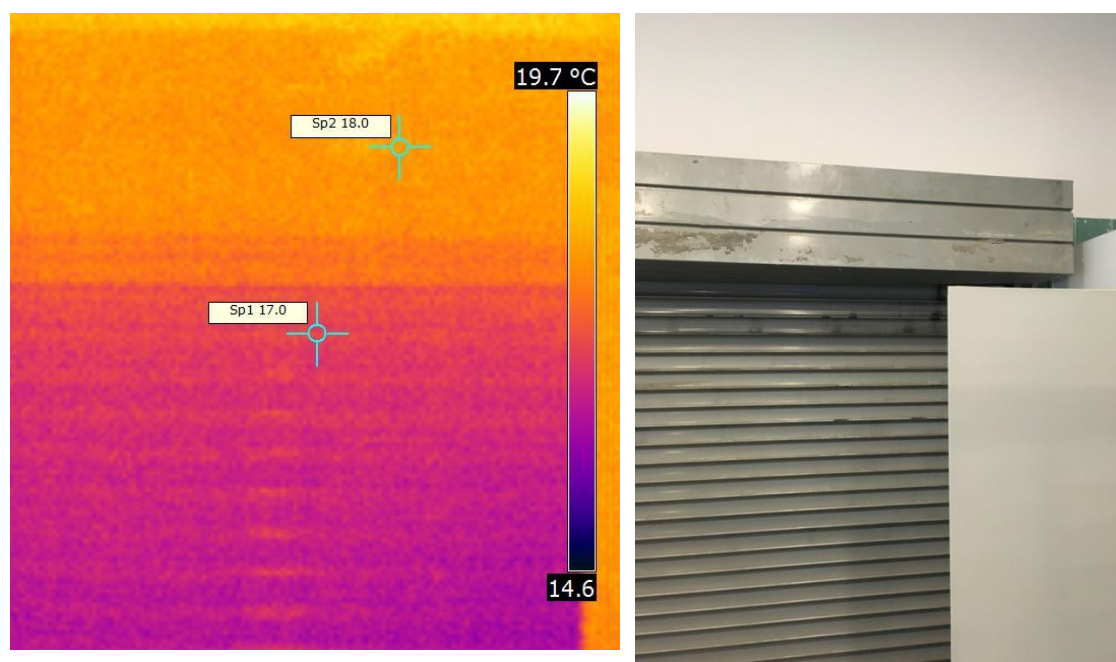
Στην Εικόνα 3.9 παρατηρείται ότι ο υαλοπίνακας έχει σχεδόν τη θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου. Επίσης στο χώρο όπου υπάρχει πλακάκι επί του τοίχου η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από αυτή που μετρείται στο άνω μέρος του τοίχου όπου δεν υπάρχει πλακάκι, καθαρά για λόγους διαφορετικών χαρακτηριστικών του υλικού.



Εικόνα 3.10: Σωλήνωση ψύξης της εγκατάστασης

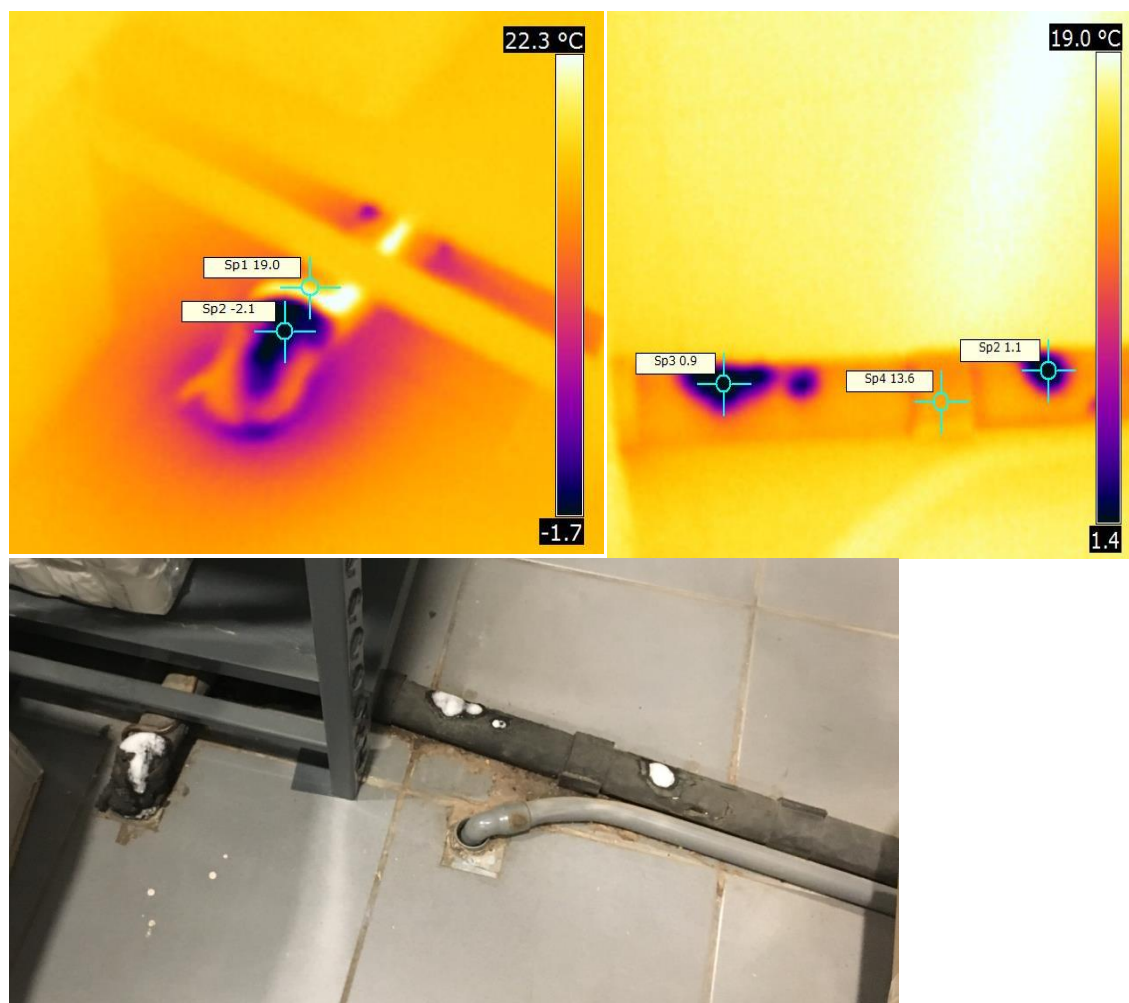
Στην Εικόνα 3.10 φαίνεται μια μονωμένη σωλήνωση ψύξης της εγκατάστασης. Λόγω τραυματισμού της μόνωσης σε δύο σημεία η θερμοκρασία σε αυτά μετρείται στους 6.1 °C

και 5,7 °C έναντι των 15,4 °C της λοιπής σωλήνωσης, πράγμα που πιθανόν επηρεάζει και την απόδοση της εγκατάστασης ψύξης.



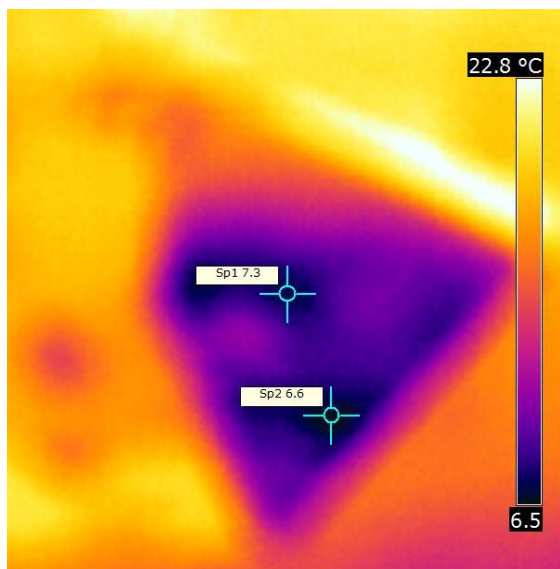
Εικόνα 3.11: Θερμογέφυρα εξωτερικού τοίχου και μεταλλικής πόρτας

Στην Εικόνα 3.11 φαίνεται η θερμογέφυρα που δημιουργείται μεταξύ του εξωτερικού τοίχου και μιας μεταλλικής πόρτας. Η θερμοκρασία στην πόρτα ανέρχεται σε 17 °C ενώ στον εξωτερικό τοίχο στους 18 °C.

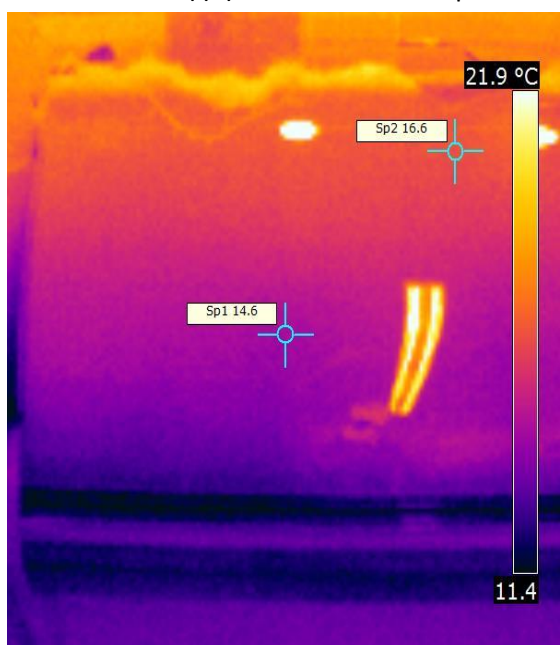


Εικόνα 3.12: Σωλήνωση εγκατάστασης ψύξης

Στην Εικόνα 3.12 φαίνεται μια μονωμένη σωλήνωση ψύξης της εγκατάστασης. Λόγω ολικής καταστροφής της μόνωσης σε κάποια σημεία η θερμοκρασία σε αυτά μετριέται μέχρι $-2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ έναντι των $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ της λοιπής σωλήνωσης. Είναι ευκρινής η επικάλυψη των σημείων αυτών με πάγο.

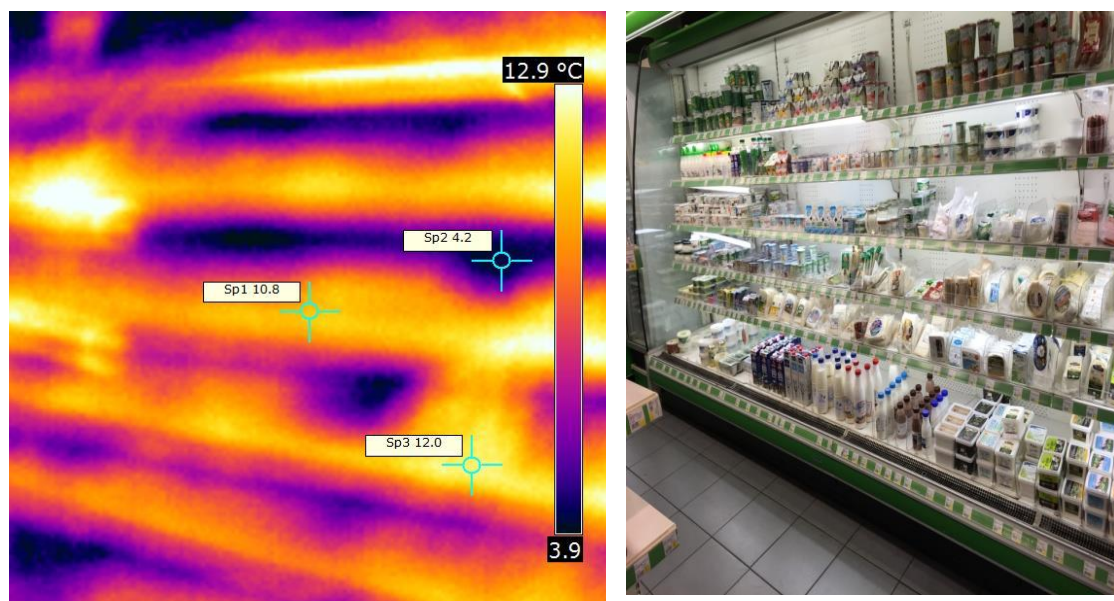


Λήψη από οπίσθια πλευρά όπου απουσιάζουν οι γυάλινες θύρες



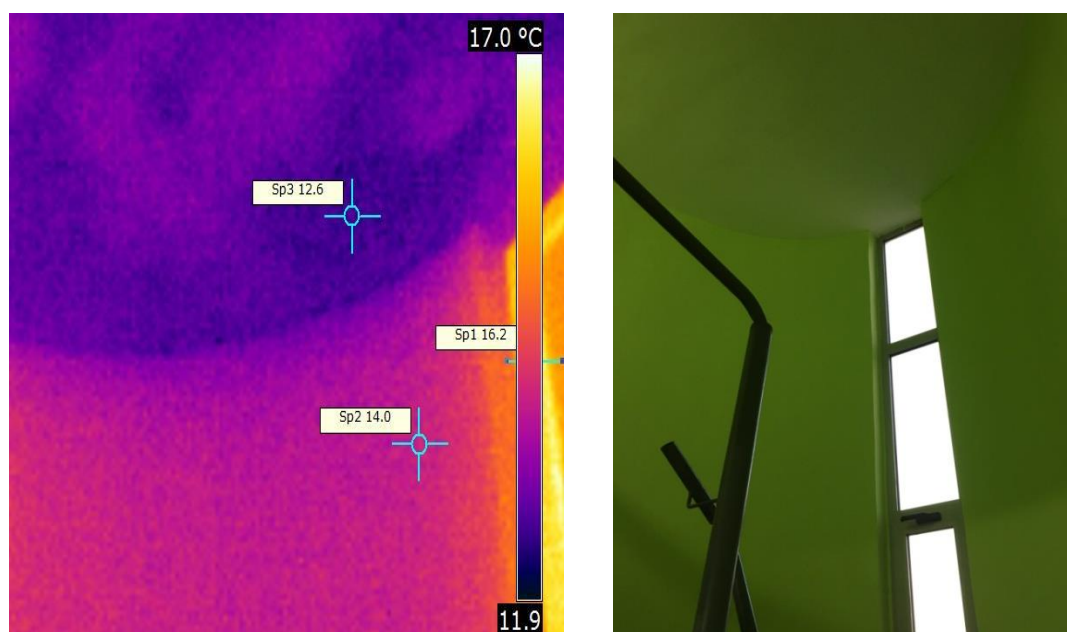
Λήψη του ίδιου ψυγείου από εμπρόσθια πλευρά όπου υπάρχει γυάλινη προθήκη
Εικόνα 3.13: Ανοικτό ψυγείο -βιτρίνα με γυάλινη προθήκη

Στην Εικόνα 3.13 παρατηρείται το ίδιο ψυγείο από την οπίσθια πλευρά που απουσιάζει η γυάλινη πόρτα και από την εμπρόσθια πλευρά όπου υπάρχει γυάλινη προθήκη. Είναι σαφές ότι οι 10°C διαφορά θερμοκρασίας που παρατηρείται φανερώνει μεγάλη απώλεια ενέργειας. Η κατάσταση θα ήταν πολύ καλύτερη αν είχαν τοποθετηθεί γυάλινες θύρες στην οπίσθια πλευρά.



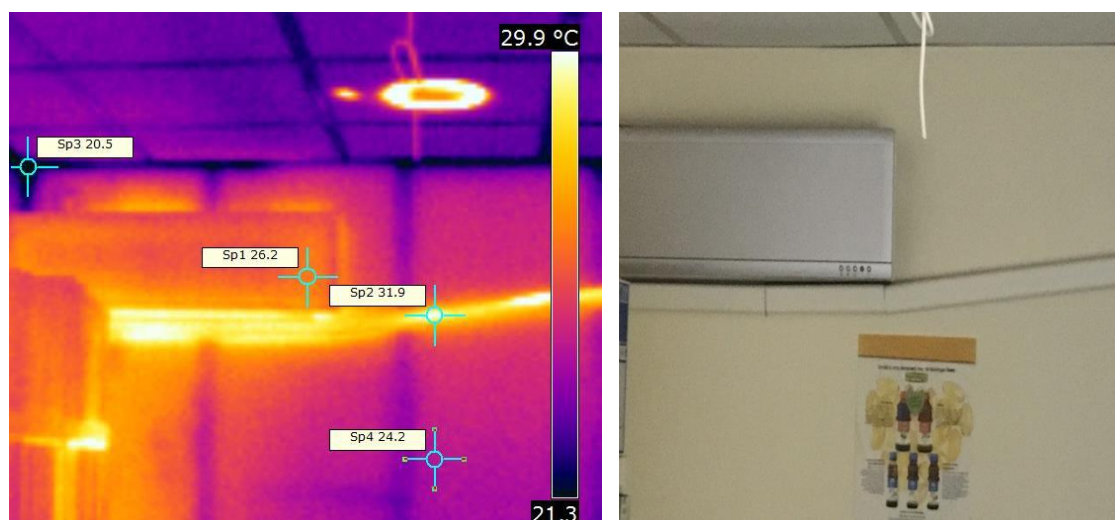
Εικόνα 3.14: Ανοικτό ψυγείο -βιτρίνα

Στην Εικόνα 3.14 παρατηρείται ψυγείο-βιτρίνα τελείως ανοικτού τύπου. Είναι σαφές ότι στον ίδιο χώρο υφίστανται η θερμοκρασία που παράγεται από το κύκλωμα ψύξης και μια ενδιάμεση μεταξύ αυτής και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Στα σημεία φωτισμού η θερμοκρασία είναι ακόμα υψηλότερη. Οι 6 °C διαφορά θερμοκρασίας που παρατηρείται στον ίδιο χώρο φανερώνει μεγάλη απώλεια ενέργειας. Η κατάσταση θα ήταν εμφανώς βελτιωμένη αν είχαν τοποθετηθεί γυάλινες θύρες με μηχανισμό επαναφοράς, στην εμπρόσθια πλευρά. Η τοποθέτηση γυάλινων θυρών στα ψυγεία προτείνεται και στις δράσεις για ενεργειακή βελτιστοποίηση.



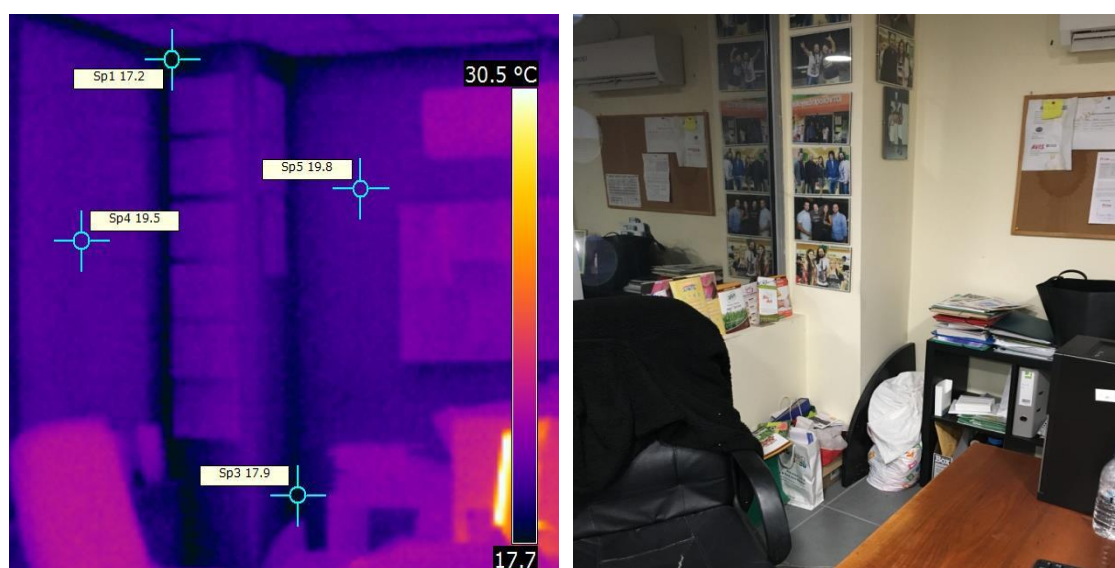
Εικόνα 3.15: Άποψη οροφής

Στην Εικόνα 3.15 παρατηρείται ότι δεν υπάρχει κάποιου είδους μόνωση στην οροφή με αποτέλεσμα η θερμοκρασία να ανέρχεται στους 12,6 °C σε αντίθεση με τους εξωτερικούς τοίχους που είναι 14 °C.



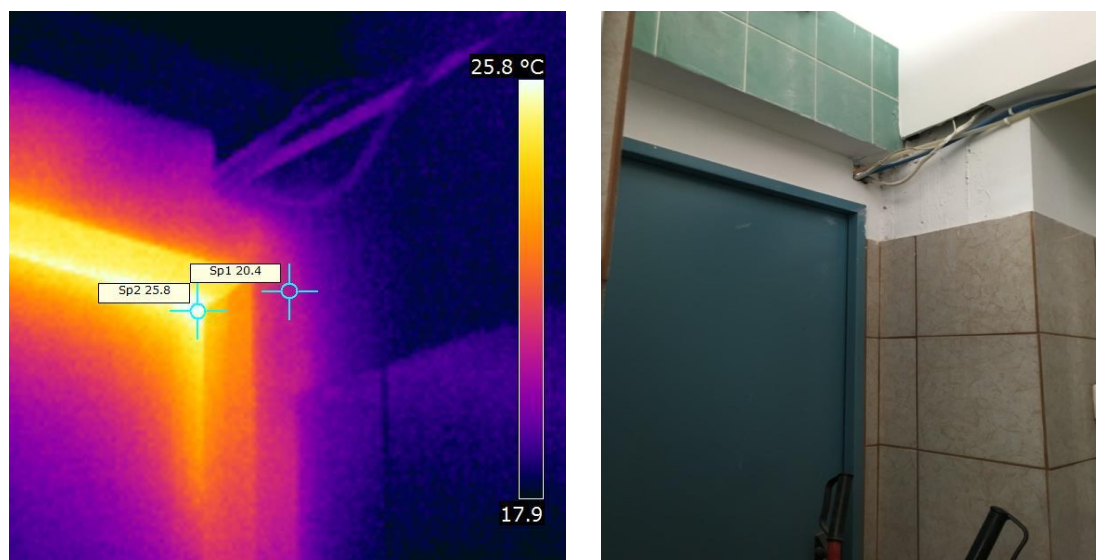
Εικόνα 3.16: Εσωτερική άποψη γραφείου

Στην Εικόνα 3.16 παρατηρούνται θερμές περιοχές που οφείλονται στη λειτουργία του κλιματιστικού, στην σωλήνωση του κλιματιστικού και στα σημεία φωτισμού. Επίσης φαίνονται οι θερμογέφυρες που σχηματίζονται στην οροφή.



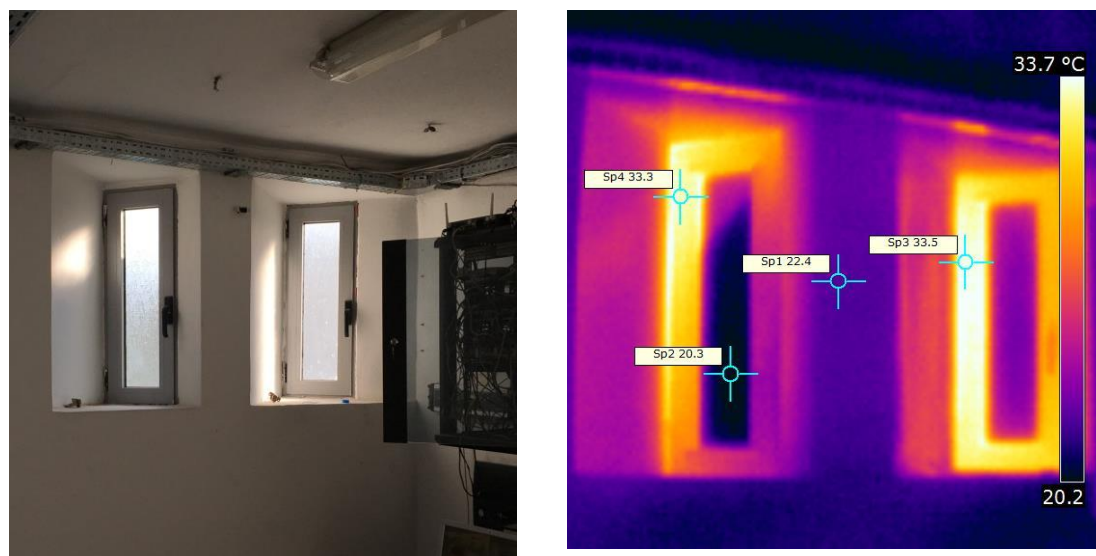
Εικόνα 3.17: Θερμογέφυρες μεταξύ οροφής, υποστηριγμάτων και εξωτερικών τοίχων

Στην Εικόνα 3.17 παρατηρούνται οι θερμογέφυρες μεταξύ οροφής, υποστηριγμάτων και εξωτερικών τοίχων που οφείλονται στη συναρμογή διαφορετικών υλικών.



Εικόνα 3.18: Πυράντοχη πόρτα που δεν κλείνει καλά

Στην Εικόνα 3.18 παρατηρείται πυράντοχη πόρτα η οποία λόγω αστοχίας του ενός των στροφένων ανάρτησης (μντεσές) δεν κλείνει απολύτως ερμητικά.



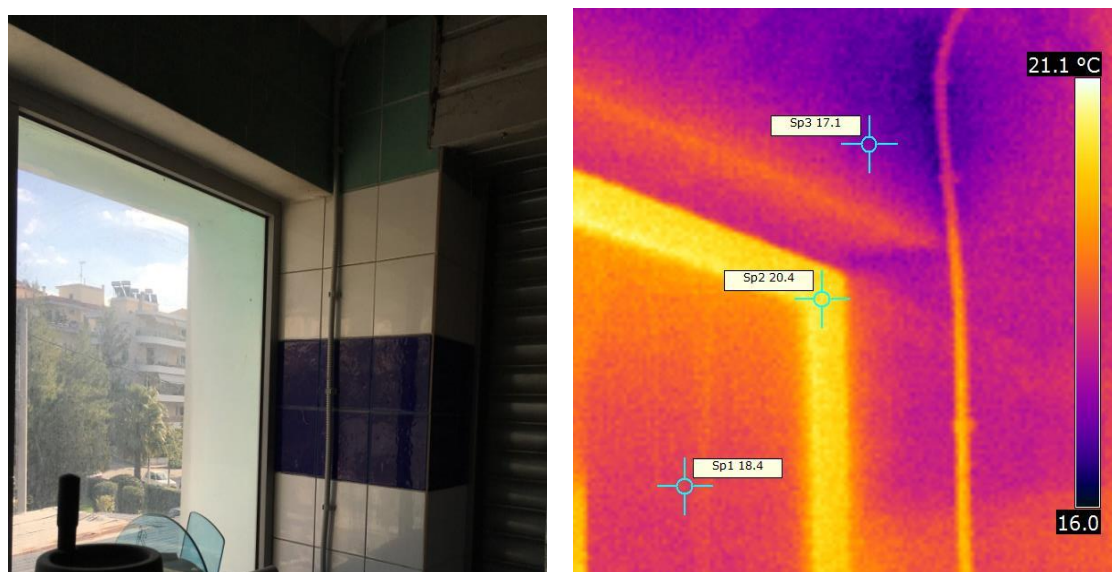
Εικόνα 3.19: Θερμογέφυρες στα πλαίσια των νέων παραθύρων

Στην Εικόνα 3.19 παρατηρούνται οι θερμογέφυρες που αναπτύσσονται μεταξύ των μεταλλικών πλαισίων και των υαλοπινάκων των νέων κουφωμάτων καθώς επίσης και η έλλειψη μόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους.



Εικόνα 3.20: Ψυγείο εγκατάστασης (walk in ψυκτικός θάλαμος)

Στην Εικόνα 3.20 φαίνονται οι θύρες του μεγάλου ψυγείου της εγκατάστασης (walk in ψυκτικός θάλαμος). Παρατηρείται μικρή διαρροή ψύξης πιθανόν λόγω φθοράς του λάστιχου των θυρών.



Εικόνα 3.21: Θερμογέφυρα στη γωνία του κτιρίου

Στην Εικόνα 3.21 φαίνεται η θερμογέφυρα μεταξύ υποστηριγμάτων/δοκών και εξωτερικών τοίχων που οφείλονται στη συναρμογή διαφορετικών υλικών.

3.1.9 Συμπεράσματα

Συνοπτικά και συγκεντρωτικά τα προβλήματα που προέκυψαν από την θερμογράφιση της υπεραγοράς "BIOART" είναι τα εξής:

1. Έλλειψη θερμομόνωσης σε όλα τα στοιχεία του φέροντος οργανισμού του κτιρίου καθώς και στους εξωτερικούς τοίχους.

2. Θερμογέφυρες εσωτερικά του κτιρίου στα σημεία σύνδεσης των υποστηριγμάτων/δοκών με τον εξωτερικό τοίχο που οφείλονται στη συναρμογή διαφορετικών υλικών.
3. Μεγάλη απώλεια ενέργειας στα ανοικτά ψυγεία. Η ψύξη που χάνεται επηρεάζει και το σύστημα θέρμανσης.
4. Οι θερμικές απώλειες από τα νέα κουφώματα και υαλοπίνακες είναι μεγαλύτερες εκείνων των αμόνωντων εξωτερικών τοίχων.
5. Δεν υπάρχει υγρασία από ελαττωματικό δίκτυο στο κτίριο.
6. Φθαρμένη μόνωση στους σωλήνες του συστήματος ψύξης.

3.2 Αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας

3.2.1 Εισαγωγή

Ο αναλυτής ενέργειας είναι ένα όργανο για τη μέτρηση ποικίλων παραμέτρων του συστήματος διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Μετρά σε μονοφασικά και τριφασικά συστήματα, ολικά και ανά φάση, τάση σε Volts (V) (τιμή RMS), ρεύμα σε Amperes(A) (τιμή RMS), συντελεστή ισχύος, στιγμιαία ισχύ σε Watts (W), φαινόμενη στιγμιαία ισχύ σε (VA), άεργη στιγμιαία ισχύ σε (VaR), συχνότητα (Hz), μέση και μέγιστη ισχύ σε (W), αρμονική παραμόρφωση, ενέργεια σε (Wh), ενέργεια προερχόμενη από άεργη ισχύ (VArh), και γωνίες φάσης [26]. Υπάρχει επίσης δυνατότητα για μετρήσεις προγραμματισμένης διάρκειας, για αποθήκευση των μετρήσεων και για δημιουργία γραφημάτων που απεικονίζουν κατά τη χρονική περίοδο των μετρήσεων την απορροφούμενη ισχύ, τη διακύμανση του συνφ, την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, την άεργο ισχύ, την ύπαρξη αρμονικών στη τάση και το ρεύμα. Διακρίνονται σε φορητούς και μόνιμους που συνδέονται σε ηλεκτρολογικούς πίνακες.

3.2.2 Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε

Ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε είναι ο Fluke 1735 και φαίνεται στην Εικόνα 3.22.



Εικόνα 3.22: Fluke 1735

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του Fluke 1735 έχουν ως εξής [27]:

Γενικά

Οθόνη: ¼ VGA, 320 x 240 Pixel με επιπλέον φωτισμό φόντου και ρυθμιζόμενη αντίθεση, κείμενο και έγχρωμα γραφικά.

Ποιότητα: Ανάπτυξη, σχεδιασμός και κατασκευή σύμφωνα με το πρότυπο DIN ISO 9001

Μνήμη: 4 MB μνήμη Flash, από τα οποία 3.5 MB για τη μέτρηση των δεδομένων

Θύρα: USB / RS232 USB με Mini USB B

Συχνότητα γραμμής: 50 Hz ή 60 Hz, (επιλέγει ο χρήστης)

Θερμοκρασία

Θερμοκρασία εργασίας: Εύρος: -10 ° C έως 50 ° C

Θερμοκρασία αποθήκευσης: Εύρος: -20 ° C έως 60 ° C

Θερμοκρασία λειτουργίας: Εύρος: 0 ° C έως 40 ° C

Συντελεστής θερμοκρασίας: $\pm 0,1\%$ της μετρούμενης τιμής ανά Κ
Εσωτερικό σφάλμα: Αναφέρεται σε θερμοκρασία αναφοράς, max. απόκλιση εγγυημένη για 2 χρόνια.

Λειτουργικό σφάλμα: Αναφέρεται σε εύρος θερμοκρασιών εντός του πεδίου λειτουργίας, max. απόκλιση εγγυημένη για 2 χρόνια.

Κλιματική κατηγορία: C1 (IEC 654-1) -5°C έως 45°C , 5% έως 95% RH

Περίβλημα: Αντικραδασμικό, υδατοστεγές, θερμοπλαστικό, μη εύφλεκτο με θήκη προστασίας από καουτσούκ

EMC

Εκπομπή: IEC 61326-1: 2006 B κατηγορίας

Αντίσταση: IEC 61326-1: 2006

Τροφοδοσία: Συσσωρευτής NiMH, με το τροφοδοτικό (15 V έως 20 V / 0,8 A)

Χρόνος λειτουργίας με συσσωρευτή: > 8 ώρες με έντονο φωτισμό, > 10 ώρες με χαμηλό φωτισμό, και 24 ώρες χωρίς φωτισμό

Διαστάσεις: 240 x 180 x 110 mm (6,1 x 4,6 x 2,8 in)

Βάρος: 1,7 κιλά μαζί με το συσσωρευτή

Ασφάλεια

Ασφάλεια: EN / IEC 61010-1: 2001 (2η έκδ.) 600 V CAT III, διπλή ή ενισχυμένη μόνωση

Ρύπανση Βαθμός: 2

Προστασία: IP65 EN 60529 (αναφέρεται μόνο με το κύριο περίβλημα, χωρίς τη θήκη του συσσωρευτή)

Οι τιμές RMS μετριοούνται με ανάλυση 20 ms.

Μέτρηση V-RMS συνδεσμολογία κατά αστέρα

Πεδίο μέτρησης: 57/66 / 110/120/127/220/230/240/260/277/347 /380/400/417/480 V AC

Εσωτερικό σφάλμα: $\pm (0,2\%$ της μετρούμενης τιμής + 5 ψηφία)

Λάθος χειρισμού: $\pm (0,5\%$ της μετρούμενης τιμής + 10 ψηφία)

Υποδιαίρεση: 0,1 V

Μέτρηση V-RMS συνδεσμολογία κατά τρίγωνο

Πεδίο μέτρησης: 100/115/190/208/220/380/400/415/450/480/600 /660/690/720/830 V AC

Εσωτερικό σφάλμα: $\pm (0,2\%$ της μετρούμενης τιμής + 5 ψηφία)

Λάθος χειρισμού: $\pm (0,5\%$ της μετρούμενης τιμής + 10 ψηφία)

Υποδιαίρεση: 0,1 V

Μέτρηση A-RMS

Πεδίο: 15 A / 150 A / 3000 A RMS (μη παραμορφωμένο ημιτονοειδές κύμα)

Υποδιαίρεση: 0.01 A

Για εύρος 150 A / 3000 A

Εσωτερικό σφάλμα: $\pm (0,5\%$ της μετρούμενης τιμής + 10 ψηφία)

Λάθος χειρισμού: $\pm (1\%$ της της μετρούμενης τιμής + 10 ψηφία)

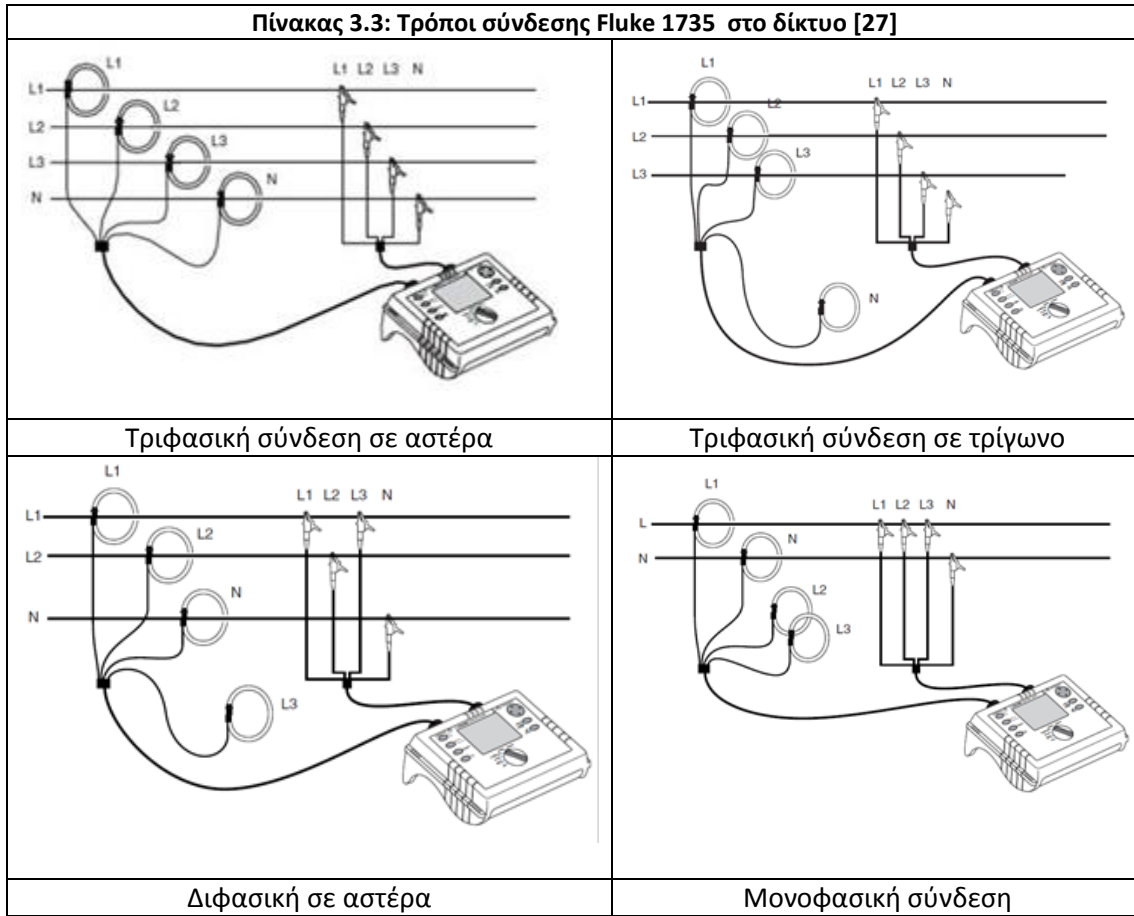
Για εύρος 15 A

Εσωτερικό σφάλμα: $\pm (0,5\%$ της μετρούμενης τιμής + 20 ψηφία)

Λάθος χειρισμού: $\pm (1\%$ της μετρούμενης τιμής + 20 ψηφία)

Επεξεργασία μετρήσεων

Λογισμικό πακέτο FLUKEPowerLog 2.9.2 Software.

**3.2.3 Μετρήσεις του αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας****3.2.3.1 Διαδικασία μετρήσεων**

Ο αναλυτής συνδέθηκε στην κεντρική παροχή χαμηλής τάσης της υπεραγοράς “ΒΙΟΑΡΤ” σε συνδεσμολογία αστέρα (3 φάσεις L1, L2, L3 και ουδέτερος N όπως φαίνεται στον πίνακα με τους τρόπους συνδεσμολογίας). Οι μετρήσεις έγιναν για κάθε φάση και για το ρεύμα και την τάση υπήρχαν ξεχωριστοί ακροδέκτες (λήψεις) για κάθε φάση. Οι λήψεις ρεύματος (3) είναι γνωστές ως αμπεροτσιμπίδες. Είναι δακτύλιοι με εξωτερικό πλαστικό περίβλημα και κατάλληλο ηλεκτρομαγνητικό υλικό εσωτερικά οι οποίοι περικλείουν το καλώδιο και μετρούν την ένταση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Στη συνέχεια η ένταση του πεδίου μετατρέπεται σε A. Οι αμπεροτσιμπίδες του Fluke 1735 μπορούν να μετρήσουν ως 3000 A. Για την τάση χρησιμοποιήθηκαν 4 “κροκοδειλάκια”, ένα για κάθε φάση και ένα για τον ουδέτερο (σύνδεση κατά αστέρα). Οι ακροδέκτες που χρησιμοποιήθηκαν μπορούσαν να μετρήσουν τάσεις ως 600 V. Επισημαίνεται ότι κατά τη σύνδεση του οργάνου πρέπει να τηρείται η ακολουθία των φάσεων μεταξύ ακροδεκτών τάσεως και ρεύματος δηλ. αν κάποια αμπεροτσιμπίδα συνδεθεί π.χ. στη φάση R και στην υποδοχή του οργάνου L₁ το κροκοδειλάκι που θα συνδεθεί με το όργανο στην L₁ πρέπει να τοποθετηθεί στο καλώδιο

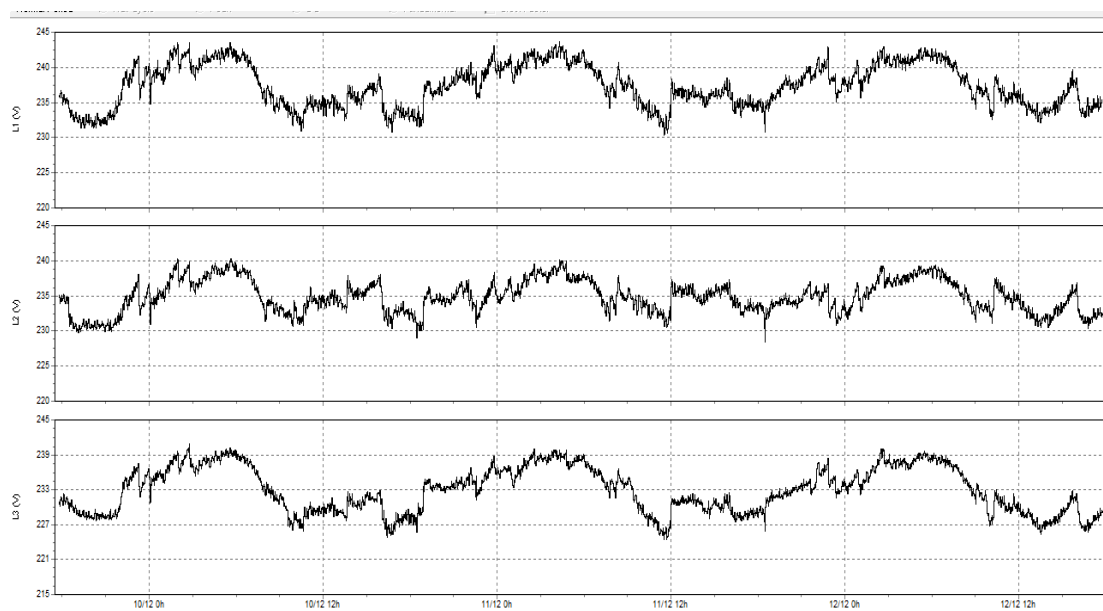
της φάση R αλλιώς οι μετρήσεις είναι λανθασμένες. Το κροκοδειλάκι που θα τοποθετηθεί στον ουδέτερο συνδέεται στην υποδοχή N του οργάνου.

Οι στιγμιαίες μετρήσεις (ανά λεπτό) πραγματοποιήθηκαν την περίοδο 9 Δεκεμβρίου ως και 12 Δεκεμβρίου 2015. Οι μετρήσεις αποθηκεύτηκαν στη μνήμη του οργάνου και στη συνέχεια αναλύθηκαν και επεξεργάστηκαν με το λογισμικό πακέτο FLUKE PowerLog 2.9.2 Software. Στα γραφήματα που δημιουργήθηκαν απεικονίζεται η απορρόφηση ισχύος κατά την χρονική περίοδο της μέτρησης (ανά φάση και συνολικά) καθώς και η διακύμανση του συνφ. Επίσης μετρήθηκαν οι τιμές της τάσης και του ρεύματος της κάθε φάσης, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τα φορτία σε kWh για την συγκεκριμένη χρονική περίοδο καθώς και η άεργος ισχύς ανά φάση και στο σύνολο των τριών φάσεων.

3.2.3.2 Μετρήσεις τάσης και ρεύματος

Η ανάλυση των δεδομένων συνοδεύεται και από τη γραφική τους απεικόνιση.

