

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ
ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΕ ΤΡΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ**

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ (Α.Μ. 7435)
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2023

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου και αναφέρεται στη συμπεριφορά παθητικής κατοικίας σε τρεις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα. Στην κατηγορία των παθητικών, ανήκουν τα κτήρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Είναι γνωστό, ότι στις μέρες μας, βιώνουμε πέρα από την οικονομική κρίση και μία ενεργειακή, με αποτέλεσμα να υπάρχει μία ανάγκη προς αυτά τα κτήρια, διότι παρέχουν μεγάλη οικονομία και είναι ιδιαίτερος φιλικά προς το περιβάλλον.

Στην αρχή, μελετάμε τις απώλειες θέρμανσης και ψύξης του κτηρίου. Στη συνέχεια, βρίσκουμε τις απαιτήσεις για που χρειάζεται για θέρμανση και ψύξη και τέλος, γίνεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων και δίνονται συμπεράσματα.

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου, κ. Ιωάννη Καλογήρου, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε, για την πραγματοποίηση της Εργασίας.

Γιαννακόπουλος Βασίλειος
Μάιος 2023

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Φοιτητής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο Φοιτητής
(Ονοματεπώνυμο)

.....
(Υπογραφή)

Σημείωση: Εάν η εργασία εκπονείται από δύο Φοιτητές γράφεται το αντίστοιχο κείμενο σύμφωνα με την υπόδειξη του άρθρου 8.

ΠΕΡΙΛΙΨΗ

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται η σύγκριση μιας ισόγειας παθητικής κατοικίας σε τρεις διαφορετικές κλιματικές ζώνες. Το κτήριο αυτό, ανάλογα την κλιματική ζώνη, ελαχιστοποιεί τις θερμικές απώλειες και μεγιστοποιεί τα ηλιακά θερμικά κέρδη, με σκοπό τη μείωση της απαίτησης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε τέσσερα κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται σε μία γενική περιγραφή του κτηρίου, δίνοντας το λογισμικό, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για τους υπολογισμούς, τα σχέδια του κτηρίου και στη συνέχεια, γίνονται διάφοροι υπολογισμοί συντελεστών (θερμοπερατότητας, σκίασης κλπ.).

Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναλύεται η υπολογιστική διαδικασία για την μελέτη θέρμανσης, όπου υπολογίζονται οι απαίτησης θέρμανσης για την ανάλογη κλιματική ζώνη που επιλέχθηκε.

Στο τρίτο κεφάλαιο, αναπτύσσεται η υπολογιστική διαδικασία για τη μελέτη ψύξης, όπου και υπολογίζεται η ωφέλιμη απαίτηση ψύξης των τριών κλιματικών ζωνών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των καταναλώσεων ενέργειας και δίνονται συμπεράσματα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Τι είναι το παθητικό κτήριο.....	1
2. Λειτουργία κτηρίου.....	1
3. Κριτήρια παθητικού κτηρίου.....	3

1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ

1.1 Λογισμικό.....	3
1.2 Στοιχεία κτηρίου και γεωμετρία.....	4
1.3 Κλιματικά δεδομένα.....	7
1.4 Κλιματικές ζώνες.....	10
1.5 Υπολογισμός των τιμών-U των δομικών στοιχείων	11
1.6 Υπολογισμός τιμής των παραθύρων $U_{W,Installe}$	16
1.7 Συντελεστής της τιμής g-value του υαλοπίνακα.....	17
1.8 Συντελεστές σκιάσεις.....	18
1.8.1 Συντελεστής οριζόντιας παρεμπόδισης(r_H).....	19
1.8.2 Κατακόρυφος συντελεστής σκίασης(r_R).....	20
1.8.3 Κατακόρυφος συντελεστής σκίασης(r_O).....	21
1.8.4 Πρόσθετος μειωτικός συντελεστής σκίασης χειμώνα και καλοκαίρι.....	23
1.8.5 Προσωρινή σκίαση.....	23

2. ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

2.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών από μετάδοση	25
2.1.1 Απώλειες θερμογεφυρών	25
2.1.2 Απώλειες κτηρίου υπό του εδάφου	25
2.1.3 Απώλειες κουφωμάτων	27
2.1.4 Αποτελεσμάτων θερμικών απωλειών από μετάδοση	29
2.2 Υπολογισμός θερμικών απωλειών από αερισμό.....	30
2.3 Συνολικές απώλειες θερμότητας.....	32
2.4 Υπολογισμός ηλιακών θερμικών κερδών.....	33
2.5 Υπολογισμός Εσωτερικών θερμικών κερδών	34
2.6 Υπολογισμός ηλιακών θερμικών κερδών	35
2.7 Συντελεστής αξιοποίησης συνολικών θερμικών κερδών	36
2.8 Ωφέλιμα θερμικά κέρδη	37
2.9 Υπολογισμός ετήσιας και ειδικής απαίτηση θέρμανσης	37

3. ΜΕΛΕΤΗ ΨΥΞΗΣ

3.1 Απώλειες μεταφοράς μετάδοσης από αρνητικό φορτίο θερμότητας	39
3.2 Υπολογισμός θερμικών απωλειών αερισμού	41
3.3 Συνολικές θερμικές απώλειες	41
3.4 Υπολογισμός διαθέσιμων ηλιακών κερδών	42
3.5 Υπολογισμός εσωτερικών θερμικών κερδών	43
3.6 Συνολικά θερμικά κέρδη	44
3.7 Συντελεστής αξιοποίησης συνολικών θερμικών απωλειών	44

3.8 Ωφέλιμες θερμικές απώλειες	45
3.9 Υπολογισμός ωφέλιμης απαίτησης ψύξης	45
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα και συμπεράσματα	
4.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων	46
4.2 Αποτελέσματα για την κλιματική ζώνη της Κοζάνης	46
4.3 Αποτελέσματα για την κλιματική ζώνη της Αθήνα	49
4.4 Αποτελέσματα για την κλιματική ζώνη της Ιεράπετρα	52
4.5 Συμπεράσματα	55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	56
ΔΙΕΘΥΝΣΕΙΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ	56

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΠΑΘΗΤΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ

Τα Παθητικά Κτήρια μας διασφαλίζουν τη θερμική άνεση των χώρων σε οποιοσδήποτε κλιματικές συνθήκες μπορούν να διατηρούν όλο το χρόνο μια άνετη και κυρίως ευχάριστη θερμοκρασία με ελάχιστες απαιτήσεις ενέργειας. Τα κτήρια θερμαίνονται παθητικά, εκμεταλλεύονται τα ηλιακά θερμικά κέρδη των εσωτερικών πηγών θερμότητας και της ανάκτησης θερμότητας, με αποτέλεσμα τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης να μην είναι απαραίτητα ακόμη και τις πιο κρύες ημέρες του χειμώνα. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το Παθητικό Κτήριο χρησιμοποιεί παθητικές τεχνικές ψύξης, όπως είναι ο σωστός σχεδιασμός σκίασης και νυχτερινού φυσικού αερισμού, προκειμένου να διατηρείται δροσερό. Τα κτήρια μας επιτρέπουν εξοικονόμηση ενέργειας που σχετίζεται με τη θέρμανση και την ψύξη έως και 90%, σε σύγκριση με το τυπικό απόθεμα κτηρίων και πάνω από 75%, σε σύγκριση με τις μέσες νέες κατασκευές. Όσον αφορά στο πετρέλαιο θέρμανσης, τα κτήρια Passive House χρησιμοποιούν λιγότερο από 1,5 λίτρο ανά τετραγωνικό μέτρο χώρου διαβίωσης ετησίως, πολύ λιγότερο από τα τυπικά κτήρια χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας. Επίσης, αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας έχει αποδειχθεί σε θερμά κλίματα, όπου τα κτήρια έχουν περισσότερη απαίτηση ενέργεια για ψύξη, παρά για θέρμανση. Έτσι, ως αποτέλεσμα έχει, τα παθητικά κτήρια να έχουν μειωμένες απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη, έχοντας ελαχιστοποίηση τις απώλειες θερμότητας, προσφέροντας μας θερμική άνεση, υψηλή ποιότητα του εσωτερικού αέρα, αυξάνοντας σημαντικά την ποιότητα ζωής για τους ανθρώπους που κατοικούν εντός αυτού, συμβάλει στο κύκλο ζωής του κτηρίου και έχει μειωμένες εκπομπές αέριων του θερμοκηπίου.

2. Λειτουργία κτηρίου

Ένα παθητικό κτήριο για να λειτουργήσει ακολουθεί τις πέντε βασικές αρχές.

1) Θερμομόνωση

Η μόνωση του κτηριακού κελύφους θα πρέπει να είναι πολύ καλά μονωμένη, για να μην έχουμε απώλειες ενέργειας, η ελλιπής μόνωση οδηγεί σε μεγάλες δαπάνες για θέρμανση και ψύξη. Με την σωστή μόνωση, περιορίζουμε την ροή θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου προς το περιβάλλον το χειμώνα, με αποτέλεσμα η επιθυμητή ζέστη να μην μπορεί να διαφύγει τόσο εύκολα και να παραμένει μέσα στο χώρο. Αντίθετα, το καλοκαίρι έχουμε ροή θερμότητας από το από τον περιβάλλον προς το εσωτερικό του κτήριου, όπου η μόνωση εμποδίζει να εισέλθει εντός του εσωτερικού χώρου. Η επάρκεια της μόνωσης εξαρτάται από το πάχος της μόνωσης και των στρώσεων, ώστε να εξασφαλίζουν την σωστή τιμή του συντελεστή

θερμοπερατότητας, όπου παίρνει τιμή ανάλογη με την κλιματική περιοχή που βρίσκεται η κατοικία μας.

2) Παράθυρα

Τα κουφώματα θα πρέπει να περιορίζουν την μετάδοση θερμότητας, για αυτό θα πρέπει να είναι θερμοδιακοπτόμενα και εξοπλισμένα με υαλοπίνακες κενού αέρος, ώστε να αποτρέπεται η μεταφορά θερμότητας, έτσι με αυτόν τον τρόπο τα σωστά σχεδιασμένα, μονωμένα και τοποθετημένα κουφώματα θα συμμετέχουν στην βέλτιστη αξιοποίηση των ηλιακών κερδών.

3) Αερισμός με ανάκτηση ενέργειας

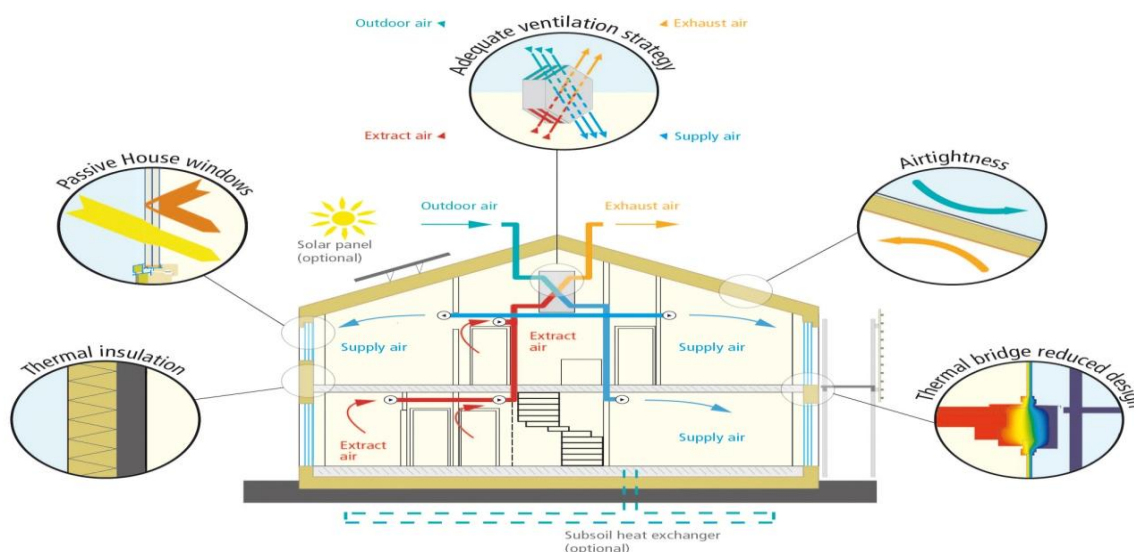
Ο μηχανικός αερισμός καθιστάτε απαραίτητος στα παθητικά κτήρια και ο λόγος είναι η υψηλή αεροστεγανότητα που πετυχαίνουμε. Μέσω του συστήματος του μηχανικού αερισμού, προσάγουμε στο χώρο μας καθαρό φρέσκο αέρα στους χώρους διαρκούς κατοίκησης όπως κρεβατοκάμαρες, σαλόνι και διαδρόμους, και απάγουμε αέρα από τους χώρους με έντονη υγρασία η μυρωδιά όπως είναι κουζίνα, μπάνια και τουαλέτες, με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η διαρκής ανανέωση του αέρα σε όλο το χώρο του κτιρίου. Επίσης, γίνεται και ανάκτηση θερμότητας αέρα. Τουλάχιστον το 75% της θερμότητας από τον αέρα εξαγωγής μεταφέρεται ξανά στον καθαρό αέρα, μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας.

4) Αεροστεγανότητα του κτηρίου

Τα παθητικά κτήρια είναι κατασκευασμένα, ώστε το κτηριακό τους κέλυφος να είναι αεροστεγές και να μην υπάρχει διαρροή του αέρα από μέσα προς τα έξω και αντίθετα από έξω προς τα μέσα.

5) ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ

Ο παθητικός σχεδιασμός προϋποθέτει την ελαχιστοποίηση των ασθενών σημείων στο κτηριακό κέλυφος, με σκοπό την εξάλειψη ή τη μείωση των θερμογεφυρών. Με αυτόν τον τρόπο, μειώνει την θερμοροή, εξαλείφει τις φθορές από την υγρασία και συνεισφέρει στη δημιουργία ευχάριστης και σταθερής θερμοκρασίας.



Εικόνα 1.1 :Βασικές αρχές ενός παθητικού κτηρίου

3. Κριτήρια παθητικού κτηρίου

Τα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται ώστε το κτήριο ανήκει στη κατηγορία classic, σύμφωνα με το (Passive House Institute), είναι:

1. Η Απαίτηση Ενέργειας για Θέρμανσης, και η απαίτηση ψύξης και αφύγρανσης δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 15 kWh/m^2 το έτος ή τα 10 W/m^2 .
2. Η ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (PER, σύμφωνα με τη μέθοδο PHI), να μην υπερβαίνει τις $60 \text{ kWh/(m}^2\cdot\text{a)}$ το έτος ανά τετραγωνικό μέτρο ωφέλιμου χώρου διαβίωσης ετησίως για όλες τις οικιακές εφαρμογές (θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό και ηλεκτρική ενέργεια)
3. Η αεροστεγανότητα του κτηρίου ως μέγιστη τιμή είναι 0,6 αλλαγές αέρα ανά ώρα σε πίεση 50 Pascals, όπως επαληθεύεται με μια επιτόπια δοκιμή πίεσης (τόσο σε κατάσταση υπό πίεση όσο και σε κατάσταση αποσυμπίεσης).
4. Η θερμική άνεση πρέπει να τηρείται για όλους τους χώρους διαβίωσης κατά τη διάρκεια του χειμώνα καθώς και το καλοκαίρι, με όχι περισσότερο από το 10 % των ωρών σε ένα δεδομένο έτος πάνω από $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

1.ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

1.1 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

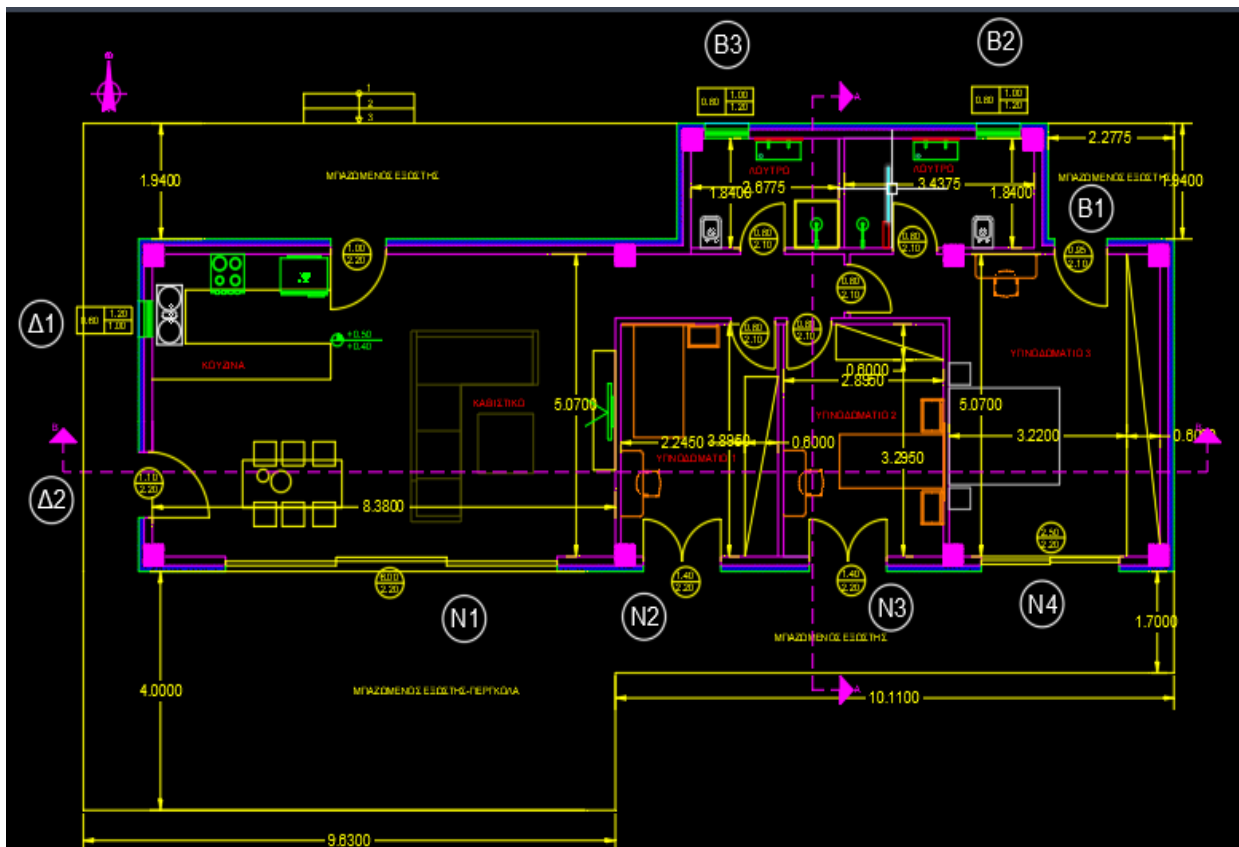
Το λογισμικό που θα χρησιμοποιήσουμε για την συγκεκριμένη μελέτη είναι το PHPP- Passive House Planning Package, το οποίο είναι ένα υπολογιστικό εργαλείο που μας παρέχει οτιδήποτε είναι απαραίτητο για το σχεδιασμό ενός παθητικού κτηρίου, υπολογίζει το ενεργειακό ισοζύγιο και την ετήσια απαίτηση ενέργειας του κτηρίου με βάση τα στοιχεία που του δίνει ο χρήστης. Οι υπολογισμοί είναι παραμετρικοί, δηλαδή καταχωρώντας μια τιμή βλέπουμε απευθείας την επίδραση του ενεργειακού ισοζυγίου του κτηρίου. Αυτό μας δίνει την δυνατότητα να έχουμε μια πλήρης εικόνα, ώστε να μπορούμε να συγκρίνουμε διαφορετικά εξαρτήματα και υλικά, με διαφορετικές ιδιότητες με σκοπό την βελτιστοποίηση του κτηρίου. Επομένως, όλοι οι υπολογισμοί του PHPP που θα αναλύσουμε, βασίζονται επάνω σε αυστηρούς νόμους της φυσικής και σε διεθνή πρότυπα (ISO, DIN, EN)

Έτσι, λοιπόν, τα σημαντικότερα αποτελέσματα που εξάγονται είναι:

- Η ετήσια απαίτηση ενέργειας για θέρμανση $\text{kWh/(m}^2\text{a)}$ και η μέγιστη θερμική ισχύς W/m^2 .
- Η καλοκαιρινή θερμική άνεση με χρήση ενεργητικής ψύξης: Ετήσια απαίτηση ενέργειας για ψύξη $\text{kWh/(m}^2\text{a)}$ και μέγιστη ψυκτική ισχύς W/m^2 .
- Η καλοκαιρινή θερμική άνεση μέσω παθητικών συστημάτων ψύξης: Πιθανότητα υπερθέρμανσης %.
- Η ετήσια απαίτηση πρωτεύουσας ενέργειας για ολόκληρο το κτήριο $\text{kWh/(m}^2\text{a)}$.