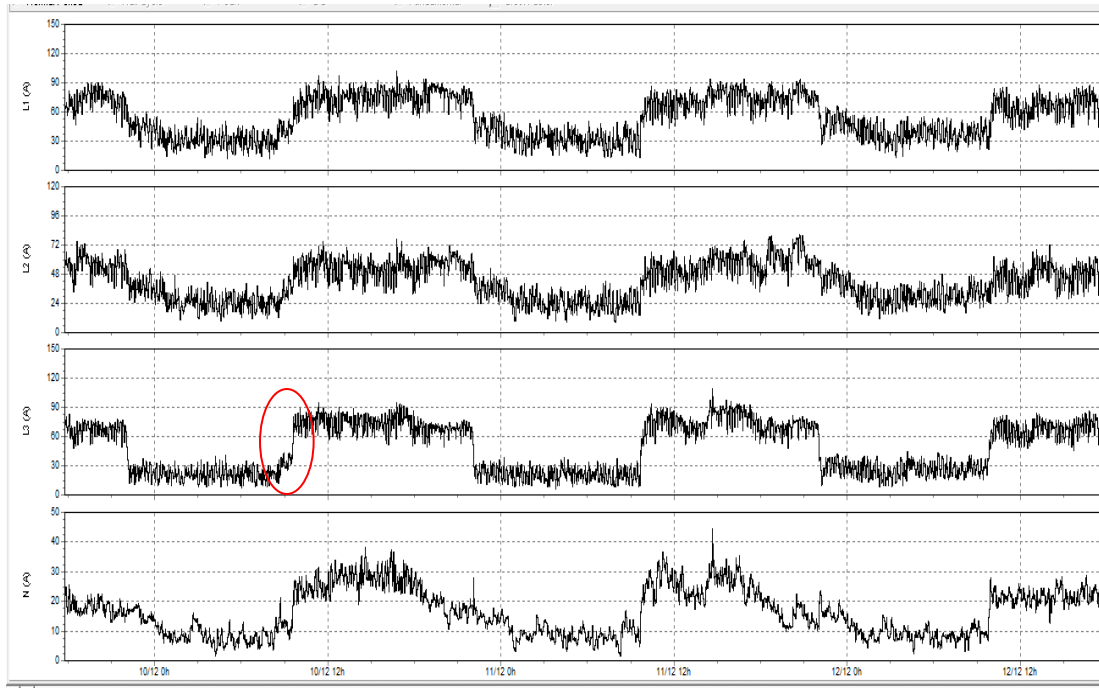
Αρχικά στην Εικόνα 3.23 παρουσιάζονται τα διαγράμματα της μέσης τιμής της τάσης ανά φάση συγκεντρωτικά για όλη την περίοδο μέτρησης.



Εικόνα 3.23: Διαγράμματα τάσης ανά φάση

Παρατηρείται ότι η ελάχιστη τιμή της τάσης που καταγράφηκε είναι 230,42 V και η μέγιστη 243,6 V.

Στην Εικόνα 3.24 παρουσιάζονται τα διαγράμματα της μέσης τιμής του ρεύματος ανά φάση και στον ουδέτερο συγκεντρωτικά για όλη την περίοδο μέτρησης.



Εικόνα 3.24: Διαγράμματα ρεύματος ανά φάση και στον ουδέτερο

Παρατηρείται ότι στην φάση L_3 υπάρχει μεγαλύτερη διαφορά ρεύματος μεταξύ ημέρας και νύχτας. Αυτό συμβαίνει γιατί τα περισσότερα φορτία που λειτουργούν την ημέρα είναι συνδεδεμένα στη φάση L_3 . Φαίνεται επίσης το ρεύμα που διαρρέει τον ουδέτερο λόγω ασυμμετρίας των φορτίων που είναι δεδομένη σε κάθε τριφασική εγκατάσταση.

3.2.3.3 Ενεργός ισχύς, άεργος ισχύς και συντελεστής ισχύος

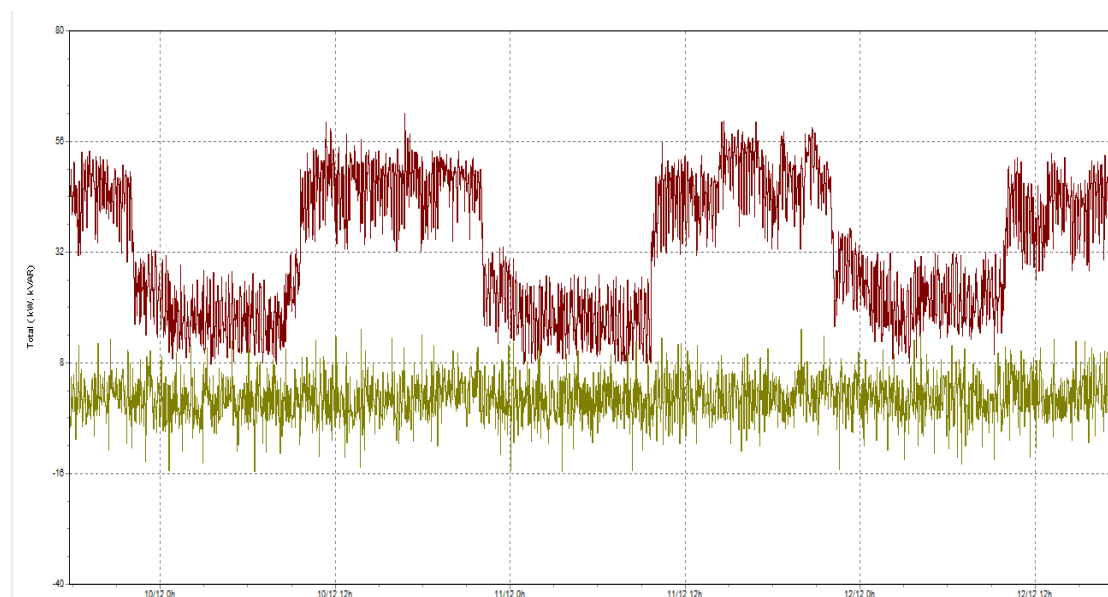
Η ανάλυση των δεδομένων συνοδεύεται και από τη γραφική τους απεικόνιση.

Αρχικά παρουσιάζονται τα διαγράμματα της μέσης τιμής της ολικής ενεργού και αέργου ισχύος συγκεντρωτικά για όλη την περίοδο μέτρησης.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικά διάγραμμα των ημερησίων μέσων τιμών της ολικής ενεργού και αέργου ισχύος.

Τέλος δίδονται τα διάγραμμα του συντελεστή ισχύος συγκεντρωτικά για όλη την περίοδο μέτρησης.

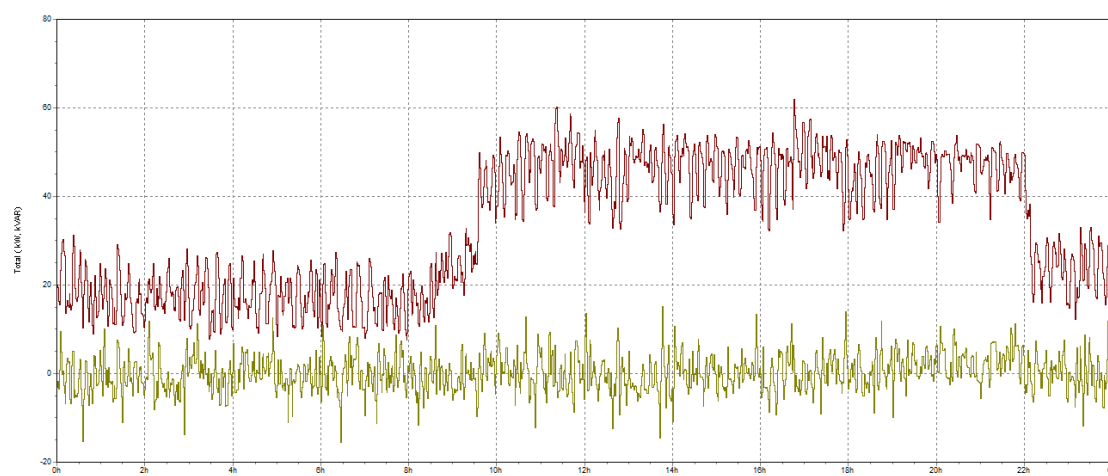
Στην Εικόνα 3.25 δίδονται τα διαγράμματα της μέσης τιμής της ενεργού και της αέργου ισχύος.



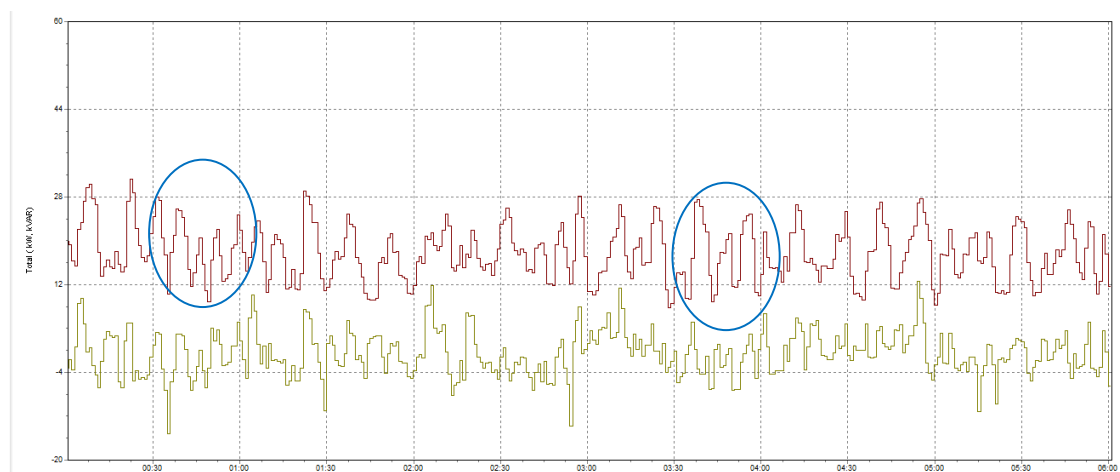
Εικόνα 3.25: Διαγράμματα ολικής ενεργού και αέργου ισχύος

Παρατηρείται ότι η κατανάλωση για το συνολικό φορτίο το εν λόγω διάστημα ακολούθησε μια επαναλαμβανόμενη πορεία όλες τις μέρες. Η αέργος ισχύς παρουσιάζεται σχετικά σταθερή. Η κατανάλωση αρχίζει να αυξάνεται από τις 09:00 το πρωί, όπου και αρχίζει το ωράριο εργασίας και στις 16:00 σημειώνεται το φορτίο αιχμής που ανέρχεται περίπου στα 62 kW. Στις 21:00 όπου οι περισσότεροι πελάτες έχουν αποχωρήσει από το κτίριο, η κατανάλωση μειώνεται και τελικά σταθεροποιείται στο φορτίο βάσης της υπεραγοράς που ανέρχεται περίπου στα 26 kW.

Στις Εικόνες 3.26 και 3.27 παρατηρείται από τη μορφή της ημερήσιας καμπύλης της ενεργού και αέργου ισχύος συνεχής αυξομείωση του φορτίου ανά τακτά χρονικά διαστήματα (δέκα λεπτά περίπου) της τάξεως των 13 kW. Η αυξομείωση αυτή είναι πολύ σημαντική και οφείλεται στη λειτουργία των ψυγείων της εγκατάστασης που αποτελούν και την κύρια κατανάλωση ενέργειας. Αυτή η εικόνα επαναλαμβάνεται σε γενικές γραμμές όλες τις ημέρες των μετρήσεων.

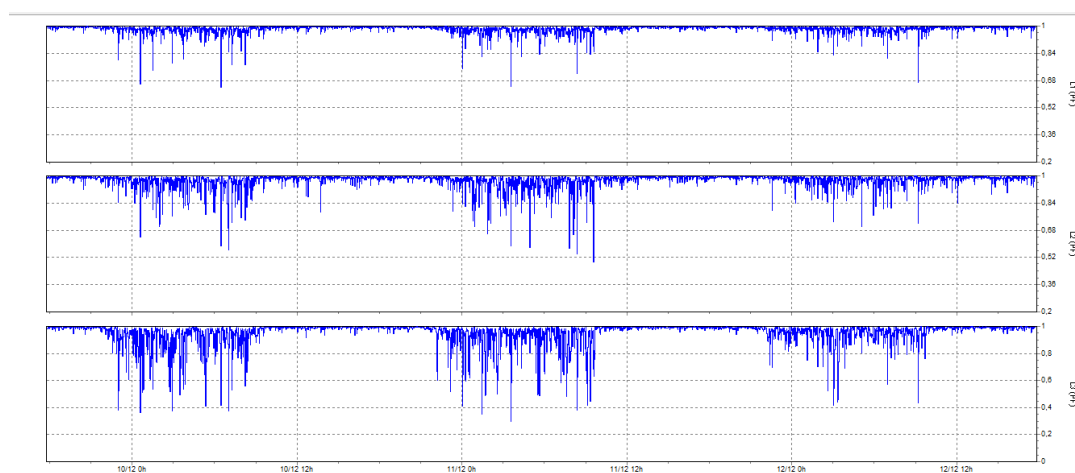


Εικόνα 3.26: Ημερήσια καμπύλη ενεργού και αέργου ισχύος

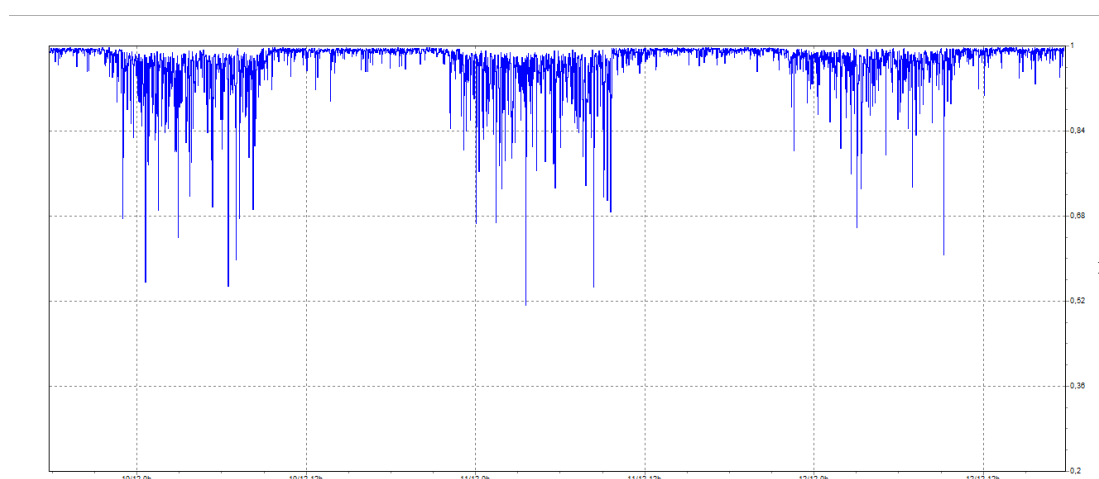


Εικόνα 3.27: Απόσπασμα ημερήσιας καμπύλης ενεργού και αέργου ισχύος (6 h)

Στις Εικόνες 3.28 και 3.29 παρουσιάζονται τα διαγράμματα του συντελεστή ισχύος ανά φάση και ολικά.



Εικόνα 3.28: Διάγραμμα συντελεστή ισχύος ανά φάση



Εικόνα 3.29: Διάγραμμα ολικού συντελεστή ισχύος

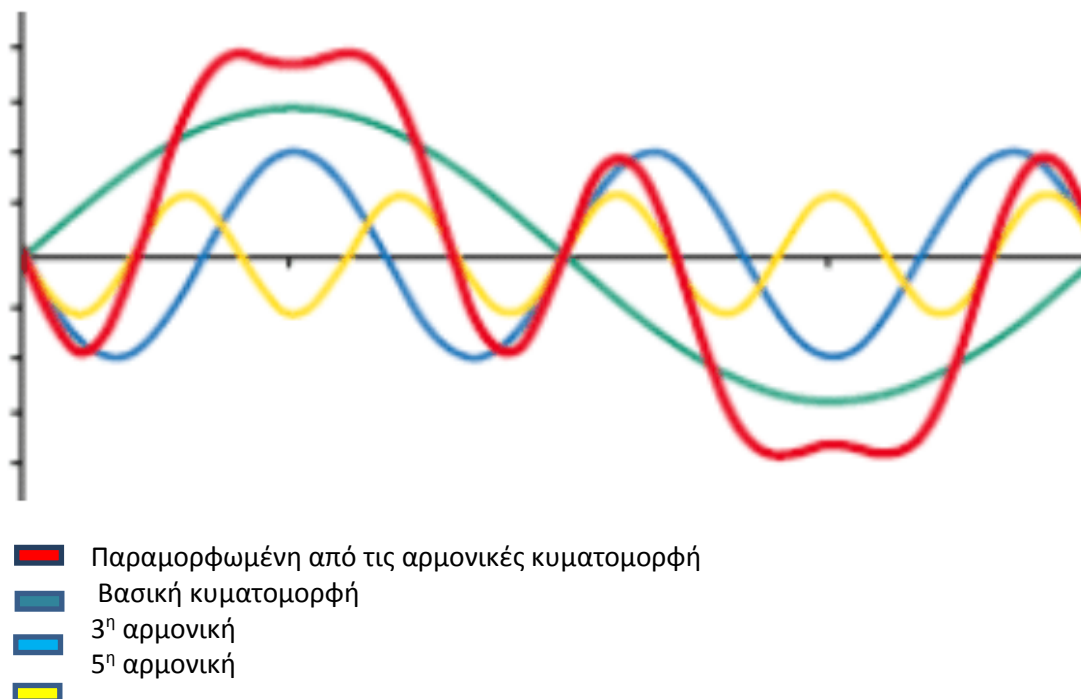
Παρατηρείται ότι το συνημίτονο ενώ τις ώρες λειτουργίας του καταστήματος παρουσιάζει αρκετά καλές τιμές (μεγαλύτερες του κατώτατου ορίου 0,95 που ορίζεται στον Κ.Εν.Α.Κ.), τις υπόλοιπες ώρες έχει πολύ χαμηλές τιμές (περίπου 0,6), χωρίς όμως να επηρεάζεται η άεργος ισχύς. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα ωμικά φορτία που συνδέονται στο δίκτυο κατά τις ώρες λειτουργίας βελτιώνουν τις τιμές τη διάρκεια της ημέρας.

3.2.4 Αρμονικές ρεύματος και τάσης

Γραμμικό ηλεκτρικό φορτίο είναι εκείνο το οποίο όταν στα άκρα του εφαρμόζεται μια ημιτονοειδής τάση, διαρρέεται από ρεύμα καθαρά ημιτονοειδές ανάλογο του πηλίκου της τάσης προς τη σύνθετη αντίσταση του. Αν ένα φορτίο είναι επαγωγικό ή χωρητικό το ρεύμα έπεται ή προηγείται της τάσης κατά γωνία ϕ αντίστοιχα. Για ωμικό φορτίο η γωνία $\phi = 0^\circ$.

Ως μη γραμμικό ηλεκτρικό φορτίο ορίζεται εκείνο το οποίο όταν στα άκρα του εφαρμόζεται μια καθαρά ημιτονοειδής τάση διαρρέεται από ρεύμα μη ανάλογο του πηλίκου της τάσης προς τη σύνθετη αντίσταση. Η παραμόρφωση της κυματομορφής του ρεύματος οφείλεται στην ύπαρξη αρμονικών συχνοτήτων δηλ. στην υπέρθεση συχνοτήτων πολλαπλασίων της θεμελιώδους των 50 Hz.

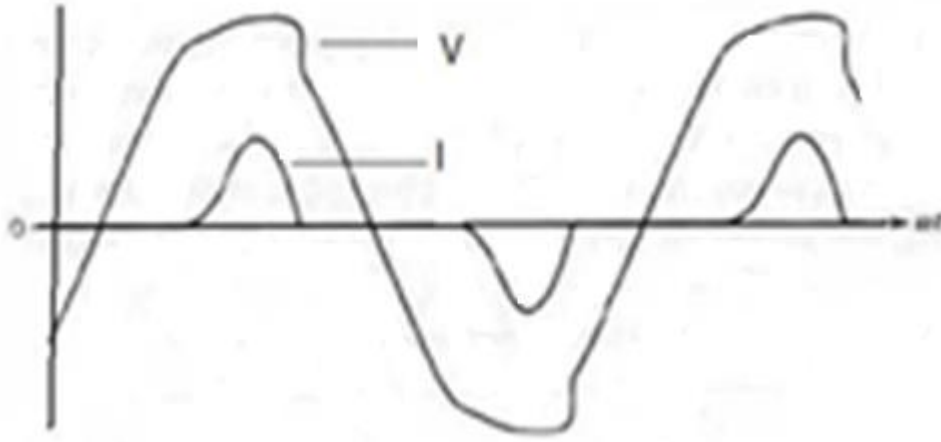
Ακολουθεί η Εικόνα 3.30 όπου φαίνεται η βασική κυματομορφή και η τελική παραμορφωμένη κυματομορφή λόγω της ύπαρξης αρμονικών συχνοτήτων (3^η και 5^η αρμονική).



Εικόνα 3.30: Παραμορφωμένη κυματομορφή λόγω ύπαρξης αρμονικών συχνοτήτων

Σημειώνεται ότι σε περίπτωση μη γραμμικών φορτίων επηρεάζεται κυρίως η κυματομορφή του ρεύματος η οποία αποκλίνει σημαντικά από την ημιτονοειδή. Η κυματομορφή της τάσης εμφανίζεται λιγότερο παραμορφωμένη και για απλούστευση θεωρείται

ημιτονοειδής. Στην Εικόνα 3.31 φαίνεται η παραμόρφωση της κυματομορφής της τάσης και του ρεύματος στην περίπτωση μη γραμμικού φορτίου [28]. Φαίνεται ότι το φορτίο άγει ρεύμα σε ορισμένες περιοχές της τάσης [24].



Εικόνα 3.31: Παραμορφωμένη κυματομορφή τάσης και ρεύματος

Τα μη-γραμμικά φορτία κατηγοριοποιούνται ως εξής [29]:

Παραδοσιακοί τύποι συσκευών που παράγουν αρμονικές. ☒

- Μετασχηματιστές
- Ηλεκτρικές μηχανές ☒
- Υψικάμινι

Σύγχρονοι τύποι συσκευών που παράγουν αρμονικές

- Λαμπτήρες φθορισμού ☒
- Διατάξεις ηλεκτρονικούελέγχου και συστήματα UPS που χρησιμοποιούνται ευρέως
- Διατάξεις ελέγχου βασισμένες σε Thyristor και γενικότερα σε ημιαγωγούς
- Ανορθωτές
- Αντιστροφείς
- SVC (Static VAR Compensators)
- Κυκλομετατροπείς
- Συστήματα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε υψηλή τάση με χρήση DC

Το φάσμα των αρμονικών (ο μετασχηματισμός Fourier δηλαδή της κυματομορφής προκειμένου να υπολογισθούν οι συχνότητες τις οποίες περιέχει) εξαρτάται από την φύση αυτών των φορτίων [24].

Τα προβλήματα αρμονικής παραμόρφωσης στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας ενισχύονται συνεχώς λόγω της ολοένα αυξανόμενης χρήσης μη-γραμμικών φορτίων και συνοψίζονται σε:

- Θερμική Καταπόνηση
- Καταπόνηση των μονώσεων
- Δυσλειτουργία των διαφόρων φορτίων

Οι αρμονικές γενικά αυξάνουν τις θερμικές απώλειες του χαλκού και του σιδήρου των συστημάτων με αποτέλεσμα την θερμική καταπόνηση και την μειωμένη διάρκεια ζωής των διαφόρων στοιχείων ενός ηλεκτρικού δικτύου. Ειδικότερα:

- Στις γραμμές μεταφοράς εκτός των αυξημένων απωλειών λόγω της αύξησης της rms τιμής του ρεύματος παρατηρείται το επιδερμικό φαινόμενο το οποίο αυξάνει την αντίσταση του καλωδίου όσο αυξάνει η συχνότητα με αποτέλεσμα περαιτέρω αύξηση των απωλειών. Ένα άλλο πολύ σημαντικό πρόβλημα είναι η δημιουργία αρμονικών πτώσεων τάσης στο δίκτυο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ένα «αδύναμο» σύστημα (μικρή ισχύς βραχυκύκλωσης), ευαίσθητο σε αυτές τις αρμονικές της τάσης.
- Στις ηλεκτρικές μηχανές οι αρμονικές στην τάση ή στο ρεύμα έχουν σαν αποτέλεσμα πρόσθετες απώλειες στα τυλίγματα του στάτη και στο κύκλωμα του δρομέα. Το γεγονός επιτείνεται επειδή οι σύνθετες αντιστάσεις αυξάνονται όσο αυξάνεται η συχνότητα αλλά και εξαιτίας των δινορευμάτων.
- Στους μετασχηματιστές εκτός της θερμικής καταπόνησης και της καταπόνησης των μονώσεων ένα σημαντικό πρόβλημα που πρέπει αντιμετωπιστεί είναι η πιθανότητα να δημιουργηθεί συντονισμός μεταξύ της επαγωγικής σύνθετης αντίστασης του μετασχηματιστή και της χωρητικότητας του δικτύου [29].

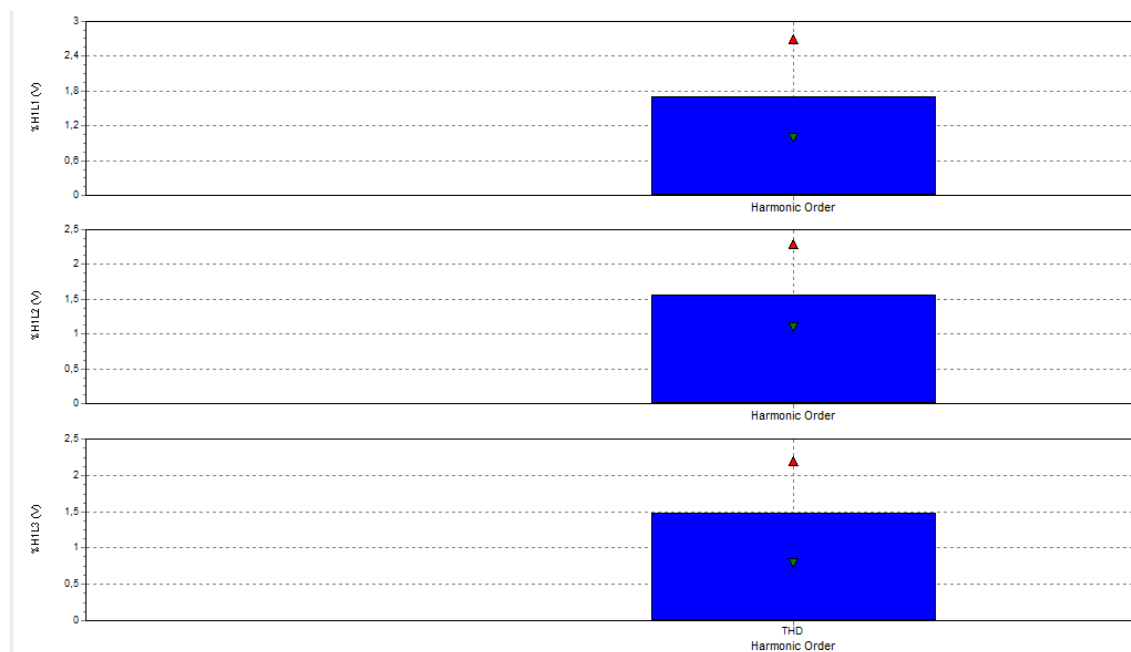
Η μέγιστη τιμή της τάσης αυξάνεται επίσης με τις αρμονικές. Αυτή η αυξημένη τάση έχει ως αποτέλεσμα μεγάλη καταπόνηση της μόνωσης των συστημάτων μέχρι και την καταστροφή της. Επίσης οι αρμονικές επιδρούν στην διηλεκτρικότητα των πυκνωτών και σε περίπτωση συντονισμού οι τάσεις μπορούν να ξεπεράσουν κατά πολύ τις ονομαστικές και οι τράπεζες πυκνωτών να καταστραφούν. Οι αρμονικές που είναι πολλαπλάσια της τρίτης αρμονικής («τριπλές» αρμονικές, $3nf_0$) και λογαριάζονται σαν να είναι μηδενικής ακολουθίας όταν ρέουν σε ένα κύκλωμα έχουν σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη ενός ρεύματος ουδετέρου αρκετά μεγάλου το οποίο μπορεί να ξεπεράσει ακόμα και το ρεύμα που ρέει στις φάσεις ακόμα και όταν τα φορτία είναι συμμετρικά κατανομημένα αφού οι τρίτες αρμονικές είναι σε φάση μεταξύ των φάσεων [29]. Το παραπάνω έχει σαν αποτέλεσμα την υπερδιαστασιολόγηση των γραμμών ουδετέρου, δηλαδή επιλογή καλωδίων μεγαλύτερης διατομής από αυτά που υπολογίζονται χρησιμοποιώντας μόνο τη θεμελιώδη συνιστώσα). Η ύπαρξη αρμονικών οδηγεί επίσης σε μείωση του συντελεστή ισχύος καθώς αυξάνεται η ενεργός τάση αλλά κυρίως η ενεργός ένταση. Οι αρμονικές περαιτέρω μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τους προστατευτικούς διακόπτες, τις συσκευές μέτρησης, τα συστήματα επικοινωνιών και τις ευαίσθητες συσκευές που δυσλειτουργούν μέχρι την καταστροφή τους

Για τον περιορισμό των αρμονικών χρησιμοποιούνται τα παθητικά φίλτρα που αποτελούνται από πυκνωτές και πηνία συνδεδεμένα σε σειρά. Ονομάζονται και «καταβόθρες» αρμονικών ρευμάτων επειδή παρουσιάζουν μικρή αντίσταση σε μια ή σε εύρος συχνοτήτων με αποτέλεσμα να απορροφούν όλα τα ρεύματα αυτών των συχνοτήτων. Κατά την επιλογή τους απαιτείται μεγάλη προσοχή προκειμένου το πρόβλημα να αντιμετωπιστεί οριστικά.

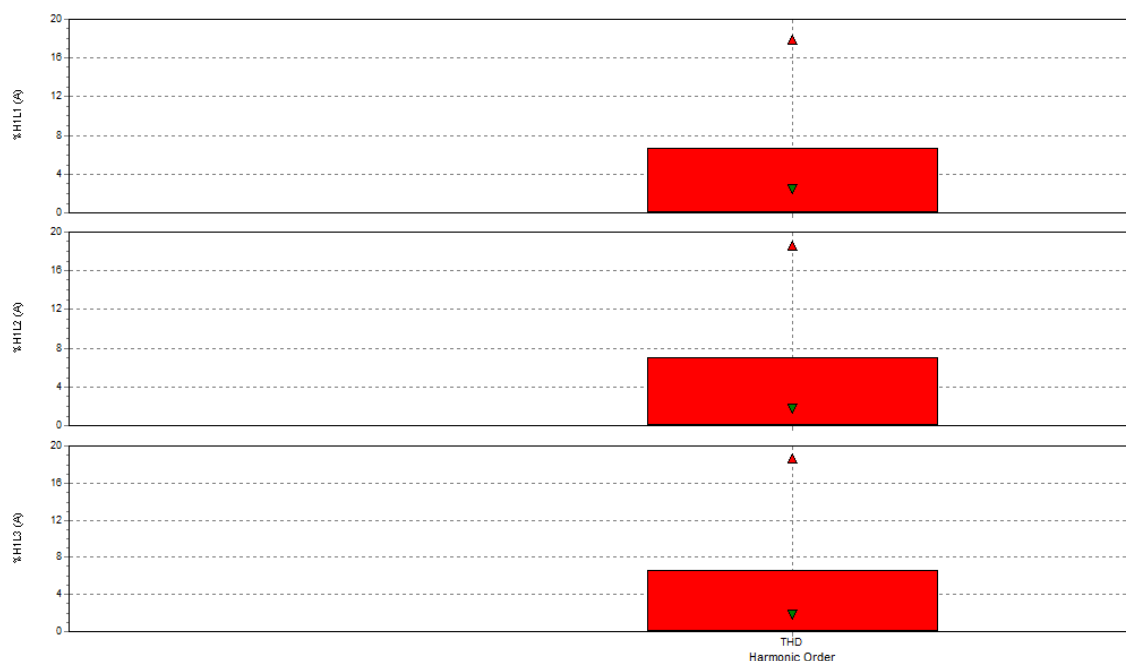
Η μέτρηση των αρμονικών γίνεται υπολογίζοντας τον μέσο όρο των αρμονικών για κάποιο χρονικό διάστημα ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Δύο μεγέθη που χρησιμοποιούνται ευρέως, ως άμεση εικόνα της ποιότητας του δικτύου σε ένα συγκεκριμένο σημείο, είναι η

συνολική διαταραχή λόγω αρμονικών (Total Harmonic Distortion, THD) για την τάση και για το ρεύμα. Το THD ορίζεται ως το πηλίκο της ρίζας του αθροίσματος των τετραγώνων του πλάτους κάθε αρμονικής προς το τετράγωνο της συνιστώσας στην θεμελιώδη συχνότητα (50 Hz). Σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές, τα όρια που ορίζονται για τις αρμονικές THD ρεύματος και τάσης είναι $THD (A) \leq 8\%$ και $THD (V) \leq 2\%$ αντίστοιχα.

Στην Εικόνα 3.32 δίνεται το διάγραμμα των αρμονικών THD της τάσης και στην Εικόνα 3.33 το διάγραμμα των αρμονικών THD του ρεύματος όπως προέκυψαν από τον αναλυτή ενέργειας.



Εικόνα 3.32: Αρμονικές THD της τάσης



Εικόνα 3.33: Αρμονικές THD του ρεύματος

Από την Εικόνα 3.32 παρατηρείται ότι οι αρμονικές THD της τάσης καλύπτουν και στις τρεις φάσεις την προδιαγραφή THD (V) $\leq 2\%$. Από την Εικόνα 3.33 παρατηρείται ότι οι αρμονικές THD της έντασης της κάθε φάσης πληρούν την προδιαγραφή THD (A) $\leq 8\%$. Οι καλές αυτές τιμές οφείλονται στην ύπαρξη των πυκνωτών αντιστάθμισης που αντισταθμίζουν την άεργο ισχύ. Παρατηρείται ότι στην περίπτωση αυτή αν και ο συντελεστής ισχύος εμφανίζει κάποιες χαμηλές τιμές κατά τις ώρες που δεν λειτουργεί το κατάστημα οι αρμονικές ρεύματος και τάσης βρίσκονται εντός των ορίων των προδιαγραφών.

3.2.5 Συμπεράσματα

Μετά τη διεξαγωγή των μετρήσεων με τη χρήση του αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας επιβεβαιώθηκε η μεγάλη μόνιμη κατανάλωση της επιχείρησης που οφείλεται στην εικοσιτετράωρη λειτουργία των ψυγείων. Διαπιστώθηκε επίσης ότι η φάση L₃ φέρει τα περισσότερα φορτία που λειτουργούν κατά τη διάρκεια της ημέρας ενώ οι άλλες δύο L₁ και L₂ παρουσιάζουν πανομοιότυπη συμπεριφορά.

Παρατηρήθηκε επίσης ιδιαίτερη συμπεριφορά του συντελεστή ισχύος ενώ οι αρμονικές ρεύματος και τάσης βρίσκονται εντός των ορίων των προδιαγραφών, κάτι που οφείλεται στην ύπαρξη πυκνωτών αντιστάθμισης.

Κεφάλαιο 4. Προτάσεις Δράσεων Ενεργειακής Βελτιστοποίησης

4.1 Εισαγωγή

Το τελευταίο και σημαντικότερο στάδιο μιας ενεργειακής επιθεώρησης είναι η διαμόρφωση ολοκληρωμένων προτάσεων (δράσεων) για την αντιμετώπιση των υπαρχόντων ενεργειακών προβλημάτων και για την περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Υπάρχουν διάφορα επίπεδα στα ενεργειακά οφέλη που μπορούν να επιτευχθούν ανάλογα με τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις και το ύψος των διαθέσιμων επενδύσεων. Μπορούν να εξεταστούν τόσο χαμηλού ή και μηδενικού κόστους μέτρα όσο και μέτρα με κάποιο σημαντικό κόστος επένδυσης, για τα οποία απαιτείται πληρέστερη οικονομική ανάλυσή πριν εφαρμοσθούν. Ενδεικτικά:

Μέτρα χαμηλού ή μηδενικού αρχικού κόστους

- Διακοπή λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού όταν δεν είναι απαραίτητα.
- Κινητοποίηση των εργαζομένων/ενοίκων για αποδοτική χρήση της ενέργειας (αυτό μπορεί να απαιτεί εκπαίδευση για τη βελτίωση του επιπέδου ενημέρωσής τους).

Μέτρα που περιλαμβάνουν κάποιο επίπεδο αρχικής επένδυσης

- Εισαγωγή αυτομάτων συστημάτων ελέγχου
- Βελτιώσεις στο κτίριο
- Βελτιώσεις στο φωτισμό
- Χρήση συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας
- Βελτίωση στον κλιματισμό / εξαερισμό
- Εισαγωγή συστημάτων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας

Όταν εξετάζονται μέτρα με αρχική επένδυση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη παράγοντες όπως τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη που θα επιτευχθούν, το ύψος του κεφαλαίου που απαιτείται και ο χρόνος για να αποσβεσθεί, το επίπεδο ενόχλησης που θα προκληθεί αρχικά, τα θέματα συντήρησης και το απαιτούμενο επίπεδο των τεχνικών γνώσεων του ανθρώπινου δυναμικού.

Ένα τυπικό πρόγραμμα δράσης ενεργειακής διαχείρισης περιλαμβάνει τα εξής:

- Καταγραφή υφιστάμενης κατάστασης (μέσω αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης).
- Εφαρμογή πρωτίστως των απλών μέτρων εξοικονόμησης και σωστή συντήρηση. Με αυτά είναι ενδεχόμενο να εξαλειφθεί ένα μεγάλο ποσοστό από τις πιο δαπανηρές δράσεις.

- Τα μέτρα αυξημένου κόστους πρέπει να αποδεικνύεται ότι είναι οικονομικώς βιώσιμα, πριν από την εφαρμογή τους, αλλιώς τα χρήματα διοχετεύονται σε κάποια άλλη κατεύθυνση, όπου θα είναι και πιο χρήσιμα.

Η παρούσα μελέτη εξετάζει τις δυνατότητες βελτιωτικών παρεμβάσεων στο φωτισμό, στο κτιριακό κέλυφος, και στο σύστημα ΖΝΧ με εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών στην ταράτσα. Μέτρα μηδενικού αρχικού κόστους θα εφαρμοστούν επίσης στη θέρμανση και ψύξη του κτιρίου.

4.2 Οικονομικά κριτήρια επιλογής

Η διαδικασία επιλογής των δράσεων βασίζεται κατά κύριο λόγο στα βασικά οικονομικά κριτήρια της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ), του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (ΕΒΑ) και της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (ΕΠΑ) της επένδυσης.

4.2.1 Κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) (Net Present Value- NPV)

Η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) αποτελεί το κύριο οικονομικό κριτήριο για την αξιολόγηση μιας επένδυσης. Ο τύπος υπολογισμού είναι ο εξής:

$$ΚΠΑ = -K + \sum_{i=1}^N \frac{Fi}{(1+d)^i} + \frac{YA_N}{(1+d)^N}$$

K : Αρχικό κόστος επένδυσης

Fi : Ετήσιο καθαρό όφελος

N : Διάρκεια ζωής επένδυσης (έτη)

d : Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία

YA : Η υπολειμματική αξία της επένδυσης στο τέλος της διάρκειας ζωής της

Για τον προσδιορισμό της βιωσιμότητας της επένδυσης ισχύει:

Αν ΚΠΑ > 0, η επένδυση θεωρείται βιώσιμη

Αν ΚΠΑ < 0, η επένδυση δεν θεωρείται βιώσιμη

Αν ΚΠΑ = 0, υπάρχει αδιαφορία του επενδυτή ως προς την αποδοχή ή την απόρριψη της επένδυσης (οριακή κατάσταση).

Γενικότερα, μεγάλη ΚΠΑ συνεπάγεται και υψηλή οικονομική απόδοση της επένδυσης [30]. Σημειώνεται ότι σε όλους τους υπολογισμούς του παρόντος κεφαλαίου, η υπολειμματική αξία θεωρείται μηδενική και το επιτόκιο αναγωγής ίσο με 5%. Η διάρκεια ζωής των επενδύσεων διαφέρει ανάλογα με το είδος τους από N = 8 έως N=25 έτη.

4.2.2 Κριτήριο του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (EBA) (Internal Rate of Return - IRR)

Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA) μιας επένδυσης είναι η τιμή του επιτοκίου αγοράς που μηδενίζει την καθαρή παρούσα αξία αυτής. Προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$ΚΠΑ_{(d=EBA)} = 0$$

Για τον προσδιορισμό της βιωσιμότητας της επένδυσης ισχύει:

Αν $EBA > d$, η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα

Αν $EBA < d$, η επένδυση κρίνεται μη συμφέρουσα

Αν $EBA = d$, υπάρχει αδιαφορία του επενδυτή ως προς την αποδοχή ή την απόρριψη της επένδυσης.

Σημειώνεται ότι τα δύο κριτήρια της ΚΠΑ και του EBA δεν οδηγούν πάντα στις ίδιες επιλογές και γι' αυτό το λόγο το κριτήριο της ΚΠΑ υπερτερεί του EBA [30].

4.2.3 Κριτήριο της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (EPA) (Discounted pay back period - DBP)

Το κριτήριο της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (EPA) είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Για τον προσδιορισμό της EPA λύνεται η εξίσωση:

$$ΚΠΑ_{(N=EPA)} = 0$$

Η επένδυση θεωρείται οικονομικά βιώσιμη εάν η τιμή του EPA ικανοποιεί της προσδοκίες του εκάστοτε επενδυτή ως προς τον χρόνο αποπληρωμής της. Συνήθως το έργο κρίνεται βιώσιμο εάν η EPA είναι μικρότερη από την αναμενόμενη διάρκεια ζωής της επένδυσης [25].

4.3 Προτεινόμενες δράσεις βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας

4.3.1 Δράσεις για το φωτισμό

Ο φωτισμός κάνει την καθημερινότητά του ανθρώπου, πιο άνετη και εύκολη και επηρεάζει τη συναισθηματική, ψυχολογική και σωματική του κατάσταση. Από διάφορες έρευνες διαπιστώνεται η συσχέτιση του κατάλληλου φωτισμού με την υψηλή αποδοτικότητα στους χώρους εργασίας, τη λειτουργικότητα, την κοινωνικότητα, την επικοινωνία, την συμπεριφορά και γενικότερα με την ψυχοσωματική κατάσταση του ανθρώπου.

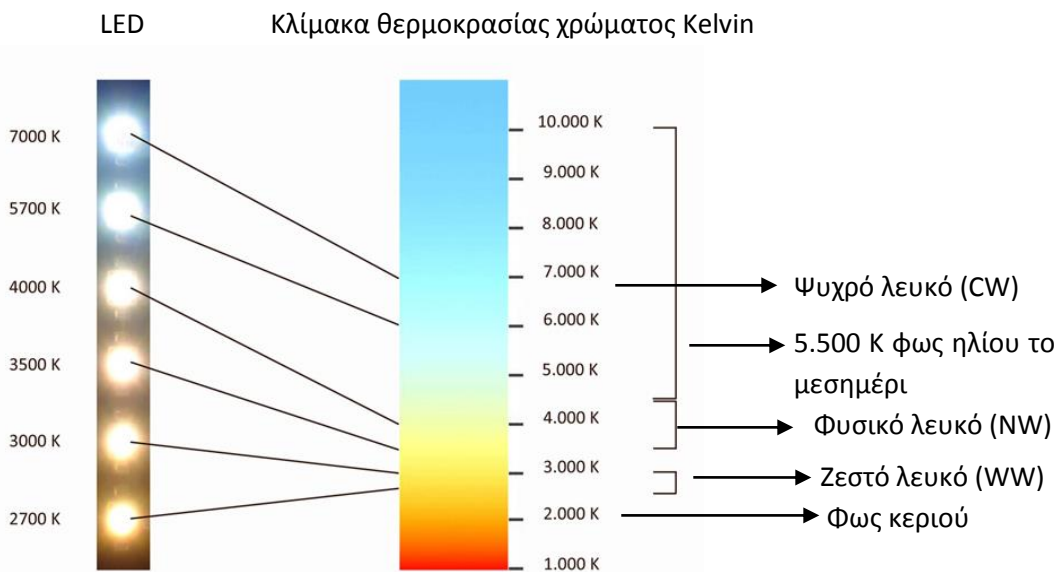
Όπως προέκυψε από το Κεφάλαιο 2 η εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό των χώρων της επιχείρησης αποτελεί το 8% της συνολικής κατανάλωσης στο κτίριο, ποσοστό που μολονότι είναι χαμηλό, αφήνει περιθώρια βελτίωσης της υφιστάμενης κατάστασης.

Η αντικατάσταση των συμβατικών λαμπτήρων με αντίστοιχους **LED** αποτελεί την πιο έξυπνη λύση εξοικονόμησης ενέργειας στο φωτισμό, μέσα από πληθώρα ευέλικτων επιλογών τόσο για τον οικιακό όσο και για τον επαγγελματικό τομέα [31].

Η λέξη LED προέρχεται από το ακρωνύμιο Light Emitting Diode που σημαίνει Δίοδος Εκπομπής Φωτός ή Φωτοδίοδος και είναι ένας ημιαγωγός ο οποίος εκπέμπει φωτεινή ακτινοβολία στενού φάσματος όταν του παρέχεται ηλεκτρική τάση κατά τη φορά ορθής πόλωσης. Μια δίοδος εκπομπής φωτός είναι στην ουσία μια ένωση p-n που έχει κατασκευαστεί από ένα ημιαγωγό άμεσου ενεργειακού χάσματος, όπως για παράδειγμα το GaAs, και στην οποία η επανασύνδεση των ζευγών ηλεκτρονίων – οπών έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή φωτονίων. Η ενέργεια των εκπεμπόμενων φωτονίων, ισούται κατά προσέγγιση με το ενεργειακό χάσμα E_g , δηλαδή $E_g = E_{\text{φωτονίου}} = h \nu$. Η δομή ενός LED πρέπει να είναι τέτοια ώστε τα εκπεμπόμενα φωτόνια να μπορούν να απομακρύνονται από την διάταξη χωρίς να επαναπορροφώνται από το ημιαγωγίμο υλικό. Η εξωτερική απόδοση $\eta_{\text{εξ}}$ ενός LED αποτελεί μέτρο της αποδοτικότητας της μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε εκπεμπόμενη εξωτερικά φωτεινή ενέργεια [32]. Η ηλεκτρική ισχύς στην είσοδο ενός LED ισούται με το γινόμενο του ρεύματος επί την τάση της διόδου ($I \times V$). Αν P_{out} είναι η φωτεινή ισχύς ή φωτεινή ροή (Lumen, lm) που εκπέμπεται από την διάταξη, τότε:

$$\eta_{\text{εξ}} = \frac{P_{\text{out}}}{VI} \times 100 \quad (\%)$$

Η συσχετισμένη θερμοκρασία χρώματος (correlated color temperature -CCT) υποδηλώνει το χρωματικό φάσμα, το οποίο εκπέμπει ένας λαμπτήρας [33]. Η μέτρηση του CCT γίνεται σε κλίμακα θερμοκρασίας χρώματος Kelvin (K). Μία χαμηλή θερμοκρασία χρώματος (3.000 K) περιγράφει μια θερμή πηγή, όπως είναι ένας λαμπτήρας πυράκτωσης. Μια υψηλή θερμοκρασία χρώματος (4.000 K και περισσότερο) περιγράφει μια ψυχρή πηγή, όπως είναι ένας λαμπτήρας φθορισμού. Παράδειγμα της CCT των λευκών λαμπτήρων LED δίνεται στο Διάγραμμα 4.1 που ακολουθεί.



Διάγραμμα 4.1: Συσχετισμένη θερμοκρασία χρώματος λευκών λαμπτήρων LED

Πλεονεκτήματα των LED [32]

- Απόδοση: Τα LED παράγουν περισσότερο φως ανά Watt καταναλισκόμενης ισχύος συγκριτικά με τους λοιπούς λαμπτήρες και διατηρούν μέχρι τέλους το 100% της απόδοσής τους.
- Χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας: Με τα προϊόντα LED ο πελάτης μπορεί να εξοικονομήσει ενέργεια σε ποσοστό έως 90%. Οι λάμπες LED, καταναλώνουν περίπου το 1/10 της κατανάλωσης των λαμπτήρων πυρακτώσεως και το 1/6 των λαμπτήρων οικονομίας φθορίου.
- Χρώμα: Τα LED εκπέμπουν φως συγκεκριμένου χρώματος χωρίς την χρήση φίλτρων που απαιτούν οι παραδοσιακοί μέθοδοι φωτισμού.
- Μέγεθος: Τα LED είναι πολύ μικρά (μικρότερα από 2mm) και μπορούν να τοποθετηθούν σε πινάκες αποτύπωσης.
- Χρόνος ON/OFF: Τα LED έχουν γρήγορη απόκριση. Μια τυπική κόκκινη LED μπορεί να έρθει σε κατάσταση πλήρους φωτεινότητας σε χρόνο μς. Τα LED που χρησιμοποιούνται ως συσκευές επικοινωνίας έχουν ακόμα μικρότερους χρόνους απόκρισης.
- Θερμότητα: Σε αντίθεση με τις κοινές πηγές φωτός, τα LED εκπέμπουν πολύ λίγη θερμότητα σε μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Η ενέργεια που χάνεται διαχέεται μέσω της βάσης του LED.
- Χρόνος ζωής: Τα LED έχουν μεγάλους χρόνους ζωής. Οι ώρες λειτουργίας τους κυμαίνονται από 35.000 έως 50.000 ώρες, αριθμός τεράστιος συγκριτικά με αυτόν των λαμπτήρων πυράκτωσης που κυμαίνεται από 1.000 έως 2.000 ώρες και των λαμπτήρων φθορισμού που κυμαίνεται από 10.000 έως 15.000 ώρες.
- Αντίσταση σε κραδασμούς: Τα LED, όντας στοιχεία στερεάς κατάστασης, είναι δύσκολο να υποστούν ζημιά από κραδασμούς όπως συμβαίνει με τους λαμπτήρες πυράκτωσης και φθορισμού.
- Δεν επηρεάζονται από την τάση του δικτύου ηλεκτροδότησης: Το δίκτυο ηλεκτροδότησης δεν δίνει σταθερά 230 V, παρουσιάζει πτώσεις τάσης και αιχμές. Τα LED μπορούν να λειτουργήσουν σε τάση από 8,5 έως 24 V με μετασχηματιστή και από 110 έως 265 V, που σημαίνει ότι δεν "καίγονται" όταν υπάρχουν μεταπτώσεις στο δίκτυο ηλεκτροδότησης.
- Εστίαση: Τα LED μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να εστιάζουν το φως σε ένα συγκεκριμένο σημείο ή περιοχή. Οι λαμπτήρες πυράκτωσης και φθορισμού απαιτούν ένα εξωτερικό ανακλαστήρα για να συλλέγει και να κατευθύνει το φως.
- Τοξικότητα: Τα LED δεν περιέχουν βαρέα μέταλλα όπως οι λαμπτήρες φθορισμού, είναι αντικρηκτικά και πλήρως ανακυκλώσιμα.

- Έλεγχος-προγραμματισμός: Ρυθμίζονται με τηλεχειριστήριο, λειτουργούν και με ροοστάτη (οι λαμπτήρες φθορισμού δεν έχουν αυτή τη δυνατότητα) και χρησιμοποιούνται εύκολα με αισθητήρες κίνησης.
- Περιβάλλον: Μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Μειονεκτήματα των LED [32]

- Υψηλό αρχικό κόστος: Τα LED σήμερα είναι ακριβότερα στην αγορά τους απ' ότι οι κοινές τεχνολογίες φωτισμού. Το κόστος αυτό αντισταθμίζεται με την χαμηλή κατανάλωση ενέργειας που έχουν.
- Εξάρτηση από τη θερμοκρασία: Η λειτουργία των LED έχει ισχυρή εξάρτηση από τις θερμοκρασιακές συνθήκες που επικρατούν στον χώρο που τα περιβάλλει. Σε περιβάλλον υψηλών θερμοκρασιών, τα LED μπορούν να υπερθερμανθούν και να υποστούν ζημιά. Αντίθετα είναι ανθεκτικά σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- Ποιότητα φωτός: Τα περισσότερα ψυχρού λευκού χρώματος LED έχουν φάσμα που διαφέρει σημαντικά από αυτό ενός μέλανος σώματος όπως ο ήλιος ή ο λαμπτήρας πυράκτωσης. Αυτό σημαίνει ότι το χρώμα κάποιων αντικειμένων μπορεί να φαίνεται διαφορετικό κάτω από μια LED ψυχρού λευκού απ' ότι θα φαίνονταν κάτω από το φως του ήλιου ή κάτω από ένα λαμπτήρα πυράκτωσης.
- Μόλυνση: Τα LED μπορούν να προκαλέσουν περισσότερη φωτορύπανση απ' ότι οι άλλες πηγές φωτός.

Χρήση των LED σε επαγγελματικούς χώρους

Τα LED χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε επαγγελματικούς χώρους. Αναφέρονται ενδεικτικά:

- Εμπορικά καταστήματα

Σε επαγγελματικούς χώρους διάθεσης προϊόντων, φωτίζονται ιδανικά οι βιτρίνες και αποφεύγεται η εκπομπή θερμότητας λόγω φωτισμού που επιβαρύνει το χώρο και απαιτεί πιο εντατική χρήση κλιματισμού και μεγαλύτερη κατανάλωση ρεύματος. Πρόσθετα για καταστήματα διάθεσης τροφίμων τα τρόφιμα διατηρούνται σε καλύτερη κατάσταση και δεν αλλοιώνονται εύκολα όταν αποφεύγεται η εκπομπή θερμότητας και υπέρυθρης – υπεριώδους ακτινοβολίας.

Συνιστάται προσοχή στο χρώμα επιλογής του λαμπτήρα. Για φωτισμό ρούχων καλό είναι να επιλέγεται το φυσικό λευκό (NW 4000K) γιατί δεν αλλοιώνει τον χρωματισμό των προϊόντων, στο φως του ηλίου. Για φωτισμό ζεστών φαγητών όπως ψωμί, φαγητό εστιατορίων, ψησταριές κ.λ.π., προτιμητέο είναι το θερμό λευκό (WW 3000K) γιατί χρωματίζει όμορφα τα προϊόντα και βγάζει θερμή αίσθηση. Επίσης χρησιμοποιείται στα κρεοπωλεία. Για φωτισμό μέσα σε ψυγεία, προτιμητέο είναι το ψυχρό λευκό (CW 6000K) γιατί βγάζει την αίσθηση της ψύξης.

- Χώροι με εκθέματα

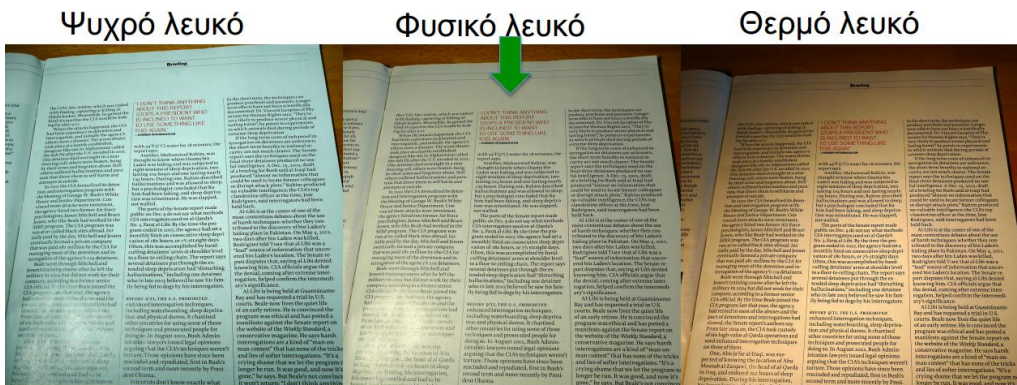
Τα εκθέματα σε art galleries, πινακοθήκες, μουσεία και γενικότερα χώρους πολιτισμού είναι ευπαθή στην εκπομπή θερμότητας και υπέρυθρης – υπεριώδους ακτινοβολίας και ο φωτισμός με **LED** συνδράμει στην καλύτερη δυνατή διατήρησή τους, όσο και στην αισθητική τους ανάδειξη.

- Εξωτερικοί χώροι κτιρίων

Ο φωτισμός της πρόσοψης ενός κτιρίου με LED δημιουργεί εξαιρετικές προϋποθέσεις ανάδειξης του και προβολής κατ'έπείταση και της δραστηριότητας που αντιπροσωπεύει (ως παράδειγμα αναφέρονται τα ξενοδοχεία, όπου η ανάδειξη της αρχιτεκτονικής αισθητικής τους αποτελεί προτεραιότητα μεγάλης σημασίας).

- Βιβλιοθήκες, αναγνωστήρια, σχολεία, γραφεία

Ιδανική λύση για τους χώρους αυτούς είναι τα ψυχρά χρώματα (φυσικό ή ψυχρό λευκό, NW ή CW), καθώς προκαλούν εγρήγορση και επαγρύπνηση. Επίσης βελτιώνουν την οπτική διαύγεια και την αντίληψη ακόμη και σε χαμηλότερα επίπεδα φωτισμού. Στην εικόνα 4.1 φαίνεται το ίδιο κείμενο κάτω από το διαφορετικό λευκό φως των LED και είναι ευδιάκριτο ότι το ψυχρό και φυσικό λευκό είναι καλλίτερη επιλογή από το θερμό λευκό.



Εικόνα 4.1: Φωτισμός του ίδιου κειμένου με ψυχρό λευκό, φυσικό λευκό και θερμό λευκό

Μέτρα που προτείνονται για την "BIOART"

Για τον φωτισμό στην περίπτωση της "**BIOART**" προτείνονται μέτρα χαμηλού ή μηδενικού αρχικού κόστους και μέτρα που περιλαμβάνουν κόστος αρχικής επένδυσης. Στα πρώτα εντάσσονται τα εξής:

- Τακτικός καθαρισμός των υαλοστασίων των ανοιγμάτων. Με τον καθαρισμό θα υπάρξει δυνατότητα καλλίτερης διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας και επομένως η ανάγκη χρήσης τεχνητού φωτισμού θα περιοριστεί. Ο φυσικός φωτισμός συμβάλλει στην επίτευξη οπτικής άνεσης, στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας.

- Τακτική συντήρηση της εγκατάστασης φωτισμού. Η φωτεινή ισχύς μιας εγκατάστασης φωτισμού μειώνεται λόγω της γήρανσης των υλικών του εξοπλισμού που συμμετέχει στην εκπομπή φωτός και της επικάλυψης ρύπων στις επιφάνειες των φωτιστικών σωμάτων και των λαμπτήρων. Η απόδοση της εγκατάστασης μειώνεται κατά 40% με πλημμελή συντήρηση και κατά 25% με τακτική συντήρηση [34]. Μετρήσεις σε τυπικούς επαγγελματικούς χώρους έδειξαν ότι επιτυγχάνεται 15% εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας με καθαρισμό φωτιστικών σωμάτων ανά έτος και αντικατάσταση του 1/3 των λαμπτήρων [34].

Τα μέτρα που περιλαμβάνουν αρχικό κόστος επένδυσης είναι:

- Άμεση αντικατάσταση των υπάρχοντων λαμπτήρων με καινούργιους λαμπτήρες LED όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.1 που ακολουθεί:

Πίνακας 4.1: Υπάρχοντες και προτεινόμενοι λαμπτήρες	
Συμβατικοί λαμπτήρες (υπάρχοντες)	Λαμπτήρες τύπου LED (προτεινόμενοι)
Λαμπτήρας φθορίου 2x58W	Λαμπτήρας LED τύπου σωλήνα 2x24W
Λαμπτήρας 36W	Λαμπτήρας LED PL 18 W
Λαμπτήρας 20W	Λαμπτήρας LED GU 10 5 W
Λαμπτήρας 18W	Λαμπτήρας LED GU 10 5 W
Λαμπτήρας 400W	Προβολέας LED 80 W IP 65

Στην Εικόνα 4.2 φαίνονται λαμπτήρες LED των τύπων που προτάθηκαν στον Πίνακα 4.1.



Λαμπτήρας LED τύπου σωλήνα 2x24W



Λαμπτήρας LED PL 18 W



Λαμπτήρας LED GU 10



Προβολέας LED 80 W IP 65

Εικόνα 4.2: Προτεινόμενοι τύποι λαμπτήρων LED

Ακολουθεί ο Πίνακας 4.2 όπου υπολογίζεται το αρχικό κόστος επένδυσης.

Πίνακας 4.2: Αρχικό κόστος επένδυσης			
Τύπος	Τιμή €/τεμ.	Τεμάχια	Κόστος €
Λαμπτήρας LED τύπου σωλήνα 2x24W	11,00	42	462,00
Λαμπτήρας LED PL 18 W	15,00	68	1.020,00
Λαμπτήρας LED GU 10 5 W	7,00	16	112,00
Λαμπτήρας LED GU 10 5 W	7,00	6	42,00
Προβολέας LED 80 W IP 65	110,00	5	550,00
Εργασία			500,00
Σύνολο			2.686,00

Ακολουθεί ο Πίνακας 4.3 με την ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων και ο Πίνακας 4.4. για τη βιωσιμότητα της επένδυσης.

Πίνακας 4.3: Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων								
Είδος λαμπτήρων φωτιστικών σωμάτων	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	Ημέρες λειτουργίας ανά έτος	Ονομαστική Ισχύς W	Τεμάχια	Συνολική ισχύς kW	Ηλεκτρική ενέργεια kWh/έτος	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας kWh/έτος	Εξοικονόμηση χρήματος Ευρώ/έτος
Λαμπτήρας φθορίου 2x58W	12	320	58	36	2,088	8.017,92	4.700,16	846,03
Λαμπτήρας LED τύπου σωλήνα 2x24W	12	320	24	36	0,864	3.317,76		
Λαμπτήρας φθορίου 2x58W	12	250	58	6	0,348	1044	612,00	110,16
Λαμπτήρας LED τύπου σωλήνα 2x24W	12	250	24	6	0,144	432		
Λαμπτήρας 36W	12	320	36	39	1,404	5.391,36	2.695,68	485,22
Λαμπτήρας LED PL 18 W	12	320	18	39	0,702	2.695,68		
Λαμπτήρας 36W	12	250	36	29	1,044	3.132	1.566,00	281,88
Λαμπτήρας LED PL 18 W	12	250	18	29	0,522	1.566		
Λαμπτήρας 20W	3	320	20	4	0,08	76,8	57,60	10,37
Λαμπτήρας LED GU 10 5 W	3	320	5	4	0,02	19,2		
Λαμπτήρας 20W	3	250	20	2	0,04	30	22,50	4,05
Λαμπτήρας LED GU 10 5 W	3	250	5	2	0,01	7,5		
Λαμπτήρας 18W	12	320	18	16	0,288	1.105,92	798,72	143,77
Λαμπτήρας LED GU 10 5 W	12	320	5	16	0,08	307,2		
Λαμπτήρες 400W	10	320	400	5	2	6.400	5.120,00	921,6
Προβολέας LED 80 W IP 65	10	320	80	5	0,4	1.280		
Σύνολο							15.572,66	2.803,08

Πίνακας 4.4 : Βιωσιμότητα επένδυσης για την εγκατάσταση λαμπτήρων LED	
Αρχικό Κόστος Επένδυσης (Κ)	2.686 €
Ετήσια Εξοικονόμηση (Fi)	2.803 €
Διάρκεια ζωής επένδυσης (N)	8 έτη
Επιτόκιο Αναγωγής (d)	5 %
ΚΠΑ (Καθαρή Παρούσα Αξία)	15.430 €
ΕΠΑ (Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής)	1 έτος

ΚΠΑ = 15.430 € > 0, ΕΠΑ=1 έτος, η επένδυση λοιπόν κρίνεται εξαιρετικά συμφέρουσα.

4.3.2 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος στην οροφή του κτιρίου

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από την ηλιακή γεννήτρια ρεύματος (Φ/Β πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους σε σειρά) και τον ηλεκτρονικό μετατροπέα που διαχειρίζεται την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Τα Φ/Β στοιχεία κατασκευάζονται κυρίως από μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό ή άμορφο πυρίτιο, με ονομαστικές αποδόσεις 14,5% έως 21%, 13% έως 14,5% και 7% έως 14% αντίστοιχα [35]. Στην ουσία πρόκειται για επεξεργασμένους ημιαγωγούς σε επίπεδη επιφάνεια. Τα ηλεκτρόνια των ατόμων του ημιαγωγού απορροφούν την ενέργεια του φωτός με αποτέλεσμα την απόδραση από τις κανονικές θέσεις τους και τη δημιουργία ηλεκτρικής τάσης η οποία με την κατάλληλη σύνδεση φορτίου μεταφράζεται σε συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα. Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται αθόρυβα, αξιόπιστα και χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις [36]. Στην Εικόνα 6.3 φαίνονται Φ/Β στοιχεία από διαφορετικά υλικά.



Φ/Β στοιχεία τελουριούχου καδμίου TeCd



Φ/Β στοιχεία αμόρφου πυριτίου



Φ/Β στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου

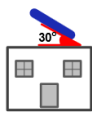

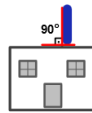


Φ/Β στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου

Εικόνα 4.3: Φ/Β στοιχεία από διαφορετικά υλικά

Τα Φ/Β συστήματα διακρίνονται σε αυτόνομα ή απομονωμένα και σε διασυνδεδεμένα στο δίκτυο.

Για να είναι εφικτή η μεγιστοποίηση της ενεργειακής παραγωγικότητας των Φ/Β συστημάτων, πρέπει να επιτυγχάνεται βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Επειδή η πορεία του ήλιου αλλάζει τόσο με την ώρα της ημέρας όσο και με τη μέρα του έτους, τεκμαίρεται πως για να παράγει μια ομάδα ηλεκτρικά συνδεδεμένων στοιχείων (πλαίσιο) τη μέγιστη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να περιστρέφεται ώστε να μπορεί να ακολουθεί την τροχιά του ήλιου και να είναι συνεχώς κάθετη στην κατεύθυνση της ακτινοβολίας. Η πολυπλοκότητα και το κόστος αγοράς και συντήρησης ενός τέτοιου μηχανισμού κίνησης των πλαισίων σε συνδυασμό με τον περιορισμένο χώρο που διατίθεται για τις κτιριακές εφαρμογές Φ/Β συστημάτων οδηγούν στην τοποθέτηση κυρίως πλαισίων σταθερού προσανατολισμού. Στον Πίνακα 4.5 φαίνεται η επίδραση της κλίσης και του προσανατολισμού των πλαισίων στην ηλεκτροπαραγωγική ικανότητα ενός κτιριακού Φ/Β συστήματος [37].

Πίνακας 4.5: Ηλεκτροπαραγωγική ικανότητα κτιριακών Φ/Β πλαισίων συναρτήσει προσανατολισμού και κλίσης			
Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	30° 	0° 	90° 
Ανατολικός- Δυτικός	85% kWh(max)	90% kWh(max)	50% kWh(max)
Νοτιοανατολικός-Δυτικός	95% kWh(max)	90% kWh(max)	60% kWh(max)
Νότιος	kWh(max)	90% kWh(max)	60% kWh(max)
Βορειοανατολικός-Δυτικός	95% kWh(max)	90% kWh(max)	30% kWh(max)
Βόρειος	60% kWh(max)	90% kWh(max)	20% kWh(max)

Επισημαίνεται ότι στην Ελλάδα η μεγιστοποίηση της ενεργειακής παραγωγικότητας (kWh(max)) από Φ/Β σύστημα σταθερής κλίσης, επιτυγχάνεται για Νότιο προσανατολισμό και κλίση επιφάνειας πλαισίου περίπου 30° [37].

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας ο οποίος επιδρά καθοριστικά στην ενεργειακή αποδοτικότητα ενός κτιριακού Φ/Β συστήματος είναι η ύπαρξη σκιασμών. Επειδή τα Φ/Β στοιχεία και πλαίσια συνδέονται μεταξύ τους σε σειρά, ακόμη και μερικός σκιασμός μιας συστοιχίας μπορεί να προκαλέσει μείωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Μόνιμοι και επαναλαμβανόμενοι τοπικοί σκιασμοί σε ώρες υψηλής ακτινοβολίας δύναται επίσης να καταπονήσουν το σκιαζόμενο Φ/Β πλαίσιο, προκαλώντας την πρόωρη γήρανση αυτού. Με λίγα λόγια η θέση τοποθέτησης πρέπει να είναι τέτοια ώστε ο ορίζοντας προς Νότο να είναι ελεύθερος και χωρίς εμπόδια.

Τα Φ/Β συστήματα εδράζονται σε βάσεις στήριξης που εξασφαλίζουν την απρόσκοπτη λειτουργία και την ασφάλεια της εγκατάστασης σε ακραίες συνθήκες ανέμου, χιονόπτωσης, σεισμού και θερμοκρασιακών μεταβολών. Οι ακραίες αυτές συνθήκες, ο συνδυασμός τους καθώς και οι αντίστοιχοι συντελεστές ασφάλειας, προδιαγράφονται στους Ευροκώδικες [37]. Όσον αφορά στη σύνδεση των βάσεων στήριξης με το κτίριο, και ειδικότερα αναφορικά με σύστημα στήριξης σε δώμα, θα πρέπει να εφαρμόζεται κατάλληλη

αγκύρωση. Αυτή γίνεται κυρίως με την προσθήκη φορτίου, ή με τη χρήση κοχλιών. Στην πρώτη περίπτωση θα πρέπει το βάρος που θα τοποθετηθεί να είναι σύμφωνο με τη στατική μελέτη του κτιρίου. Στην περίπτωση χρήσεως κοχλιών, θα πρέπει να μην τραυματίζεται η υφιστάμενη μόνωση.

Οι ηλεκτρονικοί μετατροπείς των κτιριακών Φ/Β συστημάτων τοποθετούνται είτε στο εσωτερικό των κτιρίων που εγκαθίστανται, είτε σε ειδικά διαμορφωμένο κλειστό χώρο ο οποίος μπορεί να βρίσκεται πλησίον του Φ/Β εξοπλισμού. Στην περίπτωση αυτή μειώνονται σημαντικά οι ηλεκτρικές απώλειες και η πτώση τάσης.

Πλεονεκτήματα κτιριακών Φ/Β συστημάτων

- Η διάρκεια ζωής τους είναι εγγυημένη για 25 χρόνια,
- Έχουν μηδενικό κόστος λειτουργίας διότι δεν καταναλώνουν πρώτες ύλες απλά χρησιμοποιούν μόνο το φως του ήλιου για να παράγουν ηλεκτρισμό,
- Δεν χρειάζονται συντήρηση κατά την πολυετή λειτουργία τους. Η φροντίδα αφορά μόνο στο να μην υπάρχει σκίαση κυρίως από αναπτυσσόμενη βλάστηση,
- Προστασία περιβάλλοντος: Δεν παράγουν υποπροϊόντα, δεν εκπέμπουν ακτινοβολία και δεν καταναλώνουν ενέργεια κατά τη λειτουργία τους. 1kWp εγκατεστημένου φωτοβολταϊκού συστήματος μειώνει :
 - 70 kg/μήνα την κατανάλωση λιγνίτη,
 - 138 kg/μήνα την απελευθέρωση CO₂ στην ατμόσφαιρα,
 - Περισσότερο από 400 l/μήνα την κατανάλωση νερού
 - Την απελευθέρωση NO, SO₂ και στερεών σωματιδίων στο περιβάλλον [38],
- Δεν προκαλούν ηχορύπανση αφού η λειτουργία τους είναι εντελώς αθόρυβη,
- Κατασκευάζονται από ανακυκλώσιμα υλικά (γυαλί, αλουμίνιο, πυρίτιο),

Μειονεκτήματα κτιριακών Φ/Β συστημάτων

Τα Φ/Β συστήματα τοποθετούνται ανάλογα με τις απαιτήσεις σε ενέργεια. Σε περίπτωση που οι ανάγκες αυξηθούν δύσκολα το σύστημα αναβαθμίζεται, κυρίως λόγω έλλειψης χώρων, για να καλύψει ενεργειακά τη νέα ζήτηση.

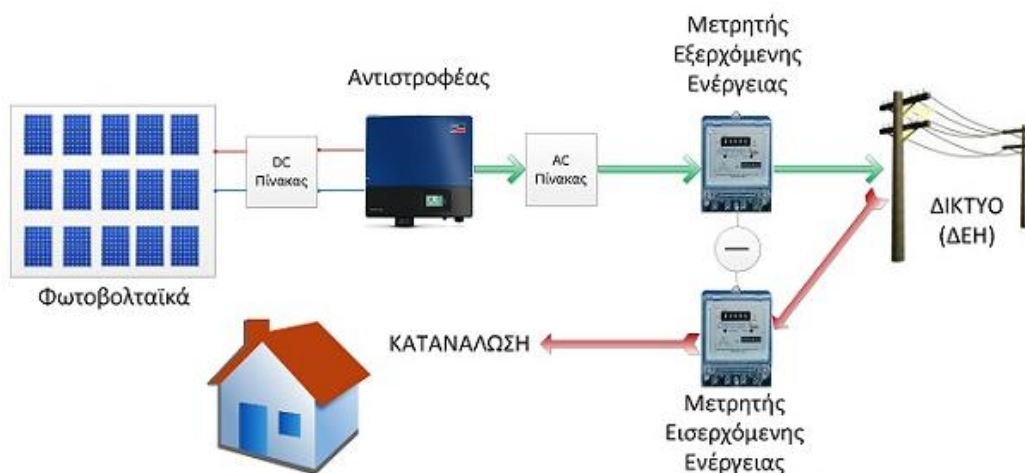
Νέα Υπουργική απόφαση

Η με αριθμό πρωτοκόλλου ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ.24461/30-12-2014 υπουργική απόφαση Υ.ΠΕ.Κ.Α. "Εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ από αυτοπαραγωγούς με συμψηφισμό ενέργειας κατ' εφαρμογή του άρθρου 14Α του Ν. 3468/2006" (net metering), προβλέπει :

- Μέγιστη ισχύς Φ/Β συστήματος για οικίες μέχρι τα 20kW για την ηπειρωτική χώρα και την Κρήτη και 10 kW για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά,
- Εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων σε στέγη, δώμα, πέργολα, έδαφος ή επί άλλων κατασκευών (υπόστεγο, στέγαστρο, αποθήκη, οικίσκος γεώτρησης),
- Μέγιστη ισχύς Φ/Β συστήματος για τις επιχειρήσεις, μέχρι το ήμισυ της συμφωνημένης ισχύος με τη ΔΕΗ (ανώτατο όριο τα 500 kW στην ηπειρωτική χώρα, τα 50 kW στη Κρήτη και τα 20 kW στα μη διασυνδεδεμένα νησιά),

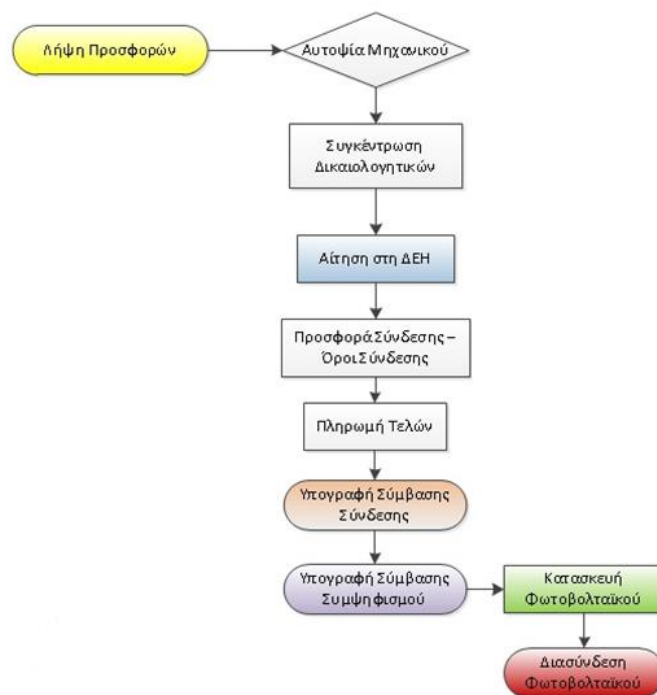
- Δικαίωμα ένταξης στο πρόγραμμα έχουν φυσικά πρόσωπα (επιτηδευματίες ή μη) ή νομικά πρόσωπα δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου τα οποία είτε έχουν στην κυριότητά τους τον χώρο στον οποίο εγκαθίσταται το Φ/Β σύστημα είτε έχουν τη νόμιμη χρήση αυτού (π.χ. μέσω μίσθωσης, δωρεάν παραχώρησης, κ.λ.π.) και έχουν διασφαλίσει την έγγραφη συναίνεση του ιδιοκτήτη του χώρου. Η σύμβαση συμψηφισμού μπορεί να υπογραφεί είτε με τον ιδιοκτήτη του χώρου είτε με αυτόν που έχει τη νόμιμη χρήση.
- Στην περίπτωση Φ/Β συστήματος σε κοινόχρηστο ή κοινόκτητο χώρο κτιρίου (π.χ. πολυκατοικία), επιτρέπεται η εγκατάσταση ενός ή περισσότερων συστημάτων. Προϋπόθεση αποτελεί η συμφωνία των συνιδιοκτητών που αποδεικνύεται με πρακτικό απόφασης της γενικής συνέλευσης ή με άλλη έγγραφη συμφωνία των συνιδιοκτητών του κτιρίου, σύμφωνα με τα οικεία καταστατικά ή άλλα δεσμευτικά συμφωνητικά, βάσει των διατάξεων του Αστικού Κώδικα. Σε περίπτωση μη ύπαρξης τέτοιων συμφωνητικών, απαιτείται η συναίνεση του συνόλου των συνιδιοκτητών,
- Ο συμψηφισμός της παραγόμενης από το Φ/Β σύστημα ενέργειας με την ενέργεια που καταναλώνει ο χρήστης του χώρου, θα γίνεται σε ετήσια βάση. Οι αυτοπαραγωγοί θα χρεώνονται με το τέλος Υπηρεσιών Κοινής Ωφέλειας (Υ.Κ.Ω.) για το σύνολο της ενέργειας (παραγωγή & κατανάλωση), ενώ με το Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπών Αερίων Ρύπων (Ε.Τ.Μ.Ε.Α.Ρ.), μόνο για το ρεύμα που καταναλώνουν και όχι για αυτό που παράγουν,
- Η διάρκεια της σύμβασης συμψηφισμού με τη ΔΕΗ είναι είκοσι πέντε (25) χρόνια,
- Η σύμβαση συμψηφισμού ισχύει από τη μέρα ενεργοποίησης της σύνδεσης με το δίκτυο της Δ.Ε.Η.,
- Κάθε Φ/Β σύστημα αντιστοιχίζεται αποκλειστικά με έναν μετρητή κατανάλωσης.

Στην Εικόνα 4.4 φαίνεται σχηματικά η δομή ενός συστήματος αυτοπαραγωγής με συμψηφισμό ενέργειας.



Εικόνα 4.4: Δομή συστήματος αυτοπαραγωγής με συμψηφισμό ενέργειας

Η διαδικασία διασύνδεσης Φ/Β συστήματος αυτοπαραγωγής με συμψηφισμό ενέργειας φαίνεται στο Διάγραμμα (ροής) 4.2.



Διάγραμμα 4.2: Διαδικασία διασύνδεσης Φ/Β συστήματος αυτοπαραγωγής με συμψηφισμό ενέργειας

Τι προτείνεται για την "ΒΙΟΑΡΤ"

Η "ΒΙΟΑΡΤ" έχει συμφωνημένη ισχύ παροχής με τη ΔΕΗ 85 kVA και διαθέτει μεγάλο και αναξιοποίητο χώρο στην οροφή (δώμα) του ιδιόκτητου κτιρίου όπου στεγάζονται οι εγκαταστάσεις της. Η τοποθέτηση Φ/Β συστημάτων στην οροφή για αυτοπαραγωγή και συμψηφισμό ενέργειας φαίνεται μια ελκυστική επένδυση λόγω της μηδενικής σκίασης και του ευνοϊκού προσανατολισμού του κτιρίου και της υψηλής ετήσιας ηλιοφάνειας της περιοχής (Αττική).

Ο διαθέσιμος χώρος της οροφής είναι 519 m². Προτείνεται η κάλυψη περίπου 420 m² (80 % της συνολικής επιφάνειας) με Φ/Β συστήματα. Τα Φ/Β πλαίσια θα τοποθετηθούν με προσανατολισμό Νότιο-Ανατολικό (95% της μεγιστοποίησης ενεργειακών απολαβών kWh_{max}) και κλίση 30° ως προς το οριζόντιο επίπεδο και έτσι ώστε μην έχουν καμία σκίαση καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας. Συνήθως για κάθε εγκατεστημένο kWp με Φ/Β πλαίσια σε δώμα, απαιτούνται περίπου 12 m² επιφάνειας. Στον προτεινόμενο χώρο του δώματος θα τοποθετηθούν 35 kWp που σημαίνει ότι επιφάνεια 420 m² θα καλυφθεί από Φ/Β πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα σε σειρά που θα εδράζονται σε αγκιστρωμένες στην οροφή βάσεις. Στον Φ/Β εξοπλισμό περιλαμβάνονται ακόμα και οι ηλεκτρονικοί μετατροπείς που μετατρέπουν το DC ρεύμα σε AC ώστε να μπορεί να απορροφηθεί από το δίκτυο. Η εγκατάσταση θα έχει υψηλή μηχανική αντοχή, αντοχή στις ανεμοπιέσεις αλλά και χαμηλό βάρος ώστε να μην επιβαρύνει τη στατικότητα του κτιρίου.

Συγκεκριμένα, το Φ/Β σύστημα θα αποτελείται από ένα Φ/Β Net Metering 35kWp ετήσιας παραγωγής περίπου 56.000 kWh. Η ονομαστική συνολική ετήσια παραγωγή ανέρχεται σε περίπου 56.000 kWh, άρα λόγω του Ν.Α. προσανατολισμού η πραγματική παραγωγή σύμφωνα με τον Πίνακα 4.6 θα είναι:

56.000 kWh x 0,95=53.200 kWh.

Οι ετήσιες ταμειακές ροές λόγω συμψηφισμού ανέρχονται σε:

53.200 kWh x 0,08259 €/kWh= 4.393,79 € ≈ 4.394 €.

Το συνολικό κόστος της επένδυσης χωρίς ΦΠΑ ανέρχεται στα 40.000 € (η τιμή προέκυψε από πραγματική προσφορά).

Η αξιολόγηση της επένδυσης θα γίνει για χρηματοδότηση με ίδια κεφάλαια. Στους υπολογισμούς που φαίνονται στον Πίνακα 5.6 το επιτόκιο αναγωγής είναι όπως προηγούμενα 5% και η διάρκεια ζωής της επένδυσης 25 έτη.

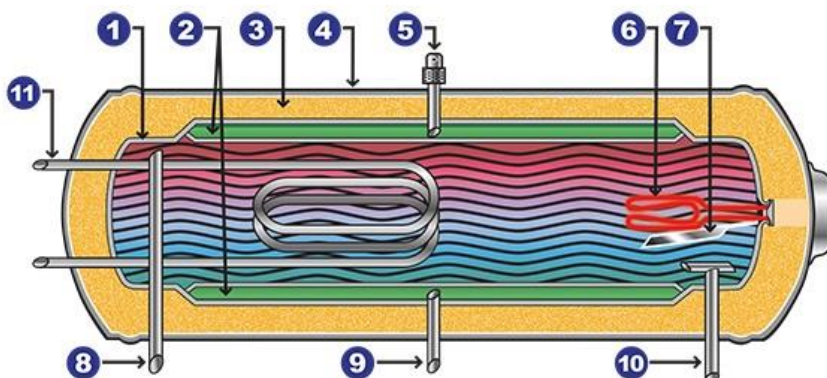
Πίνακας 4.6 : Βιωσιμότητα επένδυσης για την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων	
Αρχικό Κόστος Επένδυσης (K)	40.000 €
Ετήσια Εξοικονόμηση (Fi)	4.394 €
Διάρκεια ζωής επένδυσης (N)	25 έτη
Επιτόκιο Αναγωγής (d)	5 %
ΚΠΑ (Καθαρή Παρούσα Αξία)	21.929 €
ΕΠΑ (Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής)	12,5 έτη

ΚΠΑ = 21.929 € > 0, ΕΠΑ = 12,5 έτη και άρα η επένδυση κρίνεται βιώσιμη.

4.3.3 Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών

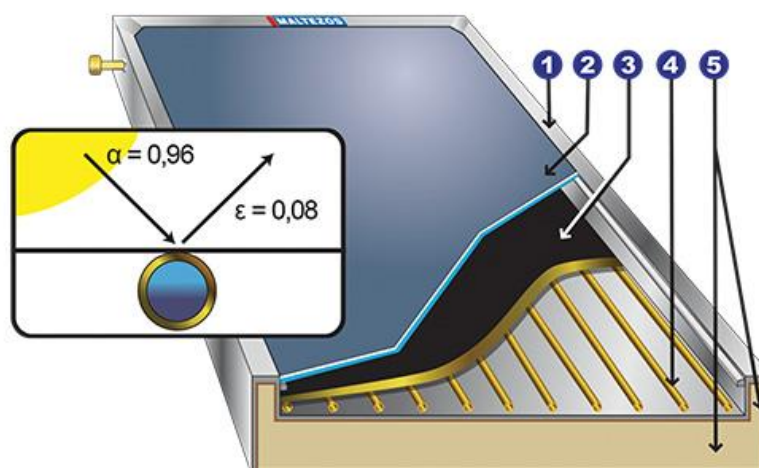
Τα θερμικά ηλιακά συστήματα επιτυγχάνουν την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη δωρεάν παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, συμβάλλοντας σημαντικότερα στην εξοικονόμηση άλλων μορφών ενέργειας, οι οποίες εκτός του υψηλού τους κόστους, ρυπαίνουν και το περιβάλλον.

Ο ηλιακός συλλέκτης είναι ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα που ζεσταίνει νερό χρησιμοποιώντας την ηλιακή ακτινοβολία. Αποτελείται από δύο βασικά μέρη: τη δεξαμενή αποθήκευσης (θερμοδοχείο) και τους ηλιακούς συλλέκτες (Εικόνα 4.5) και διακρίνεται σε ανοικτού και κλειστού κυκλώματος.



Θερμοδοχείο: 1. Δοχείο από ανοξείδωτο χάλυβα, 2. Εναλλάκτης θερμότητας από ανοξείδωτο χάλυβα, 3. Μόνωση, 4. Εξωτερικό κάλυμμα (ανοξείδωτος χάλυβας), 5. Βαλβίδα ανακούφισης, 6. Ηλεκτρική αντίσταση, 7. Ανοδική προστασία, 8. Έξοδος ζεστού νερού, 9. Σωλήνας κλειστού κυκλώματος, 10. Είσοδος κρύου νερού, 11. Σερπαντίνα για

συμπληρωματική πηγή ενέργειας



Συλλέκτης: 1. Πλαίσιο αλουμινίου, 2. Κρύσταλλο ασφαλείας, 3. Επιφάνεια συλλογής, 4. Σωλήνες χαλκού, 5. Μόνωση

Εικόνα 4.5: Ηλιακός συλλέκτης

Τα οφέλη από την εκμετάλλευση της θερμικής ηλιακής ενέργειας είναι:

- Οικονομικά

Η χρήση ηλιακού συλλέκτη, πρόσθετα από το όφελος της δωρεάν ενέργειας, απαιτεί μικρότερη οικονομική επένδυση σε σχέση με εκείνη ενός φωτοβολταϊκού συστήματος που θα κάλυπτε τις ίδιες ανάγκες.

- Περιβαλλοντικά

Στη διάρκεια ζωής ενός ηλιακού συλλέκτη, αποφεύγεται η έκλυση περίπου τριάντα τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Κάθε ντους με νερό από ηλιακό συλλέκτη ισοδυναμεί με τρία κιλά διοξειδίου του άνθρακα λιγότερα στην ατμόσφαιρα [39].

Στο σενάριο αυτό θα εξεταστεί η εγκατάσταση δύο ηλιακών ανοξειδωτων συλλεκτών 125l στην ταράτσα του κτιρίου καθένας εκ των οποίων θα εξυπηρετεί μία θερμική ζώνη. Αυτό σημαίνει ότι οκτώ μήνες ανά έτος (Απρίλιος έως και Νοέμβριος) οι ανάγκες σε ΖΝΧ θα καλύπτονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) ενώ τους υπόλοιπους τέσσερις από ηλεκτρική ενέργεια και Α.Π.Ε. Το κόστος της εγκατάστασης (αγορά και εργασία) εκτιμάται σε 1.000 € ανά ηλιακό συλλέκτη, άρα αρχικό κόστος επένδυσης 2000 €.