1.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

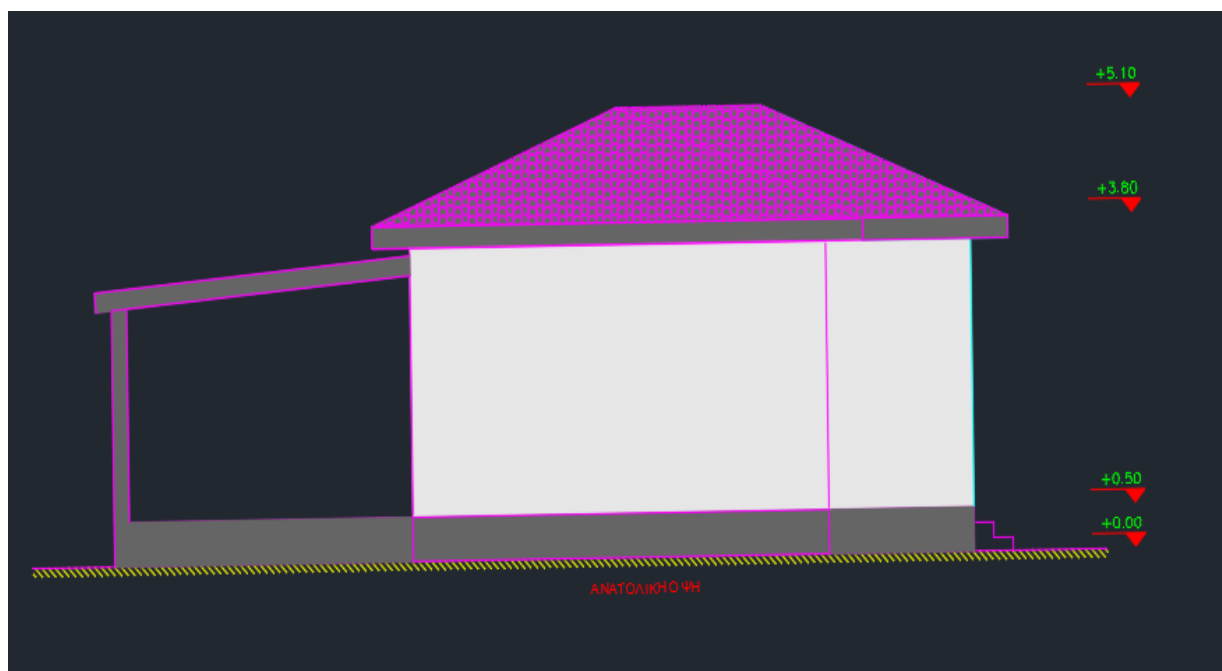
Η ισόγεια κατοικία με κεραμοσκεπή που μελετάμε αποτελείται από τρία υπνοδωμάτια, δυο λουτρά και έναν ενιαίο χώρο καθιστικό-κουζίνα, καθώς διαθέτει 9 κουφώματα και μια εξωτερική πόρτα. Η συνολική κλιματιζόμενη επιφάνεια είναι 97 m² με καθαρό όγκο αέρα 291m³, ο προσανατολισμός του κτηρίου είναι πλήρως τοποθετημένος στο βορρά και οι περιμετρική τοίχοι έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Η θερμοκρασία εσωτερικού χώρου που χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό είναι 20 °C για την περίοδο θέρμανσης και 25 °C για την περίοδο ψύξης. Επίσης, η θερμοχωρητικότητα του κτηρίου είναι 204 Wh/(m²K). Τέλος, η γεωμετρία του κτηρίου μετρήθηκε στα αρχιτεκτονικά σχέδια του autoCAD για τον υπολογισμό των διαφόρων επιφανειών και ανοιγμάτων. Επίσης, το ίδιο συνέβη και για τις σκιάσεις και τον περιβάλλοντα χώρο. Όλα αυτά τα δεδομένα μεταφέρθηκαν στο PHPP. Παρακάτω, βλέπουμε τα σχέδια του κτηρίου:



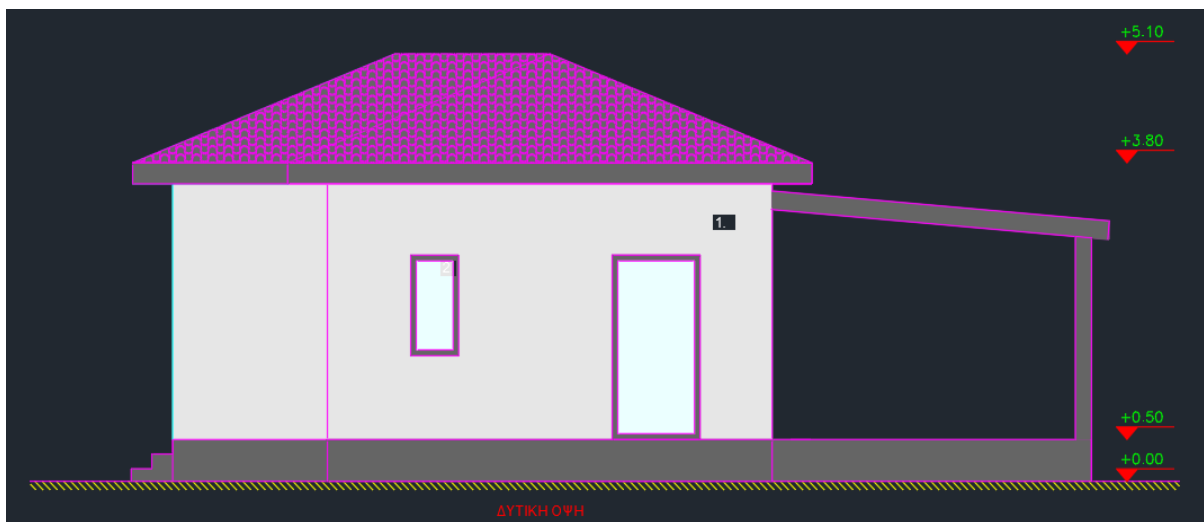
Εικόνα 1.2: Κάτοψη ισόγειας κατοικίας

Πίνακας 1.1: Κουφώματα κτηρίου

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	ΜΗΚΟΣ Χ ΥΨΟΣ
ΒΟΡΑΣ (Β1)	0,95Χ2,10
ΒΟΡΑΣ (Β2)	0,80Χ1,20
ΒΟΡΑΣ (Β3)	0,80Χ1,20
ΝΟΤΟΣ (Ν1)	6,00Χ2,20
ΝΟΤΟΣ (Ν2)	1,40Χ2,20
ΝΟΤΟΣ (Ν3)	1,40Χ2,20
ΝΟΤΟΣ (Ν4)	2,50Χ2,20
ΔΥΣΗ (Δ1)	0,60Χ1,20
ΔΥΣΗ (Δ2)	1,10Χ2,20



Εικόνα 1.3: Ανατολική όψη



Εικόνα 1.4: Δυτική όψη



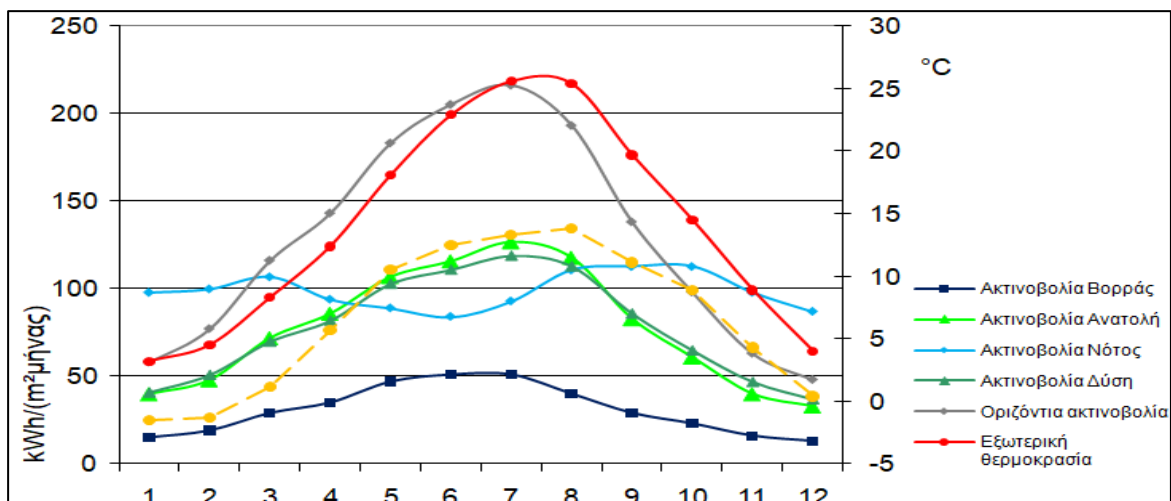
Εικόνα 1.5: Βόρεια όψη



Εικόνα 1.6: Νότια όψη

1.3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

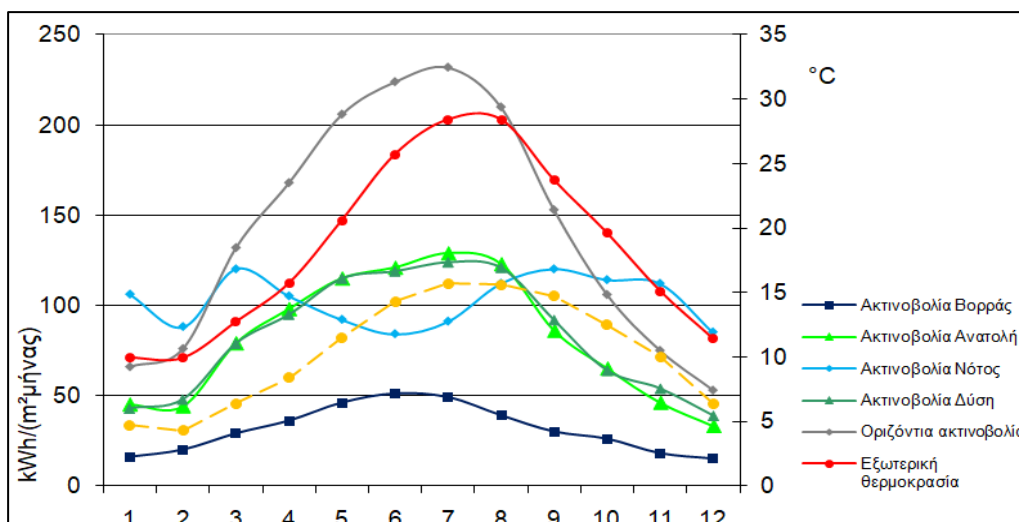
Όσον αφορά στα κλιματικά δεδομένα, το PHPP διαθέτει ένα πρόσθετο εργαλείο, με το οποίο μπορούμε να αποκτήσουμε σαφή και πλήρη εικόνα ως προς τα δεδομένα της κάθε περιοχής που έχουμε επιλέξει. Έτσι, εξετάζεται η πιο ζεστή, η πιο κρύα, η πιο ηλιόλουστη και η πιο νεφελώδης μέρα του έτους και παρατηρούνται μεγάλες διαφορές, τόσο στα μεγέθη, όσο και στα χρονικά σημεία που σημειώνονται οι μέγιστες και οι ελάχιστες τιμές. Τα κλιματικά δεδομένα που επιλέχθηκαν για την Κοζάνη, Αθήνα και Ιεράπετρα έχουν ελεγχθεί και είναι πιστοποιημένα από το ινστιτούτο Παθητικού Κτηρίου και εμπεριέχονται στην βιβλιοθήκη των κλιματικών δεδομένων του προγράμματος phpp. Οι παρακάτω καμπύλες προκύπτουν από μελέτες μετεωρολογικών σταθμών, σε συνδυασμό με το υψόμετρο του κάθε κτηρίου και η ακρίβειά τους έχει μεγάλη σημασία για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων μιας ενεργειακής μελέτης, επιπλέον στους παρακάτω πίνακες έχουμε τις χαρακτηριστικές τιμές που σχετίζονται με το κλίμα για τις περιόδους θέρμανσης και ψύξης. Εκτός από το μήκος των περιόδων θέρμανσης και ψύξης σε ημέρες ανά έτος, οι βαθμώρες θέρμανσης και ψύξης σε kWh ετησίως και η ηλιακή ακτινοβολία που παρατηρήθηκε για κάθε κατεύθυνση, κατά την διάρκεια της περιόδου θέρμανσης ή ψύξης εμφανίζεται σε kWh/m².



Εικόνα 1.7 : Καμπύλες ακτινοβολίας, Εξωτερικής θερμοκρασίας και σημείο δρόσου ανά μήνα. Για το κτήριο της Κοζάνης.

Πίνακας 1.1: Δεδομένα θέρμανσης και ψύξης Κοζάνη

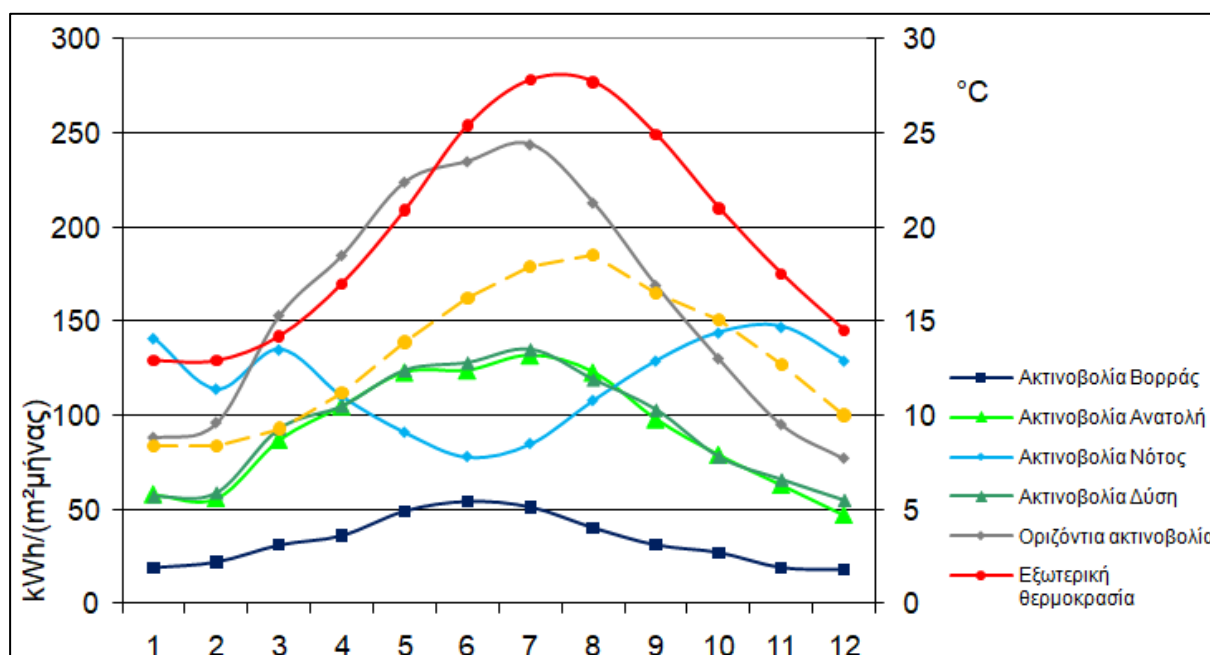
	Ετήσια μέθοδος	Θέρμανση	Ψύξη	
Περίοδος θέρμανσης / ψύξης	35	151	31	d/a
Βαθμώρες θέρμανσης / ψύξης	9	23	1	kKh/a
Ακτινοβολία Βορράς	19	126	40	kWh/(m ² a)
Ακτινοβολία Ανατολή	52	353	123	kWh/(m ² a)
Ακτινοβολία Νότος	110	629	108	kWh/(m ² a)
Ακτινοβολία Δύση	55	369	119	kWh/(m ² a)
Οριζόντια ακτινοβολία	86	599	213	kWh/(m ² a)



Εικόνα 1.8 : Καμπύλες ακτινοβολίας, Εξωτερικής θερμοκρασίας και σημείο δρόσου ανά μήνα. Για το κτήριο της Αθήνας.

Πίνακας 1.2: Δεδομένα θέρμανσης και ψύξης Αθήνα

	Ετήσια μέθοδος	Θέρμανση	Ψύξη	
Περίοδος θέρμανσης / ψύξης	96	181	62	d/a
Βαθμώρες θέρμανσης / ψύξης	24	35	4	kKh/a
Ακτινοβολία Βορράς	56	134	88	kWh/(m ² a)
Ακτινοβολία Ανατολή	139	345	252	kWh/(m ² a)
Ακτινοβολία Νότος	286	616	203	kWh/(m ² a)
Ακτινοβολία Δύση	144	358	245	kWh/(m ² a)
Οριζόντια ακτινοβολία	224	570	442	kWh/(m ² a)



Εικόνα 1.9 : Καμπύλες ακτινοβολίας, Εξωτερικής θερμοκρασίας και σημείο δρόσου ανά μήνα. Για το κτήριο της Ιεράπετρας.

Πίνακας 1.3: Δεδομένα θέρμανσης και ψύξης Ιεράπετρα

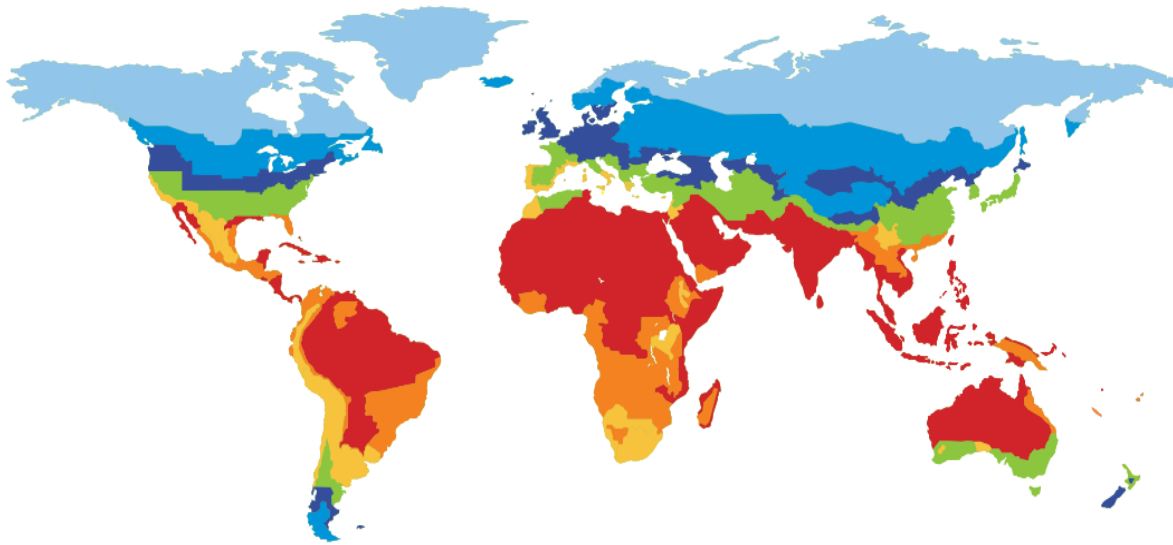
	Ετήσια μέθοδος	Θέρμανση	Ψύξη	
Περίοδος θέρμανσης / ψύξης	35	151	31	d/a
Βαθμώρες θέρμανσης / ψύξης	9	23	1	kKh/a
Ακτινοβολία Βορράς	19	126	40	kWh/(m ² a)
Ακτινοβολία Ανατολή	52	353	123	kWh/(m ² a)
Ακτινοβολία Νότος	110	629	108	kWh/(m ² a)
Ακτινοβολία Δύση	55	369	119	kWh/(m ² a)
Οριζόντια ακτινοβολία	86	599	213	kWh/(m ² a)

1.4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Οι κλιματικές ζώνες που χρησιμοποιούνται στο πρότυπο του παθητικού κτηρίου έχουν αναπτυχθεί με βάση τις παγκόσμιες προσομοιώσεις κτηρίων. Η προέλευση των κλιματικών ζωνών λαμβάνει χώρα με βάση τα επιλεγμένα μηνιαία κλιματικά δεδομένα με την αξιολόγηση των θερμοκρασιών και την προέλευση δεικτών για τη θέρμανση, την ψύξη, την αφυδάτωση και την υγρασία, όπου ενδείκνυται. Έτσι, με βάση αυτά, οι εξής περιοχές συγκαταλέγουν την Κοζάνη στη θερμή-εύκρατη, την Αθήνα στη θερμή και η Ιεράπετρα στη ζεστή ζώνη.

Πίνακας 1.4: Κλιματικές ζώνες

1	Αρκτική
2	Ψυχρή
3	ψυχρή-εύκρατη
4	θερμή- εύκρατη
5	θερμή
6	Ζεστή
7	Πολύ ζεστή



Εικόνα 1.10: Χάρτης κλιματικών ζωνών

1.5 Υπολογισμός των τιμών-U των δομικών στοιχείων

Για τον υπολογισμό των συνολικών συντελεστών μεταφοράς θερμότητας των δομικών στοιχείων (Τιμές-U). Οι υπολογισμοί της τιμής-U είναι σύμφωνα με το ISO 6946. Οι υπολογισμοί δεν είναι κατάλληλη για δομικά στοιχεία με μεταλλικές διατρήσεις.

Η τιμή-U ενός δομικού που αποτελείται από ομοιογενή στρώματα υλικών υπολογίζεται από τον εξής τύπο

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}}$$

Όπου: U= συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m²K)

R_{si}= θερμική αντίσταση σε εσωτερική επιφάνεια σύμφωνα με το ISO 6946.

R_{se} = θερμική αντίσταση σε εξωτερική επιφάνεια σύμφωνα με το ISO 6946.

R₁... R_n = θερμική αντίσταση για κάθε ξεχωριστή στρώση της κατασκευής.

d_i= Πάχος του υλικού σε (m)

λ_i= Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (W/mK)

Πίνακας 1.5: Συντελεστής θερμοπερατότητας τοίχων.(Κοζάνη)

Αριθμός δομικού στοιχείου	Περιγραφή δομικού στοιχείου			Εσωτερική μόνωση		
01ud	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ					
Αντίσταση της θερμικής μετάβασης [m ² K/W]						
Προσανατολισμός δομικού στοιχείου	2-Τοίχος	εσωτερικός R _{si}	0.13			
Σε επαφή με	1-Εξωτ. αέρα	εξωτερικός R _{se}	0.04			
Τμήμα Επιφάνειας 1	λ [W/(mK)]	Τμήμα Επιφάνειας 2 (προαιρετικό)	λ [W/(mK)]	Τμήμα Επιφάνειας 3 (προαιρετικό)	λ [W/(mK)]	Πάχος [mm]
Εσωτερικός σοβάς	0.350					15
Ασβεστολιθικό τούβλο	1.100					120
Πολυστερίνη	0.032					180
Εξωτερικός σοβάς	0.800					20
Ποσοστό τμήματος 1	100%	Ποσοστό τμήματος 2		Ποσοστό τμήματος 3		Συνολικά
						33.5 cm
Διόρθωση Τιμής-U		W/(m ² K)		Τιμή-U:	0.167 W/(m ² K)	

Πίνακας 1.6: Συντελεστής θερμοπερατότητας οροφής.(Κοζάνη)

Αριθμός δομικού στοιχείου.	Περιγραφή δομικού στοιχείου			Εσωτερική μόνωση		
02ud	ΟΡΟΦΗ ΣΤΕΓΗΣ					
Αντίσταση της θερμικής μετάβασης [m ² K/W]						
προσανατολισμός δομικού στοιχείου	1-Οροφή	εσωτερικός R _{si}	0.13			
Σε επαφή με	1-Εξωτ. αέρα	εξωτερικός R _{se}	0.04			
Τμήμα Επιφάνειας 1	λ [W/(mK)]	Τμήμα Επιφάνειας 2 (προαιρετικό)	λ [W/(mK)]	Τμήμα Επιφάνειας 3 (προαιρετικό)	λ [W/(mK)]	Πάχος [mm]
Κεραμίδι	0.400					10
Σανίδες	0.120					10
Πολυστερίνη	0.032					300
OSB	0.130					12
Γυψοσανίδα	0.250					12
Ποσοστό τμήματος 1	100%	Ποσοστό τμήματος 2		Ποσοστό τμήματος 3		Συνολικό πάχος
						34.4 cm
Διόρθωση Τιμής-U		W/(m ² K)		Τιμή-U:	0.102 W/(m ² K)	

Πίνακας 1.7: Συντελεστής θερμοπερατότητας Εδαφόπλακας. (Κοζάνη)

Αριθμός δομικού στοιχείου 03ud	Περιγραφή δομικού στοιχείου ΕΔΑΦΟΠΛΑΚΑ	Εσωτερική μόνωση;
Προσανατολισμός δομικού στοιχείου Σε επαφή με:	Αντίσταση της θερμικής μετάβασης [m ² K/W] εσωτερικός R _{si} : 0.13 εξωτερικός R _{se} : 0.00	
Τμήμα Επιφάνειας 1 Οπλισμένο σκυρόδεμα	λ [W/(mK)] 2.100	Τμήμα Επιφάνειας 2 (προαιρετικό) λ [W/(mK)]
Πολυστερίνη	0.032	Τμήμα Επιφάνειας 3 (προαιρετικό) λ [W/(mK)]
Ποσοστό τμήματος 1 100%	Ποσοστό τμήματος 2	Ποσοστό τμήματος 3
Διόρθωση Τιμής-U	Τιμή-U: 0.552 W/(m ² K)	Εσωτερική μόνωση;
		Συνολικά 30.0 cm

Πίνακας 1.8: Συντελεστής θερμοπερατότητας τοίχων. (Αθήνα)

Αριθμός δομικού στοιχείου 01ud	Περιγραφή δομικού στοιχείου ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ	Εσωτερική μόνωση;
Προσανατολισμός δομικού στοιχείου Σε επαφή με:	Αντίσταση της θερμικής μετάβασης [m ² K/W] εσωτερικός R _{si} : 0.13 εξωτερικός R _{se} : 0.04	
Τμήμα Επιφάνειας 1 Εσωτερικός σοβάς	λ [W/(mK)] 0.350	Τμήμα Επιφάνειας 2 (προαιρετικό) λ [W/(mK)]
Ασβεστολιθικό τούβλο	1.100	Τμήμα Επιφάνειας 3 (προαιρετικό) λ [W/(mK)]
Πολυστερίνη	0.032	
Εξωτερικός σοβάς	0.800	
Ποσοστό τμήματος 1 100%	Ποσοστό τμήματος 2	Ποσοστό τμήματος 3
Διόρθωση Τιμής-U	Τιμή-U: 0.167 W/(m ² K)	Εσωτερική μόνωση;
		Συνολικά 33.5 cm

Πίνακας 1.9: Συντελεστής θερμοπερατότητας οροφής.(Αθήνα)

Αριθμός δομικού στοιχείου 02ud		ΟΡΟΦΗ ΣΤΕΓΗΣ				Εσωτερική μόνωση
		Αντίσταση της θερμικής μετάβασης [m ² K/W]				
Προσανατολισμός δομικού στοιχείου Σε επαφή με	1-Οροφή	εσωτερικός R _{si}	0.17			
	1-Εξωτ. αέρα	εξωτερικός R _{se}	0.04			
Τμήμα Επιφάνειας 1	λ [W/(mK)]	Τμήμα Επιφάνειας 2 (προαιρετικό)	λ [W/(mK)]	Τμήμα Επιφάνειας 3 (προαιρετικό)	λ [W/(mK)]	Πάχος [mm]
Κεραμίδι	0.400					10
Σανίδες	0.120					10
Πολυστερίνη	0.032					300
OSB	0.130					12
Γυψοσανίδα	0.250					12
Ποσοστό τμήματος 1 100%		Ποσοστό τμήματος 2		Ποσοστό τμήματος 3		Συνολικό πάχος 34.4 cm
Διόρθωση Τιμής-U		W/(m ² K)		Τιμή-U: 0.102 W/(m ² K)		

Πίνακας 1.10: Συντελεστής θερμοπερατότητας Εδαφόπλακας.(Αθήνα)

Αριθμός δομικού στοιχείου 03ud		ΕΔΑΦΟΠΛΑΚΑ				Εσωτερική μόνωση
		Αντίσταση της θερμικής μετάβασης [m ² K/W]				
Προσανατολισμός δομικού στοιχείου Σε επαφή με	3-Δάπεδο	εσωτερικός R _{si}	0.10			
	2-Εδαφος	εξωτερικός R _{se}	0.00			
Τμήμα Επιφάνειας 1	λ [W/(mK)]	Τμήμα Επιφάνειας 2 (προαιρετικό)	λ [W/(mK)]	Τμήμα Επιφάνειας 3 (προαιρετικό)	λ [W/(mK)]	Πάχος [mm]
Οπλισμένο σκυρόδεμα	2.100					250
Πολυστερίνη	0.032					0
Ποσοστό τμήματος 1 100%		Ποσοστό τμήματος 2		Ποσοστό τμήματος 3		Συνολικό 25.0 cm
Διόρθωση Τιμής-U		W/(m ² K)		Τιμή-U: 4.565 W/(m ² K)		

Πίνακας 1.11: Συντελεστής θερμοπερατότητας τοίχων.(ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ)

Αριθμός δομικού στοιχείου	Περιγραφή δομικού στοιχείου			Εσωτερική μόνωση		
01ud	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ					
Αντίσταση της θερμικής μετάβασης [m ² K/W]						
Προσανατολισμός δομικού στοιχείου	2-Τοίχος	εσωτερικός R _{si}	0.13			
Σε επαφή με	1-Εξωτ. αέρα	εξωτερικός R _{se}	0.04			
Τμήμα Επιφάνειας 1	λ [W/(mK)]	Τμήμα Επιφάνειας 2 (προαιρετικό)	λ [W/(mK)]	Τμήμα Επιφάνειας 3 (προαιρετικό)	λ [W/(mK)]	Πάχος [mm]
Εσωτερικός σοβάς	0.350					15
Ασβεστολιθικό τούβλο	1.100					120
Πολυστερίνη	0.032					180
Εξωτερικός σοβάς	0.800					20
Ποσοστό τμήματος 1	Ποσοστό τμήματος 2		Ποσοστό τμήματος 3		Συνολικά	
100%					33.5	cm
Διόρθωση Τιμής-U	W/(m ² K)		Τιμή-U: 0.167		W/(m ² K)	

Πίνακας 1.12: Συντελεστής θερμοπερατότητας οροφής.(ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ)

Αριθμός δομικού στοιχείου	Περιγραφή δομικού στοιχείου			Εσωτερική μόνωση		
02ud	ΟΡΟΦΗ ΣΤΕΓΗΣ					
Αντίσταση της θερμικής μετάβασης [m ² K/W]						
Προσανατολισμός δομικού στοιχείου	1-Οροφή	εσωτερικός R _{si}	0.17			
Σε επαφή με	1-Εξωτ. αέρα	εξωτερικός R _{se}	0.04			
Τμήμα Επιφάνειας 1	λ [W/(mK)]	Τμήμα Επιφάνειας 2 (προαιρετικό)	λ [W/(mK)]	Τμήμα Επιφάνειας 3 (προαιρετικό)	λ [W/(mK)]	Πάχος [mm]
Κεραμιδί	0.400					10
Σανίδες	0.120					10
Πολυστερίνη	0.032					300
OSB	0.130					12
Γυψοσανίδα	0.250					12
Ποσοστό τμήματος 1	Ποσοστό τμήματος 2		Ποσοστό τμήματος 3		Συνολικό πάχος	
100%					34.4	cm
Διόρθωση Τιμής-U	W/(m ² K)		Τιμή-U: 0.102		W/(m ² K)	

Πίνακας 1.13: Συντελεστής θερμοπερατότητας Εδαφόπλακας.(ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ)

Αριθμός δομικού στοιχείου 03ud		ΕΔΑΦΟΠΛΑΚΑ			Εσωτερική μόνωση:
Προσανατολισμός δομικού στοιχείου Σε επαφή με		Αντίσταση της θερμικής μετάβασης [m ² K/W]			
3-Δάπεδο		εσωτερικός R _{si}	0.10		
2-Εδαφος		εξωτερικός R _{se}	0.00		
Τμήμα Επιφάνειας 1	λ [W/(mK)]	Τμήμα Επιφάνειας 2 (προαιρετικό)	λ [W/(mK)]	Τμήμα Επιφάνειας 3 (προαιρετικό)	λ [W/(mK)]
Οπλισμένο σκυρόδεμα	2.100				
Πολυστερίνη	0.032				
Ποσοστό τμήματος 1	100%	Ποσοστό τμήματος 2		Ποσοστό τμήματος 3	
					Συνολικό
					25.0 cm
Διόρθωση Τιμής-U		Τιμή-U:	4.565 W/(m ² K)		

1.6 Υπολογισμός των τιμών-U του κουφώματος

Για τον υπολογισμό ενός τοποθετημένου κουφώματος οι υπολογισμοί βασίζονται στο πρότυπο ISO10077. Η τιμή-U του κουφώματος υπολογίζεται με βάση την ποιότητα του υαλοπίνακα, το πλαίσιο, τον αποστάτη πλαισίου υαλοπίνακα και την εγκατάσταση από τον παρακάτω τύπο:

$$U_{w,installed} = \frac{U_g \cdot A_g + U_f \cdot A_f + \Psi_g \cdot l_g + \Psi_{install} \cdot l_{install}}{A_g + A_f}$$

Όπου:

U_g = Τιμή-U υαλοπίνακα

A_g = Συνολική επιφάνεια υαλοπίνακα

U_f = Μέση τιμή-U πλαισίου κουφώματος

A_f = Συνολική επιφάνεια πλαισίου κουφώματος

Ψ_g=Μέσος συντελεστής απώλειας θερμότητας της θερμογέφυρας στον αποστάτη πλαισίου υαλοπίνακα

l_g = περίμετρος υαλοπίνακα

Ψ_{install}= Μέσος συντελεστής εγκατάστασης θερμογέφυρας

Οι επιλογή των κουφωμάτων γίνεται με πολύ προσοχή, ώστε να λάβουμε υπ' όψιν όλες τις περιπτώσεις κατά τη διάρκεια του έτους. Ο σχεδιασμός μας ελαχιστοποιεί τις απώλειες και μεγιστοποιεί τα κέρδη, κατά την διάρκεια της χειμερινής και της

θερινής περιόδου. Έτσι, λοιπόν, στη περίπτωση μας, θα τοποθετήσουμε διπλούς υαλοπίνακες με αδρανές αέριο από αργό, ανάμεσα στη διπλή υάλωση, με σκοπό την μεταφορά της θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου. Η τιμές του κουφώματος φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

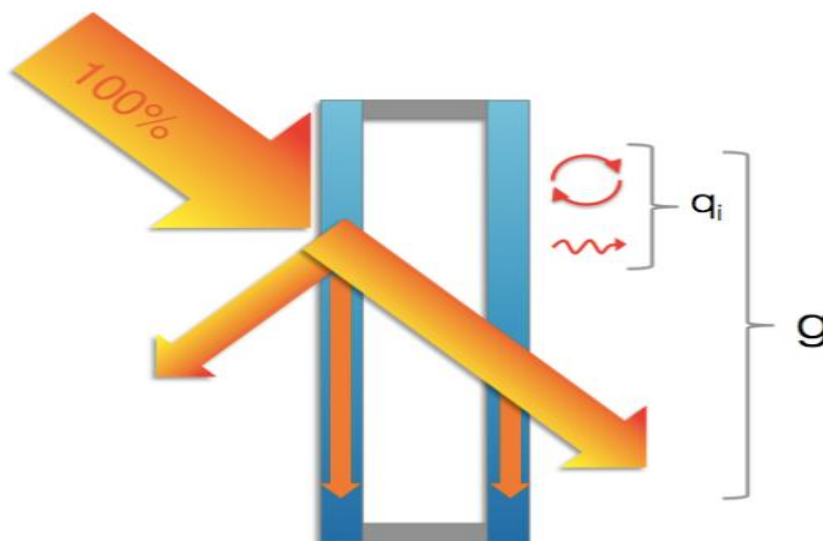
Πίνακας 1.14: Τεχνικά χαρακτηριστικά κουφώματος

U_g	0,50 $W/(m^2 \cdot K)$
U_f	0,98 $W/(m^2 \cdot K)$
Ψ_g	0,027 $W/(m \cdot K)$
$\Psi_{install}$	0,040 $W/(m \cdot K)$

Έτσι λοιπόν προκύπτει ότι συνολική τιμή για όλα τα κουφώματα $U_{w,installed}=0,785 W/m^2 \cdot K$

1.7 Συντελεστής της τιμής g-value του υαλοπίνακα

Ο συντελεστής g ενός υαλοπίνακα μας δηλώνει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά μέσα από τον υαλοπίνακα προς τον εσωτερικό χώρο, καθώς το υπόλοιπο ποσοστό ανακλάται. Η απορρόφηση έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των ηλιακών θερμικών κερδών. Έτσι, λοιπόν, έχουμε τους έξι συντελεστές Κοζάνη 0,60 , Αθήνα και Ιεράπετρα 0,32 , αυτό σημαίνει δηλαδή ότι μόνο το 32% της ηλιακής ακτινοβολίας θα διαπεράσει τον υαλοπίνακα μας για την περίπτωση της Αθήνας και Ιεράπετρας.