Από τα δεδομένα του Πίνακα 2.13 (κεφάλαιο 2) προκύπτει ότι: Από τις 320 ημέρες που λειτουργούσαν οι ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες το έτος (κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 2 h/ημέρα x320 ημέρες x4 kW x2 θερμοσίφωνες = 5120 kWh/έτος) τώρα θα λειτουργούν περίπου 80 ημέρες με κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της τάξης των 2 h/ημέρα x80 ημέρες x4 kW x2 θερμοσίφωνες = 1.280 kWh/έτος. Άρα εξοικονομούνται 5120 kWh/έτος -1280 kWh/έτος =3840 kWh/έτος. Η μικτή χρέωση για την kWh το

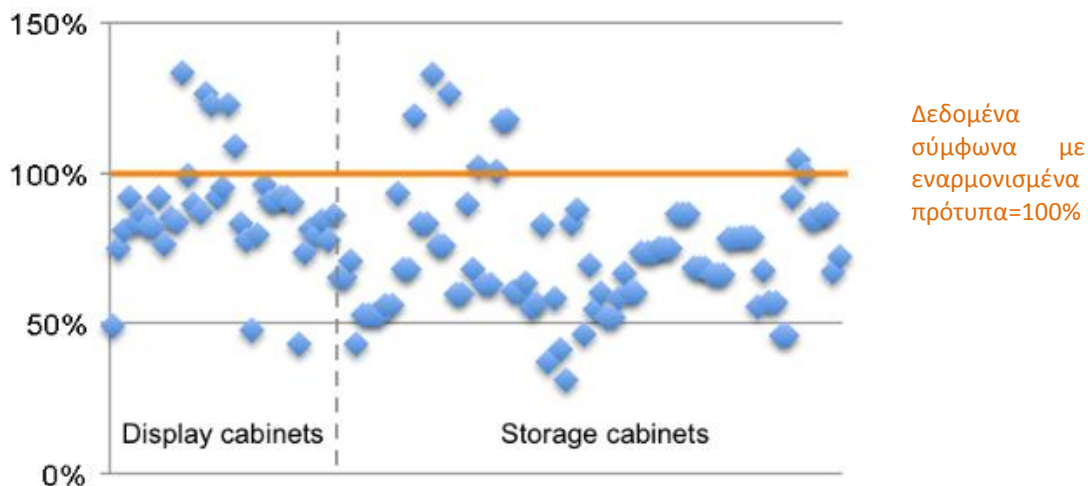
2015 είναι 0,1807 € και προέκυψε σαν πηλίκο των συνολικών πραγματικών χρεώσεων της ηλεκτρικής ενέργειας (κόστος kWh + ρυθμιζόμενες και λοιπές χρεώσεις από λογαριασμούς Δ.Ε.Η.) προς το σύνολο της κατανάλωσης, συνεπώς εξοικονομούνται 3840 kWh/έτος $\times 0,1807 \text{ €/kWh} \approx 694 \text{ €/έτος}$. Η βιωσιμότητα της επένδυσης φαίνεται στον Πίνακα 4.7.

Πίνακας 4.7 : Βιωσιμότητα επένδυσης για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών	
Αρχικό Κόστος Επένδυσης (K)	2.000 €
Ετήσια Εξοικονόμηση (Fi)	694 €
Διάρκεια ζωής επένδυσης (N)	10 έτη
Επιτόκιο Αναγωγής (d)	5 %
ΚΠΑ (Καθαρή Παρούσα Αξία)	3.359 €
ΕΒΑ (Εσωτερικός βαθμός απόδοσης)	31%
ΕΠΑ (Εντοκη Περίοδος Αποπληρωμής)	3,2 έτη

ΚΠΑ = 3.359 € > 0, ΕΒΑ = 31% > 5%, ΕΠΑ < 10 ετών και άρα η επένδυση κρίνεται βιώσιμη και αρκετά συμφέρουσα.

4.3.4 Εγκατάσταση γυάλινων θυρών με επαναφορά στα ψυγεία

Στην Ε.Ε. τα ψυγεία που χρησιμοποιούνται σε εμπορικές και επαγγελματικές εφαρμογές θεωρείται ότι καταναλώνουν μεγάλη ποσότητα ενέργειας σε σχέση με τα οικιακά ψυγεία και καταψύκτες. Η κατανάλωση ενέργειας των επαγγελματικών συσκευών υπερβαίνει τις 43 TWh/έτος έναντι 84 TWh/έτος των οικιακών αν και ο αριθμός τους είναι 12 φορές μικρότερος του αριθμού των οικιακών (25 εκατομμύρια μονάδες και 304 εκατομμύρια μονάδες αντίστοιχα) [38]. Υπάρχουν μεγάλες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας αλλά το κανονιστικό πλαίσιο δεν ευνοεί τη βελτίωση της αποδοτικότητας. Η δήλωση για την ενεργειακή κατηγοριοποίηση των εμπορικών/επαγγελματικών ψυγείων δεν είναι υποχρεωτική και αυτό καθιστά αδύνατη τη σύγκριση του λειτουργικού κόστους των διαφόρων συσκευών τέτοιου τύπου που κυκλοφορούν στο εμπόριο. Τιμές για την ενεργειακή κατανάλωση αναγράφονται σποραδικά στους καταλόγους των κατασκευαστών αλλά δεν είναι κατάλληλες για σύγκριση, επειδή οι συνθήκες δοκιμής είναι άγνωστες. Στην Εικόνα 4.6 φαίνεται ότι οι τιμές της κατανάλωσης ενέργειας που αναγράφονται στους καταλόγους των κατασκευαστών είναι μικρότερες εκείνων που προβλέπονται από τα εναρμονισμένα πρότυπα για ψυγεία-βιτρίνες και για ψυγεία αποθήκευσης τροφίμων του ίδιου τύπου. Τα στοιχεία προέκυψαν κατά την υλοποίηση ενός προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας για εμπορικά και επαγγελματικά ψυγεία με "πράσινα" ψυκτικά μέσα στην Ελβετία [40].

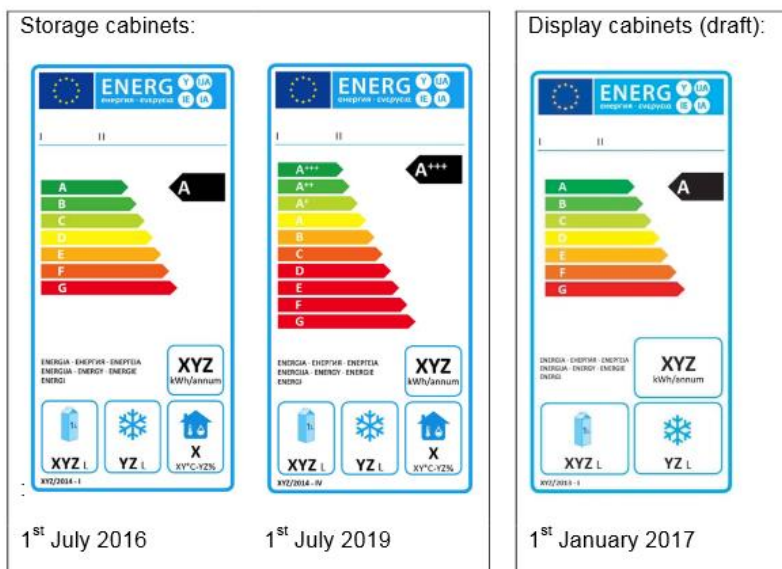


Εικόνα 4.6: Τιμές κατανάλωσης ενέργειας από καταλόγους κατασκευαστών σε σχέση με δεδομένα από εναρμονισμένα πρότυπα

Η χρήση ερμαρίων-θαλάμων με γυάλινες θύρες και καπάκια έναντι των ανοικτών θα φέρει τις μεγαλύτερες αποταμιεύσεις ενέργειας που έχουν επιτευχθεί από ένα και μόνο μέτρο [40]. Τα πλεονεκτήματα δεν είναι μόνο οικονομία στην ενέργεια, αλλά και καλύτερες συνθήκες υγιεινής και αγορές με βελτιωμένο κλίμα. Υπάρχουν ήδη εμπορικά καταστήματα που εφαρμόζουν "στρατηγική κλειστών ερμαρίων", αλλά για πολλά άλλα ο φόβος της μείωσης των πωλήσεων είναι ένα εμπόδιο για την επίτευξη οικονομίας στην ενεργειακή κατανάλωση.

Πρόβλημα παρουσιάζεται επίσης και με τα ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιούνται στα εμπορικά και επαγγελματικά ψυγεία. Σήμερα τα "πράσινα" ψυκτικά μέσα, ευρύτατα διαδεδομένα στην αγορά και υποχρεωτικά για τα οικιακά ψυγεία σύμφωνα με τον κανονισμό 842/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου της 17ης Μαΐου 2006 για ορισμένα αέρια θερμοκηπίου (κανονισμός F-GAS) [41], δεν εφαρμόζονται ευρέως στα εμπορικά και επαγγελματικά ψυγεία κυρίως λόγω πρόσθετου κόστους και δυσκολιών κατά τη συντήρηση [40]. Με τον νέο κανονισμό F-GAS η Ε.Ε. αποφάσισε να καταργήσει σταδιακά τα επιζήμια ψυκτικά μέσα των επαγγελματικών ψυγείων και καταψυκτών από το 2022.

Η ενεργειακή σήμανση της Ε.Ε. θα είναι υποχρεωτική από την 1^η Ιουλίου του 2016 για τα ψυγεία αποθήκευσης τροφίμων (διαφοροποιείται την 1^η Ιουλίου 2019). Ακολουθούν την 1^η Ιανουαρίου 2017 τα ψυγεία-βιτρίνες. Το τρέχον σχέδιο της Ε.Ε. για την ενεργειακή σήμανση των ψυγείων συντήρησης και των ψυγείων έκθεσης προϊόντων (ψυγεία-βιτρίνες) περιλαμβάνει την παραδοσιακή κλίμακα Α έως G και φαίνεται στην Εικόνα 4.7.



Εικόνα 4.7: Ενεργειακή σήμανση ψυγείων αποθήκευσης και ψυγείων έκθεσης προϊόντων

Το 2022 η σήμανση θα συμπληρωθεί με ρητή αναφορά στη χρήση "πράσινων" ψυκτικών μέσων.

Η νέα νομοθεσία της Ε.Ε. θα συμβάλει στη δημιουργία διαφάνειας για πρώτη φορά στην αγορά εμπορικών και επαγγελματικών ψυγείων που έχουν ευρεία χρήση.

Τι προτείνεται για την "BIOART"

Η "BIOART" διαθέτει ψυγεία αποθήκευσης, διατήρησης και έκθεσης τροφίμων καθώς και ψυκτικό θάλαμο. Τα ψυγεία διατήρησης και έκθεσης τροφίμων είναι ανοικτού τύπου (3 όμοια μεταξύ τους μήκους περίπου 3,20 m το κάθε ένα και ένα μεγαλύτερο μήκους 5 m).

Για την περίπτωση της "BIOART" προτείνονται μέτρα χαμηλού ή μηδενικού αρχικού κόστους και μέτρα που περιλαμβάνουν κόστος αρχικής επένδυσης. Στα πρώτα εντάσσονται τα εξής:

- Εκπαίδευση του προσωπικού ώστε οι γυάλινες θύρες (ανοιγόμενες ή συρόμενες) των ψυγείων, που βρίσκονται κοντά στα σημεία πώλησης, να παραμένουν κατά το δυνατό κλειστές,
- Επικόλληση πλαστικοποιημένης χάρτινης πινακίδας διαστάσεων A3 επί της γυάλινης θύρας των ψυγείων που απευθύνεται στο αγοραστικό κοινό και τονίζει την ανάγκη κλεισίματος αυτής μετά τη χρήση. Επί της πινακίδας μπορεί να αναγράφεται: "Παρακαλούμε κλείνετε την θύρα" ή κάποιο άλλο ιδίου νοήματος κείμενο.
- Τακτική συντήρηση και ρύθμιση των κυκλωμάτων ψύξης των ψυγείων. Ανεξάρτητα από το είδος του συμπιεστή που χρησιμοποιείται, εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί με προσαρμογή, μέσω ελέγχου (βαλβίδα on-off) του κυκλώματος ψύξης, της χωρητικότητας του συμπιεστή με το φορτίο ή με έλεγχο μεταβλητής ταχύτητας και ελαχιστοποίηση της διαφοράς πίεσεως κατά μήκος των συμπιεστών μέσω ρυθμιστών πίεσης στην αναρρόφηση (συμπυκνωτής) και στην κατάθλιψη (εξατμιστής) [42].

Τα μέτρα που περιλαμβάνουν αρχικό κόστος επένδυσης είναι:

- Άμεση τοποθέτηση στα ανοικτά ψυγεία-βιτρίνες γυάλινων θυρών με λεπτό κατάλληλα διαμορφωμένο πλαίσιο αλουμινίου, συρόμενων, με διπλά κρύσταλλα, αποτελούμενα από εξωτερικό κρύσταλλο πάχους 4 mm, 6mm διάκενο πληρούμενο με αργό, επίστρωση χαμηλής εκπομπής και εσωτερικό κρύσταλλο πάχους 4 mm. Κάθε θύρα θα συνοδεύεται από μηχανισμό επαναφοράς στην αρχική της θέση μετά το άνοιγμα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά περίπου 45% σε σχέση με το αντίστοιχο ανοιχτού τύπου ψυγείο, προστασία του περιβάλλοντος, υγιεινή και ασφάλεια των τροφίμων, έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου του καταστήματος, περιορισμένη χρήση των κλιματιστικών μονάδων και βελτίωση της λειτουργίας και αισθητικής των ψυγείων [43].

Το κόστος της επένδυσης ανέρχεται σε 150 €/m² (προσφορά πραγματική). Η επιφάνεια των θυρών είναι: (3,20 m x 3 τεμ. +5 m) x 1,3 m = 18,98 m² ≈ 19 m². Το συνολικό κόστος επένδυσης είναι: 19 m² x 150 €/m² = 2.850 €.

Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας όπως προκύπτει και από το Κεφάλαιο 2 υπολογίζεται στον Πίνακα 4.8

Είδος μηχανήματος	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς θύρες kWh/έτος	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας με θύρες kWh/έτος	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας kWh/έτος	Εξοικονόμηση χρημάτων €/έτος
Ψυγείο-Βιτρίνα (3)	44.473,54	24.460,44	20.013,09	3.616,37
Ψυγείο-Βιτρίνα (1)	24.710,40	13.590,72	11.119,68	2.009,33
Σύνολο			31.132,77	5.625,70

Η βιωσιμότητα της επένδυσης φαίνεται στον Πίνακα 4.9

Αρχικό Κόστος Επένδυσης (K)	2.850 €
Ετήσια Εξοικονόμηση (Fi)	5.625 €
Διάρκεια ζωής επένδυσης (N)	10 έτη
Επιτόκιο Αναγωγής (d)	5 %
ΚΠΑ (Καθαρή Παρούσα Αξία)	40.585 €
ΕΠΑ (Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής)	0,5 έτη

ΚΠΑ =40.585 € > 0, ΕΠΑ =0,5 έτη και άρα η επένδυση κρίνεται βιώσιμη και εξαιρετικά συμφέρουσα.

4.3.5 Συστήματα σκίασης

Βασικές προϋποθέσεις για τη μείωση του ηλιακού κέρδους είναι:

- Η παρεμπόδιση των ηλιακών ακτινών να φτάσουν στην επιφάνεια των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων (περιλαμβάνοντας και τη στέγη) του κτιρίου,

- Η ανάκλαση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

Ο σκιασμός των κτιρίων αποτελεί ένα σημαντικό αρχιτεκτονικό στοιχείο καθώς υπάρχουν πολλές μέθοδοι σκίασης που μπορούν να επηρεάσουν την αρχιτεκτονική και το οπτικό αποτέλεσμα της κατασκευής. Πολλές φορές τα συστήματα σκίασης αποτελούν χαρακτηριστικό γνώρισμα του κτιρίου. Βασική προϋπόθεση είναι να παρέχουν καλή ηλιακή προστασία το θέρος, να μην περιορίζουν τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα και να μην εμποδίζουν το φυσικό φωτισμό ή το φυσικό αερισμό. Τα συστήματα σκίασης εμποδίζουν την άμεση ηλιακή ακτινοβολία αλλά συνήθως δεν είναι αποτελεσματικά στον περιορισμό του διάχυτου ή ανακλώμενου μέρους αυτής. Το μειονέκτημα αυτό αντιμετωπίζεται με τα ηλεκτροχρωμικά, τα θερμοχρωμικά και τα ολογραφικά υαλοστάσια. Διακρίνονται σε σταθερά ή κινητά και μπορεί να εφαρμοστούν εξωτερικά, εσωτερικά ή μεταξύ των δυο τζαμιών στα πανό με διπλά τζάμια. Η κατάλληλη επιλογή εξαρτάται από τον προσανατολισμό, τον τύπο του κτιρίου, τις απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη και το σχεδιασμό για φυσικό φωτισμό και αερισμό που έχουν γίνει στη φάση μελέτης του κτιρίου.

– Σταθερά συστήματα σκίασης

Τα σταθερά συστήματα σκίασης τοποθετούνται συνήθως στις εξωτερικές όψεις προκειμένου να εμποδίζουν την άμεση ακτινοβολία να φτάσει τα υαλοστάσια ή τα άλλα ανοίγματα και περιλαμβάνουν δομικά στοιχεία, όπως είναι οι εξώστες, τα πτερύγια που εκτείνονται και τα γείσα. Η τυπική οριζόντια σκίαση χρησιμοποιείται στις νότιες επιφάνειες, ενώ κατακόρυφα και διαγώνια πτερύγια είναι συχνά αποτελεσματικά για τις ανατολικές ή δυτικές όψεις. Η εξωτερική σκίαση, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό του άμεσου ηλιακού κέρδους μέχρι και 90% ανάλογα με τον προσανατολισμό [43].

– Κινητά συστήματα σκίασης

Κινητά συστήματα σκίασης (σκιάστρα, στόρια, ενετικά στόρια, τέντες, ρόλερ, κουρτίνες, περσίδες) χρησιμοποιούνται εξωτερικά και εσωτερικά. Στην Εικόνα 4.8 φαίνονται κάποια συνήθη κινητά συστήματα σκίασμού.



Ρόλερ



Ενετικά στόρια



Εξωτερικές περσίδες

Εικόνα 4.8: Κινητά συστήματα σκίασης

Αν τα κινητά συστήματα εγκατασταθούν εσωτερικά, η θερμότητα θα μείνει μεταξύ του συστήματος σκίασης και του υαλοστασίου με αποτέλεσμα να περιοριστεί η αποδοτικότητα του συστήματος γύρω στο 30% [43]. Οι τέντες μπορούν να περιορίσουν το θερμικό κέρδος μέχρι 65% κατά το θέρος στις νότιες όψεις και μέχρι 80% στις ανατολικές και τις δυτικές επιφάνειες. Κανονικά, ένα διάκενο αέρα μεταξύ της τέντας και της όψης του κτιρίου πρέπει να εξασφαλίζεται ώστε να επιτρέπεται η κυκλοφορία του αέρα. Η αποτελεσματικότητα της

υφασμάτινης τέντας μπορεί να περιορίζεται με την ηλικία ή τη φθορά από τις καιρικές συνθήκες.

Οι οριζόντιες περσίδες εξωτερικής σκίασης, αποτελούν ενδιαφέρουσα και μοντέρνα λύση για τη σκίαση των προσόψεων κτιρίων και τη δημιουργία βιοκλιματικών συνθηκών, δημιουργώντας ένα άνετο περιβάλλον στον εσωτερικό χώρο. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εμπορικά και διοικητικά κτίρια, σε οικίες ιδιαίτερων απαιτήσεων, σχολεία, νοσοκομεία, γραφεία κ.λ.π. Έχουν τη δυνατότητα απορρόφησης/αντανάκλασης έως και 80% της ηλιακής ακτινοβολίας προσφέροντας εξοικονόμηση ενέργειας από τη μείωση του κόστους κλιματισμού έως και 40% [44]. Μπορούν να επιτρέπουν με κατάλληλο έλεγχο ταυτόχρονα αερισμό και σκίαση και ίσως την ανάκλαση του φυσικού φωτισμού στην οροφή για παράδειγμα.

Με εξαίρεση τις ανακλαστικές περσίδες, κουρτίνες και στόρια εγκατεστημένα εσωτερικά είναι λιγότερο ικανοποιητικά, καθώς παρέχουν σκιά μόνο αφού η ακτινοβολία διέλθει από τα τζάμια. Η χρήση κουρτινών ή εσωτερικών στοριών για σκίαση μπορεί συχνά να δυσκολεύει τις ανάγκες φυσικού φωτισμού και αερισμού.

Τι προτείνεται για την "BIOART"

Είναι προφανές ότι τόσο ο δυτικός όσο και ο ανατολικός προσανατολισμός του κτιρίου δημιουργούν δυσκολίες τη θερινή περίοδο λόγω της μεγάλης σε διάρκεια ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο κτίριο υπό χαμηλές γωνίες ύψους.

Η θέση των γραφείων στον όροφο (NΔ και ΒΔ) δεν είναι επιτυχής γιατί συγκεντρώνει τις αρνητικές παραμέτρους της δύσης τόσο στο φωτισμό όσο και στο σκιασμό, ενώ δεν αξιοποιεί ταυτόχρονα τα προνόμια του νότου.

Όσον αφορά στον αυτοσκιασμό του κτιρίου η ΝΔ πλευρά των γραφείων είναι σχεδόν τελείως εκτεθειμένη στον ήλιο γεγονός που δικαιολογεί την εκτεταμένη χρήση κλιματιστικών και ανεμιστήρων. Στο γραφείο που βρίσκεται στην ΒΔ πλευρά επικρατούν ευνοϊκότερες θερμικές συνθήκες το καλοκαίρι λόγω του κατακόρυφου στοιχείου που έχει τοποθετηθεί το οποίο περιορίζει την ηλιακή ακτινοβολία. Οι συνθήκες αυτές αντιστρέφονται το χειμώνα. Ο χώρος διάθεσης προϊόντων και το εργαστήριο (ισόγειο) είναι πιο προστατευμένα από την ηλιακή ακτινοβολία. Το χειμώνα ο αυτοσκιασμός λειτουργεί θετικά για το χώρο των γραφείων αλλά και τη ΝΔ πλευρά του ισόγειου αφού δεν παρεμποδίζεται η πρόπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζουν τα στοιχεία που είναι τοποθετημένα περιμετρικά σε όλα τα παράθυρα. Έλεγχος της λειτουργικότητας τους απέδειξε ότι τα στοιχεία αυτά δεν λειτουργούν ως σκίαστρα το καλοκαίρι, πόσο μάλλον το χειμώνα που το ύψος ηλίου είναι χαμηλότερο και η ηλιακή ακτινοβολία τις μεσημεριανές ώρες ενοχλητική. Αναφέρεται επίσης ότι στη ΝΔ όψη δεν υπάρχουν καθόλου κατακόρυφα κινητά σκίαστρα, παρά μόνο ένα σταθερό συμπαγές στοιχείο που δυσκολεύει το φωτισμό. Στα γραφεία του ορόφου στην ΝΔ πλευρά χρησιμοποιούνται εσωτερικά στόρια τα οποία όμως λύνουν μερικά το πρόβλημα.

Παράλληλα με τον αυτοσκιασμό σημαντικό είναι να μελετηθεί και ο σκιασμός που προκύπτει από τα γύρω κτίρια του αστικού ιστού. Παρατηρείται ότι το καλοκαίρι το κτίριο δεν επηρεάζεται από τα γειτονικά παρά μόνο δέχεται τον αυτοσκιασμό του. Το χειμώνα όμως που το μήκος της σκιάς είναι μεγαλύτερο, τα γειτονικά κτίρια σκιάζουν λίγο το κτίριο της "BIOART" στη ΝΔ πλευρά στο κλιμακοστάσιο. Ο σκιασμός αυτός δεν εμποδίζει ευτυχώς την ηλιακή ακτινοβολία στα γραφεία, πράγμα που λειτουργεί θετικά στα θερμικά κέρδη.

Με βάση τα παραπάνω προτείνεται η τοποθέτηση συστήματος σκιασμού εξωτερικών κινητών οριζόντιων περσίδων στα ανοίγματα της ΝΔ όψης του κτιρίου. Το σύστημα θα είναι σε λειτουργία το καλοκαίρι και θα μαζεύεται το χειμώνα. Η λειτουργία (μηχανισμός για το μάζεμα - άνοιγμα του συστήματος και μηχανισμός περιστροφής περσίδων) θα γίνεται μέσω ηλεκτρικού κινητήρα με χειριστήριο χειροκίνητα και αυτόματα (αισθητήρας ταχύτητας ανέμου). Το κόστος της επένδυσης ανέρχεται σε 150 €/m² (προσφορά πραγματική). Η επιφάνεια των υαλοστασίων στην ΝΔ όψη είναι 35,7 m². Το συνολικό κόστος επένδυσης είναι: 35,7 m² x 80 €/m² = 2.856 €.

Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας όπως προκύπτει και από το Κεφάλαιο 2 υπολογίζεται στον Πίνακα 4.10.

Πίνακας 4.10: Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και χρημάτων από την τοποθέτηση εξωτερικού συστήματος σκίασης					
Χώρος	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας kWh/έτος	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τη θερινή περίοδο kWh/έτος	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω μείωσης αναγκών ΝΔ όψης kWh/έτος	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας kWh/έτος	Εξοικονόμηση χρημάτων €/έτος
Ισόγειο	38.400	16.000	14.400	1.600	289
Πατάρι	16.200	6.750	6.075	675	122
Σύνολο				2.275	411

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω μείωσης αναγκών ΝΔ όψης υπολογίστηκε στο 90% της εκτιμώμενης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας τη θερινή περίοδο ανά έτος [44].

Η βιωσιμότητα της επένδυσης φαίνεται στον Πίνακα 4.11

Πίνακας 4.11: Βιωσιμότητα επένδυσης για την τοποθέτηση εξωτερικού συστήματος σκίασης	
Αρχικό Κόστος Επένδυσης (Κ)	2.856 €
Ετήσια Εξοικονόμηση (Fi)	411 €
Διάρκεια ζωής επένδυσης (N)	10 έτη
Επιτόκιο Αναγωγής (d)	5 %
ΚΠΑ (Καθαρή Παρούσα Αξία)	318 €
ΕΠΑ (Εντοκη Περίοδος Αποπληρωμής)	8,8 έτη

ΚΠΑ = 318 € > 0, ΕΠΑ < 10 ετών

Η επένδυση κρίνεται βιώσιμη.

4.3.6 Εξωτερική θερμομόνωση κτιριακού κελύφους

Όπως υπολογίστηκε στο 3^ο Κεφάλαιο, το κτίριο της "BIOART" είναι ενεργοβόρο και ανεπαρκώς θερμομονωμένο, καθώς υπερβαίνει το μέσο επιτρεπόμενο συντελεστή θερμοπερατότητας που ορίζει η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Αυτό ήταν αναμενόμενο, καθώς κατασκευάστηκε το 1978 και μέχρι σήμερα δεν έχει υποστεί καμία βελτιωτική παρέμβαση σε ότι αφορά την θερμομόνωση του, εκτός από τα νέα κουφώματα και τους υαλοπίνακες στις τέσσερις όψεις του το 2013.

4.3.6.1 Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων/δοκών

Με βάση τη διαπίστωση ότι τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου είναι εκτός των προδιαγραφών του Κ.Εν.Α.Κ. ενώ τα ανοίγματα πληρούν τις προβλεπόμενες απαιτήσεις η κυριότερη επέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας αφορά στο κτιριακό κέλυφος με επιπλέον εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης των αδιαφανών δομικών στοιχείων που το συνιστούν δηλ. των εξωτερικών τοίχων και των υποστηριγμάτων/δοκών. Οι επιφάνειες αυτές θα επικαλυφθούν με στρώσεις υλικού όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.9 που ακολουθεί:



Εικόνα 4.9: Προτεινόμενη εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την εξωτερική θερμομόνωση της τοιχοποιίας είναι τα εξής [25],[45]:

- Κόλλα ινοπλισμένη, τσιμεντοειδούς βάσης, ενισχυμένη με πολυμερή συστατικά (ρητίνες), κατανάλωσης 2,0 – 4,0 kg/m², πάχους 2 mm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,19 \text{ W/m K}$ για την επικόλληση των θερμομονωτικών πλακών πολυστερίνης στις εξωτερικές όψεις των κτιρίων.
- Θερμομονωτικές πλάκες από αυτοσβενήμενο διογκωμένο πολυστυρένιο (EPS), με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,037 \text{ W/m K}$,

- Πλαστικά αγκύρια με πλαστική ή με μεταλλική καρφίδα μεγέθους ανάλογου του πάχους των θερμομονωτικών πλακών ώστε το βάθος αγκύρωσης να είναι μεγαλύτερο των 5 cm και η πυκνότητα 6-8 αγκύρια ανά m².
- Βασικός σοβάς πάχους 20 mm με $\lambda=0,08$ W/m K,
- Αντιαλκαλικό υαλόπλεγμα ενίσχυσης, βάρους 160 gr/m², πάχους 2-3 mm με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,05$ W/m K,
- Τελικό επίχρισμα ακρυλικής βάσης, έγχρωμο, λείας επιφάνειας, ενισχυμένο με ρητίνες πάχους 20 mm και $\lambda = 0,87$ W/m K.

Τα βήματα που ακολουθούνται σε μια εφαρμογή θερμοπρόσοψης, όχι απόλυτα δεσμευτικά, είναι τα ακόλουθα:

- Ελέγχεται αν οι τοίχοι όπου θα γίνει η θερμοπρόσοψη είναι επίπεδοι. Αν όχι αλφαδιάζονται με ράμματα.
- Καθαρίζονται οι τοίχοι από σκόνες και άλλα υπολείμματα, ίσως και με τη χρήση νερού, φροντίζοντας πάντα η επιφάνεια πριν την εφαρμογή της θερμοπρόσοψης να είναι στεγνή και καθαρή.
- Τοποθετούνται ή διαμορφώνονται οι μαρμαροποδιές των παραθύρων.
- Τοποθετείται στη βάση του τοίχου οδηγός εκκίνησης, κάθετα προς τις γωνίες του κτιρίου.
- Τοποθετείται το θερμομονωτικό υλικό, με βάση τον οδηγό εκκίνησης. χτιστά, όπως γίνεται και σ το χτίσιμο με τούβλα. Οι αρμοί των θερμομονωτικών πλακών πρέπει να είναι ενωμένοι.
- Εξασφαλίζεται η μηχανική στήριξη του θερμομονωτικού υλικού με χρήση ειδικών βυσμάτων αγκύρωσης.
- Ακολουθεί η εφαρμογή της επίστρωσης του βασικού σοβά.
- Εφαρμόζονται τα γωνιόκρανα, το υαλόπλεγμα και το αστάρι.
- Ακολουθεί η εφαρμογή της επίστρωσης του έγχρωμου τελικού επιχρίσματος.

Θα εξεταστούν τρία σενάρια με στόχο η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U να είναι $\leq 0,50$ W/m² K όπως προβλέπεται από τον Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 για την κλιματική ζώνη Β' και τους εξωτερικούς τοίχους. Στο κτίριο υπάρχει ένας τύπος εξωτερικής τοιχοποιίας και επομένως προτείνονται τρία σενάρια με διαφορετικό πάχος του ίδιου θερμομονωτικού υλικού (αυτοσβενήμενο διογκωμένο πολυστυρένιο EPS 80 Knauf). Στο σενάριο Α θα τοποθετηθεί μονωτικό υλικό πάχους 50 mm με στόχο η τιμή του τελικού συντελεστή θερμοπερατότητας U να είναι \leq με τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή (0,50W/m²K). Στο σενάριο Β το πάχος του μονωτικού υλικού θα είναι 80 mm

και στο σενάριο Γ 100 mm. Στη συνέχεια θα υπολογιστεί η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U για κάθε σενάριο η οποία αναμένεται να πληροί τις απαιτήσεις.

Στον Πίνακα 4.12 που ακολουθεί δίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του θερμομονωτικού υλικού που επιλέχτηκε [46].

Πίνακας 4.12: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμομονωτικών πλακών αυτοσβενήμενου διογκωμένου πολυστερενίου EPS 80			
ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ		THERMOPROSOPTIS EPS 80 RF CE	
	Μονάδα Μέτρησης	Τιμή	Πρότυπο ελέγχου
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ στους 10°C	W/m K	0,037	prEN 12667
	kcal/m h °C	0,032	EN 12939
Θερμική αντίσταση για πλάκες πάχους	m ² K/W		
	30 mm	0,811	EN 823
	50 mm	1,351	
	80 mm	2,162	
	100 mm	2,703	
ΑΝΟΧΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ			
Μήκος L και Πλάτος W	mm	± 2	EN 822
Πάχος T	mm	± 1	EN 823
Τετραγωνικότητα S	mm	± 2/1000	EN 824
Επιπεδότητα P	mm	± 5	EN 825
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ-ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ			
Αντοχή σε κάμψη σ _b	kPa	125	EN 12089
	kp/cm ²	1,28	
	N/mm ²	0,13	
Θλιπτική τάση για 10 % παραμόρφωση σ ₁₀	kPa	80	EN 826
	kp/cm ²	0,82	
	N/mm ²	0,08	
Εφελκυστική τάση κάθετα στις όψεις σ _{mt}	kPa	150	EN 1607
	kp/cm ²	1,53	
	N/mm ²	0,15	
Μακροπρόθεσμη απορρόφηση ύδατος σε βύθιση		3%	EN 12087
Αντίσταση διαπερατότητας υδρατμών μ (αέρας μ=1)		20 - 40	EN 12086
Φαινομένη πυκνότητα	kgr/m ³	18 - 20	EN 1602
Αντίδραση στη φωτιά		E	prEN 13501-1

		B1	DIN 4102
ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ - ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ		EPS - EN 13163 - T2 - L2 - W2 - S2 - P4 - BS125 - CS(10)80 - TR100	EN 13163 : 2008

ΣΕΝΑΡΙΟ Α

Για επίτευξη συντελεστή θερμοπερατότητας $\leq U=0,50/m^2 K$ για τους εξωτερικούς τοίχους πάχους 24 cm.

Προτείνεται η εξωτερική μόνωση του κτιρίου με πλάκες από αυτοσβενήμενο διογκωμένο πολυστυρένιο EPS πάχους 50 mm, δεδομένου ότι ο τοίχος δεν διαθέτει καμία μόνωση.

Στον Πίνακα 4.13 φαίνονται οι στρώσεις των υλικών των εξωτερικών τοίχων όπως διαμορφώθηκαν με την επιπλέον εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης με πλάκες πάχους 50mm.

Πίνακας 4.13: Υπολογισμός θερμικής αντίστασης με την επιπλέον εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης πάχους 50 mm			
Εξωτερική τοιχοποιία πάχους 24 cm			
Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Θερμική αντίσταση $R=d/\lambda$
	m	W/m K	$m^2 K/m$
Επίχρισμα	0,03	0,872	0,034
Τούβλο 6x9x19 cm	0,18	0,523	0,344
Επίχρισμα	0,03	0,872	0,034
Κόλλα με τσιμεντοειδή βάση	0,002	0,19	0,158
Πλάκα διογκωμένου πολυστυρενίου EPS 80	0,050	0,037	1,351
Βασικός σοβάς	0,020	0,08	0,250
Αντιαλκαλικό πλέγμα	0,003	0,05	0,060
Έγχρωμο ασβεστοκονίαμα	0,020	0,87	0,023
Σύνολο	$\Sigma d=0,335$		$R_{\lambda} =2,108$
Υποστηρίγματα/Δοκοί			
Επίχρισμα	0,03	0,872	0,034
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,50	2,035	0,246
Επίχρισμα	0,03	0,872	0,034
Κόλλα με τσιμεντοειδή βάση	0,002	0,19	0,158
Πλάκα διογκωμένου πολυστυρενίου EPS 80	0,050	0,037	1,351
Βασικός σοβάς	0,020	0,08	0,250
Αντιαλκαλικό πλέγμα	0,003	0,05	0,060
Έγχρωμο ασβεστοκονίαμα	0,020	0,87	0,023
Σύνολο	$\Sigma d=0,655$		$R_{\lambda} =2,010$

Οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης θερμομόνωσης σύμφωνα με τον πίνακα 3.24 προκύπτουν:

$$R_i \text{ (εσωτερικά)} = 0,13 \text{ (m}^2 \text{ K)/ W}$$

$$R_a \text{ (εξωτερικά)} = 0,04 \text{ (m}^2 \text{ K)/ W}$$

Από τα παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται:

$$U = \frac{1}{R_i + R_a + R_l} = 0,439 \frac{W}{m^2 K} \text{ για τους εξωτερικούς τοίχους}$$

$$U = \frac{1}{R_i + R_a + R_l} = 0,459 \frac{W}{m^2 K} \text{ για τα υποστηρίγματα/δοκούς}$$

Συνοπλοποιώντας τις θερμογέφυρες η τελική τιμή που λαμβάνει το U_w είναι $0,539 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για τους εξωτερικούς τοίχους είναι $U_{wmax} = 0,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ πολύ κοντά στην υπολογισθείσα τιμή και επομένως το δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές.

Ομοίως και για τα υποστηρίγματα/δοκούς $U = 0,559 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m του κτιρίου για το σενάριο A ίσος με $1,435 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Η τιμή αυτή υπερβαίνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη ($U_{m,max}=0,985 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) και το κτίριο κρίνεται και πάλι θερμομονωτικά ανεπαρκές.

ΣΕΝΑΡΙΟ Β

Ομοίως με το σενάριο A, για θερμομονωτικό υλικό πάχους 80 mm προκύπτει για τον εξωτερικό τοίχο πάχους 24 cm συντελεστής θερμοπερατότητας $0,324 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ και για τα υποστηρίγματα/δοκούς $U = 0,334 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Συνοπλοποιώντας τις θερμογέφυρες η τελική τιμή που λαμβάνουν το U_w και το U για τα υποστηρίγματα/δοκούς είναι $0,424 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ και $0,434 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ αντίστοιχα.

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m του κτιρίου για το σενάριο B ίσος με $1,41 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Η τιμή αυτή υπερβαίνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη ($U_{m,max}=0,985 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) και το κτίριο κρίνεται και πάλι θερμομονωτικά ανεπαρκές.

ΣΕΝΑΡΙΟ Γ

Ομοίως με το Σενάριο A, για θερμομονωτικό υλικό πάχους 100 mm προκύπτει για τον εξωτερικό τοίχο πάχους 24 cm συντελεστής θερμοπερατότητας $0,276 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ και για τα υποστηρίγματα/δοκούς $U = 0,283 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Συνοπλοποιώντας τις θερμογέφυρες η τελική τιμή που λαμβάνουν το U_w και το U για τα υποστηρίγματα/δοκούς είναι $0,376 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ και $0,383 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ αντίστοιχα.

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m του κτιρίου για το σενάριο Γ ίσος με $1,4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Η τιμή αυτή υπερβαίνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη ($U_{m,max}=0,985 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) και το κτίριο κρίνεται και πάλι θερμομονωτικά ανεπαρκές.

Επισημαίνεται ότι ο μέσος συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου και για τα τρία σενάρια είναι αρκετά μεγαλύτερος του μέγιστου επιτρεπόμενου.

Υπολογισμός απωλειών

Για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης ενέργειας και χρημάτων πρέπει να υπολογιστούν οι απώλειες του κελύφους πριν και μετά τη θερμομόνωση.

Όταν υπάρχει μία επιφάνεια με διαφορά θερμοκρασίας σε κάθε πλευρά, η θερμική ισχύς (Q) που διέρχεται από αυτή ισούται με το γινόμενο της επιφάνειας (A), επί τη διαφορά θερμοκρασίας (ΔT) επί το συντελεστή θερμοπερατότητας (U) δηλ. $Q=A\alpha\Delta T\alpha U$.

Οι καθοριζόμενες από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 τιμές θερμοκρασίας εσωτερικών χώρων είναι για τα καταστήματα και τα γραφεία 20 °C για τη χειμερινή περίοδο και 26 °C για την θερινή.

Η μέση μηνιαία θερμοκρασία της ατμόσφαιρας, που δίνεται στον Πίνακα 4.14, προέρχεται από τον ισότοπο της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας με περίοδο δεδομένων 42 έτη [47]. Για την μετατροπή των βαθμών Κελσίου σε βαθμούς Κέλβιν χρησιμοποιήθηκε ο τύπος $T_K = T_C + 273,15$. Οι ώρες λειτουργίας της θέρμανσης τους ψυχρούς και της ψύξης τους θερμούς μήνες, συμβατικά θεωρήθηκαν 12 επί 22 εργάσιμες μέρες το μήνα (συνολικά 252 ώρες/μήνα). Για τον υπολογισμό της μεταφοράς θερμότητας χρησιμοποιήθηκε ο τύπος $Q=A\alpha\Delta T\alpha U$. Οι υπολογισμοί των απωλειών παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 4.15.

Πίνακας 4.14: Μέση μηνιαία θερμοκρασία περιοχής		
Μήνας	Μέση θερμοκρασία	
	°C	K
Ιανουάριος	8,7	281,85
Φεβρουάριος	9,3	282,45
Μάρτιος	11,2	284,35
Απρίλης	15,3	288,45
Μάιος	20,7	293,85
Ιούνιος	25,6	298,75
Ιούλιος	28,0	301,15
Αύγουστος	27,4	300,55
Σεπτέμβριος	23,3	296,45
Οκτώβριος	18,1	291,25
Νοέμβριος	13,7	286,85
Δεκέμβριος	10,3	283,45

Πίνακας 4.15: Υπολογισμός απωλειών πριν την θερμομόνωση					
Δομικό στοιχείο	Επιφά-	Συντελεστής	Θερμοκρασία	Θερμότητα	Απώλειες

	νελα Α m ²	U W/m ² K	Εσωτ. Κ	Εξωτ. Κ	/ώρα Q=U*A*ΔT	kWh/μήνα
Ιανουάριος						
Εξωτερικός τοίχος 24cm	263	1,815	293,15	281,85	5.394	1.424
Υποστηρίγματα/Δοκοί	108	2,164	293,15	281,85	2.641	326
Οροφή	519	1,047	293,15	281,85	6.140	923
Φεβρουάριος						
Εξωτερικός τοίχος 24cm	263	1,815	293,15	282,45	5.108	1.348
Υποστηρίγματα/Δοκοί	108	2,164	293,15	282,45	2.501	660
Οροφή	519	1,047	293,15	282,45	5.814	1.535
Μάρτιος						
Εξωτερικός τοίχος 24cm	263	1,815	293,15	284,35	4.201	1.109
Υποστηρίγματα/Δοκοί	108	2,164	293,15	284,35	2.057	543
Οροφή	519	1,047	293,15	284,35	4.782	1.262
Απρίλιος						
Εξωτερικός τοίχος 24cm	263	1,815	293,15	288,45	2.244	592
Υποστηρίγματα/Δοκοί	108	2,164	293,15	288,45	1.098	290
Οροφή	519	1,047	293,15	288,45	2.554	674
Μάιος						
Εξωτερικός τοίχος 24cm	263	1,815	299,15	293,85	2.530	668
Υποστηρίγματα/Δοκοί	108	2,164	299,15	293,85	1.239	327
Οροφή	519	1,047	299,15	293,85	2.880	760
Ιούνιος						
Εξωτερικός τοίχος 24cm	263	1,815	299,15	298,75	191	50
Υποστηρίγματα/Δοκοί	108	2,164	299,15	298,75	93	25
Οροφή	519	1,047	299,15	298,75	217	57
Ιούλιος						
Εξωτερικός τοίχος 24cm	263	1,815	299,15	301,15	955	252
Υποστηρίγματα/Δοκοί	108	2,164	299,15	301,15	467	123
Οροφή	519	1,047	299,15	301,15	1.087	287
Αύγουστος						
Εξωτερικός τοίχος 24cm	263	1,815	299,15	300,55	668	176
Υποστηρίγματα/Δοκοί	108	2,164	299,15	300,55	327	86
Οροφή	519	1,047	299,15	300,55	761	201
Σεπτέμβριος						
Εξωτερικός τοίχος 24cm	263	1,815	299,15	296,45	1.289	340
Υποστηρίγματα/Δοκοί	108	2,164	299,15	296,45	631	167
Οροφή	519	1,047	299,15	296,45	1.467	387
Οκτώβριος						
Εξωτερικός τοίχος 24cm	263	1,815	293,15	291,25	907	239
Υποστηρίγματα/Δοκοί	108	2,164	293,15	291,25	444	117
Οροφή	519	1,047	293,15	291,25	1.032	273

Νοέμβριος						
Εξωτερικός τοίχος 24cm	263	1,815	293,15	286,85	3.007	794
Υποστηρίγματα/Δοκοί	108	2,164	293,15	286,85	1.472	389
Οροφή	519	1,047	293,15	286,85	3.423	904
Δεκέμβριος						
Εξωτερικός τοίχος 24cm	263	1,815	293,15	283,45	4.630	1222
Υποστηρίγματα/Δοκοί	108	2,164	293,15	283,45	2.267	598
Οροφή	519	1,047	293,15	283,45	5.271	1392
Σύνολο απωλειών εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων/δοκών kWh/έτος						12.239
Σύνολο απωλειών οροφής kWh/έτος						9.353
Γενικό σύνολο απωλειών kWh/έτος						21.593

Ομοίως μετά τη θερμομόνωση υπολογίζεται το σύνολο απωλειών ανά έτος για το σενάριο Α, Β και Γ. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών δίνονται στον Πίνακα 4.16.

Πίνακας 4.16: Ετήσιες απώλειες ενέργειας μετά τη θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων/δοκών			
Σενάριο	Συντελεστής θερμοπερατότητας U		Απώλειες kWh/έτος
	Εξωτερικοί τοίχοι 24cm W/m ² K	Υποστηρίγματα/Δοκοί W/m ² K	
A	0,539	0,559	2.780
B	0,424	0,434	1.956
Γ	0,376	0,383	1.748

Στον Πίνακα 4.17 δίδονται το κόστος θερμομόνωσης εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων/δοκών καθώς και η εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μετά τη θερμομόνωση και για τα τρία σενάρια.

Πίνακας 4.17: Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και χρημάτων από την θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων/δοκών					
Σενάριο	Απώλειες ηλεκτρικής ενέργειας kWh/έτος		Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας kWh/έτος	Εξοικονόμηση χρημάτων €/έτος	Κόστος εξωτερικής θερμομόνωσης €/m ²
	Χωρίς θερμομόνωση	Με θερμομόνωση			
A	12.239	3.479	8.760	1.583	40
B	12.239	2.726	9.513	1.719	45
Γ	12.239	2.414	9.825	1.775	50

Η βιωσιμότητα της επένδυσης και για τα τρία σενάρια φαίνεται στον Πίνακα 4.18.

Πίνακας 4.18 : Βιωσιμότητα επένδυσης για την τοποθέτηση θερμομόνωσης εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων/δοκών	
ΣΕΝΑΡΙΟ Α	
Αρχικό Κόστος Επένδυσης (K)	14.840 €
Ετήσια Εξοικονόμηση (Fi)	1.583 €
Διάρκεια ζωής επένδυσης (N)	25 έτη

Επιτόκιο Αναγωγής (d)	5 %
ΚΠΑ (Καθαρή Παρούσα Αξία)	7.470 €
ΕΠΑ (Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής)	13 έτη
ΣΕΝΑΡΙΟ Β	
Αρχικό Κόστος Επένδυσης (Κ)	16.695 €
Ετήσια Εξοικονόμηση (Fi)	1.719 €
Διάρκεια ζωής επένδυσης (N)	25 έτη
Επιτόκιο Αναγωγής (d)	5 %
ΚΠΑ (Καθαρή Παρούσα Αξία)	7.533 €
ΕΠΑ (Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής)	13,6 έτη
ΣΕΝΑΡΙΟ Γ	
Αρχικό Κόστος Επένδυσης (Κ)	18.550 €
Ετήσια Εξοικονόμηση (Fi)	1.775 €
Διάρκεια ζωής επένδυσης (N)	25 έτη
Επιτόκιο Αναγωγής (d)	5 %
ΚΠΑ (Καθαρή Παρούσα Αξία)	6.467 €
ΕΠΑ (Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής)	15,5 έτη

Και στις τρεις περιπτώσεις ΚΠΑ € > 0, ΕΠΑ <25 ετών

Η επένδυση κρίνεται βιώσιμη και για τα τρία σενάρια.

4.3.6.2 Θερμομόνωση οροφής

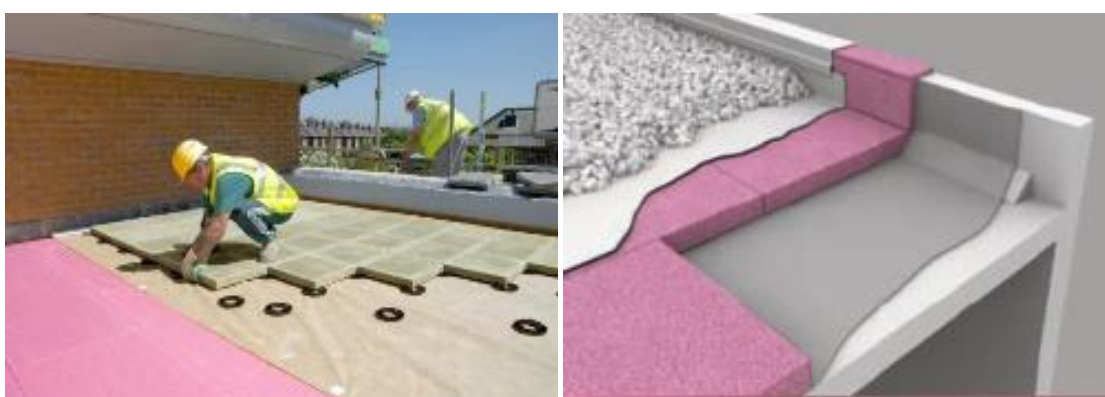
Εναλλακτικά με προηγούμενο μέτρο και εφόσον δεν τοποθετηθεί Φ/Β σύστημα για αυτοπαραγωγή και συμψηφισμό ενέργειας, προτείνεται η εξωτερική θερμομόνωση της οροφής (δώματος) του κτιρίου.

Τα δώματα είναι τα στοιχεία του εξωτερικού κελύφους, που δέχονται εντονότερα από όλα τα άλλα τις επιδράσεις του περιβάλλοντος που καταπονούν συνεχώς την επιφάνειά τους και είναι πρόξενοι των περισσότερων φθορών. Αποκολλήσεις, φουσκώματα στις στρώσεις, πρόωρη γήρανση των στεγανοποιητικών και θερμομονωτικών υλικών, θραύσεις και ρηγματώσεις, σχηματισμός εξανθημάτων και κηλίδων στην εσωτερική επιφάνεια είναι μερικές από τις φθορές που υφίστανται τα δώματα και που κατά κανόνα οφείλονται στην ελλιπή ή πλημμελή προστασία τους. Προϋπόθεση για την αποφυγή όλων αυτών των προβλημάτων είναι η συνεχής συντήρηση και προστασία του δώματος καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του κτιρίου.

Για την θερμομόνωση ενός υφιστάμενου δώματος εφαρμόζεται η μέθοδος της αντεστραμμένης θερμομόνωσης. Συνήθως σε παλαιά κτίρια το δώμα με κλίσεις ή χωρίς έχει μια τελική στρώση (μπετόν, μωσαϊκό, ταρατσόπλακες, κ.λ.π.). Αν οι κλίσεις ελεγχθούν και δεν είναι σωστές ή χρειάζεται βελτίωσή τους θα πρέπει να γίνουν εκ νέου με τη χρήση ελαφρομπετόν παρασκευασμένου με ειδικούς κόκκους διογκωμένης πολυστερίνης στην πυκνότητα των 300kg/m³ για την μικρότερη δυνατή επιβάρυνση της κατασκευής, αλλά και για πρόσθετη θερμομονώση. Στη συνέχεια εφαρμόζεται η στεγανοποιητική στρώση και άνωθεν αυτής η θερμομονωτική στρώση. Πάνω από τη θερμομονωτική στρώση στρώνεται

γεωύφασμα το οποίο φιλτράρει το νερό της βροχής από χώματα, σκόνες και σκουπίδια διατηρώντας ανοικτά τα περάσματα προς τις απολήξεις των υδρορροών, αλλά προστατεύοντας και τη θερμομονωτική στρώση από τον ήλιο. Αν το δώμα δεν χρησιμοποιείται συχνά τότε δεν απαιτείται βατότητα επί του γεωυφάσματος μπορούν να τοποθετηθούν κροκάλες (μη βατό δώμα). Αν όμως το δώμα χρησιμοποιείται συχνά απαιτείται η προσθήκη ταρατσοπλακών πάνω από τη θερμομονωτική στρώση κατά τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργείται ενδιάμεσα στρώση αερισμού. Ο αερισμός στο δώμα είναι απαραίτητος στη χώρα μας λόγω της έντονης και συχνής ηλιοφάνειας γιατί διευκολύνει τη λειτουργία του θερμομονωτικού και αποτρέπει την υπερθέρμανση.

Στο συγκεκριμένο δώμα προτείνεται η χρήση του πρεσσαριστού διογκωμένου πολυστυρενίου PERIPOR EPS 200, πάχους 50 mm, πολύ χαμηλής υδαταπορροφητικότητας, με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,033 \text{ w/m}^2 \text{ K}$ στους $10 \text{ }^\circ\text{C}$ (Εικόνα 4.10).



Βατό δώμα

Μη βατό δώμα

Εικόνα 4.10: Θερμομονωτικό υλικό PERIPOR EPS 200

Στον Πίνακα 4.19 φαίνονται οι στρώσεις των υλικών των εξωτερικών τοίχων όπως διαμορφώθηκαν με την επιπλέον εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης με πλάκες PERIPOR EPS 200 πάχους 50 mm.

Πίνακας 4.19: Υπολογισμός θερμικής αντίστασης οροφής με την επιπλέον εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης πάχους 50 mm			
Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Θερμική αντίσταση $R=d/\lambda$
	m	W/m K	$\text{m}^2 \text{ K/m}$
Επίχρισμα	0,020	0,872	0,023
Μπετόν	0,150	2,035	0,074
Πολυμεθυλομεθακρίλιο PMMA	0,003	0,18	0,017
Σκυρόδεμα ρύσεων	0,100	0,145	0,690
Σκληρό ελαστικό (εβονίτης)	0,004	0,17	0,024
Σκυρόδεμα B160	0,020	2,035	0,010
Μπετόν	0,040	2,035	0,020
Κόλλα με τσιμεντοειδή βάση	0,002	0,19	0,011
Πλάκα διογκωμένου πολυστυρενίου EPS 200	0,050	0,033	1,515
Γεωύφασμα	0,003	0,04	0,075

Πλάκες	0,008	1,84	0,004
Σύνολο	$\Sigma_i=0,4$		$R_L =2,461$

Οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης θερμομόνωσης σύμφωνα με τον Πίνακα 3.24 προκύπτουν:

$$R_i \text{ (εσωτερικά)} = 0,1 \text{ (m}^2 \text{ K)/ W}$$

$$R_a \text{ (εξωτερικά)} = 0,1 \text{ (m}^2 \text{ K)/ W}$$

Από τα παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται:

$$U = \frac{1}{R_i + R_a + R_L} = 0,376 \frac{W}{m^2 K}$$

Συνυπολογίζοντας τις θερμογέφυρες η τελική τιμή που λαμβάνει το U είναι 0,476 W/m² K.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για την οροφή είναι $U_{Rmax} = 0,45 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ πολύ κοντά στην υπολογισθείσα τιμή και επομένως το δομικό στοιχείο πληροί πλέον τις προδιαγραφές.

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m του κτιρίου για θερμομονωμένη οροφή ίσος με $1,56 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Η τιμή αυτή υπερβαίνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη ($U_{m,max}=0,985 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) και το κτίριο κρίνεται και πάλι θερμομονωτικά ανεπαρκές.

Ένας ενδιαφέρον συνδυασμός για τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτιρίου είναι το σενάριο B και η θερμομόνωση της οροφής. Στην περίπτωση αυτή ο U_m υπολογίζεται ίσος με $1,23 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Η τιμή αυτή υπερβαίνει λιγότερο από τις άλλες που υπολογίστηκαν τη μέγιστη επιτρεπόμενη ($U_{m,max}=0,985 \text{ W/m}^2 \text{ K}$).

Υπολογισμός απωλειών

Ο υπολογισμός των απωλειών της οροφής πριν τη θερμομόνωση περιλαμβάνεται στον Πίνακα 4.15.

Στον Πίνακα 4.20 δίδονται το κόστος θερμομόνωσης της οροφής καθώς και η εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μετά τη θερμομόνωση.

Πίνακας 4.20: Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και χρημάτων από την θερμομόνωση της οροφής				
Απώλειες ηλεκτρικής ενέργειας kWh/έτος		Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας kWh/έτος	Εξοικονόμηση χρημάτων €/έτος	Κόστος θερμομόνωσης οροφής €/m ²
Χωρίς θερμομόνωση	Με θερμομόνωση			
9.353	4.252	5.101	922	30

Η βιωσιμότητα της επένδυσης φαίνεται στον Πίνακα 4.21.

Πίνακας 4.21: Βιωσιμότητα επένδυσης για την τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης οροφής	
Αρχικό Κόστος Επένδυσης (K)	15.570 €
Ετήσια Εξοικονόμηση (Fi)	922 €

Διάρκεια ζωής επένδυσης (N)	25 έτη
Επιτόκιο Αναγωγής (d)	5 %
ΚΠΑ (Καθαρή Παρούσα Αξία)	-2.575 €
ΕΠΑ (Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής)	38 έτη

ΚΠΑ € <0, ΕΠΑ >25 ετών

Η επένδυση κρίνεται μη βιώσιμη.

Στη συνέχεια εξετάζεται η θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους (εξωτερικοί τοίχοι + υποστηρίγματα/δοκοί + οροφή) για το σενάριο Β. Στον Πίνακα 4.22 δίνεται η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και χρημάτων από την εξωτερική θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους

Πίνακας 4.22: Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και χρημάτων από την εξωτερική θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους					
Σενάριο	Απώλειες ηλεκτρικής ενέργειας kWh/έτος		Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας kWh/έτος	Εξοικονόμηση χρημάτων €/έτος	Κόστος εξωτερικής θερμομόνωσης €/m ²
	Χωρίς θερμομόνωση	Με θερμομόνωση			
B	21.593	6.978	14.975	2.706	75

Η βιωσιμότητα της επένδυσης για το σενάριο Β+οροφή φαίνεται στον Πίνακα 4.23.

Πίνακας 4.23: Βιωσιμότητα επένδυσης για την εξωτερική θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους	
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	
Αρχικό Κόστος Επένδυσης (K)	32.265 €
Ετήσια Εξοικονόμηση (Fi)	2.641 €
Διάρκεια ζωής επένδυσης (N)	25 έτη
Επιτόκιο Αναγωγής (d)	5 %
ΚΠΑ (Καθαρή Παρούσα Αξία)	4.957 €
ΕΠΑ (Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής)	19,3 έτη

ΚΠΑ € > 0, ΕΠΑ <25 ετών

Η επένδυση κρίνεται βιώσιμη.

4.3.7 Σύστημα θέρμανσης-ψύξης

Για το σύστημα θέρμανσης-ψύξης, μέσω αυτόνομων κλιματιστικών μηχανημάτων διαιρούμενου τύπου, στην περίπτωση της "BIOART" προτείνονται τα εξής μέτρα χαμηλού ή μηδενικού αρχικού κόστους:

- Τακτική ετήσια συντήρηση-καθαρισμός των κλιματιστικών μηχανημάτων (εσωτερική και εξωτερική μονάδα) που περιλαμβάνει:

- Καθαρισμό των στοιχείων με ειδικό αντιμικροβιακό υγρό,
- Καθαρισμό των αποχετεύσεων των συμπυκνωμάτων,
- Ανίχνευση διαρροής ψυκτικού ρευστού,
- Καθαρισμό της φτερωτής, του άξονα και των εδράνων του ανεμιστήρα,
- Καθαρισμός φίλτρων αέρα και περσίδων
- Αμπερομέτρηση ρεύματος λειτουργίας της μονάδας
- Συμπλήρωμα με ψυκτικό ρευστό, αν αυτό κριθεί απαραίτητο.

Με τη σωστή και έγκαιρη συντήρηση επιτυγχάνεται:

- Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας,
 - Υψηλότερη απόδοση της μονάδας,
 - Διάρκεια ζωής του εξοπλισμού,
 - Μείωση της στάθμης θορύβου,
 - Βέλτιστη ποιότητα του αέρα.
- Εκπαίδευση του προσωπικού στη χρήση και λειτουργία των κλιματιστικών μηχανημάτων. Συγκεκριμένα πρέπει να εφαρμόζονται τα παρακάτω :
 - Κατάλληλη ρύθμιση της κατεύθυνσης ροής του αέρα ώστε να μην προσπίπτει στα άτομα που βρίσκονται στο χώρο,
 - Επιλογή θερμοκρασίας ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής άνεσης. Η μονάδα δεν πρέπει να λειτουργεί σε υπερβολικές υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες. 20 °C το χειμώνα και 26 °C το καλοκαίρι είναι οι προβλεπόμενες θερμοκρασίες λειτουργίας για το είδος της επιχείρησης.
 - Κλείσιμο θυρών και παραθύρων όταν το μηχάνημα βρίσκεται σε λειτουργία ψύξης ή θέρμανσης διαφορετικά μπορεί να επηρεαστεί η απόδοση του,
 - Απομάκρυνση αντικείμενων κοντά στις εισόδους και εξόδους του αέρα,
 - Καθαρισμός του φίλτρου αέρα ανά διαστήματα (μικρότερα του έτους) με την εσωτερική μονάδα εκτός τάσης,
 - Λειτουργία της μονάδας πάντα με την οριζόντια περσίδα ανοικτή,
 - Απομάκρυνση της υγρασίας του φίλτρου και στέγνωμα σε σκιερό μέρος (απευθείας έκθεση στον ήλιο μπορεί να το παραμορφώσει),
 - Διατήρηση του χειριστηρίου σε άριστη κατάσταση,
 - Φύλαξη του εγχειριδίου χρήσης και συντήρησης σε γνωστή θέση.

Με τα κλιματιστικά γίνεται επίσης και ο εξαερισμός του χώρου ώστε να υπάρχει πάντα φρέσκος αέρας. Στο σούπερ μάρκετ, ωστόσο, σημαντική διείσδυση λαμβάνει χώρα μέσω των υψηλής κυκλοφορίας θυρών και αυτό μειώνει τις απαιτήσεις για φρέσκο αέρα. Αυτές οι θύρες συνήθως προστατεύονται με αεροκουρτίνες ή λειτουργούν αυτόματα ανιχνεύοντας κίνηση.

4.4 Σύνοψη Προτάσεων

Στο κεφάλαιο αυτό προτάθηκαν συνολικά 9 δράσεις που αφορούσαν στον φωτισμό, στην τοποθέτηση κτιριακού Φ/Β συστήματος για αυτοπαραγωγή και συμψηφισμό ηλεκτρικής ενέργειας, στο ΖΝΧ (ηλιακοί συλλέκτες), στην εγκατάσταση γυάλινων θυρών με επαναφορά στα ψυγεία, στη σκίαση, στην θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων και των υποστηριγμάτων (3 σενάρια), στην θερμομόνωση της οροφής, στην θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους και στη θέρμανση και ψύξη της επιχείρησης. Στον Πίνακα 4.24 που ακολουθεί οι δράσεις αυτές παρουσιάζονται συνοπτικά μαζί με τους υπολογισθέντες οικονομικούς δείκτες. Σημειώνεται ότι στο αρχικό κόστος των επενδύσεων δεν συμπεριλαμβάνεται ΦΠΑ λόγω συμψηφισμού του για τις επιχειρήσεις.

Πίνακας 4.24: Προτεινόμενες δράσεις ενεργειακής εξοικονόμησης					
Προτεινόμενη Δράση	Αρχικό Κόστος (€)	Ετήσιο Όφελος (€)	ΚΠΑ (€)	ΕΒΑ (%)	ΕΠΑ (έτη)
Φωτισμός (N=8 έτη)					
Αντικατάσταση λαμπτήρων με αντίστοιχους τεχνολογίας LED	2.686	2.803	15.430		1
Κτιριακό Φ/Β σύστημα (N=25)					
Εγκατάσταση Φ/Β συστήματος στο δώμα	40.000	4.394	21.929		12,5
Ηλιακοί συλλέκτες (N=10)					
Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών στο δώμα	2.000	694	3.359	31	3,2
Γυάλινες θύρες με επαναφορά στα ψυγεία (N=10)					
Εγκατάσταση γυάλινων θυρών με επαναφορά στα ψυγεία	2.850	5.625	40.585		0,5
Εξωτερικές περσίδες σκίασης (N=10)					
Εγκατάσταση εξωτερικού συστήματος σκίασης	2.856	411	318		8,8
Κτιριακό κέλυφος (N=25)					
<u>Σενάριο Α</u> Εξωτερική θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων/δοκών (50 mm)	14.840	1.583	7.470		13
<u>Σενάριο Β</u> Εξωτερική θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων/δοκών (80 mm)	16.695	1.719	7.533		13,6
<u>Σενάριο Γ</u> Εξωτερική θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων/δοκών (100 mm)	18.550	1.775	6.467		15,5
Θερμομόνωση οροφής	15.570	922	-2.575		38
Θερμομόνωση κελύφους (50 mm οροφή, 80 mm αδιαφανή δομικά	32.265	2.641	4.957		19,3

στοιχεία)					
Θέρμανση/Ψύξη					
Μέτρα χαμηλού ή μηδενικού κόστους					

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι σχεδόν όλες οι προτεινόμενες επενδύσεις είναι βιώσιμες. Οι πιο συμφέρουσες (με την μεγαλύτερη ΚΠΑ και το μικρότερο ΕΠΑ) είναι αυτές που αφορούν στην τοποθέτηση γυάλινων θυρών στα ψυγεία και στο φωτισμό αφού και οι δύο έχουν σχετικά μικρό αρχικό κόστος και ο χρόνος απόσβεσης είναι πολύ σύντομος, περίπου ένα έτος. Σημειώνεται ότι οι συγκεκριμένες επενδύσεις χαμηλού κόστους, είναι πολύ πιο συμφέρουσες από τις επενδύσεις ανακατασκευής του κτιριακού κελύφους. Επαληθεύεται επίσης ότι η εγκατάσταση γυάλινων θυρών στα ψυγεία επιφέρει τις μεγαλύτερες αποταμιεύσεις ενέργειας και χρήματος που έχουν επιτευχθεί ποτέ από ένα και μόνο μέτρο.

Η επένδυση σε Φ/Β σύστημα για αυτοπαραγωγή και συμψηφισμό ηλεκτρικής ενέργειας έχει υψηλή παρούσα αξία που συνοδεύεται από υψηλό αρχικό κόστος και αποπληρωμή που ολοκληρώνεται στο ήμισυ της συνολικής διάρκειας ζωής της.

Η θερμομόνωση της οροφής δεν αποτελεί βιώσιμη επένδυση. Επομένως δεν μπορεί να προταθεί ως εναλλακτική επένδυση του Φ/Β συστήματος.

Όσον αφορά στην εξωτερική θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων/δοκών, φαίνεται ότι η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης είναι μεγαλύτερη της ημιζωής της και για τα τρία σενάρια. Ως πλέον συμφέρον εμφανίζεται το σενάριο Β (πάχος μονωτικού υλικού 80 mm) λόγω μεγαλύτερης ΚΠΑ και χαμηλού ΕΠΑ. Στη συνέχεια εξετάζεται η μόνωση του κτιριακού κελύφους ως συνδυασμός της μόνωσης της οροφής και των εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων/δοκών (σενάριο Β, πάχος μονωτικού υλικού 80 mm). Η επένδυση, αν και βιώσιμη, παρουσιάζει υψηλό αρχικό κόστος, χαμηλή παρούσα αξία και μεγάλη περίοδο αποπληρωμής.

Η εγκατάσταση εξωτερικού συστήματος σκίασης με περιστρεφόμενες οριζόντιες περσίδες είναι συγκριτικά η πλέον μη συμφέρουσα βιώσιμη επένδυση με τη μικρότερη ΚΠΑ και το μεγαλύτερο χρόνο αποπληρωμής.

Κεφάλαιο 5. Ενεργειακή Επιθεώρηση με Χρήση του Λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ

5.1 Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο 2 της παρούσας διπλωματικής εργασίας έγινε υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου της "BIOART" σύμφωνα με όσα αναγράφονται στις αντίστοιχες τεχνικές οδηγίες του Τ.Ε.Ε. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. σειρά 20701 μέρη 1 ως και 4) και στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Ε.Εν.Α.Κ.) με τη βοήθεια ενός φύλλου εργασίας του Excel που κατασκευάστηκε στο πλαίσιο της εργασίας.

Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου με τη χρήση του ειδικού λογισμικού "TEE-KENAK" που αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Ε.Α.Α.) στο πλαίσιο προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (Τ.Ε.Ε.). Το πρόγραμμα αναβαθμίστηκε και βελτιώθηκε με βάση τα σχόλια επιστημόνων και χρηστών που διατυπώθηκαν κατά την περίοδο έκθεσής του σε δημόσια κρίση με αποτέλεσμα σήμερα να χρησιμοποιείται ευρέως για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης/ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων στην Ελλάδα.

Για τον υπολογισμό αυτών των στοιχείων το λογισμικό χρησιμοποιεί τη μεθοδολογία ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 και άλλων συναφών που βασίζεται στην ταυτόχρονη απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών και ποσοτικής σύγκρισης του κτιρίου με κτίριο αναφοράς. Αναλυτικότερα, κάθε κτίριο πρέπει να πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές και είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του να είναι μικρότερη ή ίση από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (ενεργειακή κατηγορία Β), είτε να πληροί τις προδιαγραφές του κτιρίου αναφοράς στο σύνολό τους [48].

Στο λογισμικό εισάγονται δεδομένα σχετικά με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.), καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης/ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, εκτυπώνονται σε αντίστοιχες αναφορές του λογισμικού [49].

Επισημαίνεται ότι το λογισμικό δεν υποστηρίζει τις τελικές μελέτες αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, θέρμανσης, ενεργειακής απόδοσης, κλιματισμού και λοιπών Η/Μ εγκαταστάσεων του κτιρίου οι οποίες υποβάλλονται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία για την έκδοση οικοδομικής άδειας για νέα κτίρια και οι οποίες προηγούνται και είναι απαραίτητες για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Το λογισμικό TEE-KENAK χρησιμοποιείται :

α) Κατά τη διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης, προκειμένου να υπολογιστεί η ενεργειακή απόδοση και ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων, με σκοπό την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης - ΠΕΑ.

β) Στο στάδιο σύνταξης και υποβολής της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης και μόνο για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου,

προκειμένου να υπάρχει κοινή μεθοδολογία και αντιστοιχία των αποτελεσμάτων της μελέτης με εκείνα της ενεργειακής επιθεώρησης μετά την ολοκλήρωση κατασκευής του κτιρίου.

γ) Κατά την επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού [50].

Το λογισμικό TEE-KENAK, αποτελείται από τα ακόλουθα πέντε ανεξάρτητα μεταξύ τους λογισμικά, τα οποία είναι δομημένα σε περιβάλλον windows με παρεμφερείς οθόνες εισαγωγής δεδομένων [50]:

- Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίου.
- Ενεργειακή Μελέτη.
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Λέβητα.
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Εγκατάστασης Θέρμανσης.
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Εγκατάστασης Κλιματισμού.

5.2 Τρόπος λειτουργίας λογισμικού TEE-KENAK

Το λογισμικό TEE-KENAK “Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων”, έκδοση 1.29.1.19, χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και κατάταξης κτιρίων σύμφωνα με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές :

- Του Νόμου 3661/2008 (ΦΕΚ 89/Α'/2010), όπως τροποποιήθηκε και ισχύει (με το άρθρο 10 του Νόμου 3851/2010 και με το άρθρο 28 του Νόμου 3889/2010),
- Του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), Φ.Ε.Κ. 407/Β'/2010) και
- Της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 “Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και την Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης”, που περιλαμβάνει κατηγοριοποίηση και αριθμητικές τιμές για τις παραμέτρους που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς (περιλαμβάνονται και οι Διευκρινίσεις – Προσθήκες).

Ο πυρήνας των υπολογισμών βασίζεται στο προϋπάρχον λογισμικό EPA-NR (έκδοση 1.7.6.19), το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Intelligent Energy - Europe, 17^η Γενική Διεύθυνση της Ε.Ε. (ΕΙΕ/04/125/S07.38651), ο οποίος έχει τροποποιηθεί κατάλληλα ώστε να είναι σύμφωνος με τις εθνικές απαιτήσεις, όπως αυτές προβλέπονται στον Κανονισμό Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων και στις σχετικές Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας [45].

Μετά την εισαγωγή των δεδομένων για το υπό επιθεώρηση κτίριο, το λογισμικό TEE-KENAK δημιουργεί αυτόματα το κτίριο αναφοράς με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και λειτουργία. Το κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις (εξωτερικά δομικά στοιχεία, Η/Μ εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, παραγωγής Ζ.Ν.Χ., φωτισμού), της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-1 [51]. Η ενεργειακή απόδοση και κατάταξη ενός επιθεωρούμενου κτιρίου, προκύπτει από το πηλίκο της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, ζεστό νερό χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) και φωτισμό αυτού προς την ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του

κτιρίου αναφοράς που είναι ενεργειακής κατηγορίας Β' [50]. Διάφορες παράμετροι του κτιρίου, που εισάγονται σε κάποιες οθόνες (ανελκυστήρες, ύδρευση, άρδευση, αποχέτευση, κ.ά.) του λογισμικού κατά την ενεργειακή επιθεώρηση είναι προς το παρόν καθαρά για στατιστικούς λόγους.

Για τη λειτουργία του λογισμικού TEE-KENAK “Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων”, απαιτείται αρχικά η δημιουργία ενός αρχείου “.xml”, κατά την εγγραφή του υπό επιθεώρηση κτιρίου στο μητρώο ενεργειακών επιθεωρήσεων στην ιστοσελίδα www.buildingcert.gr της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.) του Υ.Π.Ε.Κ.Α. Κατά την εγγραφή του κτιρίου εισάγονται από τον ενεργειακό επιθεωρητή όλα τα γενικά στοιχεία του κτιρίου καθώς και η χρήση του.

Στην Εικόνα 5.1 φαίνεται η αρχική οθόνη εισαγωγής δεδομένων για το κτίριο της “ΒΙΟΑΡΤ”. Στην οθόνη αυτή επιλέχτηκαν η κατηγορία και ο λόγος που διενεργείται η επιθεώρηση (Επιθεώρηση κτιρίου, Πώληση). Ο λόγος για τον οποίο διενεργείται η επιθεώρηση είναι εικονικός.

Εικόνα 5.1: Αρχική οθόνη καταχώρησης στοιχείων για δημιουργία αρχείου “.xml”

Στην εικόνα 5.2 φαίνεται η δεύτερη οθόνη εισαγωγής δεδομένων όπου καταγράφηκαν τα στοιχεία του κτιρίου, του ιδιοκτήτη, του υπεύθυνου της επιχείρησης για την επιθεώρηση και ο Α/Α Έργου από τη σελίδα του Τ.Ε.Ε. κατά τη διαδικασία έκδοσης εντολής πληρωμής. Με την οθόνη αυτή ολοκληρώνεται η εισαγωγή δεδομένων για το υπό επιθεώρηση κτίριο και εκδίδεται ο αριθμός πρωτοκόλλου της ενεργειακής επιθεώρησης (μετά την επιλογή “Καταχώρηση”).

Βασικά Στοιχεία Κτιρίου	
Όδός:	ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
Αριθμός ή χιλ. θέση:	408
Ταχ. κώδικας:	14122
Πόλη:	ΑΘΗΝΑ
Τμήμα Κτιρίου & Αρ. Ιδιοκτησίας:	<input checked="" type="radio"/> Ολόκληρο κτίριο <input type="radio"/> Τμήμα Κτιρίου
Χρήση Κτιρίου:	Καταστήματα
Ιδιωτικά Καθεύσις:	Ιδιωτικά
Έτος Κατασκευής:	1978
Στοιχεία Ιδιοκτήτη	
ΑΦΜ:	00000000
Επώνυμο: (για φυσικά πρόσωπα):	ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ
Όνομα: (για φυσικά πρόσωπα):	ΜΙΧΑΛΗΣ
Επωνυμία: (για νομικά πρόσωπα):	
<input type="radio"/> Φυσικό Πρόσωπο <input checked="" type="radio"/> Νομικό Πρόσωπο	
Στοιχεία Υπεύθυνου	
Ίδιος παρ:	Ενοικιαστής
Άλλη Ίδιος παρ:	
Επώνυμο:	ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ
Όνομα:	ΘΩΔΡΗΣ
Τηλέφωνο:	000000000
Φαξ:	
e-mail:	
<input type="button" value="Καταχώριση"/>	
Λίστα Επιθεωρήσεων Κτιρίων	
Κεντρική Σελίδα	Τελευταία νέα
Οδηγός Χρήσης	ΚΑΠΕ
ΥΠΕΚΑ	

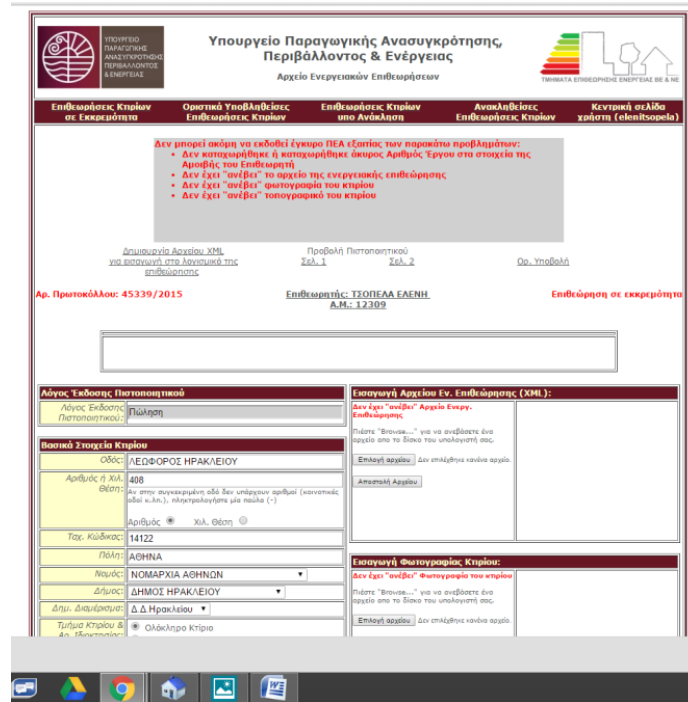
Εικόνα 5.2: Δεύτερη οθόνη καταχώρησης στοιχείων για δημιουργία αρχείου “.xml”

Στη συνέχεια εμφανίζεται η ακόλουθη οθόνη που περιλαμβάνει, εκτός από τα μέχρι τώρα εισαχθέντα στοιχεία, αναφορές στο Κτηματολόγιο και την οικοδομική άδεια φωτογραφία του κτιρίου καθώς και τοπογραφικό διάγραμμα (Εικόνα 5.3).

Λόγος Επιστολής (Παραπομπή) Λόγος Επιστολής (Παραπομπή): Πύληση		Βασικά Στοιχεία Κτηρίου Οδός: ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ Αριθμός φ. Α.Α. Οδού: 408 Κτ. στην φωτογραφία από τον υπάλληλο φαίνεται (αριθμός οδού κ.α.α.), πληρωθείτε με το κτίριο (-) Αριθμός * ΚΑ. Οδών: @ Ταχ. Κώδικας: 14122 Πόλη: ΑΘΗΝΑ Νομός: ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΑΘΗΝΩΝ Δήμος: ΔΗΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ Διαμ. Διαμερίσμα: Δ.Δ. Ηρακλείου Τύπος Κτιρίου @ Αρ. Διακρίτης: @ Οικόμνητο Κτίριο @ Τύπος Κτιρίου Κτησιόχ. Κτηρίου: Κατοικία Διακριτικό Κωδικός: 01000 Ήχος Κτηριακός: 1978 [Καταχώριση]	
Στοιχεία Υπεύθυνου Διάλογος: Ενωσιώτης Αλληλ. Αδελφότητα: Επωνύμιο: ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ Ονόματι: ΘΩΔΡΗΣ Τηλέφωνο: 0000000000 Fax: e-mail: [Καταχώριση]		Βασική Φωτογραφία Κτηρίου Δεν έχει "κλήρι" φωτογραφία του κτηρίου Πήδη: "Πήδη..." για να ανεβάσετε ένα αρχείο στο το δίσκο του υπολογιστή σας. [Πήδη] [Αποστολή Αρχείου]	
Αίτηση του κτηρίου στην Κτηματολόγιο Δ.Ε. Εμφ. δικαίου (α) κτήρι στην Κτηματολόγιο Δ.Ε.: ΚΑΤΚ Αρ. Πρωτ. Δήλου: 0000000000000000 Κωδικός Διακρίτης: 0000000000000000 [Καταχώριση]		Βασική Τοπογραφική Διαγράμματα / Σχεδιάγραμμα Δεν έχει "κλήρι" τοπογραφικό διαγράμμα / σχέδιο του κτηρίου Πήδη: "Πήδη..." για να ανεβάσετε ένα αρχείο στο το δίσκο του υπολογιστή σας. [Πήδη] [Αποστολή Αρχείου]	
Εγγραφο Νομιμοποίησης Αν το κτίριο έχει ανεγερθεί πριν τις 14/3/1983, δεν χρειάζεται να καταχωριστεί νομιμοποίησης όπως, αν όμως υπάρχουν νομιμοποίησης Αλληλότητας ή Νομιμοποίησης Ημισυμβασιμίας πρέπει να καταχωριστεί. Το κτίριο ανεγέρθηκε: @ Πριν τις 14/3/1983 @ Μετά τις 14/3/1983 [Καταχώριση] Δεν έχουν καταχωριστεί έγγραφα! [Προσθήκη / Διαγραφή Εγγράφου]			
Ιδιοκτήτες 00000000 ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΜΕΛΑΝΗΣ [Προσθήκη / Διαγραφή Ιδιοκτητών]			
Στοιχεία Αμοιβής Επιθεωρητή Καταχωριστεί το ποσό της αμοιβής όπως αυτή ορίζεται από Σύστημα Αμοιβών του ΥΠΕΚΑ Α/Δ Σχέδιο: 100.00 Συμπληρωμένο (αμοιβή σε ευρώ) [Προσθήκη] Το ποσό του ποσού δεν πρέπει να συμπεριλαμβάνει ΚΠΑ ή άλλες κρατήσεις. [Καταχώριση]			
Κεντρική Σελίδα		Τελευταία νέα	
Οδηγίες Χρήσης		ΚΑΠΕ	
ΥΠΕΚΑ			

Εικόνα 5.3: Οθόνη επισύναψης φωτογραφίας και τοπογραφικού σχεδίου αρχείου “.xml”

Έτσι με την επιλογή "Καταχώριση" ολοκληρώνεται η διαδικασία δημιουργίας του αρχείου “.xml” , το οποίο ο ενεργειακός επιθεωρητής επιλέγει να κατεβάσει από το σύστημα και να το επεξεργαστεί περαιτέρω (Εικόνα 5.4).



Εικόνα 5.4: Οθόνη ολοκλήρωσης δημιουργίας αρχείου “.xml”

Το συγκεκριμένο αρχείο “.xml” εισάγεται στο λογισμικό TEE-KENAK και εμφανίζονται τα γενικά στοιχεία του κτιρίου καθώς και η χρήση του, τα οποία δεν μπορούν να τροποποιηθούν μέσα από το λογισμικό παρά μόνο από την ιστοσελίδα της Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ. στο www.buildingcert.gr. Η απαίτηση εισαγωγής “.xml” αρχείου εγγραφής του κτιρίου, δεν υφίσταται στην περίπτωση χρήσης του λογισμικού TEE-KENAK ΜΕΛΕΤΗ, όπου ο μελετητής εισάγει και δύναται να τροποποιεί τα γενικά στοιχεία του κτιρίου μέσα στο λογισμικό [45].

5.3 Εισαγωγή στοιχείων στο λογισμικό TEE-KENAK

Για την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου της "BIOART" έγινε εισαγωγή στο λογισμικό TEE-KENAK όλων των σχετικών με το κτίριο και την επιχείρηση δεδομένων με την ακόλουθη σειρά:

ΕΠΙΛΟΓΗ " ΤΕΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ"

Με την επιλογή αυτή εμφανίζεται η οθόνη "ΤΕΕ Ενεργειακή Επιθεώρηση-Γενικά στοιχεία κτιρίου"

Κελί "Εισαγωγή Στοιχείων"

Κλικάροντας το κελί εμφανίζεται οθόνη για την επιλογή του αντίστοιχου αρχείου ".xml" το οποίο αποθηκεύτηκε κατά την εγγραφή του κτιρίου στο μητρώο ενεργειακών επιθεωρήσεων. Μετά την επιλογή του αντίστοιχου αρχείου ".xml" τα ακόλουθα κελιά συμπληρώνονται αυτόματα:

- Κελί "Χρήση κτιρίου"

Εισάγεται η χρήση του κτιρίου όπως ορίζεται στον Κ.Εν.Α.Κ. ή στον Πίνακα 1.5 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση τμήματος κτιρίου, η χρήση κτιρίου είναι αυτή για την οποία

εκδίδεται το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.). Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη οι τυπικές τιμές για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 [51].

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Καταστήματα, Φαρμακεία**

- Κελί "**Τμήμα Κτιρίου**"

Δείκτης που επιλέγεται σε περίπτωση που η ενεργειακή επιθεώρηση αφορά τμήμα κτιρίου δηλαδή μία ξεχωριστή ιδιοκτησία εντός του κτιρίου.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση επιλέχθηκε: **Μη Ενεργοποίηση**

- Κελί "**ΚΑΕΚ**"

Εισάγεται ο Κωδικός Αριθμός Εθνικού Κτηματολογίου, όπου υπάρχει.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: Το κελί παρέμεινε κενό γιατί η περιοχή είναι υπό κτηματογράφηση και δεν υπάρχει κωδικός.

- Κελί "**Όνομα Ιδιοκτήτη**"

Εισάγεται το ονοματεπώνυμο των σημερινών ιδιοκτητών (φυσικά πρόσωπα). Σε περίπτωση νομικών προσώπων, εισάγεται η πλήρης επωνυμία της επιχείρησης ή του οργανισμού.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Βλάχος Σπύρος**

- Κελί "**Ιδιοκτησιακό καθεστώς**"

Εισάγεται το ιδιοκτησιακό καθεστώς του συγκεκριμένου κτιρίου: Δημόσιο/Ιδιωτικό Δημοσίου ενδιαφέροντος / Δημόσιο Ιδιωτικού ενδιαφέροντος / Ιδιωτικό.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ιδιωτικό**

- Κελί "**Ταχυδρομική Διεύθυνση**"

Εισάγεται η πλήρης ταχυδρομική διεύθυνση (περιοχή, οδός, αριθμός, και ταχυδρομικός κώδικας της περιοχής) του κτιρίου.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Λεωφόρος Ηρακλείου 408, Ηράκλειο Αττικής, 14 122**

- Κελί "**Στοιχεία Επικοινωνίας Υπευθύνου**"

Εισάγεται η ιδιότητα του υπευθύνου του κτιρίου, με τον οποίο επικοινωνεί ο Ενεργειακός Επιθεωρητής για τη συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών και στοιχείων: Ιδιοκτήτης / Διαχειριστής / Ενοικιαστής / Τεχνικός υπεύθυνος/ Άλλο. Επίσης, εμφανίζονται τα στοιχεία του υπευθύνου, όπως ονοματεπώνυμο, τηλέφωνο/fax, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση : **Ιδιοκτήτης, Βλάχος Σπύρος, Τηλ: (+30) 210 2827xxx, Fax: (+30) 210 2827xxx, E-mail: info@bioart.gr**

Πίνακας "**Οικοδομική άδεια**"

Συμπληρώνονται στοιχεία της οικοδομικής άδειας του κτιρίου όπως πολεοδομικό γραφείο, έτος και αριθμός. Στην περίπτωση που τμήματα της ιδιοκτησίας έχουν κατασκευαστεί σε διαφορετικές χρονικές περιόδους συμπληρώνονται τα αντίστοιχα τα στοιχεία σε διαφορετικές γραμμές του πίνακα.