Εικόνα 1.11: Πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας σε υαλοπίνακα.

1.8 Υπολογισμός των συντελεστών μείωσης σκίασης

Για τον υπολογισμό της συνολικής σκίασης υπολογίζεται ο μειωτικός συντελεστής r_s

$$r_s = r_H \cdot r_R \cdot r_O \cdot r_{other}$$

Όπου:

r_H = Συντελεστής σκίασης οριζόντιας παρεμπόδισης

r_R = Κατακόρυφος συντελεστής σκίασης, κάθετα στοιχεία στην πλευρά του κουφώματος π.χ. λαμπάς και ανωκάσι

r_O = Οριζόντιος συντελεστής σκίασης,οριζόντια στοιχεία που προεξέχουν πάνω από το κούφωμα, π.χ. προεξοχές και μπαλκόνια

r_{other} = Πρόσθετοι συντελεστές σκίασης

Οι υπολογισμοί προέρχονται από τα αποτελέσματα δυναμικών προσομοιώσεων κτηρίων οι οποίοι εξαρτώνται από την γεωμετρία των κουφωμάτων και τον στοιχείων σκίασης, τον προσανατολισμό των επιφανειών του κουφώματος, την εποχή του χρόνου και το γεωγραφικό πλάτος

Πίνακας1.15: Συντελεστής συνολικής σκίασης (Κοζάνη)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ $r_{s\%}$	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ $r_{s\%}$
B1	96	33
B2	94	33
B3	94	33
N1	60	8
N2	97	33
N3	97	33
N4	98	34
Δ1	91	33
Δ2	95	34

Πίνακας1.16: Συντελεστής συνολικής σκίασης (Αθήνα)

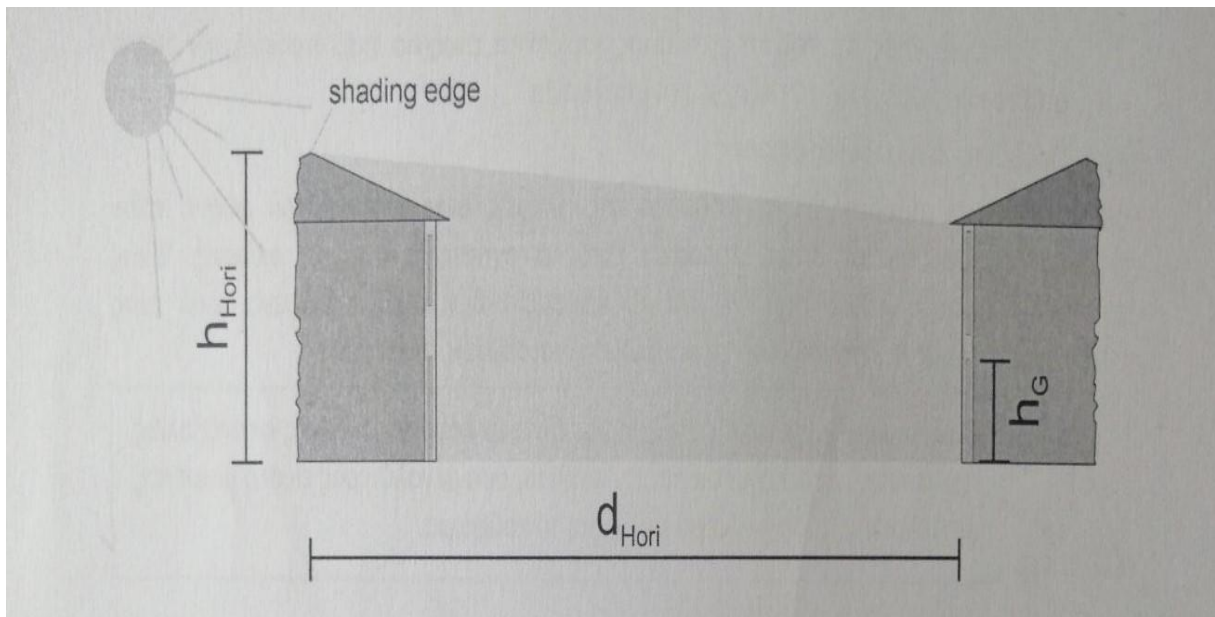
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ $r_{s\%}$	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ $r_{s\%}$
B1	96	33
B2	94	33
B3	94	33
N1	57	9
N2	97	33
N3	97	33
N4	98	34
Δ1	92	33
Δ2	95	34

Πίνακας 1.17: Συντελεστής συνολικής σκιάσεις (Ιεράπετρα)

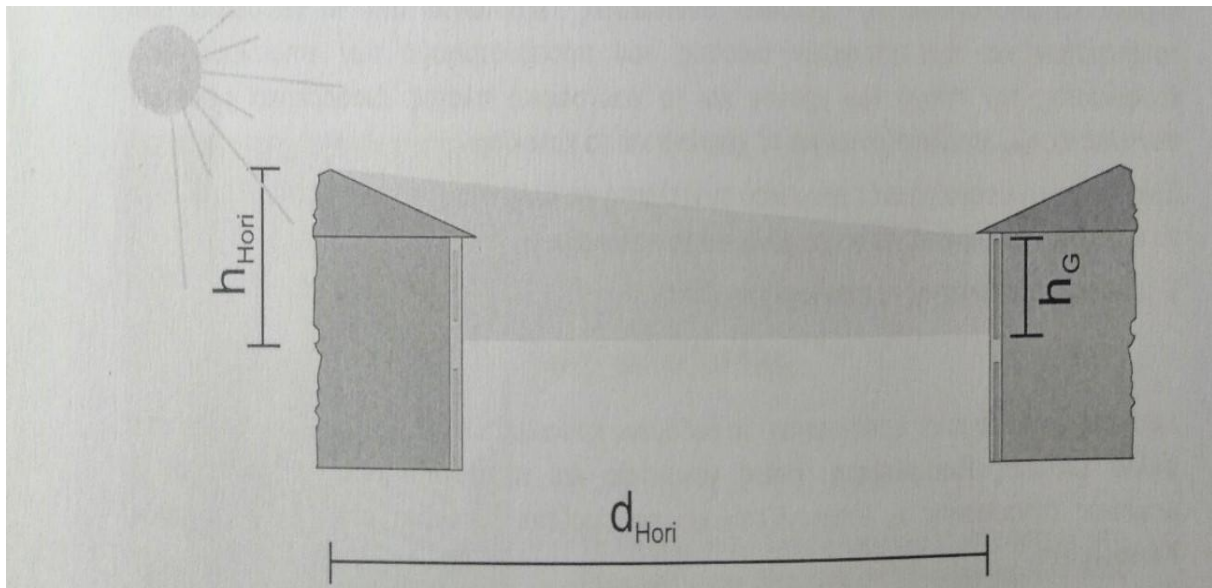
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ $r_s\%$	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ $r_s\%$
B1	96	33
B2	94	33
B3	94	33
N1	45	8
N2	81	28
N3	81	28
N4	82	28
N5	75	21
N6	78	22

1.8.1 Συντελεστής οριζόντιας παρεμπόδισης(r_H)

Ο συντελεστής λαμβάνει υπόψιν του την σκίαση από ένα οριζόντιο, εκτεταμένο αντικείμενο, όπως μια σειρά σπιτιών, η άκρη ενός δάσους η μια σειρά από βουνά. Η απόσταση και το ύψος του οριζοντα μετρούνται από το κάτω άκρο του υαλοπίνακα.



Εικόνα 1.12: Σκίαση για κουφώματα ισογείου



Εικόνα 1.7: Σκίαση για κουφώματα του πρώτου ορόφου

h_G = Ύψος της διαφανούς επιφάνειας του κουφώματος

h_{Hori} = Το ύψος του αντικειμένου σκίασης, μετράται από το κάτω μέρος της σκιασμένης υαλοπινάκων έως το υψηλότερο σημείο του αντικειμένου σκίασης

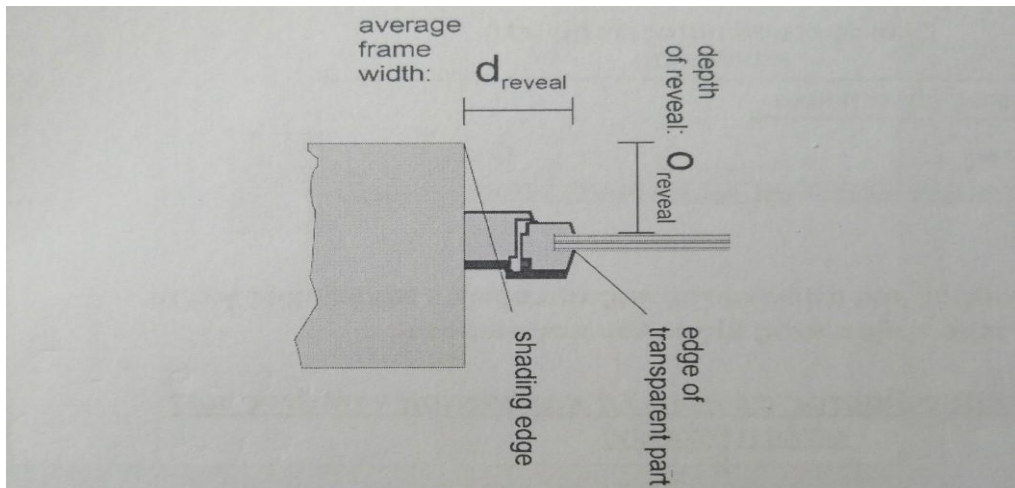
d_{Hori} = Οριζόντια απόσταση μεταξύ του διαφανούς κουφώματος και του υψηλότερου σημείου του αντικειμένου σκιάσεις.

1.8.2 Κατακόρυφος συντελεστής σκίασης(r_R)

Ο συντελεστής r_R αντιπροσωπεύει το φαινόμενο σκίασης ενός εξωτερικού κάθετου στοιχείου, όπως είναι η πλευρική προεξοχή ενός κουφώματος, ενός κατακόρυφου στοιχείου σκίασης, όπως πτερύγιο ή περσίδα, ή ένα προεξέχον πλευρικό τοίχωμα κτηρίου. Για το περίβλημα των κουφωμάτων, το βάθος κάλυψης τοίχου μετράται από τον εξωτερικό τοίχο μέχρι την επιφάνεια του εδάφους.

O_{reveal} = Το προβαλλόμενο βάθος της πλευρικής προεξοχής από την επιφάνεια του τοίχου στην επιφάνεια του υαλοπίνακα

d_{reveal} = Μέσο πλάτος πλαισίου για την πλευρά του κουφώματος από την επιφάνεια του τοίχου μέχρι την άκρη του άλλου υαλοπίνακα



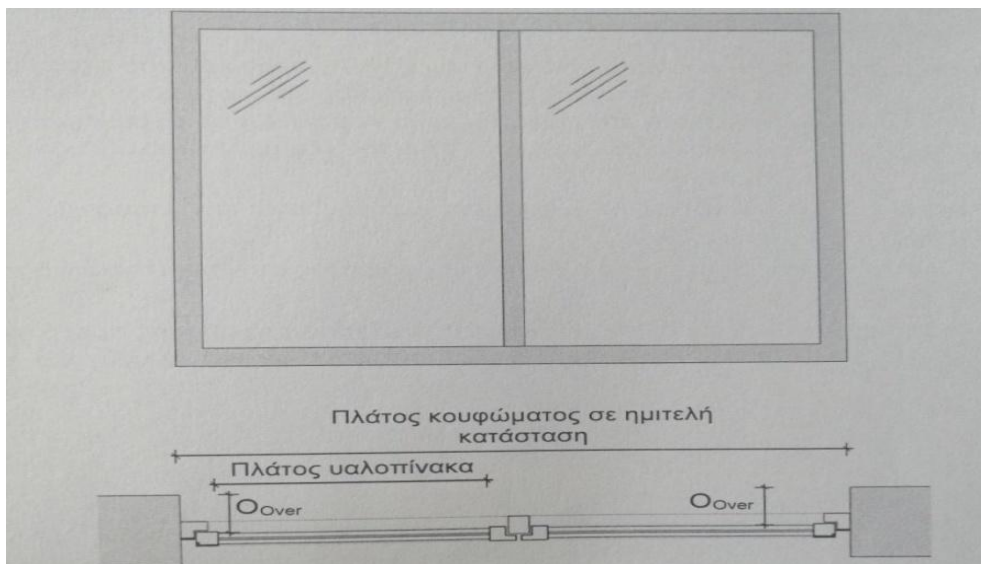
Εικόνα1.13: Σκίαση από την πλευρική προεξοχή του κουφώματος(οριζόντια διατομή)

Πίνακας1.18: πλευρικές προεξοχές κουφωμάτων

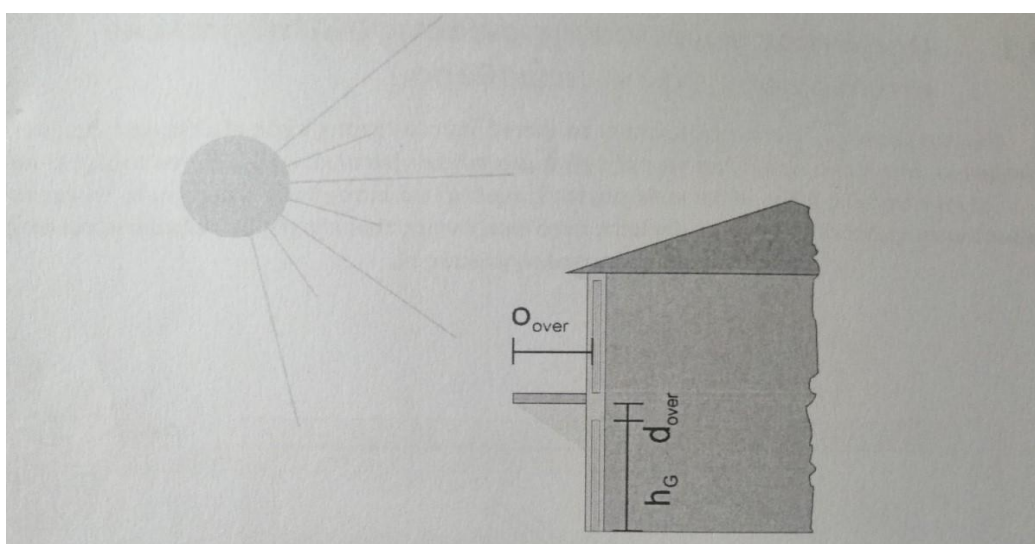
Περιγραφή	Βάθος πλευρικής προεξοχής κουφώματος	Απόσταση από αποστάτη πλαισίου υαλοπίνακα έως πλευρική προεξοχή
	OReveal [m]	dReveal [m]
B1	0.05	0.12
B2	0.05	0.12
B3	0.05	0.12
N1	0.05	2
N2	0.05	0.41
N3	0.05	0.41
N4	0.05	0.69
Δ1	0.05	0.12
Δ2	0.05	0.12

1.8.3 Κατακόρυφος συντελεστής σκίασης(r_o)

Ο συντελεστής σκίασης r_o αντιπροσωπεύει το φαινόμενο σκίασης ενός εξωτερικού οριζόντιου στοιχείου, όπως μια οριζόντια προεξοχή ή μία πλάκα μπαλκονιού, σε περίπτωση που τα στοιχεία αυτά δεν είναι παρόντα ή δεν είναι καθοριστικά, πρέπει να εισαχθούν τιμές για το πρέκι του κουφώματος, δεδομένου ότι η σκίαση από οριζόντιες προεξοχές δεν λαμβάνεται υπ'οψιν από τους υπολογισμούς r_R .