Κελί "Έτος ολοκλήρωσης κατασκευής"

Αναγράφεται το έτος ολοκλήρωσης κατασκευής του κτιρίου που αντιστοιχεί στις περιόδους έκδοσης της οικοδομικής άδειας.

Κελί "Τύπος"

Εισάγεται ο τύπος του συγκεκριμένου κτιρίου σε σχέση με την ημερομηνία έκδοσης της οικοδομικής άδειας: Παλιό (άδειες πριν από την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ), Ριζικά Ανακαινιζόμενο (με την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ), Νέο (με την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ) .

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: Επειδή η ολοκλήρωση του κτιρίου έγινε πριν το 1983 δεν απαιτείται η συμπλήρωση των παραπάνω στοιχείων [50].

Κελί "Κλιματολογικά Δεδομένα"

Επιλογή κλιματικού αρχείου για τους υπολογισμούς ανάλογα με την περιοχή που βρίσκεται το κτίριο σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3 [52].

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση επιλέχθηκε: **Αθήνα (Νέα Φιλαδέλφεια)**

Κελί "Υψόμετρο πάνω από 500m"

Δείκτης αν το κτίριο βρίσκεται σε περιοχή με υψόμετρο άνω των 500 μέτρων. Τα κλιματικά δεδομένα δεν αλλάζουν, αλλά για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη οι παραδοχές (π.χ. περίοδος θέρμανσης) της επόμενης ψυχρότερης κλιματικής ζώνης από εκείνη στην οποία βρίσκεται [52]. Στην περίπτωση αυτή το κτίριο αναφοράς λαμβάνει τις ελάχιστες προδιαγραφές, τεχνικά χαρακτηριστικά (π.χ. συντελεστές θερμοπερατότητας) και παραδοχές της κλιματικής ζώνης που εντάσσεται βάσει υψομέτρου.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση επιλέχθηκε: **Μη ενεργοποίηση**

Κελί "Ζώνη"

Εμφανίζεται η κλιματική ζώνη που βρίσκεται το κτίριο (Ζώνη Α, Ζώνη Β, Ζώνη Γ και Ζώνη Δ) ανάλογα με το κλιματικό αρχείο που έχει επιλέξει ο χρήστης. Η κλιματική ζώνη δεν αλλάζει με την επιλογή του υψομέτρου.

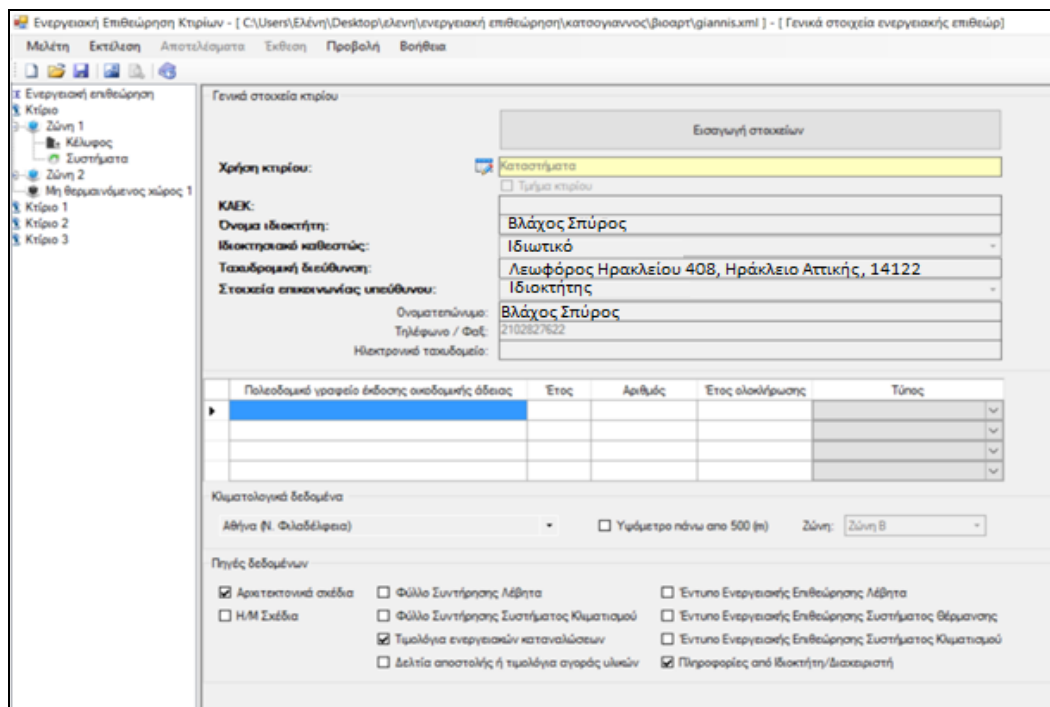
Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση επιλέχθηκε: **Ζώνη Β**

Πίνακας "Πηγές Δεδομένων"

Δείκτες σε κελιά για τον προσδιορισμό των πηγών δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση επιλέχθηκαν: **Αρχιτεκτονικά σχέδια, Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων, Πληροφορίες από ιδιοκτήτη/Διαχειριστή.**

Η οθόνη της επιλογής "ΤΕΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ" φαίνεται στην Εικόνα 5.5 που ακολουθεί.



Εικόνα 5.5: Οθόνη " ΤΕΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ"

ΕΠΙΛΟΓΗ "ΚΤΙΡΙΟ"

Εμφανίζεται εξ ορισμού η οθόνη με επιλογή κελιού "Γενικά".

Κελί "Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου"

Δείκτες σε κελιά για επιλογή των συστημάτων του κτιρίου. Κάθε επιλογή συνοδεύεται με την εμφάνιση αντίστοιχου κελιού επιλογής δίπλα στο κελί "Ανελκυστήρες"

Κελιά επιλογής "Γενικά", "Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση", "Ανελκυστήρες",

Μετά την επιλογή ενός από τα κελιά εμφανίζεται μια αντίστοιχη οθόνη.

ΟΘΟΝΗ "ΚΤΙΡΙΟ-ΓΕΝΙΚΑ"

Κελί "Περιγραφή"

Εμφανίζεται το κείμενο «Υπάρχον κτίριο». Το πεδίο είναι ανενεργό για το υπάρχον κτίριο και ενεργοποιείται για τα σενάρια.

Κελί "Χρήση κτιρίου"

Εισάγεται η χρήση του κτιρίου, σύμφωνα με τον Πίνακα 1.5 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση επιλέχτηκε: **Καταστήματα, Φαρμακεία**

Κελί "Συνολική επιφάνεια (m²)"

Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου (κύριοι, βοηθητικοί και κοινόχρηστοι χώροι) του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **739,0 m²**

Κελί "Θερμαινόμενη επιφάνεια (m²)"

Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **639,0 m²**

Κελί "Ψυχόμενη επιφάνεια (m²)"

Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου των ψυχομένων χώρων του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής. Στην περίπτωση κτιρίου οικιακού τομέα η ψυχόμενη επιφάνεια είναι ίση με το μισό της θερμαινόμενης, ενώ στην περίπτωση κτιρίου τριτογενούς τομέα η ψυχόμενη επιφάνεια είναι ίση με την θερμαινόμενη.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **639,0 m²**

Κελί "Συνολικός όγκος (m³)"

Εισάγεται ο συνολικός όγκος του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση : **3.721 m³**

Κελί "Θερμαινόμενος όγκος (m³)"

Εισάγεται ο συνολικός θερμαινόμενος όγκος του κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **3.394 m³**

Κελί "Ψυχόμενος όγκος (m³)"

Εισάγεται ο συνολικός ψυχόμενος όγκος του κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής. Στην περίπτωση κτιρίου οικιακού τομέα ο ψυχόμενος όγκος είναι ίσος με το μισό του θερμαινόμενου, ενώ στην περίπτωση κτιρίου τριτογενούς τομέα ο ψυχόμενος όγκος είναι ίσος με τον θερμαινόμενο.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **3.394 m³**

Κελί "Αριθμός ορόφων"

Εισάγεται ο συνολικός αριθμός επιπέδων του κτιρίου.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Δύο (2)**

Κελί "Ύψος τυπικού ορόφου (m)"

Εισάγεται το μέσο ύψος του τυπικού ορόφου βάσει αρχιτεκτονικών σχεδίων.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **2,80 m**

Κελί "Ύψος ισογείου (m)"

Εισάγεται το μέσο ύψος του ισογείου, σε περίπτωση που το ισόγειο έχει διαφορετικό ύψος, αλλά ανήκει στην ίδια ιδιοκτησία.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **3,10 m**

Κελί "Εκθεση κτιρίου"

Επιλογή από λίστα ενός εκ των Εκτεθειμένο, Ενδιάμεσο ή Προστατευμένο κτίριο.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ενδιάμεσο**

Κελί "Αριθμός Θερμικών Ζωνών"

Εισάγεται ο συνολικός αριθμός των θερμαινόμενων/κλιματιζόμενων ζωνών που θα χωριστεί το κτίριο με βάση το άρθρο 3 του ΚΕΝΑΚ.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Δύο (2)**

Κελί "Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων"

Εισάγεται ο συνολικός αριθμός των μη θερμαινόμενων χώρων.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ένας (1) (κλιμακοστάσιο)**

Κελί "Αριθμός ηλιακών χώρων"

Εισάγεται ο συνολικός αριθμός των ηλιακών χώρων του κτιρίου.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(0)**

Κελί "Θερμομόνωση κατακόρυφων δομικών στοιχείων"

Δείκτης που αν επιλεγεί καθορίζει την ύπαρξη θερμομόνωσης των κατακόρυφων δομικών στοιχείων του κτιρίου. Στην περίπτωση αυτή λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς οι θερμογέφυρες και το λογισμικό προσθέτει αυτόματα $0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ σε όλες τις αδιαφανείς επιφάνειες, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση επιλέχθηκε: **Μη Ενεργοποίηση και οι συντελεστές θερμοπερατότητας τέθηκαν ίσοι με αυτούς που υπολογίστηκαν στο Κεφάλαιο 2 (συμπεριλαμβάνεται η προσαύξηση 0,1 για όλα τα δομικά στοιχεία)**

Σημείωση: Τα δεδομένα αυτά εκτός από τον "Θερμαινόμενο όγκο", δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, αλλά χρησιμοποιούνται μόνο για στατιστικούς λόγους. Οι παράμετροι "Θερμαινόμενη επιφάνεια" και "Συνολική επιφάνεια" εμφανίζονται στο επάνω μέρος της πρώτης σελίδας του Π.Ε.Α. [49].

Κελί "Πηγή ενέργειας"

Επιλέγεται από λίστα η πηγή ενέργειας που καταναλώνεται.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση επιλέχθηκε: **Ηλεκτρική**

Κελί "Τελική χρήση"

Επιλογή με δείκτη της τελικής χρήσης της καταναλισκόμενης ενέργειας σε κελιά με τίτλο: Θέρμανση, Ψύξη, Αερισμός, ΖΝΧ, Φωτισμός, Συσκευές,
Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση επιλέχτηκαν: **Θέρμανση, Ψύξη, ΖΝΧ, Φωτισμός, Συσκευές**

Κελί " Κατανάλωση"

Εισάγεται η πραγματική ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια σύμφωνα με τα παραστατικά αγοράς/χρέωσης.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Δεν συμπληρώθηκε**

Κελί "Μονάδες"

Εμφανίζονται αυτόματα οι μονάδες μέτρησης ανάλογα με την πηγή ενέργειας που έχει επιλεγεί.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **kWh**

Κελί "Περίοδος"

Εισάγεται η περίοδος στην οποία καταναλώθηκε η αντίστοιχη ενέργεια.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Δεν συμπληρώθηκε**

Κελιά "Συνθήκες θερμικής άνεσης", "Συνθήκες ακουστικής άνεσης", "Συνθήκες οπτικής άνεσης", " Ποιότητα εσωτερικού αέρα"

Δείκτες που ενεργοποιούνται εφόσον ικανοποιούνται οι αντίστοιχες συνθήκες.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση δεν ενεργοποιήθηκαν.

Σημείωση: Τα δεδομένα για την κατανάλωση ενέργειας και την ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς και χρησιμοποιούνται μόνο για στατιστικούς λόγους [50].

Στην Εικόνα 5.6 που ακολουθεί εμφανίζεται η οθόνη της επιλογής "**ΚΤΙΡΙΟ-ΓΕΝΙΚΑ**" συμπληρωμένη για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση.

Επιλέξτε τα συστήματα του κτίριου: ΣΗΘ Φωτοβολταϊκά Ανιμιεγεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά Ύδρευση, αποχέτευση, άρδευση Ανελκυστήρες

Περιγραφή: Υπόγειο κτίριο

Χρήση κτίριου: ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ

Συνολική επιφάνεια (m²): 739 Συνολικός όγκος (m³): 3721

Θερμαινόμενη επιφάνεια (m²): 639 Θερμαινόμενος όγκος (m³): 3394

Ψυκδόμενη επιφάνεια (m²): 320.61 Ψυκδόμενος όγκος (m³): 1448

Αριθμός ορόφων: 2 Ύψος τυπικού ορόφου (m): 2.8 Ύψος ισογείου (m): 3.1

Έκθεση κτίριου: Ενδιάμεσο

Αριθμός θερμαινόμενων χώρων: 2

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 1 Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

Θερμομόνωση των κατακόρυφων δομηκών στοιχείων

Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ΣΗΘ	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
Ηλεκτρική	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	kWh	00/00/00 - 01/01/10
*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

Συνθήκες θερμικής άνεσης Συνθήκες ακουστικής άνεσης Συνθήκες οπτικής άνεσης Ποιότητα εσωτερικού αέρα

Εικόνα 5.6: Οθόνη "ΚΤΙΡΙΟ-ΓΕΝΙΚΑ"

ΟΘΟΝΗ "ΚΤΙΡΙΟ – ΥΔΡΕΥΣΗ, ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ, ΑΡΔΕΥΣΗ"

Κελί "Τύπος δικτύου"

Επιλέγεται από λίστα περισσότερες από μία φορές ο τύπος δικτύου μεταξύ των: Ύδρευση, Αποχέτευση, Άρδευση.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση επιλέχθηκαν: **Ύδρευση, Αποχέτευση**

Κελί "Αριθμός"

Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός των συστημάτων του συγκεκριμένου τύπου που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση καταγράφηκαν: **(1) και (1) αντίστοιχα**

Κελί "Ισχύς (kW)"

Καταγράφεται η συνολική ισχύς των κινητήρων που λειτουργούν για τα συγκεκριμένου τύπου συστήματα που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση καταγράφηκαν: **(0) και (0) αντίστοιχα**

Κελί "Χρόνος λειτουργίας (hr)"

Καταγράφεται ο μέσος ετήσιος χρόνος λειτουργίας των κινητήρων που εξυπηρετούν τα συγκεκριμένου τύπου συστήματα που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση καταγράφηκαν: **(0) και (0) αντίστοιχα**

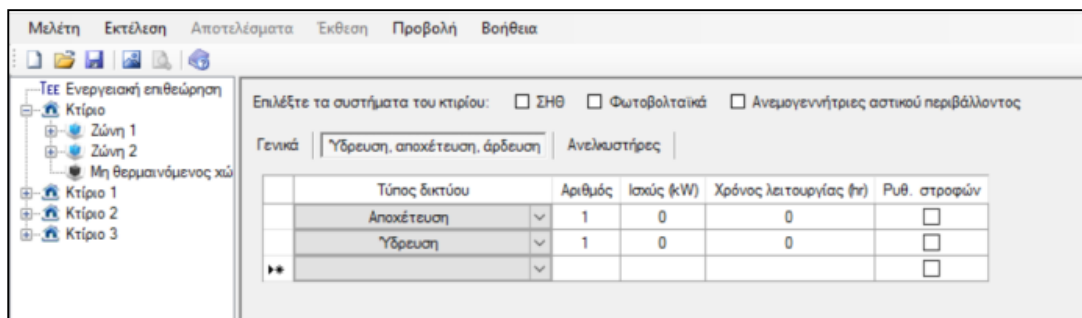
Κελί "Ρυθμιστής στροφών"

Δείκτης (σύμβολο ελέγχου) που αν επιλεχτεί δείχνει ότι ρυθμίζονται μέσω inverter οι στροφές των κινητήρων.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Δεν επιλέχτηκε ενεργοποίηση του δείκτη.**

Σημείωση: Η χρήση κινητήρων των εγκαταστάσεων ύδρευσης, αποχέτευσης και άρδευσης που εξυπηρετούν το κτίριο δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων. Τα στοιχεία συμπληρώθηκαν για λόγους πληρότητας της μελέτης.

Στην Εικόνα 5.7 φαίνεται η οθόνη της επιλογής "**ΚΤΙΡΙΟ–ΥΔΡΕΥΣΗ, ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ, ΑΡΔΕΥΣΗ**" συμπληρωμένη για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση.



Εικόνα 5.7: Οθόνη "**ΚΤΙΡΙΟ – ΥΔΡΕΥΣΗ, ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ, ΑΡΔΕΥΣΗ**"

ΟΘΟΝΗ "**ΚΤΙΡΙΟ – ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ**"

Κελί "**Τύπος**"

Καθορίζεται ο τύπος του συστήματος με επιλογή περισσότερες από μία φορές από λίστα ενός εκ των: Μηχανικός ανελκυστήρας, Υδραυλικός ανελκυστήρας, Κυλιόμενες Σκάλες, Κυλιόμενοι Διάδρομοι.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Υδραυλικός ανελκυστήρας**

Κελί "**Αριθμός**"

Καταγράφεται ο αριθμός των συστημάτων του συγκεκριμένου τύπου που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(1)**

Κελί "**Ισχύς (kW)**"

Καταγράφεται η συνολική ισχύς των κινητήρων που λειτουργούν για τα συγκεκριμένου τύπου συστήματα που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **2,5 kW**

Κελί "**Χρόνος λειτουργίας (hr)**"

Εισάγεται ο μέσος ετήσιος χρόνος λειτουργίας των κινητήρων που λειτουργούν για τα συγκεκριμένου τύπου συστήματα που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **150 h**

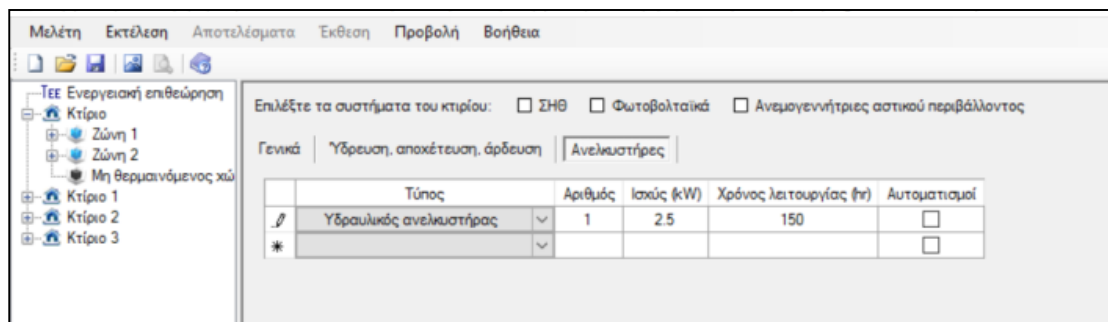
Κελί "**Αυτοματισμοί**"

Δείκτης (σύμβολο ελέγχου) που αν επιλεχτεί εισάγεται η χρήση αυτοματισμών διακοπτόμενης λειτουργίας.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Επιλέχτηκε**

Σημείωση: Η χρήση κινητήρων των εγκαταστάσεων οριζόντιας και κάθετης κυκλοφορίας που εξυπηρετούν το κτίριο δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων [50]. Τα στοιχεία συμπληρώθηκαν για λόγους πληρότητας της μελέτης.

Στην Εικόνα 5.8 φαίνεται η οθόνη της επιλογής "**ΚΤΙΡΙΟ–ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ**" συμπληρωμένη για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση.



Εικόνα 5.8: Οθόνη "ΚΤΙΡΙΟ–ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ"

Οι λοιπές οθόνες της επιλογής "Κτίριο", οθόνη "ΚΤΙΡΙΟ – ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ", οθόνη "ΚΤΙΡΙΟ – ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ" και οθόνη "ΚΤΙΡΙΟ – ΣΗΘ" δεν παρουσιάζονται γιατί το κτίριο που επιθεωρήθηκε δεν διαθέτει τέτοια συστήματα.

ΕΠΙΛΟΓΗ "ΖΩΝΗ ..."

Στο αριστερό μέρος της οθόνης με διπλό κλικ στην επιλογή "Κτίριο" εμφανίζονται από κάτω όλες οι θερμικές ζώνες που είχαν οριστεί στην οθόνη "Κτίριο-Γενικά". Με την επιλογή "Ζώνη...", εμφανίζεται η οθόνη "Ζώνη ...-Γενικά". Για κάθε θερμική ζώνη, ή συνολικά για το κτίριο αν πρόκειται για μονοζωνικό κτίριο, καθορίζονται αρχικά οι γενικές πληροφορίες που περιλαμβάνουν τα κελιά:

"Χρήση"

Εισάγεται από drop down menu η χρήση της συγκεκριμένης θερμικής ζώνης που συνδέεται με αντίστοιχες εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας (επιθυμητή θερμοκρασία, υγρασία, απαιτούμενο αερισμό, επίπεδα φωτισμού και εσωτερικά κέρδη, ωράριο λειτουργίας, κ.α.) [50]. Το λογισμικό με την επιλογή χρήσης, εισάγει αυτόματα για κάθε θερμική ζώνη συγκεκριμένες εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας, τόσο για το εξεταζόμενο κτίριο όσο και για το κτίριο αναφοράς [50].

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Εμπορικά κέντρα, αγορές, υπεραγορές (1^η ζώνη), Γραφεία (2^η ζώνη)**

"Συνολική επιφάνεια (m²)"

Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου της θερμικής ζώνης, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **519 m² (1^η ζώνη), 120 m² (2^η ζώνη)**

"Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα ($\text{kJ/m}^2 \text{K}$)"

Εισάγεται μέσω λίστας η μέση ειδική θερμοχωρητικότητα της κατασκευής με βάση τον Πίνακα 3.13 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 [51].

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: $260 \text{ kJ/m}^2 \text{K}$ (κοινή και για τις δύο ζώνες)

"Μέση κατανάλωση ΖΝΧ ($\text{m}^3/\text{έτος}$)"

Καταγράφεται η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης για την συγκεκριμένη ζώνη με βάση τον Πίνακα 2.5 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 [51].

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(30) $\text{m}^3/\text{έτος}$ (1^η ζώνη), (5) $\text{m}^3/\text{έτος}$ (2^η ζώνη)**

"Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου ΖΝΧ"

Δείκτης που ενεργοποιείται αν υπάρχουν διατάξεις αυτομάτου ελέγχου του κεντρικού συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ. Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτίριο δεν διαθέτει διατάξεις αυτομάτου ελέγχου σε τμήμα ή στο σύνολο του κεντρικού συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ., τότε δεν επιλέγεται ενεργοποίηση του δείκτη.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Δεν επιλέχθηκε ενεργοποίηση** (και για τις δύο ζώνες)

"Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών"

Καθορίζεται, η κατηγορία διατάξεων ελέγχου που αφορούν στα συστήματα Θέρμανσης/Ψύξης και Αερισμού της συγκεκριμένης ζώνης, σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 [51]. Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν τέτοιες διατάξεις η κατηγορία είναι «Δ». Δεδομένου πως η κατηγορία αυτοματισμών εφαρμόζεται ενιαία σε θέρμανση/ψύξη, σε περίπτωση διαφορετικών συστημάτων και αυτοματισμών, θα επιλέγεται η χειρότερη ενεργειακά κατηγορία αυτοματισμών που αντιστοιχεί στο σύστημα θέρμανσης ή ψύξης. Ειδικά για τις κατοικίες, ως κατηγορία αυτοματισμών λαμβάνεται αυτή του συστήματος θέρμανσης.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Δ** (και για τις δύο ζώνες)

"Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m^3/h)"

Καταγράφεται η υπολογιζόμενη συνολική διείσδυση του εξωτερικού αέρα από τις χαραμάδες κουφωμάτων, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.26 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Συνυπολογίζεται η διείσδυση αέρα από την εξώπορτα.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **1269 m^3/h (1^η ζώνη), 181 m^3/h (2^η ζώνη)**

"Αριθμός καμινάδων"

Καταγράφεται ο αριθμός των καμινάδων εστιών καύσης στην συγκεκριμένη ζώνη.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(0) (1^η ζώνη), (0) (2^η ζώνη)**

"Αριθμός θυρίδων εξαερισμού"

Καταγράφεται ο αριθμός των θυρίδων εξαερισμού στην συγκεκριμένη ζώνη.

Η διείσδυση αέρα επιβαρύνει επιπλέον τα φορτία λόγω αερισμού του κτιρίου, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Η διείσδυση αέρα από τις καμινάδες και θυρίδες εξαερισμού για

συσκευές φυσικού αερίου, εάν υπάρχουν, επηρεάζουν την διείσδυση αέρα στους εσωτερικούς χώρους, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.22 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

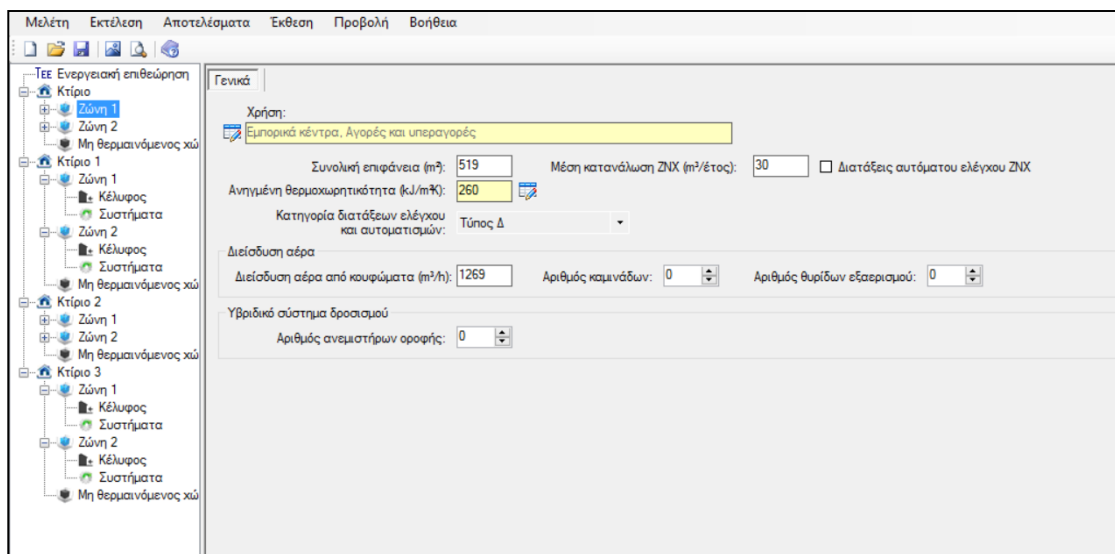
Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(0) (1^η ζώνη), (0) (2^η ζώνη)**

"Αριθμός ανεμιστήρων οροφής"

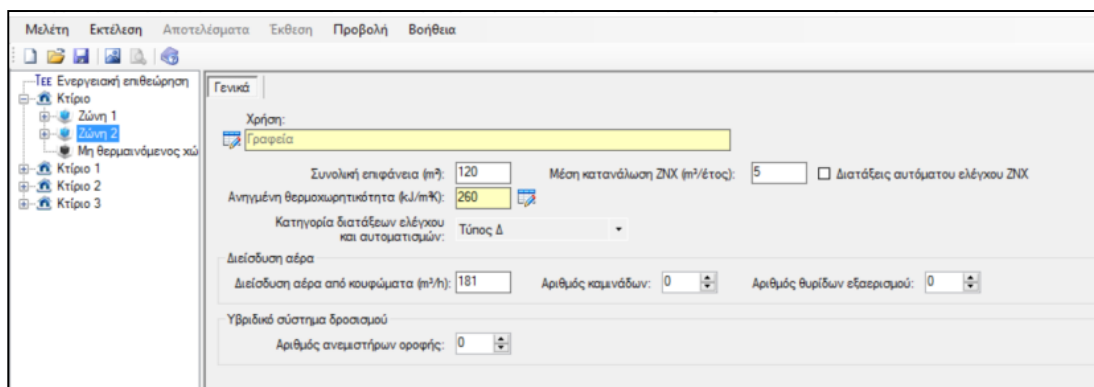
Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός ανεμιστήρων οροφής που λειτουργούν στην συγκεκριμένη ζώνη.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(0) (1^η ζώνη), (0) (2^η ζώνη)**

Στις Εικόνες 5.9 και 5.10 φαίνεται η οθόνη της επιλογής "**ΚΤΙΡΙΟ-ΖΩΝΗ 1**" και "**ΚΤΙΡΙΟ-ΖΩΝΗ 2**" συμπληρωμένη για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση.



Εικόνα 5.9: Οθόνη "ΚΤΙΡΙΟ-ΖΩΝΗ 1"



Εικόνα 5.10: Οθόνη "ΚΤΙΡΙΟ-ΖΩΝΗ 2"

ΕΠΙΛΟΓΗ "ΚΕΛΥΦΟΣ"

Με διπλό κλικ σε συγκεκριμένη ζώνη εμφανίζονται οι υποεπιλογές "Κέλυφος" και "Συστήματα". Με επιλογή "Κέλυφος" εμφανίζεται εξ ορισμού η οθόνη "ΚΕΛΥΦΟΣ – ΑΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ"

ΟΘΟΝΗ "ΚΕΛΥΦΟΣ – ΑΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΣ"

Περιλαμβάνει δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες του κελύφους της συγκεκριμένης ζώνης που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Στην περίπτωση επιθεώρησης ολόκληρου κτιρίου, οι αδιαφανείς επιφάνειες σε επαφή με όμορα κτίσματα τα οποία είναι μη θερμαινόμενα λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς και ορίζονται σαν αδιαφανείς επιφάνειες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Αλλιώς ορίζονται σαν "ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ" και δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης, αλλά μόνο στον έλεγχο του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m [53].

Κελί "Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών"

Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός των εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών που διαθέτει το κτίριο. Σαν εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες ορίζονται οι επιφάνειες μεταξύ θερμικών ζωνών και μη θερμαινόμενων χώρων ή/και ηλιακών χώρων. Το πεδίο είναι ενεργό μόνο σε περίπτωση που έχει καταγραφεί "Μη θερμαινόμενος χώρος" ή/και "Ηλιακός χώρος" στην οθόνη "Κτίριο - Γενικά", αλλιώς είναι ανενεργό.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(0) (1^η ζώνη), (0) (2^η ζώνη)**

Κελί "Παθητικά ηλιακά"

Δείκτης που ενεργοποιείται όταν υπάρχουν παθητικά ηλιακά συστήματα.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση επιλέχτηκε: **Μη ενεργοποίηση**

Πίνακας με τα ακόλουθα κελιά:

"Τύπος "

Καθορίζεται με λίστα επιλογής περισσότερες από μία φορά ο τύπος του δομικού στοιχείου. (Τοίχος, Οροφή, Πυλωτή, Πόρτα, Μεσοτοιχία). Ο τύπος «Τοίχος» περιλαμβάνει τόσο τον φέροντα οργανισμό, όσο και την τοιχοποιία.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες**

"Περιγραφή "

Πληκτρολογείται μια σύντομη περιγραφή του δομικού στοιχείου.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες**

" γ (deg), Προσανατολισμός"

Καταγράφεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Συμβατικά για επιφάνεια με προσανατολισμό προς Βορά η τιμή είναι 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270°. Επιτρέπονται και όλες οι ενδιάμεσες τιμές, ανά 1°.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες**

"β (deg), κλίση"

Καταγράφεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ) περιοχής. Ένας κατακόρυφος τοίχος έχει κλίση 90°, μια επίπεδη οροφή 0°, ενώ μια πυλωτή 180° [53].

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες**

"Εμβαδόν (m²)"

Καταγράφεται το συνολικό καθαρό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας (δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες**

"U (W/m²K)"

Εισάγεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Για τα νέα κτίρια μετά την ισχύ του ΚΕΝΑΚ, ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας λαμβάνεται από τον Πίνακα 3.3α της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για κτίρια που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία χρησιμοποιούνται οι Πίνακες 3.4α και 3.4β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Εισήχθησαν οι συντελεστές θερμοπερατότητας που υπολογίστηκαν στο Κεφάλαιο 2 και για τις δύο ζώνες με την προσαύξηση 0,1 σε κάθε δομικό στοιχείο για τις θερμογέφυρες. Όταν η επιφάνεια συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαιρείται δια 2.**

"α"

Εισάγεται ο συντελεστής απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Με δεξί κλικ πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο, εμφανίζεται drop down menu με τιμές σύμφωνα με το Πίνακα 3.14 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες**

"ε"

Καθορίζεται ο συντελεστής εκπομπής για την θερμική ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Με δεξί κλικ πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο, εμφανίζεται drop down menu με τιμές σύμφωνα με το Πίνακα 3.15 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την απορροφητικότητα ή/και την εκπμπτικότητα δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή [52].

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες**

"F_{hor_h}" (Συντελεστής σκίασης – Ορίζοντα- χειμώνας)

Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα κατά την χειμερινή περίοδο, λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (π.χ. λόφοι) ή τεχνητών (π.χ. ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.18 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη

μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). Απαραίτητο στοιχείο ο υπολογισμός της γωνίας θέασης εμποδίου.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες**

"F_hor_c" (Συντελεστής σκίασης – Ορίζοντας - καλοκαίρι)

Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα κατά την θερινή περίοδο, λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (π.χ. λόφοι) ή τεχνητών (π.χ. ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.18 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). Απαραίτητο στοιχείο ο υπολογισμός της γωνίας θέασης εμποδίου. Σε περίπτωση αρκετής δεντροφύτευσης γύρω από το κτίριο, τότε συνυπολογίζεται η σκίαση από τα δέντρα στον συντελεστή σκίασης από τον περιβάλλοντα χώρο, με τον ίδιο τρόπο όπως τα γειτονικά κτίρια.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες**

"F_ov_h" (Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες - χειμώνας)

Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια, κ.α.) κατά την χειμερινή περίοδο, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.19 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει προεξοχή ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). Απαραίτητο στοιχείο ο υπολογισμός της γωνίας προβόλου.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες**

"F_ov_c" (Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες- καλοκαίρι)

Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια, πέργκολες, κ.α.) κατά την θερινή περίοδο, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.19 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει προεξοχή ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). Απαραίτητο στοιχείο ο υπολογισμός της γωνίας προβόλου.

Σε περίπτωση εξωτερικών περσίδων, ο συντελεστής σκίασης κατά την θερινή και χειμερινή περίοδο, προσδιορίζεται σύμφωνα με τον Πίνακα 3.21 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Απαραίτητο στοιχείο ο υπολογισμός της γωνίας δ που σχηματίζουν οι περσίδες μεταξύ τους.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες**

"F_fin_h" (Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές- χειμώνας)

Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα από την αριστερή ή την δεξιά πλευρά (πτερύγια, πλευρικές εσοχές, ή εσοχές ανοιγμάτων κ.α.) κατά την χειμερινή περίοδο, σύμφωνα με τους Πίνακες 3.20.α και 3.20.β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει προεξοχή ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). Απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας γ πλευρικής προεξοχής.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες**

"F_fin_c" (Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές- καλοκαίρι)

Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα από την αριστερή ή την δεξιά πλευρά (πτερύγια, πλευρικές εσοχές, ή εσοχές ανοιγμάτων κ.α.) κατά την θερινή περίοδο, σύμφωνα με τους Πίνακες 3.20.α και 3.20.β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει προεξοχή ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). Απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας γ πλευρικής προεξοχής.

Για κατακόρυφα δομικά αδιαφανή στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, ο συνολικός συντελεστής σκίασης θεωρείται ίσος με 0,9, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες**

Στις Εικόνες 5.11 και 5.12 φαίνεται η οθόνη της επιλογής **"ΚΕΛΥΦΟΣ-ΑΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΣ"** για τις ζώνες 1 και 2 αντίστοιχα συμπληρωμένη για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση.

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Τοίχος	T1 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	220	90	18.9	1.815	0.8	0.80	0.62	0.89	1	1	0.99	0.94
2	Τοίχος	T2 ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ	310	90	5.86	1.07	0.40	0.80	0	0	0	0	0	0
3	Τοίχος	T3 ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ	220	90	13.87	1.07	0.4	0.80	0	0	0	0	0	0
4	Τοίχος	T4 ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ	130	90	5.86	1.07	0.4	0.80	0	0	0	0	0	0
5	Τοίχος	T5 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	220	90	36.54	1.815	0.8	0.80	0.84	0.92	1	1	0.90	0.98
6	Τοίχος	T6 ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	130	90	23.57	1.815	0.80	0.80	0.95	0.97	0.88	0.82	0.99	0.97
7	Τοίχος	T7 ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	40	90	94	1.815	0.80	0.80	0.81	0.67	0.93	0.93	1	1
8	Τοίχος	ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	310	90	1.39	1.815	0.80	0.80	0.85	0.81	0.76	0.76	1	1
9	Οροφή	ΟΡΟΦΗ	0	0	399	1.047	0.65	0.80	0.85	0.9	1	1	0.9	0.92
10	Πυλωτή	δαπεδο προς μβχ	0	180	519	0.75	0.60	0.80	0	0	0	0	0	0
11	Τοίχος	καλωνα ΝΔ	220	90	20	2.16	0.60	0.80	0.62	0.89	1	1	0.99	0.94
12	Τοίχος	καλωνα ΒΑ	40	90	25	2.16	0.60	0.80	0.81	0.67	0.93	0.93	1	1
13	Τοίχος	καλωνα ΝΑ	130	90	17	2.16	0.60	0.80	0.95	0.97	0.88	0.82	0.99	0.97
14	Τοίχος	καλωνα ΒΔ	310	90	12	2.16	0.60	0.80	0.855	0.81	0.76	0.76	1	1
* 15														

Εικόνα 5.11: Οθόνη "ΚΕΛΥΦΟΣ-ΑΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ" για τη Ζώνη 1

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Τοίχος	T9 ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	310	90	19.54	1.815	0.8	0.80	0	0	1	1	1	1
2	Τοίχος	T10 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	220	90	29.62	1.815	0.8	0.80	0.84	0.92	0.88	0.82	0.99	0.94
3	Τοίχος	T11 ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ	310	90	5.98	1.07	0.40	0.80	0	0	0	0	0	0
4	Τοίχος	T12 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	220	90	16.25	1.07	0.40	0.80	0	0	0	0	0	0
5	Τοίχος	T13 ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	40	90	10.14	1.815	0.80	0.80	0.89	0.84	0.86	0.87	1	1
6	Οροφή	ΟΡΟΦΗ	0	0	123.63	1.047	0.65	0.80	0.85	0.90	1	1	0.9	0.92
* 7														

Εικόνα 5.12: Οθόνη "ΚΕΛΥΦΟΣ-ΑΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ" για τη Ζώνη 2

ΕΠΙΛΟΓΗ "ΚΕΛΥΦΟΣ – ΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ"

ΟΘΟΝΗ "ΚΕΛΥΦΟΣ – ΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ "

Όλα τα δομικά διαφανή στοιχεία του τμήματος κτιρίου που εφάπτονται με μη θερμαινόμενους χώρους (ανοίγματα, γυάλινες προσόψεις κ.ά.), περιγράφονται ως εφαπτόμενα με τον εξωτερικό αέρα αλλά με συντελεστή θερμοπερατότητας μειωμένο κατά το ήμισυ του υπολογιζόμενου και με πλήρη σκίαση χειμώνα /καλοκαίρι. Διαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται «Άμεσου Ηλιακού Κέρδους» σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 καταγράφονται μόνο στα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα [53]. Διαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται «Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους» δεν λαμβάνονται, προς το παρόν, υπόψη στους υπολογισμούς.

Η επιλογή περιλαμβάνει τα ακόλουθα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες του κελύφους της συγκεκριμένης ζώνης που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα:

Πίνακα με κελιά:

"Τύπος "

Καθορίζεται με λίστα επιλογής περισσότερες από μία φορά ο τύπος του δομικού στοιχείου. (Ανοιγόμενο κούφωμα, Μη ανοιγόμενο κούφωμα, Ανοιγόμενη πρόσοψη, Μη ανοιγόμενη πρόσοψη).

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανοιγόμενο κούφωμα (1^η ζώνη), Ανοιγόμενο κούφωμα (2^η ζώνη).**

"Περιγραφή "

Πληκτρολογείται μια σύντομη περιγραφή.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με την αρίθμηση και τον προσανατολισμό βάσει των σχεδίων και για τις δύο ζώνες.**

" γ (deg), Προσανατολισμός"

Καταγράφεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Συμβατικά για επιφάνεια με προσανατολισμό προς Βορά η τιμή είναι 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270°. Επιτρέπονται και όλες οι ενδιάμεσες τιμές, ανά 1°.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες.**

" β (deg), Κλίση"

Καταγράφεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ) περιοχής. Ένα κατακόρυφο άνοιγμα έχει κλίση 90° και ένας φεγγίτης σε μια επίπεδη οροφή 0°[53].

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **90°(1^η ζώνη), 90° (2^η ζώνη)**

"Εμβαδόν (m²)"

Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν της διαφανούς επιφάνειας (περιλαμβάνεται το πλαίσιο).

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανάλογα με το αντίστοιχο διαφανές δομικό στοιχείο και για τις δύο ζώνες.**

"Τύπος ανοίγματος"

Καθορίζεται ο τύπος του ανοίγματος, ανάλογα με τον τύπο πλαισίου (λίστα επιλογής), το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος (λίστα επιλογής), και το υλικό του υαλοπίνακα (λίστα επιλογής).

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θ.δ. 20%, δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm (1^η ζώνη), Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θ.δ. 20%, δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm (2^η ζώνη).**

"U (W/m²K)"

Εμφανίζεται ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος ανάλογα με τον «τύπο ανοίγματος» σύμφωνα με τον Πίνακα 3.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση αναλυτικού υπολογισμού ή πιστοποιητικού από αναγνωρισμένο φορέα εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **3,8 W/m²K (1^η ζώνη), 3,8 W/m²K (2^η ζώνη)**

"g-w"

Εμφανίζεται ο συντελεστής συνολικής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία της διαφανούς επιφάνειας, ανάλογα με τον «τύπο ανοίγματος» σύμφωνα με τον Πίνακα 3.17 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **0,54 (1^η ζώνη), 0,54 (2^η ζώνη),**

Επίσης συμπληρώνονται οι δείκτες σκιασμού F_{hor_h} , F_{hor_c} , F_{on_h} , F_{on_c} , F_{fin_h} , F_{fin_c} κατά παρόμοιο τρόπο με αυτόν που περιγράφηκε παραπάνω για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία.

Στις Εικόνες 5.13 και 5.14 φαίνεται η οθόνη της επιλογής "**ΚΕΛΥΦΟΣ-ΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ**" για τις ζώνες 1 και 2 αντίστοιχα συμπληρωμένη για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση. Στην Ζώνη 1 οι διαφανείς επιφάνειες είναι 45 και στην Εικόνα 5.13 δίνεται ένα αντιπροσωπευτικό απόσπασμα αυτών.

Μελέτη Εκτέλεση **Αποτελέσματα** Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m ² K)	g _w (-)	F _{hor_h} (-)	F _{hor_c} (-)	F _{ov_h} (-)	F _{ov_c} (-)	F _{fin_h} (-)	F _{fin_c} (-)
1	Ανοιγόμενο καύφωμα	A3 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ	220	90	1.54	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.62	0.89	0.77	0.67	0.99	0.94
2	Ανοιγόμενο καύφωμα	A4 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ	220	90	6.02	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.62	0.89	0.77	0.67	0.97	0.86
3	Ανοιγόμενο καύφωμα	A5 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ	220	90	6.02	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.95	0.97	0.77	0.67	0.87	0.97
4	Ανοιγόμενο καύφωμα	A6 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ	220	90	1.54	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.95	0.97	0.77	0.67	0.90	0.98
5	Ανοιγόμενο καύφωμα	A7 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ	220	90	6.02	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.62	0.89	0.77	0.67	0.87	0.97
6	Ανοιγόμενο καύφωμα	A8 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ	220	90	2.64	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.62	0.89	1	1	0.90	0.98
7	Ανοιγόμενο καύφωμα	A9 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ	220	90	11.44	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.62	0.89	1	1	0.93	0.99
8	Ανοιγόμενο καύφωμα	A10 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ	220	90	3.08	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.95	0.97	1	1	1	1
9	Ανοιγόμενο καύφωμα	A11 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ	220	90	6	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.47	0.82	0.77	0.67	1	1
10	Ανοιγόμενο καύφωμα	A14 ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟ	310	90	12.8	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.85	0.81	0.90	0.90	1	1
11	Ανοιγόμενο καύφωμα	A15 ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟ	310	90	12.8	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.85	0.81	0.90	0.90	0.95	0.96
12	Ανοιγόμενο καύφωμα	A16 ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟ	310	90	4.2	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.85	0.81	1	1	0.81	0.66
13	Ανοιγόμενο καύφωμα	A17 ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟ	130	90	2.4	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.95	0.97	0.77	0.67	0.90	0.98
14	Ανοιγόμενο καύφωμα	A37 ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟ	130	90	2.4	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.95	0.97	0.77	0.67	0.90	0.98
15	Ανοιγόμενο καύφωμα	A38 ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟ	130	90	2.4	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.95	0.97	0.77	0.67	0.90	0.98

Εικόνα 5.13: Οθόνη "ΚΕΛΥΦΟΣ-ΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ" για τη Ζώνη 1 (απόσπασμα)

Μελέτη Εκτέλεση **Αποτελέσματα** Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m ² K)	g _w (-)	F _{hor_h} (-)	F _{hor_c} (-)	F _{ov_h} (-)	F _{ov_c} (-)	F _{fin_h} (-)	F _{fin_c} (-)
▶ 1	Ανοιγόμενο καύφωμα	A1 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ	220	90	1.54	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.95	0.97	0.77	0.67	0.99	0.94
2	Ανοιγόμενο καύφωμα	A2 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ	220	90	6.02	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0.95	0.97	0.77	0.67	0.97	0.86
3	Ανοιγόμενο καύφωμα	A12 ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟ	310	90	9.60	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0	0	1	1	1	1
4	Ανοιγόμενο καύφωμα	A13 ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟ	310	90	9.60	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	3.8	0.54	0	0	1	1	1	1
* 5														

Εικόνα 5.14: Οθόνη "ΚΕΛΥΦΟΣ-ΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ" για τη Ζώνη 2

ΕΠΙΛΟΓΗ "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ"

Εμφανίζεται εξ ορισμού η οθόνη με επιλογή κελιού "Θέρμανση".

Αν το εξεταζόμενο κτίριο/τμήμα κτιρίου δεν έχει σύστημα θέρμανσης, ορίζεται ένα θεωρητικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου βαθμού απόδοσης 0.935, με δίκτυο διανομής θερμού μέσου βαθμού απόδοσης 0.95, τερματικά βαθμού απόδοσης 0.93 και βοηθητικές μονάδες ειδικής ισχύος 0.1 W/m² για κατοικίες και 5 W/m² για κτίρια τριτογενή τομέα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Αν το εξεταζόμενο κτίριο/τμήμα κτιρίου διαθέτει συστήματα θέρμανσης, τα οποία δεν το καλύπτουν πλήρως, τότε θεωρείται ότι το υπόλοιπο τμήμα θερμαίνεται με το θεωρητικό σύστημα θέρμανσης [45]. Το κτίριο αναφοράς θερμαίνεται με το ίδιο σύστημα.

Κελί "Επιλέξτε τα συστήματα που υπάρχουν στη ζώνη"

Δείκτες σε κελιά για επιλογή των συστημάτων της ζώνης. Κάθε επιλογή συνοδεύεται με την εμφάνιση αντίστοιχου κελιού επιλογής δίπλα στο κελί "ZNX"

Κελιά επιλογής "Θέρμανση", "Ψύξη", "ZNX",

Μετά την επιλογή ενός από τα κελιά εμφανίζεται μια αντίστοιχη οθόνη.

ΟΘΟΝΗ "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΘΕΡΜΑΝΣΗ"

Πίνακας "Παραγωγή" με κελιά:

"Τύπος "

Καθορίζεται με λίστα επιλογής ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας. Επιλογές: Λέβητας, Κεντρική υδρόψυκτη Α.Θ., Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ., Τοπική αερόψυκτη Α.Θ., Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη, Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη, Κεντρική Α.Θ. άλλου τύπου, Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες (ηλεκτρικά σώματα καλοριφέρ, θερμοπομποί, κ.α.), Τοπικές μονάδες αερίου ή υγρού καυσίμου, Ανοικτές εστίες καύσης, Τηλεθέρμανση, ΣΗΘ, Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Τοπική αερόψυκτη (1^η ζώνη), Τοπική αερόψυκτη (2^η ζώνη)**

"Πηγή ενέργειας"

Καθορίζεται με λίστα επιλογής η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας. Επιλογές: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Πετρέλαιο κίνησης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τυποποιημένη Βιομάζα, Τηλεθέρμανση (ΔΕΗ), Τηλεθέρμανση (ΑΠΕ), ΣΗΘ.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ηλεκτρική (1^η ζώνη), Ηλεκτρική (2^η ζώνη)**

"Ισχύς (kW)"

Εισάγεται η ισχύς (kW) της κάθε μονάδας θέρμανσης (π.χ. λέβητας). Για κτίρια με κεντρικό σύστημα θέρμανσης λέβητα-καυστήρα, η ισχύς (kW) είναι η πραγματική θερμική ισχύς όπως προκύπτει από την ανάλυση καυσαερίων και τα αποτελέσματα των υπολογισμών που αναγράφονται στο φύλλο συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης, σύμφωνα

με την ΚΥΑ 189533/2011 (η οποία είναι υποχρεωτική για όλα τα νέα και υφιστάμενα κτίρια). Για τα υπόλοιπα συστήματα, η ισχύς είναι η ονομαστική θερμική ισχύς.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **12,8 kW (1^η ζώνη), 5 kW(2^η ζώνη)**

"Βαθμός Απόδοσης"

Εισάγεται ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας λέβητα - καυστήρα, που προκύπτει από τον πραγματικό βαθμό απόδοσής της, όπως μετρήθηκε κατά την ανάλυση καυσαερίων, μειωμένο κατά το συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης και το συντελεστή μόνωσης λέβητα, σύμφωνα με τους Πίνακες 4.3 και 4.4 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **1 (1^η ζώνη), 1 (2^η ζώνη)**

"COP"

Εισάγεται ο συντελεστής επίδοσης σε περίπτωση που γίνεται χρήση μονάδας αντλίας θερμότητας σύμφωνα με την §4.1.2 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Στο λογισμικό απαιτείται η εισαγωγή και των δυο παραμέτρων, οι οποίες είναι προεπιλεγμένες ως μονάδα. Για παράδειγμα, σε περίπτωση λέβητα εισάγεται ο βαθμός απόδοσης και το COP εισάγεται σαν μονάδα (1), ενώ σε περίπτωση αντλίας θερμότητας εισάγεται το COP και ο βαθμός απόδοσης εισάγεται σαν μονάδα (1) [53].

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **3,6 (1^η ζώνη), 3,6 (2^η ζώνη)**

"Ιαν. - Δεκ."

Εισάγεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για την θέρμανση της ζώνης από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής. Το 1 σημαίνει 100% και το 0 σημαίνει μηδενική κάλυψη.

Ανάλογα με την χρήση της θερμικής ζώνης, οι μήνες που το σύστημα θέρμανσης δεν λειτουργεί εμφανίζονται με προεπιλεγμένη τιμή 0, την οποία ο χρήστης δεν μπορεί να τροποποιήσει. Για κάθε χρήση θερμικής ζώνης κτιρίου και ανάλογα την κλιματική ζώνη έχουν καθοριστεί συγκεκριμένοι μήνες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, τις οποίες ενεργοποιεί αυτόματα το λογισμικό. Για όλους τους υπόλοιπους μήνες το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής θερμικής ενέργειας, για την εξεταζόμενη θερμική ζώνη, πρέπει να ισούται με μονάδα (1) σε μηνιαία βάση [45].

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **1 Ιανουάριος ως και Απρίλιος και Νοέμβριος ως και Δεκέμβριος και για τις δύο ζώνες**

Πίνακας "Δίκτυο διανομής" με κελιά:

"Τύπος "

Καθορίζεται με λίστα επιλογής ο τύπος του συστήματος διανομής. Επιλογές: Δίκτυο διανομής θερμού μέσου και Αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Δίκτυο διανομής θερμού μέσου και για τις δύο ζώνες**

"Ισχύς (kW)"

Εισάγεται η συνολική θερμική ισχύς την οποία μεταφέρει το δίκτυο διανομής ή ο κλάδος διανομής της θερμικής ζώνης. Η συνολική θερμική ισχύς την οποία μεταφέρει το δίκτυο διανομής είναι η εγκατεστημένη θερμική ισχύς της μονάδας παραγωγής επί τους συντελεστές υπερδιαστασιολόγησης και μόνωσης λέβητα. Η ισχύς δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπάρχοντος κτιρίου, αλλά χρησιμοποιείται μόνο για τον καθορισμό του βαθμού απόδοσης του δικτύου διανομής του κτιρίου αναφοράς. Σε περίπτωση τοπικών μονάδων παραγωγής θερμότητας που δεν διαθέτουν δίκτυο διανομής το πεδίο της ισχύος μένει κενό.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **0 kW και για τις δύο ζώνες**

"Χώρος διέλευσης"

Καθορίζεται μες λίστα επιλογής ο χώρος διέλευσης του δικτύου. Επιλογές: Εσωτερικοί ή/και μέχρι 20% σε εξωτερικούς και Πάνω από 20% σε εξωτερικούς. Σε περίπτωση που εισάγονται στοιχεία για το θεωρητικό σύστημα θέρμανσης, τότε επιλέγεται " Εσωτερικοί ή/και μέχρι 20% σε εξωτερικούς".

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **KENO και για τις δύο ζώνες**

"B. Απ."

Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης για το δίκτυο διανομής θερμού μέσου ως συμπληρωματικός του ποσοστού θερμικών απωλειών, σύμφωνα με τον Πίνακα 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση τοπικών μονάδων οι απώλειες λαμβάνονται μηδενικές και ο βαθμός απόδοσης μονάδα. Σε περίπτωση που εισάγονται στοιχεία για το θεωρητικό σύστημα, το δίκτυο διανομής θερμού μέσου έχει βαθμό απόδοσης 0.95. Αν στη ζώνη υπάρχουν περισσότερα από ένα δίκτυα (κλάδοι) διανομής θερμού μέσου και παρουσιάζουν διαφορετική ποιότητα και πάχος θερμομόνωσης, τότε ο βαθμός απόδοσής λαμβάνεται ίσος με αυτόν του τμήματος που βρίσκεται στη χειρότερη ποιοτικά κατάσταση.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **1 (1^η ζώνη), 1 (2^η ζώνη)**

"Μόνωση"

Δείκτης ύπαρξης θερμομόνωσης μόνο για τους αεραγωγούς (το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για το δίκτυο διανομής θερμού μέσου). Ανάλογα την επιλογή «μόνωση» ή μη, διαμορφώνεται και η τελική απόδοση του συνολικού δικτύου διανομής.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Απενεργοποίηση και για τις δύο ζώνες**

Πίνακας "Τερματικές μονάδες" με κελιά:

"Τύπος "

Εισάγεται ο τύπος των τερματικών μονάδων της ζώνης π.χ. σώματα αλουμινίου, fan coil κ.ά.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Δεν υπάρχουν τερματικές μονάδες και για τις δύο ζώνες**

"Βαθμός Απόδοσης"

Εισάγεται ο μέσος βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων, σύμφωνα με τις τιμές της §4.4.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που εισάγονται στοιχεία για το θεωρητικό σύστημα, οι τερματικές μονάδες έχουν βαθμό απόδοσης 0.93.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: 0,93

Πίνακας "Βοηθητικές μονάδες" με κελιά:

Εδώ καταγράφονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτροκινητήρων και των άλλων βοηθητικών μονάδων της κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης.

"Τύπος"

Εισάγεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων της εγκατάστασης θέρμανσης.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Δεν υπάρχουν βοηθητικές μονάδες και για τις δύο ζώνες**

"Αριθμός"

Εισάγεται ο αριθμός των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(1) και για τις δύο ζώνες**

"Ισχύς (kW)"

Εισάγεται η ονομαστική ισχύς της κάθε βοηθητικής μονάδας του συγκεκριμένου τύπου. Αν δεν υπάρχουν βοηθητικές μονάδες στο σύστημα θέρμανσης, ως ισχύς βοηθητικών μονάδων εισάγεται η τιμή μηδέν (0).

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(0) και για τις δύο ζώνες**

Στις Εικόνες 5.15 και 5.16 φαίνεται η οθόνη της επιλογής "**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΘΕΡΜΑΝΣΗ**" για τις ζώνες 1 και 2 αντίστοιχα συμπληρωμένη για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΝΧ Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Παραγωγή

Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
1	Τοπική αερόμυκτη Α.Θ.	12.8	1.0	3.6	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	
* 2			1	1													

Δίκτυο διανομής

Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Αν. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
1	0		1.0	<input type="checkbox"/>	
2				<input type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

Τύπος	Β. Αν. (-)	Κόστος (€)
1	0.93	

Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1	1	0

Εικόνα 5.15: Οθόνη ΟΘΟΝΗ "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΘΕΡΜΑΝΣΗ" για τη Ζώνη 1

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΝΧ Φωτισμός

Παραγωγή

Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
1	Τοπική αερόμυκτη Α.Θ.	5	1.0	3.6	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	
* 2			1	1													

Δίκτυο διανομής

Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Αν. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
1	1		1	<input type="checkbox"/>	
2				<input type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

Τύπος	Β. Αν. (-)	Κόστος (€)
1	0.93	

Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1	1	0

Εικόνα 5.16: Οθόνη ΟΘΟΝΗ "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΘΕΡΜΑΝΣΗ" για τη Ζώνη 2

ΕΠΙΛΟΓΗ "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΨΥΞΗ"

Αν στο εξεταζόμενο κτίριο/τμήμα κτιρίου δεν υπάρχει σύστημα ψύξης, ορίζεται ένα θεωρητικό σύστημα ψύξης με αντλίες θερμότητας ονομαστικού δείκτη αποδοτικότητας 3 για κατοικίες και 2,8 για κτίρια τριτογενή τομέα και μέσου μηνιαίου βαθμού κάλυψης της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας 0,5 για κατοικίες και 1 για κτίρια τριτογενή τομέα, με δίκτυο διανομής βαθμού απόδοσης 1 για κατοικίες και 0,95 για κτίρια τριτογενή τομέα, τερματικά βαθμού απόδοσης 0,93 και βοηθητικές μονάδες ισχύος 0 W/m² για κατοικίες και 5 W/m² για κτίρια τριτογενή τομέα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Αν το εξεταζόμενο κτίριο/τμήμα κτιρίου ψύχεται μερικώς, ορίζεται ή θερμική ζώνη ονομαστικού δείκτη αποδοτικότητας 3 για κατοικίες και 2,8 για κτίρια τριτογενή τομέα και μέσου μηνιαίου βαθμού κάλυψης της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας τέτοιο ώστε αθροιστικά για κάθε μήνα να έχουμε 0,5 για κατοικίες και 1 για κτίρια τριτογενή τομέα για το σύνολο των μονάδων παραγωγής, με δίκτυο διανομής βαθμού απόδοσης 1 για κατοικίες και 0,95 για κτίρια τριτογενή τομέα, τερματικά βαθμού απόδοσης 0,93 και βοηθητικές μονάδες ισχύος 0 W/m² για κατοικίες και ανάλογα με την επιφάνεια κάλυψης 5 W/m² για κτίρια τριτογενή τομέα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

ΟΘΟΝΗ "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΨΥΞΗ"

Πίνακας "Παραγωγή" με κελιά:

"Τύπος "

Καθορίζεται με λίστα επιλογής ο τύπος της μονάδας παραγωγής ψυκτικής ενέργειας.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Αερόψυκτη Α.Θ. και για τις δύο ζώνες**

"Πηγή ενέργειας"

Καθορίζεται με λίστα επιλογής η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ηλεκτρική και για τις δύο ζώνες**

"Ισχύς (kW)"

Εισάγεται η ονομαστική ψυκτική ισχύς (kW) της κάθε μονάδας παραγωγής που καλύπτει το κτίριο ή την θερμική ζώνη.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(12,8 kW) (1^η ζώνη), (5 kW) (2^η ζώνη)**

"Βαθμός Απόδοσης"

Εισάγεται ο πραγματικός βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) της συγκεκριμένης μονάδας ανάλογα με τον τύπο, ή από τυπικές τιμές σύμφωνα με την § 4.2.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **1 (1^η ζώνη), 1 (2^η ζώνη)**

"EER "

Εισάγεται ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας της συγκεκριμένης μονάδας ανάλογα με τον τύπο, σύμφωνα με την § 4.2.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Η τιμή του δείκτη ισούται με το

λόγο της αποδιδόμενης ψυκτικής ενέργειας προς την απορροφούμενη θερμική ενέργεια και περιλαμβάνεται στα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων που δίνει ο κατασκευαστής.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **3,2 και για τις δύο ζώνες**

"Ιαν. - Δεκ."

Εισάγεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας για την ψύξη της ζώνης από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής. Το 1 σημαίνει 100% και το 0 σημαίνει μηδενική κάλυψη. Ανάλογα με την χρήση της θερμικής ζώνης, οι μήνες που το σύστημα ψύξης δεν λειτουργεί εμφανίζονται με προεπιλεγμένη τιμή 0, την οποία ο χρήστης δεν μπορεί να τροποποιήσει. Για τα κτίρια τριτογενή τομέα, για όλους τους υπόλοιπους μήνες ο χρήστης πρέπει να εισάγει τιμές ώστε το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, για την εξεταζόμενη θερμική ζώνη, να ισούται με 1 σε μηνιαία βάση (ανεξάρτητα αν λειτουργεί ή όχι το σύστημα ψύξης) [45].

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **1 Μάιος ως και Σεπτέμβριος και για τις δύο ζώνες**

Πίνακας "Δίκτυο διανομής" με κελιά:

"Τύπος "

Καθορίζεται με λίστα επιλογής ο τύπος του συστήματος διανομής. Επιλογές: Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου και Αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου και για τις δύο ζώνες**

"Ισχύς (kW)"

Εισάγεται η συνολική εγκατεστημένη ψυκτική ισχύς την οποία μεταφέρει το δίκτυο διανομής (σωληνώσεις) ή ο κλάδος διανομής της θερμικής ζώνης.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Κενό και για τις δύο ζώνες**

"Χώρος διέλευσης"

Καθορίζεται με λίστα επιλογής ο χώρος διέλευσης του δικτύου. Επιλογές: Εσωτερικοί ή/και μέχρι 20% σε εξωτερικούς και Πάνω από 20% σε εξωτερικούς. Αν δεν καθοριστεί στους αεραγωγούς ο χώρος διέλευσης, θεωρείται ότι το κτίριο δεν διαθέτει δίκτυο αεραγωγών, παρά μόνο δίκτυο διανομής με σωληνώσεις.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Κενό και για τις δύο ζώνες**

"B. Απ."

Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης για το δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου ως συμπληρωματικός του ποσοστού ψυκτικών απωλειών, σύμφωνα με τον Πίνακα 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση τοπικών μονάδων οι απώλειες λαμβάνονται μηδενικές και ο βαθμός απόδοσης μονάδα. Σε περίπτωση που εισάγονται στοιχεία για το θεωρητικό σύστημα, το δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου έχει βαθμό απόδοσης 1 για κατοικίες και 0.95 για κτίρια τριτογενή τομέα.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(1) και για τις δύο ζώνες**

"Μόνωση"

Δείκτης ύπαρξης θερμομόνωσης μόνο για τους αεραγωγούς (το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για το δίκτυο διανομής θερμού μέσου).

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Απενεργοποίηση και για τις δύο ζώνες**

Πίνακας "Τερματικές μονάδες" με κελιά:

"Τύπος "

Εισάγεται ο τύπος των τερματικών μονάδων της ζώνης

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Κενό και για τις δύο ζώνες**

"Βαθμός Απόδοσης"

Εισάγεται ο μέσος βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων, σύμφωνα με τις τιμές της §4.4.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που εισάγονται στοιχεία για το θεωρητικό σύστημα, οι τερματικές μονάδες έχουν βαθμό απόδοσης 0.93.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **0,93 και για τις δύο ζώνες**

Πίνακας "Βοηθητικές μονάδες" με κελιά:

Εδώ καταγράφονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτροκινητήρων και των άλλων βοηθητικών μονάδων της κεντρικής εγκατάστασης ψύξης.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: Δεν υπάρχουν

"Τύπος"

Εισάγεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων της εγκατάστασης ψύξης.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Δεν υπάρχουν βοηθητικές μονάδες και για τις δύο ζώνες**

"Αριθμός"

Εισάγεται ο αριθμός των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(1) και για τις δύο ζώνες**

"Ισχύς (kW)"

Εισάγεται η ονομαστική ισχύς της κάθε βοηθητικής μονάδας του συγκεκριμένου τύπου. Αν δεν υπάρχουν βοηθητικές μονάδες στο σύστημα ψύξης, ως ισχύς βοηθητικών μονάδων εισάγεται η τιμή μηδέν (0).

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(0) και για τις δύο ζώνες**

Στις Εικόνες 5.17 και 5.18 φαίνεται η οθόνη της επιλογής **"ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΨΥΞΗ"** για τις ζώνες 1 και 2 αντίστοιχα συμπληρωμένη για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση.

ΕΠΙΛΟΓΗ "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ - ΖΝΧ"

Αφορά στοιχεία για την κατανάλωση ΖΝΧ στο κτίριο.

ΟΘΟΝΗ "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ZNX"

Πίνακας "Παραγωγή" με κελιά:

"Τύπος "

Καθορίζεται με λίστα επιλογής ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας για ZNX. Επιλογές: Λέβητας, Τηλεθέρμανση, ΣΗΘ, Αντλία Θερμότητας, Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας, Τοπική μονάδα φυσικού αερίου, Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου (κεντρική).

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Τοπικός Ηλεκτρικός Θερμαντήρας και για τις δύο ζώνες**

"Πηγή ενέργειας"

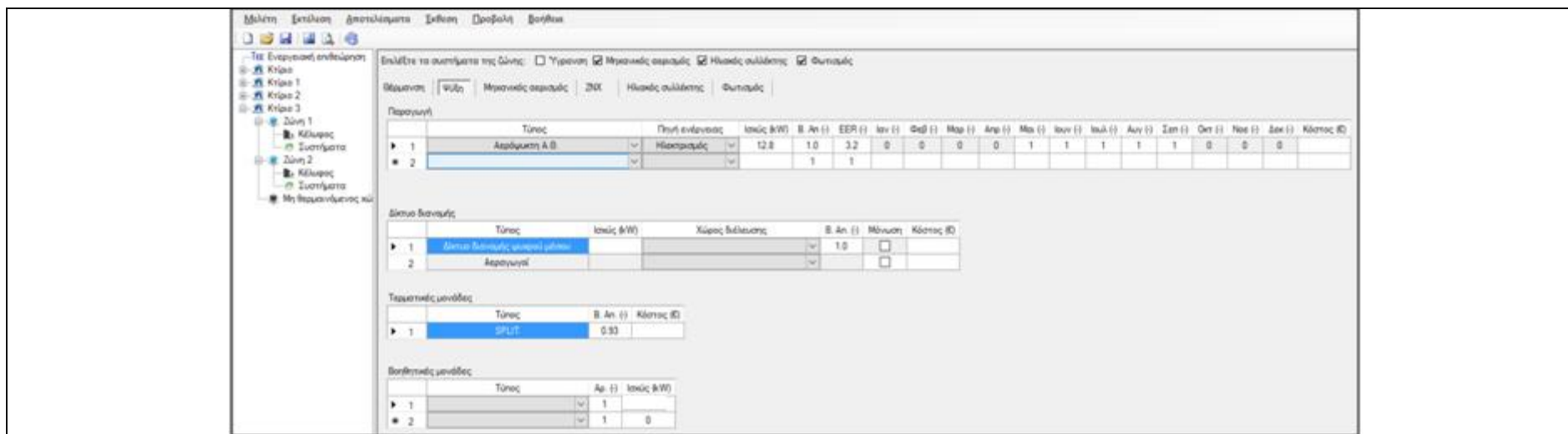
Καθορίζεται με λίστα επιλογής η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας. Επιλογές: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Πετρέλαιο κίνησης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τυποποιημένη Βιομάζα, Τηλεθέρμανση (ΔΕΗ), Τηλεθέρμανση (ΑΠΕ), ΣΗΘ.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ηλεκτρική και για τις δύο ζώνες**

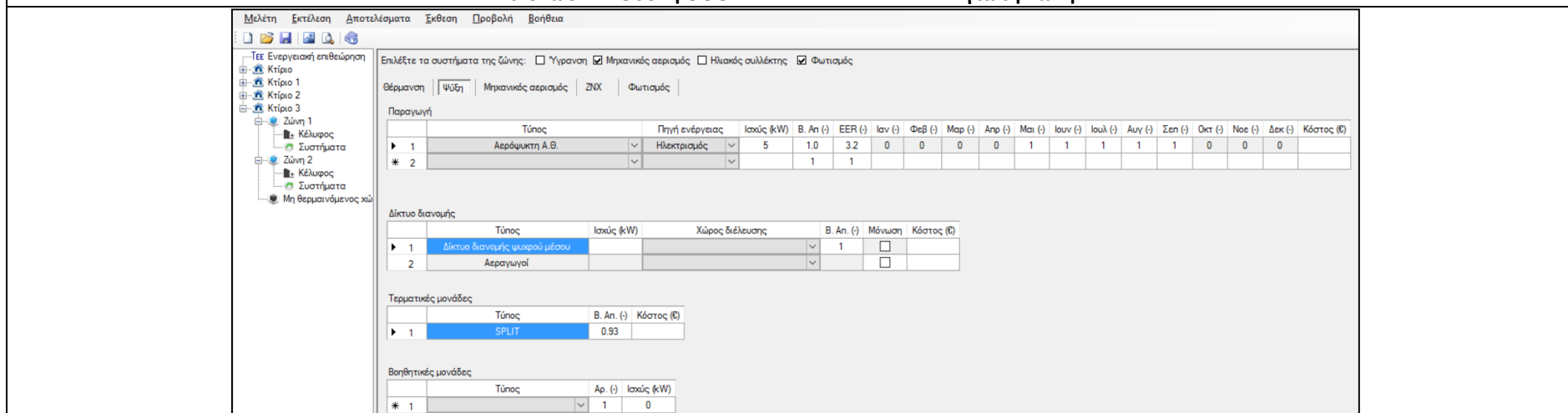
"Ισχύς (kW)"

Εισάγεται η ισχύς (kW) της κάθε μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας για ZNX. Για κτίρια με κεντρικό σύστημα παραγωγής ZNX λέβητα-καυστήρα, η ισχύς (kW) είναι η πραγματική θερμική ισχύς όπως προκύπτει από την ανάλυση καυσαερίων. Για τα υπόλοιπα συστήματα παραγωγής ZNX (τοπικά ή κεντρικά), η ισχύς είναι η ονομαστική θερμική ισχύς.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(4kW) 1^η ζώνη, (4kW) 2^η ζώνη**



Εικόνα 5.17: Οθόνη ΟΘΟΝΗ "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΨΥΞΗ" για τη Ζώνη 1



Εικόνα 5.18: Οθόνη ΟΘΟΝΗ "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΨΥΞΗ" για τη Ζώνη 2

"Β.Απ."

Εισάγεται ο **συνολικός** βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) της συγκεκριμένης μονάδας ανάλογα με τον τύπο, ή τις τυπικές τιμές σύμφωνα με την §4.8.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Ο συνολικός βαθμός απόδοσης, ηγε, μιας κεντρικής μονάδας παραγωγής ΖΝΧ λέβητα-καυστήρα, προκύπτει από τον πραγματικό βαθμό απόδοσής της, όπως μετρήθηκε κατά την ανάλυση καυσαερίων, μειωμένο κατά το συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης και το συντελεστή μόνωσης λέβητα, σύμφωνα με την § 4.1.2.1. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(1) (1^η ζώνη), (1) (2^η ζώνη)**

"Ιαν - Δεκ."

Εισάγεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για ΖΝΧ από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής. Ανάλογα με την χρήση της ζώνης, οι μήνες που το σύστημα δεν λειτουργεί εμφανίζονται με προεπιλεγμένη τιμή 0, την οποία ο χρήστης δεν μπορεί να τροποποιήσει. Για όλους τους υπόλοιπους μήνες ο χρήστης πρέπει να εισάγει τιμές ώστε το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής της θερμικής ζώνης, να ισούται με μονάδα (1) σε μηνιαία βάση (ανεξάρτητα αν λειτουργεί ή όχι το σύστημα ΖΝΧ) [50].

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(1 παντού) (1^η ζώνη), (1 παντού) (2^η ζώνη)**

Πίνακας " Δίκτυο διανομής" με κελιά:

"Ανακυκλοφορία"

Δείκτης ενεργοποιούμενος σε περίπτωση ύπαρξης ανακυκλοφορίας ΖΝΧ.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Μη ενεργοποίηση**

"Χώρος διέλευσης"

Καθορίζεται ο χώρος διέλευσης του δικτύου.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Εσωτερικοί τοίχοι (1^η ζώνη), Εσωτερικοί τοίχοι (2^η ζώνη)**

"Βαθμός Απόδοσης"

Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) του δικτύου διανομής ΖΝΧ από την μονάδα παραγωγής προς την αποθήκευση ως συμπληρωματικός του ποσοστού απωλειών.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **1 (1^η ζώνη), 1 (2^η ζώνη)**

Πίνακας " Σύστημα αποθήκευσης" με κελιά:

"Τύπος"

Εισάγεται ο τύπος των δεξαμενών αποθήκευσης ΖΝΧ.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Μπόιλερ (1) (1^η ζώνη), Μπόιλερ (1) (2^η ζώνη)**

"Βαθμός Απόδοσης"

Εισάγεται ο μέσος βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) των συστημάτων αποθήκευσης ΖΝΧ. Ο βαθμός απόδοσης προκύπτει ως συμπληρωματικός του ποσοστού θερμικών απωλειών, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Στις θερμικές απώλειες των συστημάτων αποθήκευσης

λαμβάνονται υπόψη οι πλευρικές απώλειες από τον θερμαντήρα και οι αποδόσεις συναλλαγής (από εναλλάκτη ή ηλεκτρική αντίσταση) κατά περίπτωση. Σε περίπτωση που εισάγονται στοιχεία για το θεωρητικό σύστημα, ο βαθμός απόδοσης του συστήματος αποθήκευσης λαμβάνεται 0.93, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση κτιρίων του τριτογενούς τομέα με περιορισμένη κατανάλωση ΖΝΧ μικρότερη ή ίση από 10 ℓ/άτομο/ημέρα, ο βαθμός απόδοσης του συστήματος αποθήκευσης λαμβάνεται 0.98, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 [45].

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **0.98 και για τις δύο ζώνες**

Πίνακας " Βοηθητικές Μονάδες" με κελιά:

Στο στάδιο αυτό καταγράφονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτροκινητήρων και των άλλων βοηθητικών μονάδων της κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης.

Τύπος

Καθορίζεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Αντλία, Κυκλοφορητής, Ηλεκτροβάννα, Άλλου τύπου.

Αριθμός

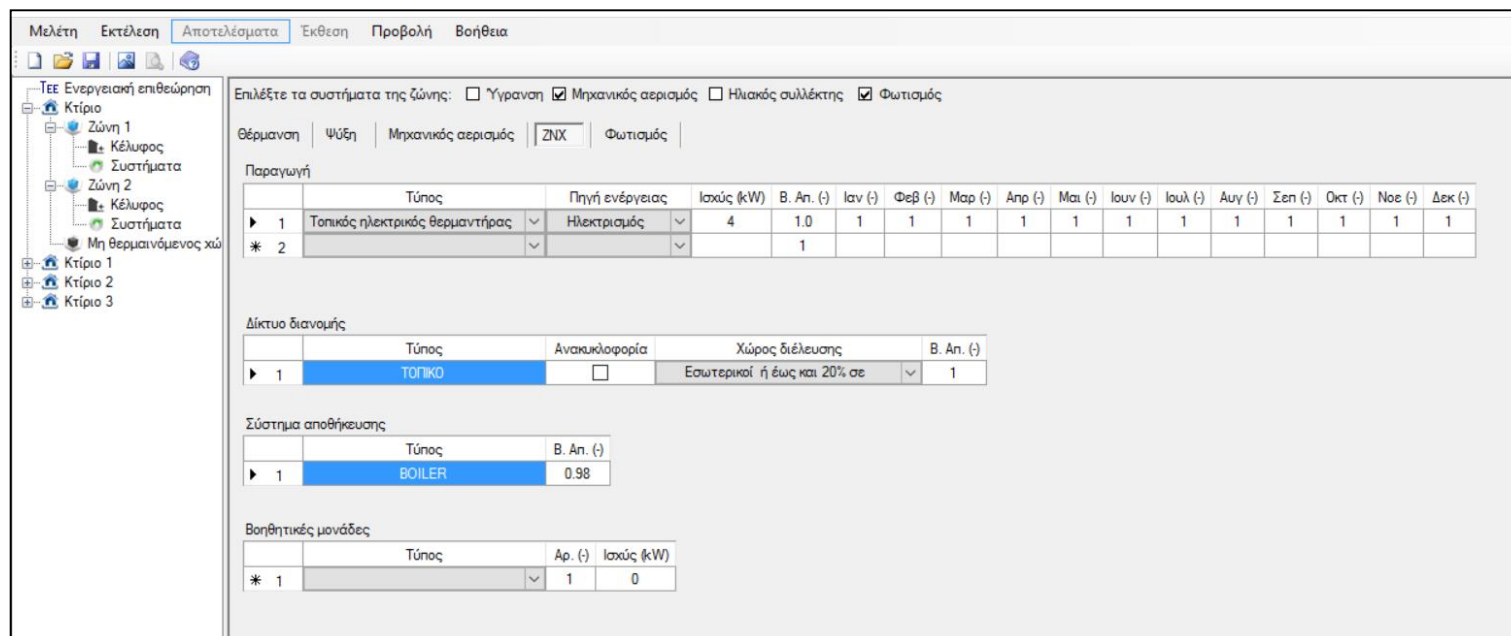
Εισάγεται ο αριθμός των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.

Ισχύς (kW)

Εισάγεται η ονομαστική ισχύς της κάθε βοηθητικής μονάδας του συγκεκριμένου τύπου.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Κενά όλα τα κελιά του πίνακα και για τις δύο ζώνες.**

Στην Εικόνα 5.19 φαίνεται η οθόνη της επιλογής "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ZNX" για τις ζώνες 1 και 2 συμπληρωμένη για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση.



Εικόνα 5.19: Οθόνη "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ - ΖΝΧ" και για τις δύο ζώνες

ΕΠΙΛΟΓΗ "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ - ΦΩΤΙΣΜΟΣ"

Ενεργοποιείται μόνο για κτίρια του τριτογενούς τομέα

ΟΘΟΝΗ : "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ - ΦΩΤΙΣΜΟΣ"

Διακρίνονται τα κελιά:

"Εγκατεστημένη ισχύς (kW)"

Εισάγεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς (kW) για τον τεχνητό φωτισμό του χώρου. Αν το εξεταζόμενο κτίριο/τμήμα κτιρίου διαθέτει φωτιστικά και λαμπτήρες που αποδίδουν χαμηλότερη στάθμη γενικού φωτισμού (lx) από τις ελάχιστες τιμές που προσδιορίζονται στον Πίνακα 2.4 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, τότε ο επιθεωρητής θα πρέπει να υπολογίσει μια **θεωρητική εγκατεστημένη ισχύ** για φωτιστικά της ίδιας τεχνολογίας με τη χρησιμοποιούμενη στο εξεταζόμενο κτίριο, που θα πληροί την ελάχιστη στάθμη (lx) γενικού φωτισμού.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(6,11 kW) 1^η ζώνη, (1,432 kW) 2^η ζώνη**

"Περιοχή ΦΦ (%)"

Εισάγεται το ποσοστό (0-100%) της επιφάνειας δαπέδου της θερμικής ζώνης που καλύπτεται με φυσικό φωτισμό (ΦΦ). Με βάση την § 5.1.3.2 της ΤΟ.Τ.Ε.Ε. η περιοχή φυσικού φωτισμού ορίζεται ως :

- Από κατακόρυφα πλευρικά ανοίγματα η περιοχή προς το εσωτερικό του χώρου σε απόσταση (βάθος) $L_{z\phi\phi} = 4\text{m}$ από τα πλευρικά ανοίγματα (διαφανείς επιφάνειες) ενός τοίχου και με πλάτος ίσο με το πλάτος του ανοίγματος αυξημένο κατά δύο μέτρα ($Wp + 2$).
- Από οριζόντια ανοίγματα οροφής η περιοχή που βρίσκεται κάτω από το άνοιγμα οροφής και εκτίνεται 1,5 m πέρα από τα όρια της προβολής του ανοίγματος επί της επιφάνειας εργασίας.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **(60%) (1^η ζώνη), (50%) (2^η ζώνη)**

"Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ"

Καθορίζεται από λίστα επιλογής η διάταξη αυτοματισμού στην περιοχή φυσικού φωτισμού (ΦΦ). Επιλογές: Αυτόματος ή Χειροκίνητος έλεγχος ΦΦ. Ουσιαστικά μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας για τον τεχνητό φωτισμό εξαιτίας αυτοματισμών αξιοποίησης ΦΦ. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν διατάξεις αυτοματισμού η επιλογή είναι «Χειροκίνητος έλεγχος». Ο «Χειροκίνητος έλεγχος» εμφανίζεται σαν προεπιλεγμένη τιμή στην οθόνη. Για την επιλογή «Αυτόματος έλεγχος» θα πρέπει να έχει οριστεί «Περιοχή ΦΦ».

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Χειροκίνητος έλεγχος και για τις δύο ζώνες**

"Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης"

Επιλογή μέσω λίστας μεταξύ των: Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης), Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης) και πρόσθετη αυτόματη ένδειξη για συνολική σβέση, Αυτόματη έναυση/ρύθμιση φωτεινής ροής, Αυτόματη έναυση και σβέση, Χειροκίνητη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής, Χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Εδώ το λογισμικό θέλει να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας για τον φωτισμό λόγω της μειωμένης λειτουργίας της εγκατάστασης εξαιτίας των αυτοματισμών ανίχνευσης κίνησης. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν διατάξεις αυτοματισμού η επιλογή είναι «Χειροκίνητος διακόπτης».

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Χειροκίνητος διακόπτης (1^η ζώνη), Χειροκίνητος διακόπτης (2^η ζώνη)**

"Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας"

Δείκτης ύπαρξης συστήματος απομάκρυνσης της θερμότητας που εκλύεται από τα φωτιστικά.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Μη ενεργοποίηση δείκτη (1^η ζώνη), Μη ενεργοποίηση δείκτη (2^η ζώνη)**

"Φωτισμός ασφαλείας"

Δείκτης ύπαρξης συστήματος φωτισμού ασφαλείας. Σε αυτή την περίπτωση, η ετήσια κατανάλωση για φωτισμό επιβαρύνεται με 1 kWh/m², σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

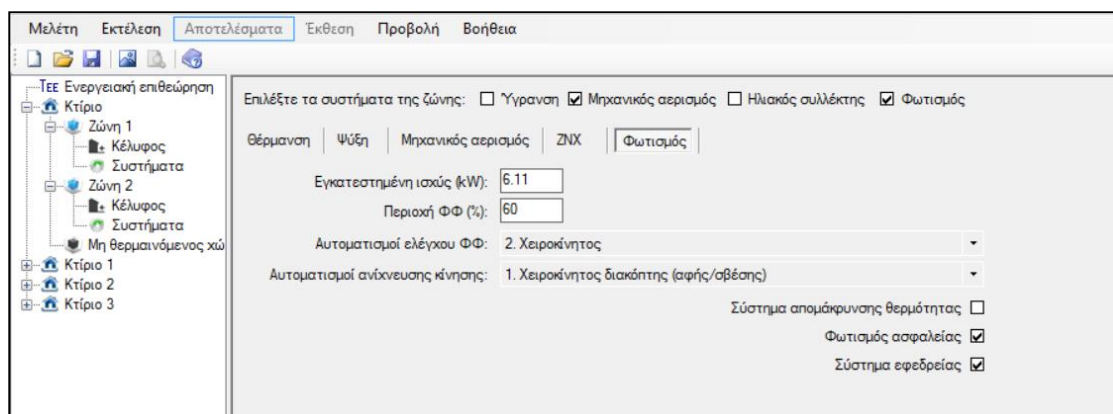
Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ενεργοποίηση δείκτη (1^η ζώνη), Ενεργοποίηση δείκτη (2^η ζώνη)**

"Σύστημα εφεδρείας"

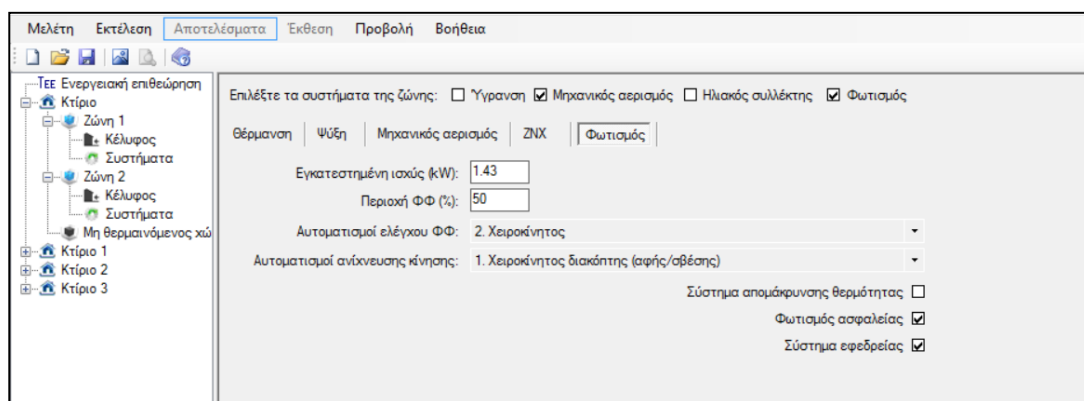
Δείκτης ύπαρξης εφεδρικού συστήματος για φωτισμό. Σε αυτή την περίπτωση, η ετήσια κατανάλωση για φωτισμό επιβαρύνεται με 5 kWh/m², σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση επιλέχθηκε: **Ενεργοποίηση δείκτη (1^η ζώνη), Ενεργοποίηση δείκτη (2^η ζώνη)**

Στις Εικόνες 5.20 και 5.21 φαίνεται η οθόνη της επιλογής "**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ - ΦΩΤΙΣΜΟΣ**" για τις ζώνες 1 και 2 αντίστοιχα συμπληρωμένη για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση.



Εικόνα 5.20: Οθόνη "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ - ΦΩΤΙΣΜΟΣ" για τη ζώνη 1



Εικόνα 5.21: Οθόνη "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ - ΦΩΤΙΣΜΟΣ" για τη ζώνη 2

ΟΘΟΝΗ : "ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ"

Στα κτίρια κατοικίας δεν υπάρχει απαίτηση για μηχανικό αερισμό. Σε περίπτωση που ένα κτίριο κατοικίας διαθέτει μηχανικό αερισμό, τότε λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς μόνο για το εξεταζόμενο κτίριο και όχι για το κτίριο αναφοράς, στο οποίο εφαρμόζεται ΠΑΝΤΑ φυσικός αερισμός. Όταν υπάρχει σύστημα μηχανικού αερισμού σε ένα κτίριο κατοικίας, τότε κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης, ο φυσικός αερισμός μειώνεται κατά το ποσό του νωπού αέρα που προσάγεται από το σύστημα μηχανικού αερισμού.