Εικόνα 1.14: Σκίαση από προεξοχή



Εικόνα 1.15: Σκίαση από οριζόντια προεξοχή

O_{over} = Μήκος προεξοχής που μετράται από την εξωτερική επιφάνεια υαλοπίνακα
 d_{over} = Απόσταση της προεξοχής από την άνω άκρη του υαλοπίνακα, δηλαδή το ύψος από το πρέκι του κουφώματος προσθέτοντας το πλάτος του πλαισίου του κουφώματος
 h_G = Ύψος υαλοπίνακα

Πίνακας 1.19 : πρόβολος/οριζόντια προεξοχή

Περιγραφή	Βάθος οριζόντιας προεξοχής	Απόσταση από άνω αποστάτη πλαισίου υαλοπίνακα έως οριζόντια προεξοχή
	Oover [m]	dover [m]
B1	0.05	0.12
B2	0.05	0.12
B3	0.05	0.12
N1	4.22	0.8
N2	0.05	0.12
N3	0.05	0.12
N4	0.05	0.12
Δ1	0.05	0.12
Δ2	0.05	0.12

1.8.4 Πρόσθετος μειωτικός συντελεστής σκίασης χειμώνα και καλοκαίρι

Σε περίπτωση που υπάρχει μια σειρά δέντρων απέναντι από τον υαλοπίνακα λαμβάνουμε υπόψιν τον ακόλουθο τύπο

$$\text{χειμώνα} / \text{καλοκαίρι} = (1 - f \cdot (1 - r_h)) / r_h$$

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον συντελεστή διόρθωσης r_h . Το f είναι ο συντελεστής διαφάνειας και παίρνει τυπικές τιμές το χειμώνα για φυλλοβόλα δένδρα μεταξύ 50% έως 80% και κωνοφόρα δένδρα μεταξύ 20% έως 50%. Το καλοκαίρι η διαφάνεια κυμαίνεται μεταξύ 1% έως 40%.

Στη περίπτωση της Ιεράπετρας θα τοποθετήσουμε σε απόσταση 3 μέτρων από τα ανοίγματα των Νοτίων και Δυτικών προσανατολισμών μια σειρά από κωνοφόρων δέντρων ύψους 3 μέτρων, έτσι με αυτόν τον τρόπο θα μειώσουμε τα ηλιακά θερμικά κέρδη έτσι διαμορφώνεται ο πρόσθετος μειωτικός συντελεστής σκιάσεις για το καλοκαίρι 105% και για το χειμώνα 156%.

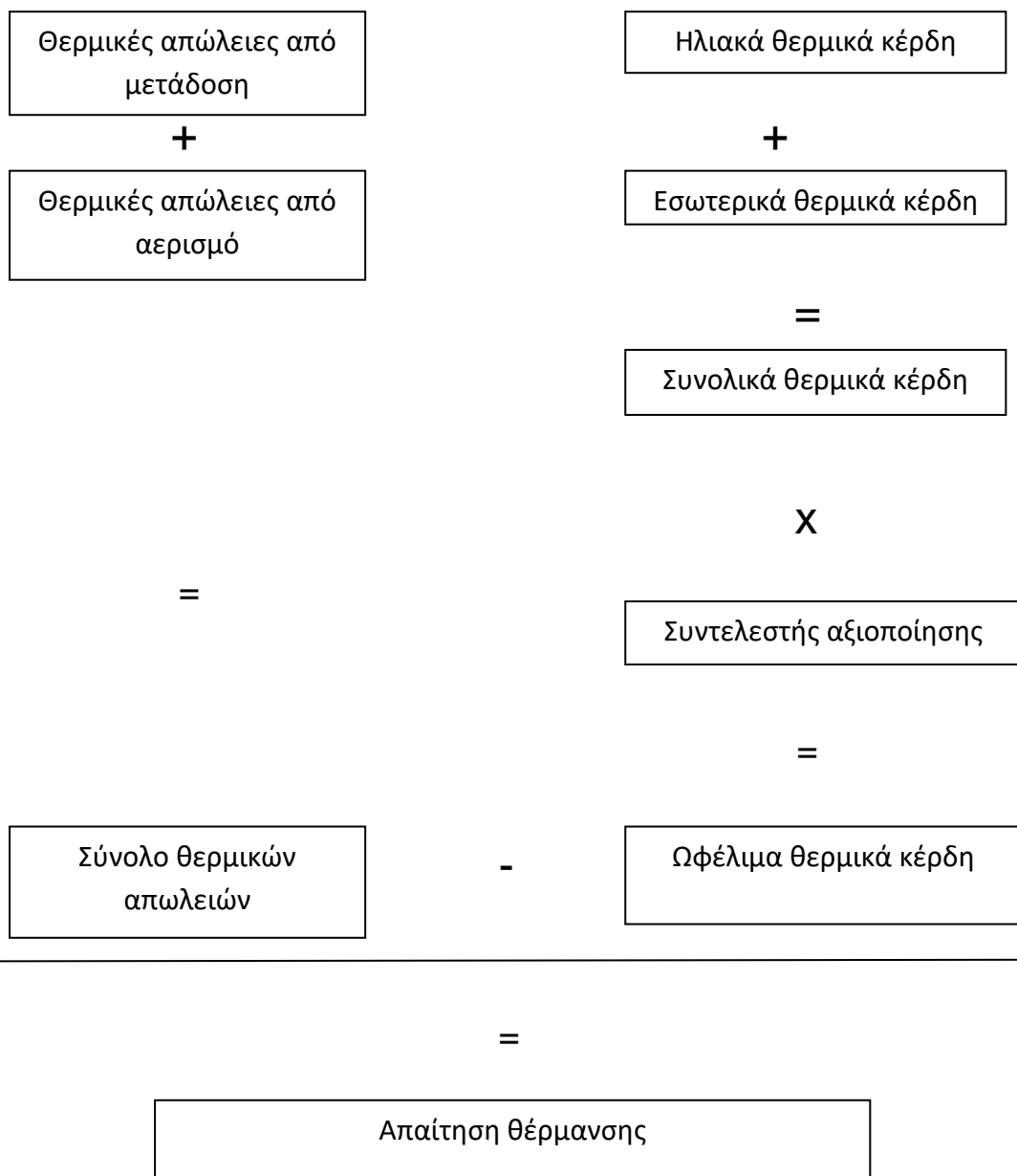
1.8.5 Προσωρινή σκίαση

Οι συνθήκες σκίασης επηρεάζουν σημαντικά την άνεση του καλοκαιριού και για αυτό υπολογίζονται με έναν συντελεστή σκίασης z όπου λαμβάνει υπόψη τα προσωρινά συστήματα σκίασης το καλοκαίρι. Ο τύπος του συστήματος σκίασης που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι κάθετες περσίδες στην εξωτερική θέση του υαλοπίνακα με συντελεστή $z=6\%$.

2.ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του ενεργειακού ισοζυγίου απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα.

Διάγραμμα 2.1 Ενεργειακό ισοζύγιο για θέρμανση



2.1 Θερμικές απώλειες από μετάδοση Q_T

Οι ετήσιες θερμικές απώλειες υπολογίζονται για κάθε δομικό στοιχείο χρησιμοποιώντας τον τύπο

$$Q_T = A \cdot U \cdot f_T \cdot G_t$$

Όπου:

A=Επιφάνεια δομικού στοιχείου

U=Τιμή-U δομικού στοιχείου

f_T =Μειωτικός συντελεστής για μειωμένες διαφορές θερμοκρασίας

G_t = Διαφορά μέσης θερμοκρασίας ημέρας από θερμοκρασία βάσης, στο σύνολο του χρόνου(βαθμώρες θέρμανσης)

2.1.1 Απώλειες θερμογεφυρών Q_T

Οι απώλειες μετάδοσης θερμογεφυρών υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο

$$Q_T = \lambda \cdot \Psi \cdot f_T \cdot G_t$$

λ = Μήκος θερμογέφυρας

Ψ = Συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας θερμογέφυρας

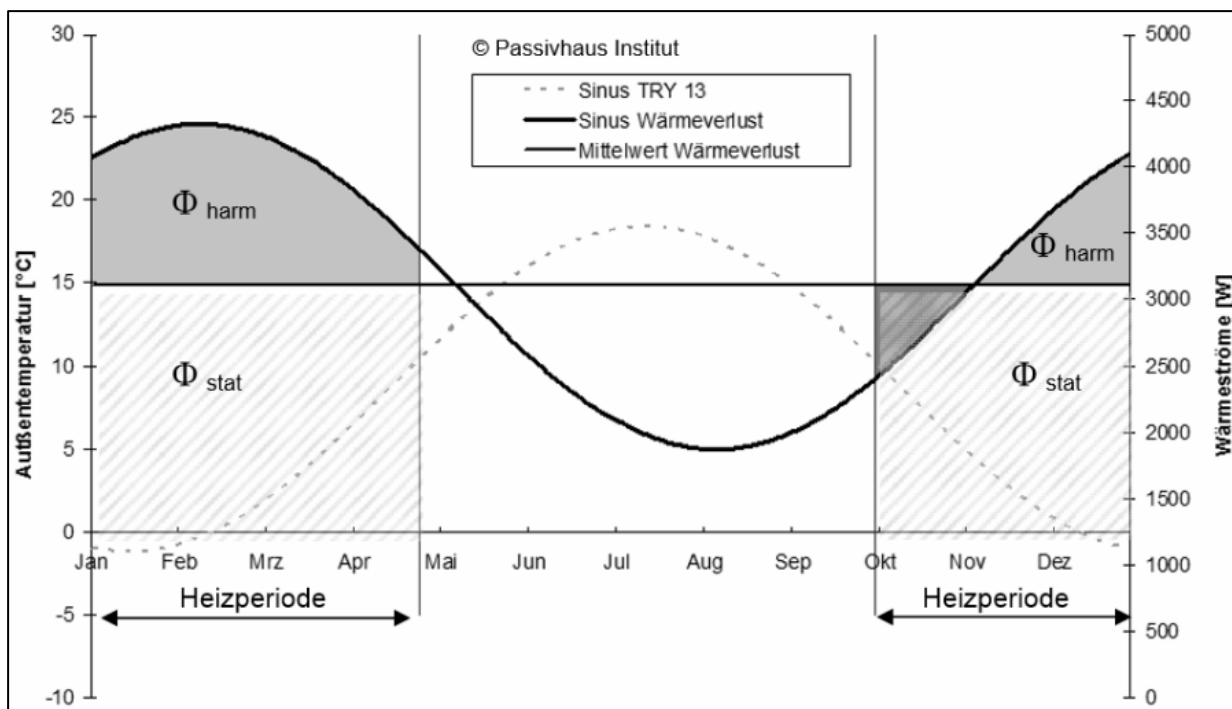
f_T =Μειωτικός συντελεστής

G_t = Διαφορά μέσης θερμοκρασίας ημέρας από θερμοκρασία βάσης, στο σύνολο του χρόνου(βαθμώρες θέρμανσης)

Στην περίπτωση μας δεν θα τις λάβουμε υπ όψιν της θερμογέφυρες.

2.1.2 Απώλειες κτηρίου υπό του εδάφους

Η θερμοκρασία του εδάφους μεταβάλλεται κατά την διάρκεια του έτους ακολουθώντας μια ημιτονοειδή καμπύλη με πλάτος περίπου το μισό της διαφοράς μεταξύ μέγιστης και της ελάχιστης μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Οι υπολογισμοί βασίζονται στην θερμοκρασία επιφάνειας του εδάφους αντι για την περιβάλλουσα θερμοκρασία, και στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει επίδραση στρώματος εξωτερικού αέρα και παίρνει τιμή $R_{se}=0$. Η μέθοδος DIN EN ISO 13370 προσεγγίζει την ροή θερμότητας μέσω των στοιχείων του κτηρίου σε επαφή με το έδαφος, έτσι για τον υπολογισμό λαμβάνουμε υπ' όψιν την γεωμετρία του κτηρίου, την θερμική αγωγιμότητα και χωρητικότητα του εδάφους σε συνδυασμό πάντα με τα κλιματικά δεδομένα για την αντίστοιχη περιοχή.



ΕΙΚΟΝΑ 2.1: Αρμονικό και σταθερό κλάσμα της απώλειας θερμότητας κατά την περίοδο θέρμανσης

Πίνακας 2.1: ροής θερμότητας(Κοζάνι)

Ροή θερμότητας σταθερής κατάστασης	Φ_{stat}	213.0 W
Περιοδική ροή θερμότητας	Φ_{harm}	148.1 W

Πίνακας 2.2: ροής θερμότητας(Αθήνα)

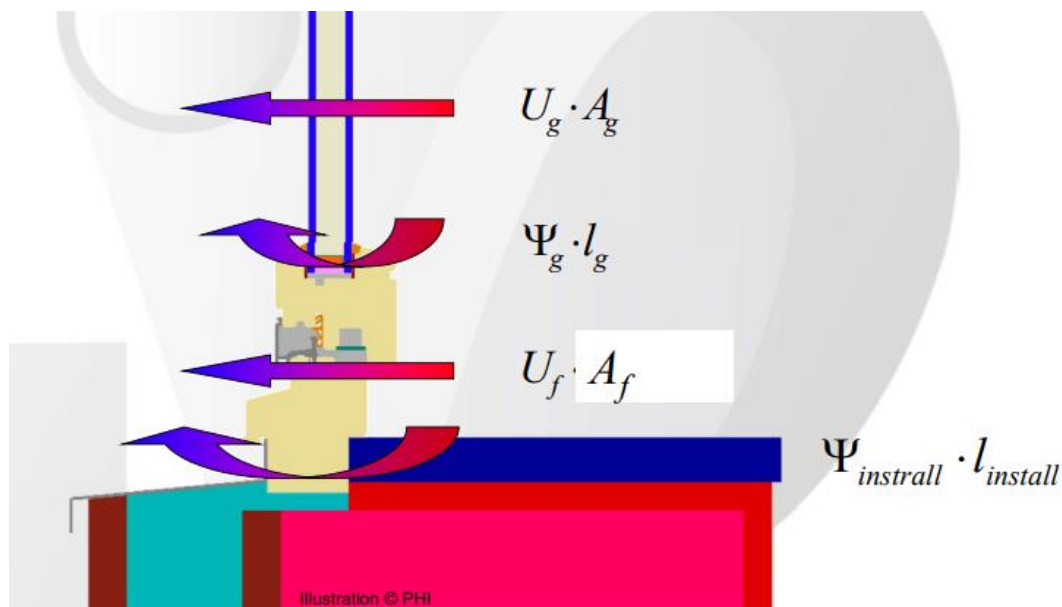
Ροή θερμότητας σταθερής κατάστασης	Φ_{stat}	66.1W
Περιοδική ροή θερμότητας	Φ_{harm}	639.9W

Πίνακας 2.3: ροής θερμότητας(Ιεράπετρα)

Ροή θερμότητας σταθερής κατάστασης	Φ_{stat}	-83.4W
Περιοδική ροή θερμότητας	Φ_{harm}	569.6W

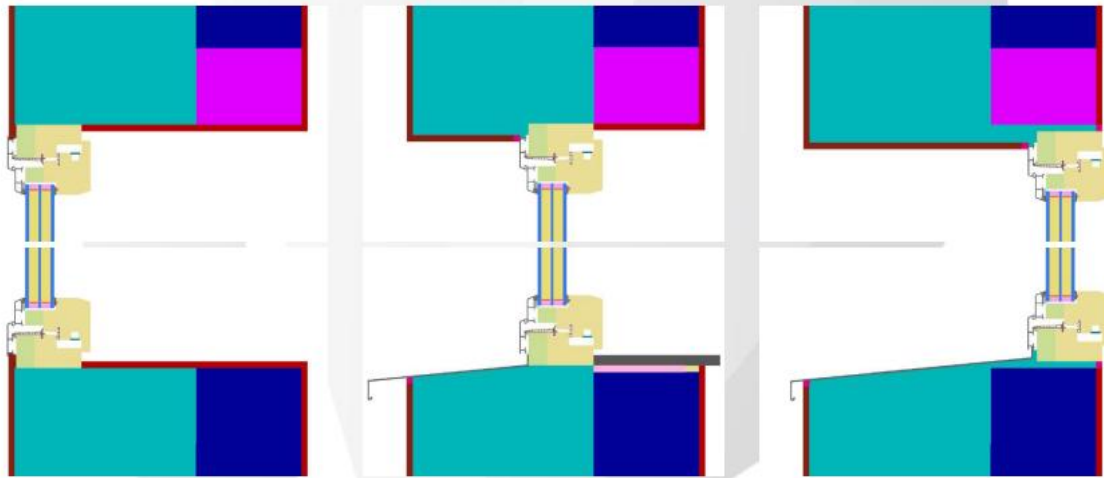
2.1.3 Απώλειες κουφωμάτων

Τα κουφώματα αποτελούν την κύρια πηγή απωλειών θερμότητας ενός κτηρίου, αλλά και την κύρια πηγή κέρδους. Μέσω των ανοιγμάτων επιτυγχάνεται ο φωτισμός του κτηρίου, η θέρμανση από τον ήλιο και η εναλλαγή του αέρα. Οι αρνητικές επιπτώσεις που οφείλονται στα συμβατικά κουφώματα είναι η έλλειψη αεροστεγανότητας, η υψηλός συντελεστής θερμοπερατότητας και η χαμηλές θερμοκρασίες των επιφανειών τους. Ο σχεδιασμός των κουφωμάτων γίνεται με πολύ προσεκτικό τρόπο ώστε να ληφθούν υπ' όψιν όλες οι περιπτώσεις κατά τη διάρκεια του έτους. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε τις επιμέρους απώλειες θερμότητας ενός κουφώματος.

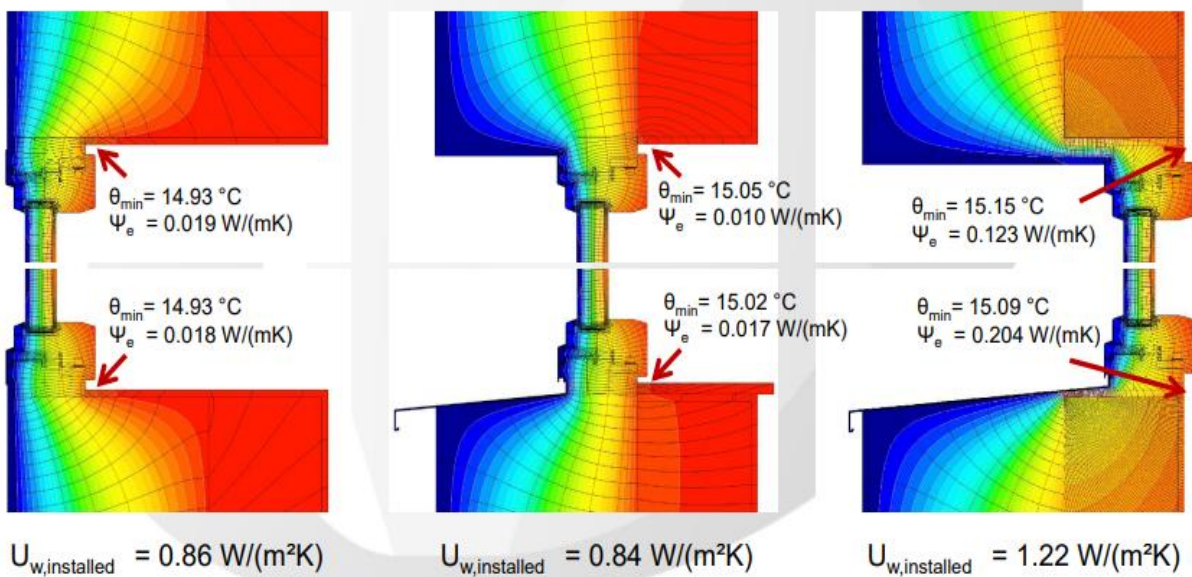


Εικόνα 2.2: Χαρακτηριστικές απώλειες ενός κουφώματος

Η τοποθέτηση των κουφωμάτων σε τοίχους από σκυρόδεμα ή τούβλο με εξωτερική μόνωση γίνεται στο επίπεδο της μόνωσης και όχι στο επίπεδο της τοιχοποιίας με σκοπό την μείωση των θερμογεφυρών και τις απώλειες θερμότητας. Παρακάτω παρατηρούμε την τοποθέτηση ενός κουφώματος σε τρεις διαφορετικές θέσεις .



Εικόνα 2.3: Διαφορετικές τοποθετήσεις ενός κουφώματος.



Εικόνα 2.4: Επαλήθευση της βέλτιστης τοποθέτησης του κουφώματος μέσω προγράμματος δυναμικής ανάλυσης

2.1.4 Αποτελεσμάτων θερμικών απωλειών από μετάδοση

Πίνακας 2.4 : θερμικές απώλειες από μετάδοση Q_T (Κοζάνη)

Δομικό στοιχείο	Θερμοκρασιακή ζώνη	Επιφάνεια m ²	Τιμή-U W/(m ² K)	Συντελεστής θερμοκρασίας	G _i kWh/a	κλιματιζόμενης επιφάνειας	Ανά m ² κλιματιζόμενης επιφάνειας
Εξωτερικός τοίχος - Εξwt. αέρας	A	135.2	0.167	1.00	56.5	1278	13.18
Εξωτερικός τοίχος - Έδαφος	B			0.40			
Στέγη/Οροφή - Εξwt. αέρας	A	117.0	0.102	1.00	56.5	675	6.95
Πλάκα δαπέδου / Οροφή υπογείου	B	117.0	0.552	0.40	56.5	1475	15.21
	A			1.00			
	A			1.00			
	X			0.00			
Κουφώματα	A	31.9	0.785	1.00	56.5	1415	14.59
Εξωτερική πόρτα	A	2.2	0.730	1.00	56.5	91	0.93
Εξωτερική ΘΓ (μήκος/m)	A			1.00			0.00
Περιμετρική ΘΓ (μήκος/m)	P			0.40			0.00
ΘΓ Εδάφους (μήκος/m)	B			0.40			0.00
Σύνολο όλο των επιφανειών του κτιριακού κελύφους		403.3					kWh/(m ² a)
Θερμικές απώλειες μετάδοσης Q_T					Σύνολο	4934	50.9

Πίνακας 2.5 : θερμικές απώλειες από μετάδοση Q_T (Αθήνα)

Δομικό στοιχείο	Θερμοκρασιακή ζώνη	Επιφάνεια m ²	Τιμή-U W/(m ² K)	Συντελεστής θερμοκρασίας	G _i kWh/a	κλιματιζόμενης επιφάνειας	Ανά m ² κλιματιζόμενης επιφάνειας
Εξωτερικός τοίχος - Εξwt. αέρας	A	135.2	0.167	1.00	23.9	541	5.58
Εξωτερικός τοίχος - Έδαφος	B			0.13			
Στέγη/Οροφή - Εξwt. αέρας	A	117.0	0.102	1.00	23.9	285	2.93
Πλάκα δαπέδου / Οροφή υπογείου	B	117.0	4.565	0.13	23.9	1624	16.74
	A			1.00			
	A			1.00			
	X			0.00			
Κουφώματα	A	31.9	0.785	1.00	23.9	599	6.18
Εξωτερική πόρτα	A	2.2	0.730	1.00	23.9	38	0.40
Εξωτερική ΘΓ (μήκος/m)	A			1.00			0.00
Περιμετρική ΘΓ (μήκος/m)	P			0.13			0.00
ΘΓ Εδάφους (μήκος/m)	B			0.13			0.00
Σύνολο όλο των επιφανειών του κτιριακού κελύφους		403.3					kWh/(m ² a)
Θερμικές απώλειες μετάδοσης Q_T					Σύνολο	3088	31.8

Πίνακας 2.6: θερμικές απώλειες από μετάδοση Q_T (Ιεράπετρα)

Δομικό στοιχείο	Θερμοκρασιακή ζώνη	Επιφάνεια m ²	Τιμή-U W/(m ² K)	Συντελεστής θερμοκρασίας		G_t		Ανά m ² κλιματιζόμενη επιφάνεια	
						kKh/a	kWh/a		
Εξωτερικός τοίχος - Εξwt. αέρας	A	135.2	0.167	1.00	9.1	=	205	2.12	
Εξωτερικός τοίχος - Έδαφος	B			0.09		=			
Στέγη/Οροφή - Εξwt. αέρας	A	117.0	0.102	1.00	9.1	=	108	1.11	
Πλάκα δαπέδου / Οροφή υπογείου	B	117.0	4.565	0.09	9.1	=	414	4.26	
	A			1.00		=			
	A			1.00		=			
	X			0.00		=			
Κουφώματα	A	31.9	0.785	1.00	9.1	=	227	2.34	
Εξωτερική πόρτα	A	2.2	0.730	1.00	9.1	=	15	0.15	
Εξωτερική ΘΓ (μήκος/m)	A			1.00		=		0.00	
Περιμετρική ΘΓ (μήκος/m)	P			0.09		=		0.00	
ΘΓ Εδάφους (μήκος/m)	B			0.09		=		0.00	
Σύνολο όλο των επιφανειών του κτιριακού κελύφους		403.3						kWh/(m ² a)	
Θερμικές απώλειες μετάδοσης Q_T							Σύνολο	969	10.0

2.2 Υπολογισμός Θερμικών απωλειών αερισμού Q_v

Οι θερμικές απώλειες αερισμού υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_v = n_v \cdot V_v \cdot c \cdot G_t$$

n_v = Ενεργειακά αποδοτικός ρυθμός εναλλαγής αέρα

V_v = Όγκος αναφοράς του συστήματος αερισμού

c =Ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα 0.33Wh/(m³K)

G_t = Βάθμωρες θέρμανσης αναφερόμενες στον εξωτερικό αέρα

Ο ρυθμός εναλλαγής αέρα με ανάκτηση θερμότητας που είναι ενεργειακά πιο αποδοτικός υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$n_v = n_{v,system} \cdot (1 - \Phi_{HR}) \cdot n_{v,RES}$$

$n_{v,system}$ = Η μέση τιμή του ρυθμού εναλλαγής αέρα που επιτυγχάνεται μέσω του συστήματος αερισμού, η τυπική τιμή για κατοικίες είναι 0.4h⁻¹

$n_{v,Rest}$: Εναλλαγή αέρα λόγω διείσδυσης από διαρροή στο κέλυφος του κτηρίου τυπική τιμή 0,042h⁻¹

Φ_{HR} = Η απόδοση της συνολικής ανάκτησης θερμότητας του συστήματος ανάκτησης θερμότητας προσδιορίζεται χρησιμοποιώντας την παρακάτω εξίσωση

$$\Phi_{HR} = 1 - (1 - \eta_{eff}) \cdot (1 - n_{SHX})$$

Πίνακας 2.7: Θερμικές απώλειες αερισμού(Κοζάνη)

		A_{TFA}		Καθαρό ύψος δωματίου		
		m^2		m		m^3
Σύστημα αερισμού:		97.0		* 2.50		= 242.5
Πραγματικός όγκος αέρα, V_V						
Πραγματική απόδοση ανάκτησης θερμότητας		η_{eff}		84%		
Απόδοση του γεωεναλλάκτη						
Απόδοση ανάκτησης θερμότητας του γεωεναλλάκτη		η_{SHX}		0%		
		$n_{V,system}$		η_{HR}		$n_{V,Res}$
		1/h		1/h		1/h
Ενεργειακά πραγματικές εναλλαγές αέρα n_V		0.444		* (1 - 0.84)		+ 0.050 = 0.122
		V_V		n_V		c_{Air}
		m^3		1/h		$Wh/(m^3K)$
Θερμικές απώλειες αερισμού Q_V		242.5		* 0.122		* 0.33 = 553
						G_t
						kWh/a
						$kWh/(m^2a)$
						5.7

Πίνακας 2.8: Θερμικές απώλειες αερισμού(Αθήνα)

		A_{TFA}		Καθαρό ύψος δωματίου		
		m^2		m		m^3
Σύστημα αερισμού:		97.0		* 2.50		= 242.5
Πραγματικός όγκος αέρα, V_V						
Πραγματική απόδοση ανάκτησης θερμότητας		η_{eff}		84%		
Απόδοση του γεωεναλλάκτη						
Απόδοση ανάκτησης θερμότητας του γεωεναλλάκτη		η_{SHX}		0%		
		$n_{V,system}$		η_{HR}		$n_{V,Res}$
		1/h		1/h		1/h
Ενεργειακά πραγματικές εναλλαγές αέρα n_V		0.444		* (1 - 0.84)		+ 0.050 = 0.120
		V_V		n_V		c_{Air}
		m^3		1/h		$Wh/(m^3K)$
Θερμικές απώλειες αερισμού Q_V		242.5		* 0.120		* 0.33 = 230
						G_t
						kWh/a
						$kWh/(m^2a)$
						2.4

Πίνακας 2.9: Θερμικές απώλειες αερισμού(Ιεράπετρα)

			A_{TFA} m ²	*	Καθαρό ύψος δωματίου m	=	m ³	
Σύστημα αερισμού:	Πραγματικός όγκος αέρα, V_V		97.0		2.50		242.5	
Πραγματική απόδοση ανάκτησης θερμότητας	η_{ep}	85%						
Απόδοση του γεωεναλλάκτη								
Απόδοση ανάκτησης θερμότητας του γεωεναλλάκτη	η_{SHX}	0%						
	Ενεργειακά πραγματικές εναλλαγές αέρα n_V	$n_{V,system}$ 1/h	0.444	*	(1 - η_{HR})	+ $n_{V,Res}$ 1/h	0.050	= 0.119
		V_V m ³	242.5	*	n_V 1/h		0.119	
				*	c_{Air} Wh/(m ³ K)		0.33	
				*	G_t kKh/a		9.1	= 86
Θερμικές απώλειες αερισμού Q_V								0.9

2.3 Συνολικές απώλειες θερμότητας

$$Q_L = Q_T + Q_V$$

Πίνακας 2.10: Υπολογισμός συνολικών θερμικών απωλειών(Κοζάνη)

	Q_T kWh/a	+	Q_V kWh/a	νύχτα/σαββατοκύριακο	Μειωτικός συντελεστής εξοικονόμησης	=	kWh/a	kWh/(m ² a)
Συνολικές θερμικές απώλειες Q_L	4934		553	1.0			5487	56.6

Πίνακας 2.11: Υπολογισμός συνολικών θερμικών απωλειών(Αθήνα)

	Q_T kWh/a	+	Q_V kWh/a	νύχτα/σαββατοκύριακο	Μειωτικός συντελεστής εξοικονόμησης	=	kWh/a	kWh/(m ² a)
Συνολικές θερμικές απώλειες Q_L	3088		230	1.0			3318	34.2

Πίνακας 2.12: Υπολογισμός συνολικών θερμικών απωλειών(Ιεράπετρα)

	Q_T kWh/a	Q_V kWh/a	Μειωτικός συντελεστής εξοικονόμησης νύχτα/σαββατοκύριακο	κWh/a	κWh/(m ² a)
Συνολικές θερμικές απώλειες Q_L	(969	+ 86)	1.0	= 1055	10.9

2.4 Υπολογισμός ηλιακών θερμικών κερδών

Τά ηλιακά θερμικά κέρδη υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τον παρακάτω τύπο

$$Q_S = r \cdot g \cdot A_W \cdot G$$

r = Ο συντελεστής μείωσης λαμβάνει υπόψη την αναλογία του πλαισίου προς το κούφωμα ,τη σκίαση ,τη σκόνη στα κουφώματα και την γωνία κλίσης της ακτινοβολίας, μέσα από το κούφωμα

g = Συνολικός συντελεστής ηλιακού κέρδους για υαλοπίνακες κάθετους προς την ακτινοβολούμενη επιφάνεια.

A_W = Επιφάνεια κουφώματος (καθαρό άνοιγμα)

G : Συνολική ακτινοβολία κατά την διάρκεια της περιόδου θέρμανσης

Πίνακας 2.13: Υπολογισμός ηλιακών θερμικών κερδών(Κοζάνη)

Προσανατολισμός της επιφάνειας	Μειωτικός συντελεστής Φύλλο εργ. 'Κουφώματος (κάθετη ακτινοβολία)	Τιμή-g	Επιφάνεια m ²	Ακτινοβολία ΠΘ κWh/(m ² a)	κWh/a	
Βορράς	0.48	* 0.60	* 3.92	* 107	= 120	
Ανατολή	0.00	* 0.00	* 0.00	* 270	= 0	
Νότος	0.45	* 0.60	* 24.86	* 537	= 3571	
Δύση	0.50	* 0.60	* 3.14	* 282	= 267	
Οριζόντια	0.00	* 0.00	* 0.00	* 423	= 0	
				Σύνολο	3958	κWh/(m ² a) 40.8

Διαθέσιμα ηλιακά θερμικά κέρδη Q_S

Πίνακας 2.14: Υπολογισμός ηλιακών θερμικών κερδών(Αθήνα)

Προσανατολισμός της επιφάνειας	Μειωτικός συντελεστής		Τιμή-g	Επιφάνεια m ²	Ακτινοβολία ΠΘ			
	Φύλλο εργ. 'Κουφώματο (κάθετη ακτινοβολία)				KWh/(m ² a)	KWh/a		
Βορράς	0.48	*	0.36	3.92	56	= 37		
Ανατολή	0.00	*	0.00	0.00	139	= 0		
Νότος	0.44	*	0.36	24.86	286	= 1119		
Δύση	0.50	*	0.36	3.14	144	= 82		
Οριζόντια	0.00	*	0.00	0.00	224	= 0		
Διαθέσιμα ηλιακά θερμικά κέρδη Q_s						Σύνολο	1238	12.8

Πίνακας 2.15: Υπολογισμός ηλιακών θερμικών κερδών(Ιεράπετρα)

Προσανατολισμός της επιφάνειας	Μειωτικός συντελεστής		Τιμή-g	Επιφάνεια m ²	Ακτινοβολία ΠΘ			
	Φύλλο εργ. 'Κουφώματο (κάθετη ακτινοβολία)				KWh/(m ² a)	KWh/a		
Βορράς	0.48	*	0.36	3.92	19	= 13		
Ανατολή	0.00	*	0.00	0.00	52	= 0		
Νότος	0.36	*	0.36	24.86	110	= 353		
Δύση	0.41	*	0.36	3.14	55	= 26		
Οριζόντια	0.00	*	0.00	0.00	86	= 0		
Διαθέσιμα ηλιακά θερμικά κέρδη Q_s						Σύνολο	392	4.0

2.5 Υπολογισμός εσωτερικών θερμικών κερδών Qi

Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη Qi, είναι το άθροισμα της θερμότητας που παράγεται από τους ανθρώπους και τις οικιακές συσκευές κατ την διάρκεια της περιόδου θέρμανσης. Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη εκτιμώνται για τυπικές συνθήκες διαβίωσης 2,1-4,1 W/m² κλιματιζόμενες επιφάνειες για μονοκατοικίες, πολυκατοικίες και μεζονέτες

Πίνακας 2.16: Υπολογισμός εσωτερικών θερμικών κερδών Q_i (Κοζάνη)

	Διάρκεια περιόδου θέρμανσης		Πραγματική ισχύς q_i		A_{TFA}	=	kWh/a	kWh/(m ² a)
	h/d	d/a	W/m ²	m ²				
Εσωτερικά θερμικά κέρδη Q_i	0.024	* 170	* 2.62	* 97.0			1036	10.7

Πίνακας 2.17: Υπολογισμός εσωτερικών θερμικών κερδών Q_i (Αθήνα)

	Διάρκεια περιόδου θέρμανσης		Πραγματική ισχύς q_i		A_{TFA}	=	kWh/a	kWh/(m ² a)
	h/d	d/a	W/m ²	m ²				
Εσωτερικά θερμικά κέρδη Q_i	0.024	* 96	* 2.62	* 97.0			584	6.0

Πίνακας 2.18: Υπολογισμός εσωτερικών θερμικών κερδών Q_i (Ιεράπετρα)

	Διάρκεια περιόδου θέρμανσης		Πραγματική ισχύς q_i		A_{TFA}	=	kWh/a	kWh/(m ² a)
	h/d	d/a	W/m ²	m ²				
Εσωτερικά θερμικά κέρδη Q_i	0.024	* 35	* 2.62	* 97.0			216	2.2

2.6 Υπολογισμός ηλιακών θερμικών κερδών.

Τα συνολικά θερμικά κέρδη είναι το άθροισμα των εσωτερικών πηγών θερμότητας και των ηλιακών κερδών κατά την περίοδο θέρμανσης.

$$Q_F = Q_I + Q_S$$

Πίνακας 2.19: Θερμικά κέρδη (Κοζάνη)

ΠΟΛΗ	kWh/a	kWh/(m ² ·a)
ΚΟΖΑΝΗ	Q _F = 4995	51,5
ΑΘΗΝΑ	Q _F = 3318	34,2
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	Q _F = 1055	10,9

2.7 Συντελεστής αξιοποίησης συνολικών θερμικών κερδών

Ο συντελεστής αξιοποίησης των συνολικών θερμικών κερδών ορίζεται ως το κλάσμα των συνολικών θερμικών κερδών που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση χώρων. Το πλεόνασμα της θερμότητας π.χ. υπερβολικά ηλιακά κέρδη δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σύνολο της παρά μόνο τμηματικά. Ο συντελεστής αξιοποίησης των θερμικών κερδών υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\eta_G = \frac{1 - (Q_F / Q_V)}{1 - (Q_F / Q_V)}$$

Πίνακας 2.20: Συντελεστής αξιοποίησης

ΠΟΛΗ	η _G %
ΚΟΖΑΝΗ	87
ΑΘΗΝΑ	98
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	97

2.8 Ωφέλιμα θερμικά κέρδη

Τα ωφέλιμα θερμικά κέρδη προκύπτουν εάν πολλαπλασιάσουμε τα συνολικά θερμικά κέρδη με τον συντελεστή αξιοποίησης των θερμικών κερδών.

$$Q_G = Q_F \cdot \eta_G$$

Πίνακας 2.21: Ωφέλιμα θερμικά κέρδη

ΠΟΛΗ	kWh/a	kWh/(m ² ·a)
ΚΟΖΑΝΗ	Q _G = 4345	44,8
ΑΘΗΝΑ	Q _G = 1779	18,3
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	Q _G = 590	6,1

2.9 Υπολογισμός ετήσιας και ειδικής απαίτηση θέρμανσής.