Στα κτίρια του τριτογενούς τομέα η συνολική παροχή νωπού αέρα γίνεται ΜΟΝΟ με μηχανικό αερισμό και θα πρέπει να είναι ίση με τα ελάχιστα απαιτούμενα όρια νωπού αέρα. Αν στο εξεταζόμενο κτίριο / τμήμα κτιρίου δεν υπάρχει σύστημα κλιματισμού ή μηχανικού αερισμού / εξαερισμού, τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει ένα **θεωρητικό σύστημα μηχανικού αερισμού** (παροχή αέρα σύμφωνα με τα ελάχιστα απαιτούμενα όρια νωπού αέρα, χωρίς ανακυκλοφορία και χωρίς ανάκτηση θερμότητας / ψύξης), με ανεμιστήρες (ειδική ηλεκτρική ισχύς $1,0 \text{ kW/m}^3/\text{s}$), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Αν στο εξεταζόμενο κτίριο / τμήμα κτιρίου η συνολική παροχή νωπού αέρα με μηχανικό αερισμό είναι μικρότερη από τις ελάχιστες τιμές που προσδιορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, τότε ο επιθεωρητής θα πρέπει να εισάγει και ένα επιπλέον θεωρητικό σύστημα μηχανικού αερισμού, χωρίς ανακυκλοφορία και χωρίς ανάκτηση θερμότητας /

ψύξης και με παροχή ώστε συνολικά να ικανοποιούνται οι ελάχιστες τιμές και με ανεμιστήρες (ειδική ηλεκτρική ισχύς $1,0 \text{ kW/m}^3/\text{s}$), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Αν στο εξεταζόμενο κτίριο το σύστημα μηχανικού αερισμού του κτιρίου, βάσει υψηλών απαιτήσεων οι οποίες αναφέρονται και τεκμηριώνονται κατά τη μελέτη σχεδιασμού (διαστασιολόγησης) του συστήματος αερισμού, παρέχει περισσότερο νωπό αέρα από τον απαιτούμενο, τότε για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης θεωρείται ότι παρέχεται ποσότητα νωπού αέρα ίση με την απαιτούμενη. Ο επιθεωρητής θα πρέπει να απομειώσει την παροχή νωπού αέρα ομοιόμορφα από όλα τα συστήματα μηχανικού αερισμού της θερμικής ζώνης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Η θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ για την χειμερινή περίοδο λαμβάνεται ίση με την επιθυμητή θερμοκρασία θέρμανσης του χώρου και για την θερινή περίοδο της ψύξης ίση με την επιθυμητή θερμοκρασία ψύξης του χώρου, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για τα συστήματα μηχανικού αερισμού, ανεξαρτήτως των περιόδων θέρμανσης και ψύξης ανά κλιματική ζώνη, η περίοδος λειτουργίας τους λαμβάνεται συνεχής για όλο το τυπικό ωράριο λειτουργίας του κτιρίου_ σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4, στην ενότητα 2.1.14.3 (Πίνακας 12.3 – Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (ΚΚΜ)). Στην συγκεκριμένη επιθεώρηση, δεδομένου ότι η επιχείρηση δε διαθέτει σύστημα μηχανικού αερισμού, εισάγεται το θεωρητικό σύστημα όπως επιβάλλεται από το νόμο.

Πίνακας με κελιά

Τύπος

Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή της μονάδας

Για την συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ανεμιστήρες**

Τμ. Θέρμ.

Ένδειξη ενεργού τμήματος θέρμανσης της ΚΚΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου, δηλαδή η ΚΚΜ διαθέτει τμήμα θέρμανσης αέρα. Σε περίπτωση συστήματος αερισμού παροχής νωπού αέρα ή εξαερισμού, δεν επιλέγεται το αντίστοιχο σύμβολο.

Για την συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Κενό και για τις δύο ζώνες**

F_h (m^3/h)

Εισάγεται η μέση παροχή του αέρα, για την χειμερινή περίοδο λειτουργίας της μονάδας.

Στην συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ζώνη 1^η 1592,36 m^3/h , Ζώνη 2^η 370 m^3/h**

R_h

Εισάγεται ο συντελεστής ανακυκλοφορίας του προσαγόμενου αέρα στην θερμική ζώνη, για την χειμερινή και την θερινή περίοδο. Συντελεστής ανακυκλοφορίας 1 σημαίνει 0% εξωτερικός (νωπός) αέρας και Συντελεστής ανακυκλοφορίας 0 σημαίνει 100% νωπός αέρας. Για τον συντελεστή ανακυκλοφορίας, εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 0.

Στην συγκεκριμένη επιθεώρηση: **0 και για τις δύο ζώνες**

Q_{r_h}

Εισάγεται ο συντελεστής ανάκτησης θερμότητας, δηλαδή ο συντελεστής απόδοσης του εναλλάκτη θερμότητας, για την χειμερινή περίοδο. Για τον συντελεστή ανάκτησης θερμότητας, εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 0.

Στην συγκεκριμένη επιθεώρηση: **0 και για τις δύο ζώνες**

Τμ. Ψύξ.

Ένδειξη ενεργού τμήματος ψύξης της ΚΚΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου, δηλαδή η ΚΚΜ διαθέτει τμήμα ψύξης αέρα.

Στην συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Κενό και για τις δύο ζώνες**

F_c (m³/h)

Εισάγεται η μέση παροχή του αέρα, κατά την θερινή περίοδο λειτουργίας της μονάδας.

Στην συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Κενό και για τις δύο ζώνες**

R_c

Εισάγεται ο συντελεστής ανακυκλοφορίας του προσαγόμενου αέρα στην θερμική ζώνη, για την θερινή περίοδο. Συντελεστής ανακυκλοφορίας 1 σημαίνει 0% εξωτερικός (νωπός) αέρας και συντελεστής ανακυκλοφορίας 0 σημαίνει 100% νωπός αέρας.

Στην συγκεκριμένη επιθεώρηση: **0 και για τις δύο ζώνες**

Q_{r_c}.

Εισάγεται ο συντελεστής ανάκτησης θερμότητας, δηλαδή ο συντελεστής απόδοσης του εναλλάκτη θερμότητας, για την θερινή περίοδο. Για τον συντελεστή ανάκτησης θερμότητας, εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 0.

Στην συγκεκριμένη επιθεώρηση: **0 και για τις δύο ζώνες**

Τμ. Ύγρ

Ένδειξη ενεργού τμήματος ύγρανσης της ΚΚΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου, δηλαδή η ΚΚΜ διαθέτει σύστημα ύγρανσης του αέρα.

Στην συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Απενεργοποίηση και για τις δύο ζώνες**

H_r

Εισάγεται ο συντελεστής ανάκτησης υγρασίας από τον απορριπτόμενο αέρα της ζώνης.

Στην συγκεκριμένη επιθεώρηση: **0 και για τις δύο ζώνες**

Φίλτρα

Ένδειξη ύπαρξης ειδικών ή απόλυτων ή τρίτης βαθμίδας φίλτρων στην ΚΚΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Στην συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Απενεργοποίηση και για τις δύο ζώνες**

E_{vent} (kW s/ m³)

Εισάγεται η συνολική ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων προσαγωγής και επιστροφή της μονάδας. Η ειδική ηλεκτρική ισχύς είναι η ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα ανά μονάδα παρεχόμενου αέρα.

Στην συγκεκριμένη επιθεώρηση: **Ζώνη 1ⁿ 0.44 kW s/m³, Ζώνη 2ⁿ 0.1 kW s/m³**

Στις Εικόνες 5.22 και 5.23 φαίνεται η οθόνη της επιλογής "**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ - ΑΕΡΙΣΜΟΣ**" για τις ζώνες 1 και 2 αντίστοιχα συμπληρωμένη για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση.

ΟΘΟΝΗ "ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΣ ΧΩΡΟΣ - ΓΕΝΙΚΑ"

Μετά την ολοκλήρωση του ελέγχου των θερμαινόμενων χώρων, εξετάζεται και ο μη θερμαινόμενος χώρος του κλιμακοστασίου, όπου και εκεί εισάγονται τα δομικά στοιχεία με τους αντίστοιχους συντελεστές και τις σκιάσεις τους. Επίσης συμπληρώνονται τα στοιχεία των ανοιγμάτων, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.24 που ακολουθεί.

5.4 Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου

Μετά την ολοκλήρωση της εισαγωγής των δεδομένων του κτιρίου στο πρόγραμμα γίνεται υπολογισμός των καταναλώσεων και της ενεργειακής κατηγορίας του κτιρίου επιλέγοντας "**Εκτέλεση**".

Με την επιλογή αυτή πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί, με βάση τα δεδομένα του κτιρίου που έχει εισάγει ο χρήστης. Κάθε φορά που αλλάζουν ή προστίθενται νέα δεδομένα, πρέπει να επαναλαμβάνεται η επιλογή «**Εκτέλεση**» [45].

Στην συνέχεια, εμφανίζονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών που στην πλειοψηφία τους περιλαμβάνονται και στο Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ). Τα αποτελέσματα διαμορφώνονται ανάλογα με τα στοιχεία που εισάγονται από τον χρήστη. Για την εμφάνιση της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου επιλέγεται το εικονίδιο "**Αποτελέσματα**" και στην συνέχεια "**Ενεργειακή κατάταξη**".

Οι τελικές χρήσεις που εμφανίζονται στις οθόνες των αποτελεσμάτων είναι θέρμανση, ψύξη, ΖΝΧ, φωτισμός και συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ (κτίρια τριτογενούς τομέα). Η κατανάλωση για τον αερισμό συμπεριλαμβάνεται στις καταναλώσεις για θέρμανση/ψύξη.

Τα όρια των ενεργειακών κατηγοριών καθορίζονται ποσοστιαία, βάσει της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς, όπως ορίζονται από τον ΚΕΝΑΚ.

Η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, με βάση την οποία γίνεται και η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου, προκύπτει από το αλγεβρικό άθροισμα των τιμών για τις επιμέρους τελικές χρήσεις και της συνεισφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘ. Η συνεισφορά της θερμικής ενέργειας από ενεργητικά ηλιακά συστήματα, δεν εμπεριέχεται στην συνεισφορά από ΑΠΕ αλλά στις λοιπές επιμέρους χρήσεις.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

	Τύπος	Τμ. θερ.	F _h (m³/h)	R _h (-)	Q _{r,h} (-)	Τμ. Ψυξ.	F _c (m³/h)	R _c (-)	Q _{r,c} (-)	Τμ. Υγρ.	H _r (-)	Φίλτρα	E _{vent} (kW/m²/s)
▶ 1	ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ	<input type="checkbox"/>	1592.36	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>		0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	0.0	<input type="checkbox"/>	0.44
* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

Εικόνα 5.22: Οθόνη "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ - ΑΕΡΙΣΜΟΣ" για τη ζώνη 1

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

	Τύπος	Τμ. θερ.	F _h (m³/h)	R _h (-)	Q _{r,h} (-)	Τμ. Ψυξ.	F _c (m³/h)	R _c (-)	Q _{r,c} (-)	Τμ. Υγρ.	H _r (-)	Φίλτρα	E _{vent} (kW/m²/s)
▶ 1	ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ	<input type="checkbox"/>	370	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>		0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	0.0	<input type="checkbox"/>	0.10
* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

Εικόνα 5.23: Οθόνη "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ - ΑΕΡΙΣΜΟΣ" για τη ζώνη 2

Συνολική επιφάνεια (m²): 43 Διείσδυση αέρα (m³/h): 28.50

Αδιαφανείς επιφάνειες

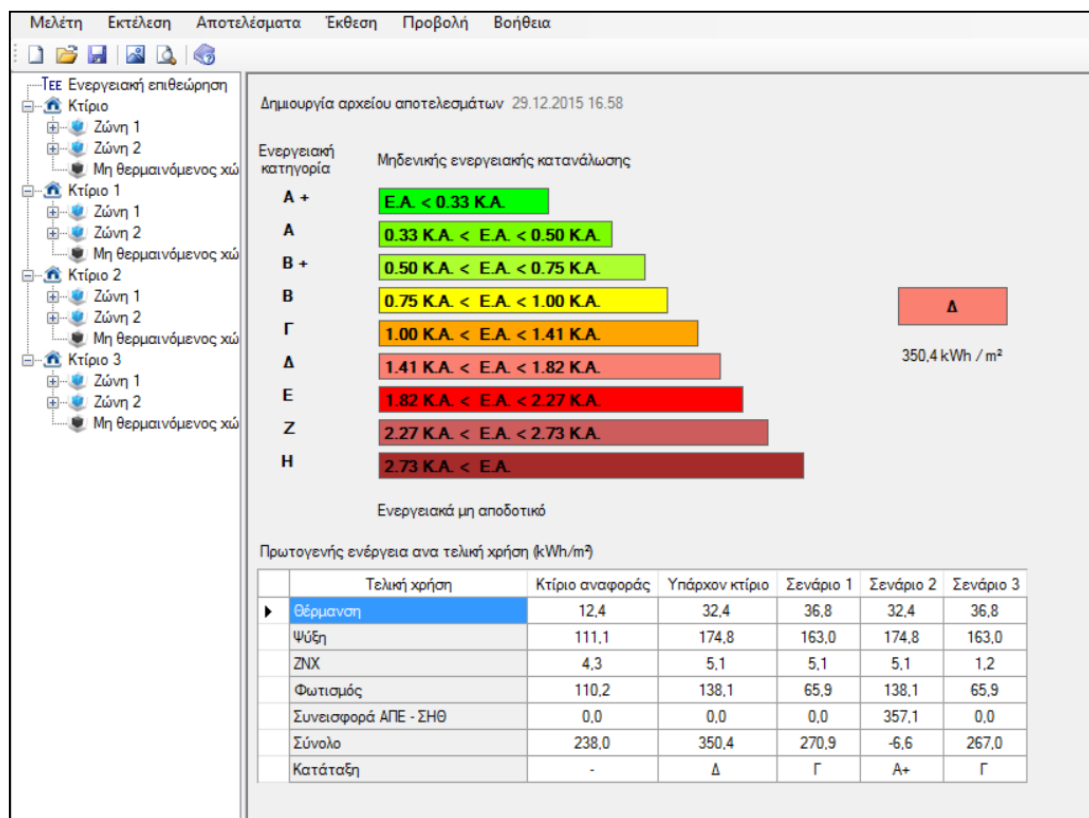
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	U (W/m²K)	a* (-)	e* (-)	F _{hor,h} (-)	F _{hor,c} (-)	F _{ov,h} (-)	F _{ov,c} (-)	F _{fin,h} (-)	F _{fin,c} (-)	Κόστος (€/m²)
▶ 1	Τοίχος	T1 ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	310	90	15.96	2.2	0.8	0.80	0.90	0.90	1	1	0.81	0.66	
2	Τοίχος	T2 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	220	90	48.04	2.2	0.80	0.80	0.62	0.89	1	1	1	1	
3	Τοίχος	T3 ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	130	90	18.66	2.2	0.80	0.80	0.95	0.97	1	1	0.73	0.95	

Διαφανείς επιφάνειες

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m²K)	g _w (-)	F _{hor,h} (-)	F _{hor,c} (-)	F _{ov,h} (-)	F _{ov,c} (-)	F _{fin,h} (-)	F _{fin,c} (-)	Κόστος (€/m²)
▶ 1	Καύσημα	A1 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ	220	90	0.25	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.1	0.54	0.73	0.90	0.95	0.97			
2	Καύσημα	A2 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ	220	90	0.25	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.1	0.54	0.73	0.90	0.95	0.97			

Εικόνα 5.24: Οθόνη "ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΣ ΧΩΡΟΣ - ΓΕΝΙΚΑ"

Η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου της "BIOART" συνοδεύεται από διάφορα σενάρια και έτρεξε σε δύο ίδια ως προς το βασικό κτίριο αρχεία λόγω πολλών σεναρίων. Στις Εικόνες 5.25 και 5.26 φαίνεται η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου της "BIOART" για την υπάρχουσα κατάσταση καθώς και για τα σενάρια.



Εικόνα 5.25: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου "BIOART" με τρία σενάρια

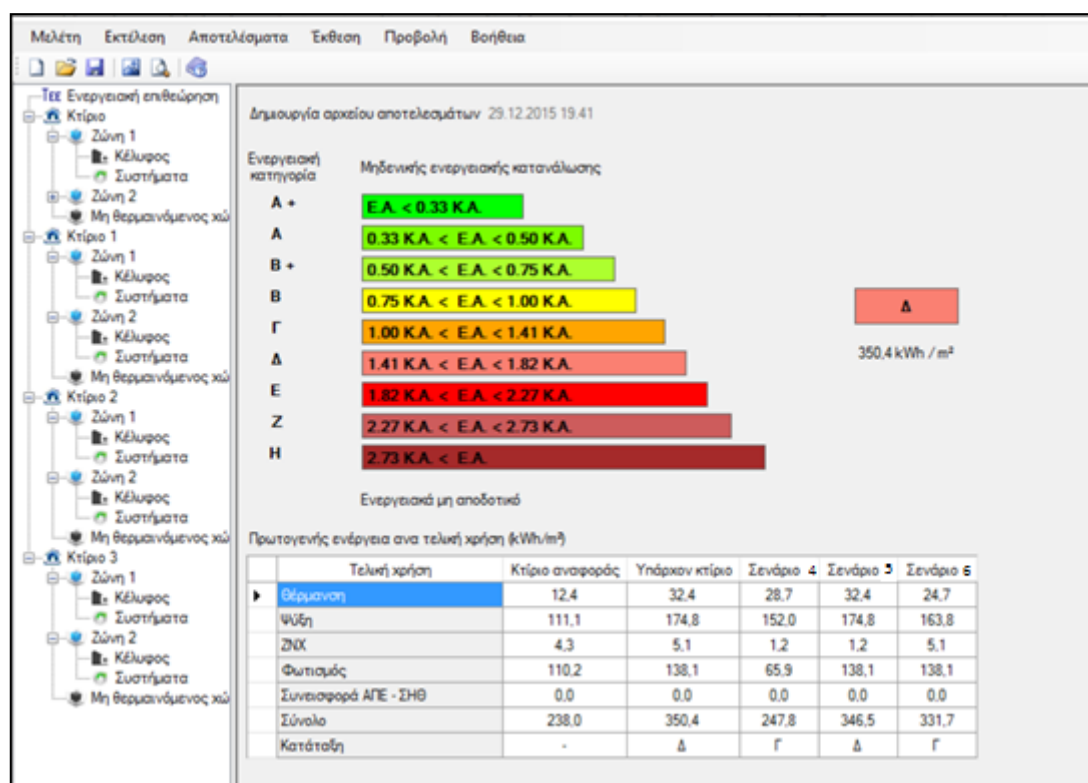
Η έγχρωμη κατηγοριοποίηση και κατάταξη αφορά στην υπάρχουσα κατάσταση. Το κτίριο κατατάσσεται στην Κατηγορία Δ.

Το σενάριο 1 (Κτίριο 1) αφορά στην αλλαγή των υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με άλλα τεχνολογίας LED. Φαίνεται ότι η επένδυση αυτή βελτιστοποιεί την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου που τώρα κατατάσσεται στην Κατηγορία Γ. Αν από την πρωτογενή ενέργεια για το φωτισμό του κτιρίου στην υπάρχουσα κατάσταση αφαιρεθεί η πρωτογενής ενέργεια του σεναρίου 1 προκύπτει διαφορά 72,2 kWh/m². Η διαφορά αυτή αναγόμενη σε ετήσιο όφελος τελικής ενέργειας από τη χρήση LED δίδει 15.900 kWh. Στο Κεφάλαιο 4 έχει υπολογισθεί ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας από τη χρήση LED 15.580 kWh δηλ. υπάρχει απόκλιση 2% μεταξύ των υπολογισμών με το χέρι και των υπολογισμών μέσω του λογισμικού. Επειδή τα υπάρχοντα φωτιστικά σώματα είναι μεγαλύτερης ισχύος των προτεινομένων στο σενάριο 1 φαίνεται ότι λόγω ελάττωσης της παραγόμενης θερμικής ενέργειας αυξάνονται οι απαιτήσεις για θέρμανση και ελαττώνονται οι απαιτήσεις για ψύξη.

Το σενάριο 2 (Κτίριο 2) αφορά στην τοποθέτηση στο δώμα Φ/Β συστήματος (net metering) για αυτοπαραγωγή και συμψηφισμό ενέργειας. Φαίνεται ότι η επένδυση αυτή βελτιστοποιεί πλήρως την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου που τώρα κατατάσσεται στην

Κατηγορία A+. Στο Κεφάλαιο 4 έχει υπολογισθεί ετήσια εξοικονόμηση τελικής ηλεκτρικής ενέργειας από τη χρήση Φ/Β συστήματος 53.200 kWh που ανάγεται σε 367,3 kWh/m² δηλ. υπάρχει απόκλιση 3% μεταξύ των υπολογισμών με το χέρι και των υπολογισμών μέσω του λογισμικού.

Το σενάριο 3 (Κτίριο 3) αφορά στην αλλαγή των υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με άλλα τεχνολογίας LED και στην τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών. Φαίνεται ότι το όφελος από τη χρήση συστήματος ΑΠΕ αφαιρείται από το ΖΝΧ. Φαίνεται ότι η επένδυση αυτή βελτιστοποιεί την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου που τώρα κατατάσσεται επίσης στην Κατηγορία Γ.



Εικόνα 5.26: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου "BIOART" με άλλα τρία σενάρια

Το σενάριο 4 (Κτίριο 1 της εικόνας 5.26) αφορά στην αλλαγή των υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με άλλα τεχνολογίας LED, στην τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών και στην εξωτερική θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων /δοκών. Η επένδυση αυτή βελτιστοποιεί την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου που τώρα κατατάσσεται στην Κατηγορία Γ. Είναι εμφανές ότι παρά την μείωση της παραγόμενης θερμικής ενέργειας, με την ύπαρξη της εξωτερικής θερμομόνωσης ελαττώνονται οι απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη.

Το σενάριο 5 (Κτίριο 2 της εικόνας 5.26) αφορά στην τοποθέτηση στο δώμα ηλιακών παθητικών συστημάτων (ηλιακοί συλλέκτες). Φαίνεται ότι η επένδυση αυτή δεν βελτιστοποιεί την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου που κατατάσσεται και πάλι στην Κατηγορία Δ.

Το σενάριο 6 (Κτίριο 3 της εικόνας 5.26) αφορά στην εξωτερική θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων/δοκών με μονωτικό υλικό πάχους 80 mm. Φαίνεται ότι η επένδυση αυτή βελτιστοποιεί την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου που κατατάσσεται επίσης στην Κατηγορία Γ.

5.5 Συμπεράσματα

Από τα προαναφερθέντα σενάρια σε συνδυασμό με το αρχικό κόστος που υπολογίστηκε από προσφορές παρατηρείται ότι το κτίριο αλλάζει ενεργειακή κατηγορία και μεταπηδά στην Κατηγορία Γ με το μικρότερο κόστος όταν εφαρμόζεται το σενάριο 1 που αφορά στην αλλαγή των υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με άλλα τεχνολογίας LED (αρχικό κόστος επένδυσης 2.686 €).

Επίσης το κτίριο μεταπηδά στην Κατηγορία Γ στα σενάρια 3, 4 και 6.

Το σενάριο 3 αφορά στην αλλαγή των υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με άλλα τεχνολογίας LED και στην τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών με αρχικό κόστος επένδυσης 4.686 €. Το κόστος εδώ εμφανίζεται μεγαλύτερο αλλά σε κάθε περίπτωση είναι αντιμετώπισιμο από την επιχείρηση.

Το σενάριο 4 αφορά στην αλλαγή των υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με άλλα τεχνολογίας LED, στην τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών και στην εξωτερική θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων /δοκών με θερμομονωτικό υλικό πάχους 80 mm με αρχικό κόστος επένδυσης 21.381€. Το αρχικό κόστος θεωρείται υψηλό για να παραμείνει το κτίριο στην Κατηγορία Γ.

Το σενάριο 6 αφορά στην εξωτερική θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων και υποστηριγμάτων/δοκών με θερμομονωτικό υλικό πάχους 80 mm με αρχικό κόστος επένδυσης 16.695 €. Το αρχικό κόστος αν και μικρότερο εκείνου του σεναρίου 4 θεωρείται επίσης υψηλό για να παραμείνει το κτίριο στην Κατηγορία Γ.

Το σενάριο 2 αφορά στην τοποθέτηση στο δώμα Φ/Β συστήματος (net metering) για αυτοπαραγωγή και συμψηφισμό ενέργειας. Φαίνεται ότι η επένδυση αυτή βελτιστοποιεί πλήρως την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου που πλέον κατατάσσεται στην Κατηγορία A+. Το αρχικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται σε 40.000 € και θεωρείται πολύ υψηλό για να το αντιμετωπίσει σήμερα η επιχείρηση.

Σε κάθε περίπτωση τα σενάρια που προτείνονται στο παρόν κεφάλαιο αφορούν μόνο στο κτίριο και όχι στην επιχειρηματική δραστηριότητα της "BIOART".

Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα και Προοπτικές

6.1 Συμπεράσματα

Η ενεργειακή επιθεώρηση που διεξήχθη στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας έδωσε μια σαφή εικόνα του ενεργειακού προφίλ της υπεραγοράς βιολογικών προϊόντων αποκαλύπτοντας τις ελλείψεις σε βασικούς τομείς (υφιστάμενη κατάσταση), αλλά και επισημαίνοντας τις δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Ακολούθως παρουσιάζονται και αναλύονται τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την έρευνα που έγινε για την κατανάλωση ενέργειας από τα καταστήματα λιανικής πώλησης τροφίμων (κτίριο και εξοπλισμός) καθώς και την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου:

- **Μολονότι δεν εντοπίστηκαν σημαντικά προβλήματα λειτουργίας του κτιρίου και του εξοπλισμού, υπήρχαν εμφανείς απώλειες ενέργειας.** Πιο συγκεκριμένα:

- α) Το κτιριακό κέλυφος και ο φέρων οργανισμός του κτιρίου δεν φέρουν θερμομόνωση. Τα αδιαφανή δομικά στοιχεία παρουσιάζουν μεγαλύτερους των επιτρεπόμενων συντελεστές θερμοπερατότητας και δεν πληρούν τις απαιτήσεις. Τα διαφανή δομικά στοιχεία (παράθυρα), που φέρουν διπλούς υαλοπίνακες 4-12-4 mm επί μεταλλικού πλαισίου 20% χωρίς θερμοδιακοπή, έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας λίγο μεγαλύτερο του απαιτούμενου. Επίσης και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m του κτιρίου είναι αρκετά μεγαλύτερος του επιτρεπόμενου. Αυτό ήταν αναμενόμενο, καθώς το κτίριο κατασκευάστηκε το 1978 και μέχρι σήμερα δεν έχει υποστεί καμία βελτιωτική παρέμβαση σε ότι αφορά την θερμομόνωση του, εκτός από τα νέα κουφώματα (παράθυρα) που τοποθετήθηκαν το 2013.
- β) Παρατηρούνται θερμογέφυρες εσωτερικά του κτιρίου στα σημεία σύνδεσης των υποστηριγμάτων/δοκών με τον εξωτερικό τοίχο που οφείλονται στη συναρμογή διαφορετικών υλικών.
- γ) Υπάρχει μεγάλη απώλεια ενέργειας στα ανοικτά ψυγεία. Η ψύξη που χάνεται επηρεάζει και το σύστημα θέρμανσης.
- δ) Σε πολλά σημεία, οι θερμικές απώλειες από τα νέα κουφώματα και υαλοπίνακες είναι μεγαλύτερες εκείνων των αμόνωντων εξωτερικών τοίχων.
- ε) Δεν υπάρχει υγρασία από ελαττωματικό δίκτυο στο κτίριο.
- στ) Η μόνωση στους σωλήνες του συστήματος ψύξης είναι σε κάποια σημεία φθαρμένη.
- ζ) Επιβεβαιώθηκε η μεγάλη μόνιμη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της επιχείρησης που οφείλεται κυρίως στην εικοσιτετράωρη λειτουργία των ψυγείων.
- η) Διαπιστώθηκε ότι η φάση L_3 φέρει τα περισσότερα φορτία που λειτουργούν κατά τη διάρκεια της ημέρας ενώ οι άλλες δύο L_1 και L_2 παρουσιάζουν πανομοιότυπη συμπεριφορά.

- θ) Παρατηρήθηκε ιδιαίτερη συμπεριφορά του συντελεστή ισχύος της φάσης L_3 τις ώρες που το κατάστημα δεν λειτουργεί. Όταν το κατάστημα είναι ανοικτό και προστίθενται και άλλα φορτία ο συντελεστής ισχύος (ολικός και ανά φάση) έχει τιμές κοντά στη μονάδα.
- ι) Οι αρμονικές ρεύματος και τάσης βρίσκονται εντός των ορίων των προδιαγραφών, κάτι που οφείλεται στην ύπαρξη πυκνωτών αντιστάθμισης.
- **Η εξωτερική θερμομόνωση του κελύφους του κτιρίου αποτελεί βιώσιμη δράση, με επικρατέστερη επιλογή το σενάριο Β. Αντίστοιχα, η θερμομόνωση οροφής δεν κρίνεται συμφέρουσα ως επένδυση.** Παρόλα αυτά, θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο συνδυασμός του σεναρίου Β και της θερμομόνωσης της οροφής αποτελεί βιώσιμη επένδυση, η οποία δίνει μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτιρίου λίγο μεγαλύτερο του επιτρεπόμενου.
 - **Συνιστάται η υλοποίηση των προτεινόμενων λύσεων θέρμανσης/ψύξης,** οι οποίες αποτελούνται από δράσεις χαμηλού κόστους και αφορούν κυρίως στην ορθολογική χρήση των μηχανημάτων και συστημάτων από το προσωπικό.
 - **Η αντικατάσταση των υπαρχόντων λαμπτήρων με άλλους τεχνολογίας LED για το φωτισμό του κτιρίου είναι μια βιώσιμη επένδυση.** Χαρακτηρίζεται από μικρό αρχικό κόστος και περίοδο αποπληρωμής ένα έτος. Πολλές ιδιωτικές εταιρείες που εμπορεύονται λαμπτήρες LED παρέχουν τη δυνατότητα σταδιακής αποπληρωμής της επένδυσης από τη μείωση που θα επέλθει στο λογαριασμό της ΔΕΗ.
 - **Η τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών στο δώμα είναι μια βιώσιμη επένδυση με μικρό αρχικό κόστος και περίοδο αποπληρωμής ίση με το 1/3 της διάρκειας ζωής της.**
 - **Η εγκατάσταση Φ/Β συστήματος στο δώμα του κτιρίου, ισχύος 35 kWp είναι μια βιώσιμη επένδυση με μεγάλο όμως αρχικό κόστος και περίοδο αποπληρωμής ίση με το 1/2 της διάρκειας ζωής της.** Η συγκεκριμένη επένδυση δεν είναι σήμερα τόσο συμφέρουσα όσο παλιά γιατί η ΔΕΗ αγοράζει την kWp στην αντίστοιχη τιμή που την χρεώνει στον καταναλωτή (0,08259 €). Υπάρχει επίσης και η δυνατότητα ολικής χρηματοδότησης της επένδυσης με μορφή δανείου. Εφιστάται η προσοχή στις ζημιές που μπορεί να γίνουν στη μόνωση της οροφής κατά την τοποθέτηση των Φ/Β συλλεκτών.
 - **Οι οριζόντιες περσίδες εξωτερικής σκίασης, είναι από τις προτεινόμενες βιώσιμες επενδύσεις η πλέον μη συμφέρουσα με τη μικρότερη ΚΠΑ και το μεγαλύτερο χρόνο αποπληρωμής.** Παρόλα αυτά τα περιστρεφόμενα εξωτερικά συστήματα αποτελούν ενδιαφέρουσα και μοντέρνα λύση για τη σκίαση των προσόψεων κτιρίων και τη δημιουργία βιοκλιματικών συνθηκών στον εσωτερικό χώρο. Μπορούν να τοποθετηθούν σε εμπορικά και διοικητικά κτίρια, σε οικίες ιδιαίτερων απαιτήσεων, σχολεία, νοσοκομεία, γραφεία κ.λ.π.
 - **Η τοποθέτηση γυάλινων θυρών με επαναφορά στα ψυγεία ανοικτού τύπου θα επιφέρει τις μεγαλύτερες αποταμιεύσεις ενέργειας που έχουν επιτευχθεί ποτέ από**

ένα και μόνο μέτρο. Η επένδυση έχει χαμηλό αρχικό κόστος, την υψηλότερη καθαρά παρούσα αξία και χρόνο αποπληρωμής μισό έτος. Κρίνεται ως η πλέον συμφέρουσα όλων των προτεινόμενων επενδύσεων. Υπάρχουν ήδη εμπορικά καταστήματα που εφαρμόζουν "στρατηγική κλειστών ψυγείων", αλλά για πολλά άλλα ο φόβος της μείωσης των πωλήσεων είναι ένα εμπόδιο για την επίτευξη οικονομίας στην ενεργειακή κατανάλωση. Με την τοποθέτηση θυρών επιτυγχάνεται μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά περίπου 45% σε σχέση με το αντίστοιχο ανοιχτού τύπου ψυγείο, προστασία του περιβάλλοντος, υγιεινή και ασφάλεια των τροφίμων, έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου του καταστήματος, περιορισμένη χρήση των κλιματιστικών μονάδων και βελτίωση της λειτουργίας και αισθητικής των ψυγείων.

- **Η ρύθμιση των κυκλωμάτων ψύξης των ψυγείων συντελεί στην εξοικονόμηση ενέργειας ανεξάρτητα από το είδος του συμπιεστή που χρησιμοποιείται.** Αυτό επιτυγχάνεται με προσαρμογή, μέσω βαλβίδας on-off του κυκλώματος ψύξης, της χωρητικότητας του συμπιεστή με το φορτίο ή με έλεγχο μεταβλητής ταχύτητας και ελαχιστοποίηση της διαφοράς πιέσεως κατά μήκος των συμπιεστών μέσω ρυθμιστών πίεσης στην αναρρόφηση (συμπυκνωτής) και στην κατάθλιψη (εξατμιστής). Επίσης για την ανίχνευση των διαρροών των ψυκτικών ρευστών συνιστάται η χρήση αισθητήρων.
- **Η σωστή και έγκαιρη συντήρηση όλων των εγκαταστάσεων είναι απαραίτητη γιατί έτσι επιτυγχάνεται:**
 - Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας,
 - Υψηλότερη απόδοση του εξοπλισμού,
 - Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής ,
 - Μείωση της στάθμης θορύβου,
 - Βέλτιστη ποιότητα του αέρα.
- **Η συνεισφορά του ανθρώπινου παράγοντα στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας της επιχείρησης είναι καθοριστικής σημασίας.** Στην επιχείρηση του 21^{ου} αιώνα, ο ανθρώπινος παράγοντας αποτελεί το σημαντικότερο περιουσιακό στοιχείο για ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Η εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση του προσωπικού σε θέματα μείωσης της κατανάλωσης και κατά συνέπεια του λειτουργικού κόστους συντελεί στην αναβάθμιση του ενεργειακού προφίλ της επιχείρησης.
- **Η ενεργειακή κατηγοριοποίηση του κτιρίου με τη βοήθεια του λογισμικού TEE - KENAK έδειξε ότι αυτό κατατάσσεται στην Κατηγορία Δ.** Προκειμένου να αναβαθμιστεί ενεργειακά το κτίριο εκπονήθηκαν σενάρια ανακατασκευής του κτιριακού κελύφους, χρήσης Α.Π.Ε. και LED καθώς και σύνθετα.
- Το κτίριο κατατάσσεται στην Κατηγορία Γ με το μικρότερο αρχικό κόστος επένδυσης με μόνη ενέργεια την αντικατάσταση των υπαρχόντων λαμπτήρων με άλλους τεχνολογίας LED.
- Το κτίριο κατατάσσεται στην Κατηγορία Α+ με την εγκατάσταση Φ/Β συστήματος στην οροφή όμως το αρχικό κόστος επένδυσης θεωρείται πολύ υψηλό για να το αντιμετωπίσει σήμερα η οποιαδήποτε επιχείρηση.

6.2 Προοπτικές εφαρμογής

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε σκοπό, αφ' ενός μεν, τη μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων και κατά συνέπεια του λειτουργικού κόστους της υπεραγοράς βιολογικών προϊόντων "BIOART", αφ' ετέρου δε, την προστασία του περιβάλλοντος μειώνοντας τις εκπομπές αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Κατά την εκπόνηση της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου, το κύριο πρόβλημα που παρουσιάστηκε ήταν η απουσία προηγούμενης μελέτης θερμομόνωσης και συγκριτικών στοιχείων σχετικών με την εν λόγω δραστηριότητα.

Σε κάθε περίπτωση τα αποτελέσματα της εργασίας δείχνουν πόσο σημαντική είναι η ενεργειακή επιθεώρηση στα καταστήματα λιανικής πώλησης τροφίμων και η χάραξη εθνικής πολιτικής προκειμένου να περιοριστούν οι υψηλές ενεργειακές καταναλώσεις και οι εκπομπές αερίων που επιβαρύνουν το περιβάλλον και οφείλονται στη συγκεκριμένη δραστηριότητα.

Οι πιο συμφέρουσες (με την μεγαλύτερη ΚΠΑ και το μικρότερο ΕΠΑ) επενδύσεις είναι αυτές που αφορούν στην τοποθέτηση γυάλινων θυρών στα ψυγεία (2.850 €) και στο φωτισμό (2.686 €) αφού και οι δύο έχουν σχετικά μικρό αρχικό κόστος και ο χρόνος απόσβεσης είναι πολύ σύντομος, περίπου ένα έτος. Η αλλαγή των υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με άλλα τεχνολογίας LED προκαλεί επίσης ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου που κατατάσσεται πλέον στην Κατηγορία Γ. Σημειώνεται ότι οι συγκεκριμένες επενδύσεις χαμηλού κόστους, είναι πολύ πιο συμφέρουσες από τις επενδύσεις ανακατασκευής του κτιριακού κελύφους.

Συστήνεται ανεπιφύλακτα στην επιχείρηση η εφαρμογή τουλάχιστον αυτών των δύο επενδύσεων προκειμένου να επέλθει σημαντική μείωση του λειτουργικού κόστους και να εξοικονομηθούν έτσι πόροι για περαιτέρω βελτιώσεις.

Βιβλιογραφία

1. <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tpree/dg2013/ktirio/DE1-Eisagogi%20stin%20energeia-final.pdf>
2. <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/database>
3. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/final-energy-consumption-by-sector-9/assessment>
4. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings>
5. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 2011, Κατάρτιση Ενεργειακών Επιθεωρητών-Εκπαιδευτικό Υλικό- Α. Επιθεώρηση Κτιρίων-Θεματική Ενότητα: ΔΕ1-Εισαγωγή στον Τομέα της Ενέργειας, Α΄ έκδοση, Αθήνα
6. Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), 2015, "Απογραφή κτιρίων 2011"
7. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00692330/document>
Tassou S.A., Ge Y., Hadawey A., Marriott D., 2010, "Energy Consumption And Conservation In Food Retailing", Applied Thermal Engineering, Elsevier, 31 (2-3), pp.147.
8. <http://www.tovima.gr/society/article/?aid=557785>
9. <https://www.dei.gr/Default.aspx?id=37404&nt=19>
10. <http://www.cgn.gr/klimatismos/klimatistika-split-systems.html>
11. <http://www.selfservice.gr/default.asp?pid=9&la=1&clD=71&arID=5432>
12. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=338>
13. http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak
14. http://courses.arch.ntua.gr/el/tecnologia_domisimvn_ylvn__geniko_meros/uemata_as_kisevn-ergasivn/askhsh_uermomonvshs_-_shmeivseis.ht
15. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2, 2010, "Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων"
16. https://el.wikipedia.org/wiki/Μέλαν_σώμα
17. <http://www.rci-online.org/interface/2007-07-brooks.pdf>
18. https://en.wikipedia.org/wiki/Thermographic_camera
19. Ρογκότης Σ., 2010, Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Διπλωματική Εργασία "Επεξεργασία Εικόνας από Θερμοκάμερα" (<http://vivliothmmy.ee.auth.gr/679/1/thesis.pdf>)

20. <http://www.flir.com>
21. <http://www.testo.in/knowledge-base/online-training/thermography>
22. Αϊβαλιώτης Π., Θεοφράστου Δ., 2008, Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Διπλωματική Εργασία "Εφαρμογές Θερμογραφίας σε Σταθμούς Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας" (<http://vivliothmy.ee.auth.gr/330/1/ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ...pdf>)
23. Κορωναίος Α., Σαργέντης Φ., 2003, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Εργαστήριο Τεχνικών Υλικών, Δημοσιεύσεις Εργαστηρίου, Τεύχος 2, "Θερμογραφία" (http://www.ntua.gr/vitruvius/ress_doc/ir_theory.pdf)
24. Αραβαντινός Δ., Τσακίρης Ν., Γιαρμά Χ., 2010, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, "Μετρητικοί Έλεγχοι της Θερμικής Συμπεριφοράς Δομικών Στοιχείων σε Θέσεις Θερμογεφυρών και Προτάσεις Βελτιωτικών Επεμβάσεων", 21-23 Μαΐου, Αθήνα
25. Παπασταματίου Η., 2011, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων, Διπλωματική Εργασία "Ενεργειακή Επιθεώρηση σε Νοσοκομειακή Μονάδα"
26. https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_analyser
27. http://www.powercet.com/uploads/files/Fluke_1735_Users_Manual.pdf
28. Κουτσάκας Κ., 2009, Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Διπλωματική Εργασία "Μελέτη Εξάλειψης Αρμονικών και Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Χαρτοβιομηχανία" <http://vivliothmy.ee.auth.gr/859/1/Διπλωματική.pdf>
29. Τάσιος Ν., 2006, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Τομέας Ηλεκτρικής Ενέργειας, Διπλωματική Εργασία "Ποιότητα Ισχύος : Μελέτη και θεραπεία των αρμονικών συνιστωσών σε βιομηχανικό περιβάλλον" http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2006-0128/DT2006-0128.pdf
30. Κάπρος Π., Ντελκής Κ., 2007, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος, "Οικονομική ανάλυση επιχειρήσεων", Αθήνα
31. <http://theledcompany.gr/>
32. https://el.wikipedia.org/wiki/Δίοδος_εκπομπής_φωτός
33. <http://flashlight.gr/Αρθρα-m12/Τεχνο-γνωσία-s37/Φωτισμός-και-Χρώματα-id641>
34. http://library.tee.gr/digital/m2413/m2413_topalis.pdf

35. [https://el.wikipedia.org/wiki/ Φωτοβολταϊκά](https://el.wikipedia.org/wiki/Φωτοβολταϊκά)
36. http://www.cres.gr/kape/PV_INFO.pdf
37. http://www.cres.gr/kape/pdf/odigos_pv_systimaton.pdf
38. <http://slideplayer.gr/slide/1918362/>
39. <http://maltezos.gr/index.php/proionta/hliakoithermosifones/genikesplirofories>
40. http://www.topten.eu/uploads/File/EEDAL15_Eva_Geilinger_Commercial_and_Professional_Refrigeration_Products.pdf
41. <http://www.cold.org.gr/Contents.aspx?lang=gr&CatId=420&View=8>
42. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00692330/document>
Tassou S.A., Ge Y., Hadawey A., Marriott D., 2010, "Energy Consumption And Conservation In Food Retailing". Applied Thermal Engineering, Elsevier, 31 (2-3), pp.147.
43. Τσόπελα Ε., 2009, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Ερευνητική Εργασία "Τρόποι Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτίρια Κατοικιών"
44. <http://alloffice.gr/eksoteriki-skiasi/persides-storia>
45. Παπαδοπούλου Μ., 2014, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας", μεταπτυχιακή εργασία "Διερεύνηση Συμβολής Επιλεγμένων Παραμέτρων στην Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίων", Αθήνα
46. http://www.rizakos.gr/gr/monosi_thermoprosopsis2.asp
47. http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams_html?dr_city=Nea_Filadelfia
48. [http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=391&sni\[524\]=66](http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=391&sni[524]=66)
49. http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak/tee_kenak
50. Περδίδης Σ., 2011, "Οδηγός εκπόνησης ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου", ISBN 9789608257696, ΣΕΛΚΑ-4M Τεκδοτική, Αθήνα
51. <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/totee/TOTEE-20701-1-Final-D4%C5%C5-2nd.pdf>
52. http://helapco.gr/pdf/TOTEE_20701_3_Final_TEE_2nd.pdf
53. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 2014, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 Αριθ. οικ. 2618/23.10.2014 (ΦΕΚ Β' 2945) απόφαση Υ.Π.Ε.Κ.Α., "Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, συστημάτων θέρμανσης και συστημάτων κλιματισμού", έκδοση Γ, Αθήνα