Η ετήσια απαίτηση θέρμανσης προκύπτει εάν αφαιρέσουμε από τις συνολικές τα ωφέλιμα θερμικά κέρδη, και η ειδική απαίτηση θέρμανσης προκύπτει εάν την ετήσια την διαιρέσω με την κλιματιζόμενη επιφάνεια.

$$Q_H = Q_L - Q_G \quad q_H = \frac{Q_H}{A_{TFA}}$$

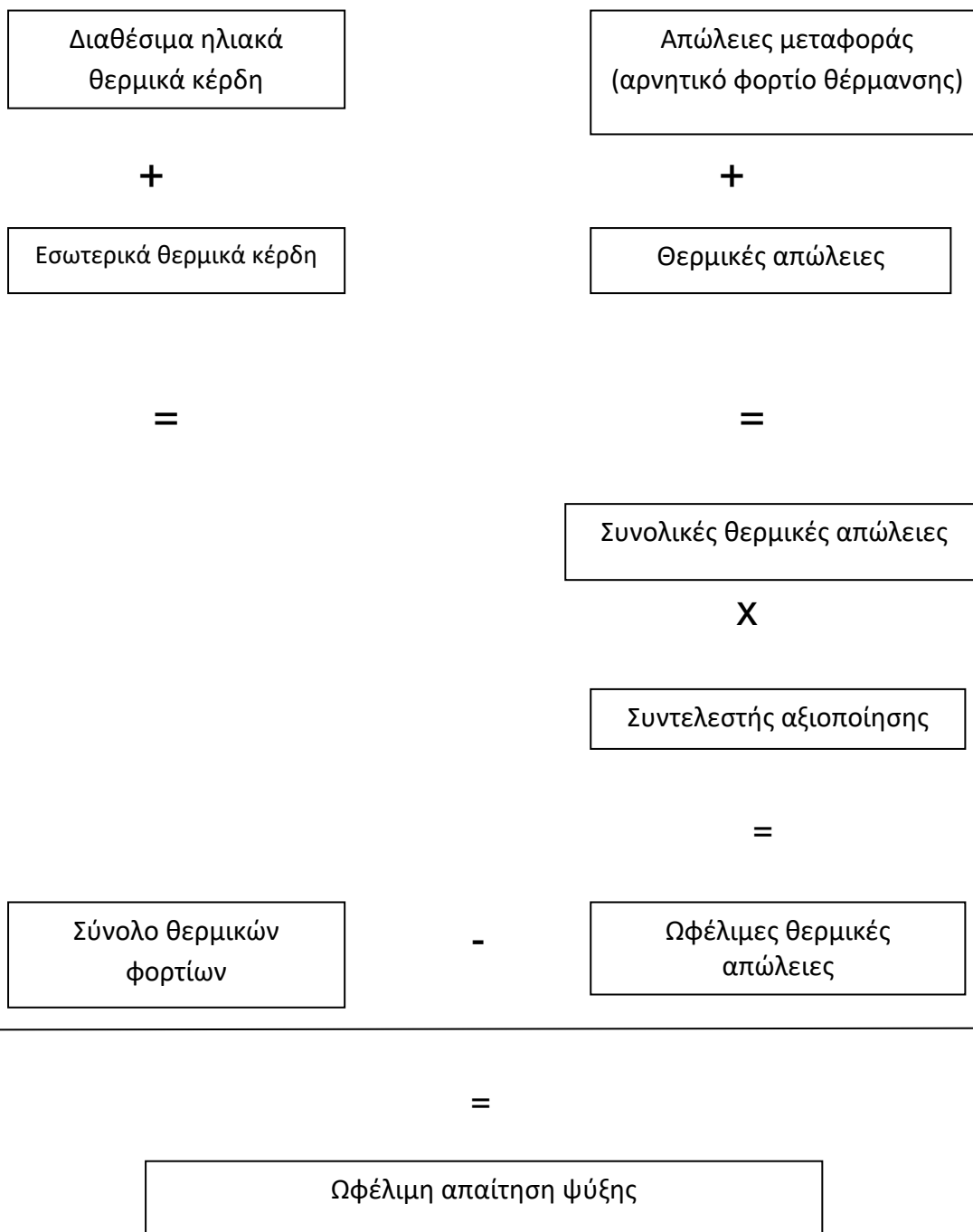
Πίνακας 2.22: Ετήσια και ειδική απαίτηση θέρμανση

ΠΟΛΗ	Q _H (kWh/a)	q _H kWh/(m ² ·a)
ΚΟΖΑΝΗ	1142	12
ΑΘΗΝΑ	1593	16
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	465	5

3.ΜΕΛΕΤΗ ΨΥΞΗΣ

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του ενεργειακού ισοζυγίου απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα.

Διάγραμμα 3.1 : ενεργειακού ισοζυγίου για ψύξη



3.1 Απώλειες μεταφοράς μετάδοσης από αρνητικό φορτίο θερμότητας

Οι Απώλειες μεταφοράς υπολογίζονται για κάθε δομικό στοιχείο χρησιμοποιώντας τον τύπο

$$Q_T = A \cdot U \cdot f_T \cdot G_t$$

Όπου:

A=Επιφάνεια δομικού στοιχείου

U=Τιμή-U δομικού στοιχείου

f_T=Μειωτικός συντελεστής για μειωμένες διαφορές θερμοκρασίας

G_t= Διαφορά μέσης θερμοκρασίας ημέρας από θερμοκρασία βάσης, στο σύνολο του χρόνου(βαθμοώρες θέρμανσης)

Πίνακας 3.1: Απωλειών μεταφοράς αποτελέσματα για Κοζάνη.

Δομικό στοιχείο	Θερμοκρασιακή ζώνη	Επιφάνεια m ²	Τιμή-U W/(m ² K)	Μην. μειωτ. συντελ.	G _t kWh/a	=	kWh/a	ανά m ² κλιματιζόμενης επιφάνειας	
Εξωτερικός τοίχος - Εξωτ. αέρας	A	135.2	0.167	1.00	22	=	491	5.06	
Εξωτερικός τοίχος - Έδαφος	B			1.00		=			
Στέγη/Οροφή - Εξωτ. αέρας	A	117.0	0.102	1.00	22	=	259	2.67	
Πλάκα δαπέδου / Οροφή υπογείου	B	117.0	0.552	1.00	18	=	1178	12.14	
	A			1.00		=			
	A			1.00		=			
	X			0.00		=			
Κουφώματα	A	31.9	0.785	1.00	22	=	543	5.60	
Εξωτερική πόρτα	A	2.2	0.730	1.00	22	=	35	0.36	
Εξωτερική ΘΓ (μήκος/m)	A			1.00		=		0.00	
Περιμετρική ΘΓ (μήκος/m)	P			1.00		=		0.00	
ΘΓ Εδάφους (μήκος/m)	B			1.00		=		0.00	
								kWh/(m ² a)	
Απώλειες μεταφοράς Q_T (αρνητικό: φορτίο θερμότητας)							Σύνολο	2505	25.8

Πίνακας 3.2: Απωλειών μεταφοράς αποτελέσματα για Αθήνα.

Δομικό στοιχείο	Θερμοκρασιακή ζώνη	Επιφάνεια m ²	Τιμή-U W/(m ² K)	Μην. μειωτ. συντελ.	G _i kWh/a	=	kWh/a	ανά m ²	
								κλιματιζόμενη επιφάνεια	
Εξωτερικός τοίχος - Εξωτ. αέρας	A	135.2	0.167	1.00	-4	=	-81	-0.83	
Εξωτερικός τοίχος - Έδαφος	B			1.00		=			
Στέγη/Οροφή - Εξωτ. αέρας	A	117.0	0.102	1.00	-4	=	-43	-0.44	
Πλάκα δαπέδου / Οροφή υπογείου	B	117.0	4.565	1.00	0	=	-100	-1.03	
	A			1.00		=			
	A			1.00		=			
	X			0.00		=			
Κουφώματα	A	31.9	0.785	1.00	-4	=	-90	-0.92	
Εξωτερική πόρτα	A	2.2	0.730	1.00	-4	=	-6	-0.06	
Εξωτερική ΘΓ (μήκος/m)	A			1.00		=		0.00	
Περιμετρική ΘΓ (μήκος/m)	P			1.00		=		0.00	
ΘΓ Εδάφους (μήκος/m)	B			1.00		=		0.00	
								kWh/(m ² a)	
Απώλειες μεταφοράς Q _T (αρνητικό: φορτίο θερμότητας)							Σύνολο	-319	-3.3

Πίνακας 3.3: Απωλειών μεταφοράς αποτελέσματα για Ιεράπετρα.

Δομικό στοιχείο	Θερμοκρασιακή ζώνη	Επιφάνεια m ²	Τιμή-U W/(m ² K)	Μην. μειωτ. συντελ.	G _i kWh/a	=	kWh/a	ανά m ²	
								κλιματιζόμενη επιφάνεια	
Εξωτερικός τοίχος - Εξωτ. αέρας	A	135.2	0.167	1.00	-1	=	-31	-0.32	
Εξωτερικός τοίχος - Έδαφος	B			1.00		=			
Στέγη/Οροφή - Εξωτ. αέρας	A	117.0	0.102	1.00	-1	=	-16	-0.17	
Πλάκα δαπέδου / Οροφή υπογείου	B	117.0	4.565	1.00	0	=	-87	-0.90	
	A			1.00		=			
	A			1.00		=			
	X			0.00		=			
Κουφώματα	A	31.9	0.785	1.00	-1	=	-34	-0.35	
Εξωτερική πόρτα	A	2.2	0.730	1.00	-1	=	-2	-0.02	
Εξωτερική ΘΓ (μήκος/m)	A			1.00		=		0.00	
Περιμετρική ΘΓ (μήκος/m)	P			1.00		=		0.00	
ΘΓ Εδάφους (μήκος/m)	B			1.00		=		0.00	
								kWh/(m ² a)	
Απώλειες μεταφοράς Q _T (αρνητικό: φορτίο θερμότητας)							Σύνολο	-171	-1.8

3.2 Υπολογισμός θερμικών απωλειών αερισμού.

Οι απώλειες αερισμού εξωτερικού αέρα υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο.

$$Q_V = n_V \cdot V_V \cdot c \cdot G_t$$

n_V = Ενεργειακά αποδοτικός ρυθμός εναλλαγής αέρα

V_V = Όγκος αναφοράς του συστήματος αερισμού

c =Ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα 0,33Wh/(m³K)

G_t = Βάθμωρες θέρμανσης αναφερόμενες στον εξωτερικό αέρα

Πίνακας 3.4: Θερμικές απώλειες αερισμού

ΚΟΖΑΝΗ	$Q_V=243 \cdot 0,494 \cdot 0,33 \cdot 18 = 694 \text{ kWh/a}$ ή $7,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
ΑΘΗΝΑ	$Q_V=243 \cdot 0,494 \cdot 0,33 \cdot -5 = -200 \text{ kWh/a}$ ή $-2,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	$Q_V=243 \cdot 0,494 \cdot 0,33 \cdot -2 = -79 \text{ kWh/a}$ ή $-0,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

3.3 Συνολικές θερμικές απώλειες

Οι συνολικές θερμικές απώλειες προκύπτουν από το άθροισμα μεταφοράς και αερισμού.

$$Q_L = Q_T + Q_V$$

Πίνακας 3.5: Συνολικές θερμικές απωλειών

ΠΟΛΗ	$Q_L \text{ (kWh/a)}$	$Q_L \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
ΚΟΖΑΝΗ	3199	12
ΑΘΗΝΑ	-519	16
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	-250	5

3.4 Υπολογισμός διαθέσιμων ηλιακών κερδών

Τα ηλιακά θερμικά κέρδη υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$Q_s = r \cdot g \cdot A_w \cdot G$$

r = Ο συντελεστής μείωσης λαμβάνει υπόψη την αναλογία του πλαισίου προς το κούφωμα ,τη σκίαση ,τη σκόνη στα κουφώματα και την γωνία κλίσης της ακτινοβολίας, μέσα από το κούφωμα

g = Συνολικός συντελεστής ηλιακού κέρδους για υαλοπίνακες κάθετους προς την ακτινοβολούμενη επιφάνεια.

A_w = Επιφάνεια κουφώματος (καθαρό άνοιγμα)

G : Συνολική ακτινοβολία κατά την διάρκεια της περιόδου θέρμανσης

Πίνακας 3.6: Υπολογισμός ηλιακών θερμικών κερδών(Κοζάνη)

Προσανατολισμός της επιφάνειας	Μειωτικός συντελεστής	Τιμή-g (κάθετη ακτινοβολία)	Επιφάνεια Ολική ακτινοβολία		kWh/a	
			m ²	kWh/(m ² a)		
Βορράς	0.18	* 0.60	* 3.9	* 241	= 99	
Ανατολή	0.40	* 0.00	* 0.0	* 612	= 0	
Νότος	0.12	* 0.60	* 24.9	* 603	= 1060	
Δύση	0.19	* 0.60	* 3.1	* 597	= 213	
Οριζόντια	0.40	* 0.00	* 0.0	* 1033	= 0	
Άθροισμα αδιαφανών επιφανειών					437	
Διαθέσιμα ηλιακά θερμικά κέρδη Q_s					Total	1810

Πίνακας 3.7: Υπολογισμός ηλιακών θερμικών κερδών(Αθήνα)

Προσανατολισμός της επιφάνειας	Μειωτικός συντελεστής	Τιμή-g (κάθετη ακτινοβολία)	Επιφάνεια Ολική ακτινοβολία		kWh/a	
			m ²	kWh/(m ² a)		
Βορράς	0.18	* 0.36	* 3.9	* 88	= 22	
Ανατολή	0.40	* 0.00	* 0.0	* 252	= 0	
Νότος	0.12	* 0.36	* 24.9	* 203	= 217	
Δύση	0.19	* 0.36	* 3.1	* 245	= 52	
Οριζόντια	0.40	* 0.00	* 0.0	* 442	= 0	
Άθροισμα αδιαφανών επιφανειών					183	
Διαθέσιμα ηλιακά θερμικά κέρδη Q_s					Total	474

Πίνακας 3.8: Υπολογισμός ηλιακών θερμικών κερδών(Ιεράπετρα)

Προσανατολισμός της επιφάνειας	Μειωτικός συντελεστής	Τιμή-g (κάθετη ακτινοβολία)	Επιφάνεια Ολική ακτινοβολία		kWh/a	
			m ²	kWh/(m ² a)		
Βορράς	0.18	* 0.36	* 3.9	* 40	= 10	
Ανατολή	0.40	* 0.00	* 0.0	* 123	= 0	
Νότος	0.10	* 0.36	* 24.9	* 108	= 99	
Δύση	0.12	* 0.36	* 3.1	* 119	= 16	
Οριζόντια	0.40	* 0.00	* 0.0	* 213	= 0	
Άθροισμα αδιαφανών επιφανειών					= 87	
Διαθέσιμα ηλιακά θερμικά κέρδη Q_S					Total	213

3.5 Υπολογισμός εσωτερικών θερμικών κερδών

Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη Q_i, είναι το άθροισμα της θερμότητας που παράγεται από τους ανθρώπους και τις οικιακές συσκευές κατ την διάρκεια της περιόδου ψύξης. Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη εκτιμώνται για τυπικές συνθήκες διαβίωσης 2,1-4,1 W/m² κλιματιζόμενες επιφάνειες για μονοκατοικίες, πολυκατοικίες και μεζονέτες.

Πίνακας 3.9: Υπολογισμός εσωτερικών θερμικών κερδών Q_i (Κοζάνη)

	kh/d	*	Διάρκεια περιόδου θέρμανσης	*	Ειδική ισχύς q _i	*	A _{ΤΡΑ}	=	kWh/a
			d/a		W/m ²		m ²		
Εσωτερικά θερμικά κέρδη Q_i	0.024	*	184	*	2.6	*	97.0	=	1120
									kWh/a

Πίνακας 3.10: Υπολογισμός εσωτερικών θερμικών κερδών Q_i (αθήνα)

	kh/d	*	Διάρκεια περιόδου θέρμανσης	*	Ειδική ισχύς q _i	*	A _{ΤΡΑ}	=	kWh/a
			d/a		W/m ²		m ²		
Εσωτερικά θερμικά κέρδη Q_i	0.024	*	62	*	2.6	*	97.0	=	378
									kWh/a

Πίνακας 3.11: Υπολογισμός εσωτερικών θερμικών κερδών Q_i (Κοζάνη)

	κWh/d		Διάρκεια περιόδου θέρμανσης d/a		Ειδική ισχύς q_i W/m ²		A_{TFA} m ²		kWh/a
Εσωτερικά θερμικά κέρδη Q_i	0.024	*	31	*	2.6	*	97.0	=	189

3.6 Συνολικά θερμικά κέρδη

Τα συνολικά θερμικά κέρδη είναι το άθροισμα των εσωτερικών πηγών θερμότητας και των ηλιακών κερδών κατά την περίοδο ψύξης

$$Q_F = Q_I + Q_S$$

Πίνακας 3.12: Συνολικά θερμικά κέρδη

ΠΟΛΗ	Q_s (kWh/a)	Q_s kWh/(m ² ·a)
ΚΟΖΑΝΗ	2930	30,2
ΑΘΗΝΑ	851	8,8
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	401	4,1

3.7 Συντελεστής αξιοποίησης συνολικών θερμικών απωλειών

Πίνακας 3.13: Συντελεστής αξιοποίησης

ΠΟΛΗ	η_G %
ΚΟΖΑΝΗ	66
ΑΘΗΝΑ	100
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	100

3.8 Ωφέλιμες θερμικές απώλειες

Τα ωφέλιμα θερμικές απώλειες προκύπτουν εάν πολλαπλασιάσουμε τα συνολικές θερμικές απώλειες με τον συντελεστή αξιοποίησης των θερμικών απωλείων.

$$Q_{V,n} = Q_L \cdot \eta_G$$

Πίνακας 3.14: Ωφέλιμες θερμικές απώλειες

ΠΟΛΗ	$Q_{V,n}$ kWh/a
ΚΟΖΑΝΗ	2098 kWh/a
ΑΘΗΝΑ	-519 kWh/a
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	-250 kWh/a

3.9 Υπολογισμός ωφέλιμης απαίτησης ψύξης Q_K

Η απαίτηση ωφέλιμης ψύξης αντιπροσωπεύει το ποσό θερμότητας, το οποίο πρέπει να εξαχθεί από το κτήριο κατά την διάρκεια του έτους, ούτως ώστε να εξασφαλιστεί η θερμική άνεση του εσωτερικού χώρου.

$$Q_K = Q_F \cdot Q_{V,n}$$

Πίνακας 3.14: Ωφέλιμη απαίτηση ψύξης

ΠΟΛΗ	Q_K kWh/a
ΚΟΖΑΝΗ	832
ΑΘΗΝΑ	1371
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	652

4. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα και συμπεράσματα

4.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

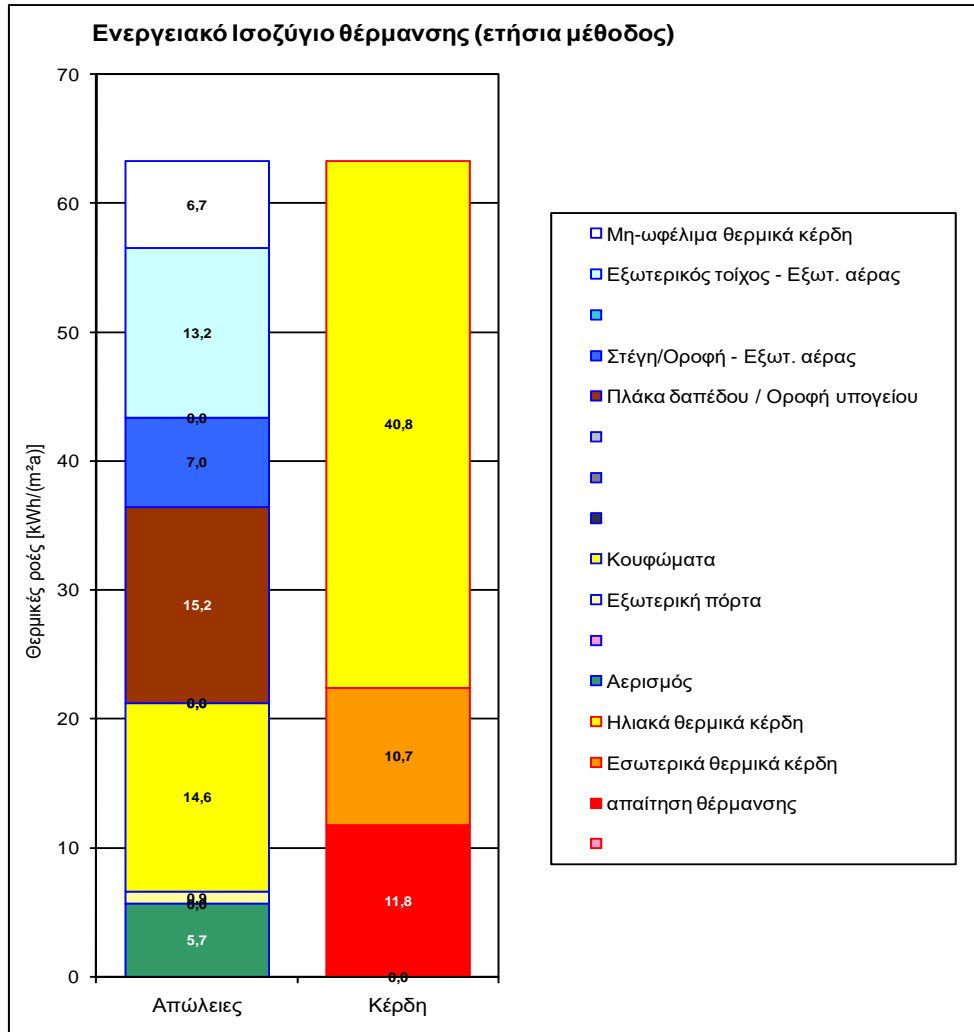
Στις Παρακάτω εικόνες 4.1,4.2,4.3 παρουσιάζεται μια γενική εικόνα καταναλώσεων που αφορά τη θέρμανση, τη ψύξη, το φορτίο και την ηλεκτρική ενέργεια. Τα αποτελέσματα αυτά εξήχθησαν με βάση τη διαστασιολόγηση επιφανειών και των τιμών των συντελεστών που εισάγαμε στο PHPP, στη συνέχεια παρατηρούμε τα διαγράμματα ενεργειακού ισοζυγίου 4.1,4.2,4.3 όπου θεωρούνται υψίστης σημασίας καθώς μπορούμε γραφικά και οπτικά να συμπεράνουμε τη συνεισφορά των επιμέρους απωλειών και των κερδών του κτηρίου. Έπειτα βλέπουμε τα διαγράμματα 5.2,4.5,4.8 όπου απεικονίζεται η ενεργειακή απαίτηση για θέρμανση ανά μήνα, όπως και τα μηνιαία θερμικά κέρδη που προκύπτουν από το άθροισμα των ηλιακών κερδών και των εσωτερικών θερμικών κερδών, και παρατηρούμε τους μήνες που υπάρχει η απαίτηση για θέρμανση. Παρακάτω, απεικονίζονται τα αντίστοιχα διαγράμματα 4.3,4.6,4.9 για τη μηνιαία κατανομή των φορτίων ψύξης, όπου συμπεράνουμε ότι του μήνες εκτός της θερινής περιόδου τα φορτία ψύξης μετατρέπονται σε θερμικές απώλειες.

4.1 Αποτελέσματα για την κλιματική ζώνη της Κοζάνης

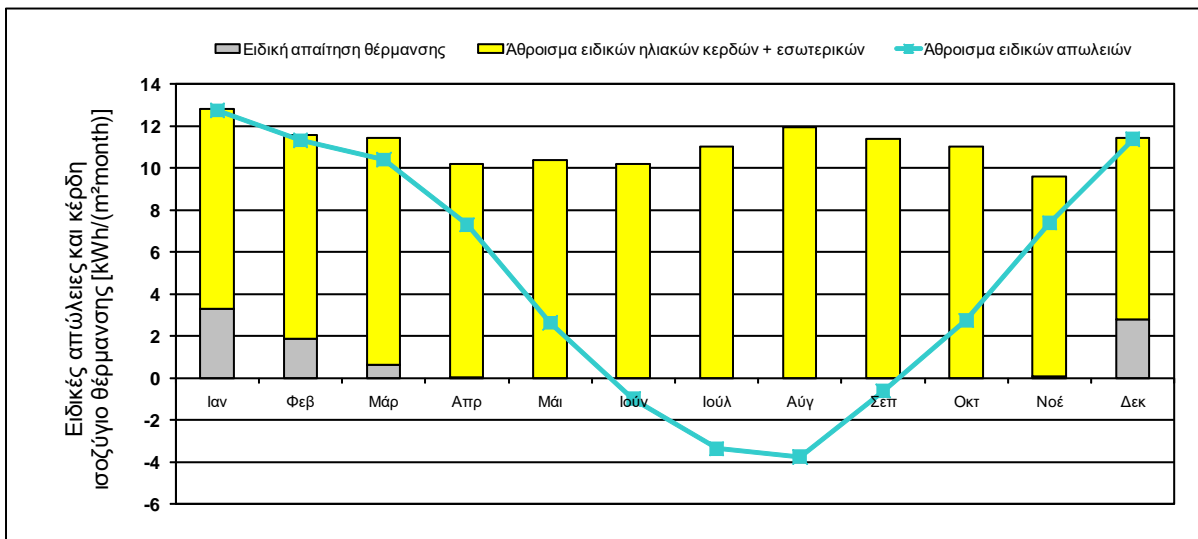
				Εναλλακτικά κριτήρια	
				Κριτήρια	
Θέρμανση χώρου	Κλιμαπιζόμενη επιφάνεια m ²	97.0			
	Απαίτηση θέρμανσης kWh/(m ² a)	9	≤	15	-
	Φορτίο θέρμανσης W/m ²	17	≤	-	10
Ψύξη χώρου	Απαίτηση ψύξης και αφύγρανσης kWh/(m ² a)	9	≤	15	15
	Φορτίο ψύξης W/m ²	13	≤	-	11
	Συχνότητα υπερθέρμανσης (> 25 °C) %	-	≤	-	
Συχνότητα υπερβολικά υψηλής υγρασίας (> 12 g/kg) %	0	≤	10		
Αεροστεγανότητα	εσμα ελέγχου συμπίεσης n ₅₀ 1/h	0.6	≤	0.6	
Πρωτογενής Ενέργεια από μη Ανανεώσιμες Πηγές (ΠΕ)	Απαίτηση ΠΕ kWh/(m ² a)	65	≤	-	
Πρωτογενής Ενέργεια από Ανανεώσιμες πηγές (ΠΕ Αν.)	Απαίτηση ΠΕ Αν. kWh/(m ² a)	38	≤	60	60
	Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας (σε σχέση με την προβολή του κτηρίου στο έδαφος) kWh/(m ² a)	102	≥	-	-

Εικόνα 4.1 : Αποτελέσματα κτηρίου για την πόλη της Κοζάνης.

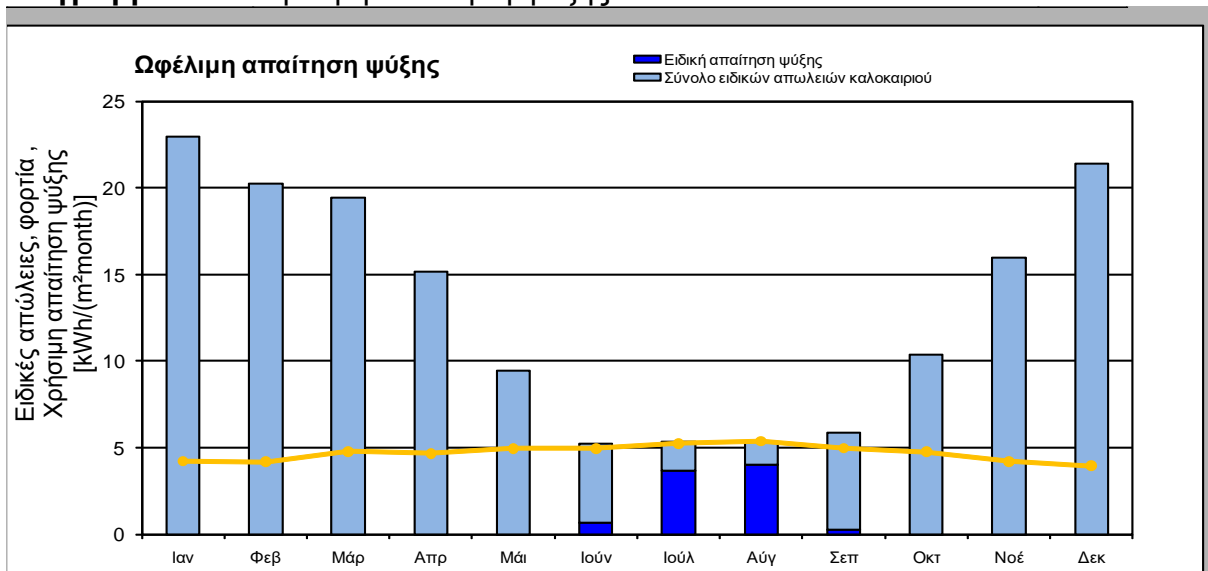
Διάγραμμα 4.1 : Ενεργειακό ισοζύγιο θέρμανσης (Κοζάνη)



Διάγραμμα 4.2: Απαίτηση θέρμανσης, θερμικών κερδών και θερμικών απωλειών.



Διάγραμμα 4.3: Ωφέλιμη απαίτηση ψύξης

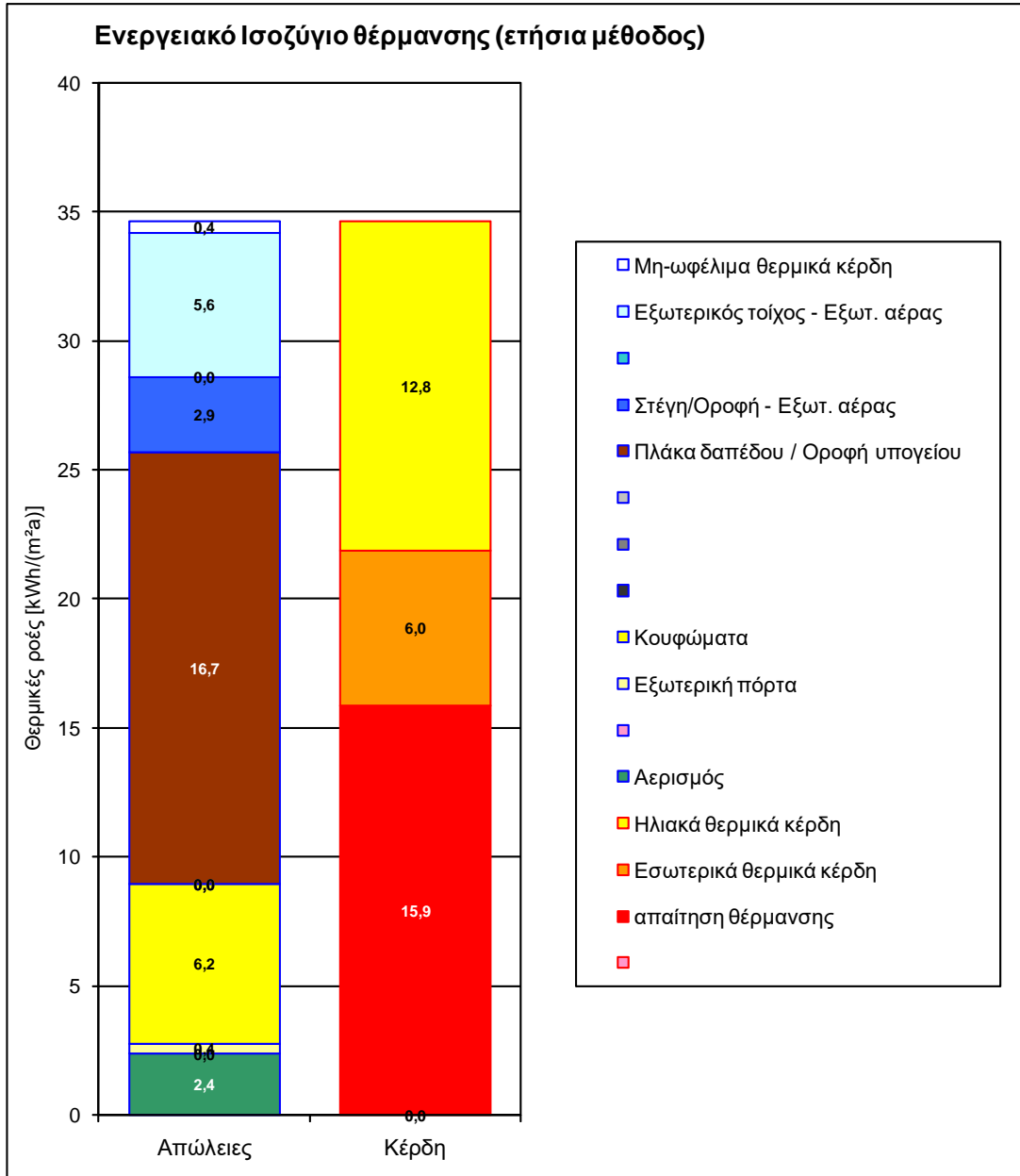


4.2 Αποτελέσματα για την κλιματική ζώνη της Αθήνας

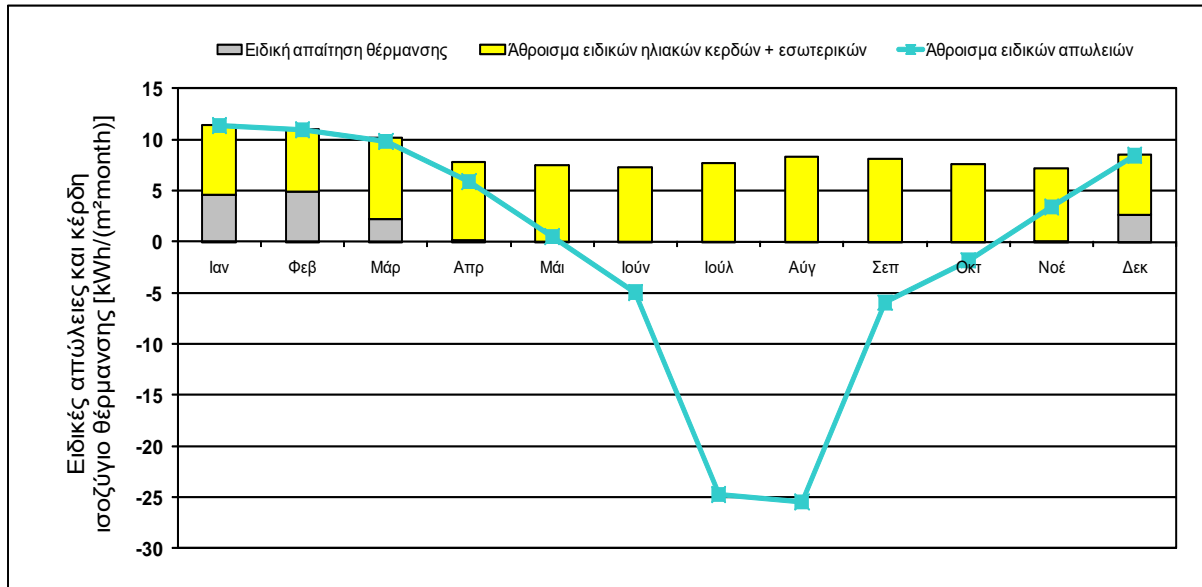
				Εναλλακτικά κριτήρια	
				Κριτήρια	Κριτήρια
	Κλιμαπιζόμενη επιφάνεια m ²	97.0			
Θέρμανση χώρου	Απαίτηση θέρμανσης kWh/(m ² a)	15	≤	15	-
	Φορτίο θέρμανσης W/m ²	15	≤	-	10
Ψύξη χώρου	Απαίτηση ψύξης και αφύγρανσης kWh/(m ² a)	15	≤	16	16
	Φορτίο ψύξης W/m ²	13	≤	-	11
	Συχνότητα υπερθέρμανσης (> 25 °C) %	-	≤	-	-
	Συχνότητα υπερβολικά υψηλής υγρασίας (> 12 g/kg) %	0	≤	10	-
Αεροστεγανότητα	εσμα ελέγχου συμπίεσης n ₅₀ 1/h	0.6	≤	0.6	-
Πρωτογενής Ενέργεια από μη Ανανεώσιμες Πηγές (ΠΕ)	Απαίτηση ΠΕ kWh/(m ² a)	70	≤	-	-
Πρωτογενής Ενέργεια από Ανανεώσιμες πηγές (ΠΕ Αν.)	Απαίτηση ΠΕ Αν. kWh/(m ² a)	42	≤	60	60
	Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας (σε σχέση με την προβολή του κτιρίου στο έδαφος) kWh/(m ² a)	110	≥	-	-

Εικόνα 4.2 : Αποτελέσματα κτηρίου για την πόλη της Αθήνας.

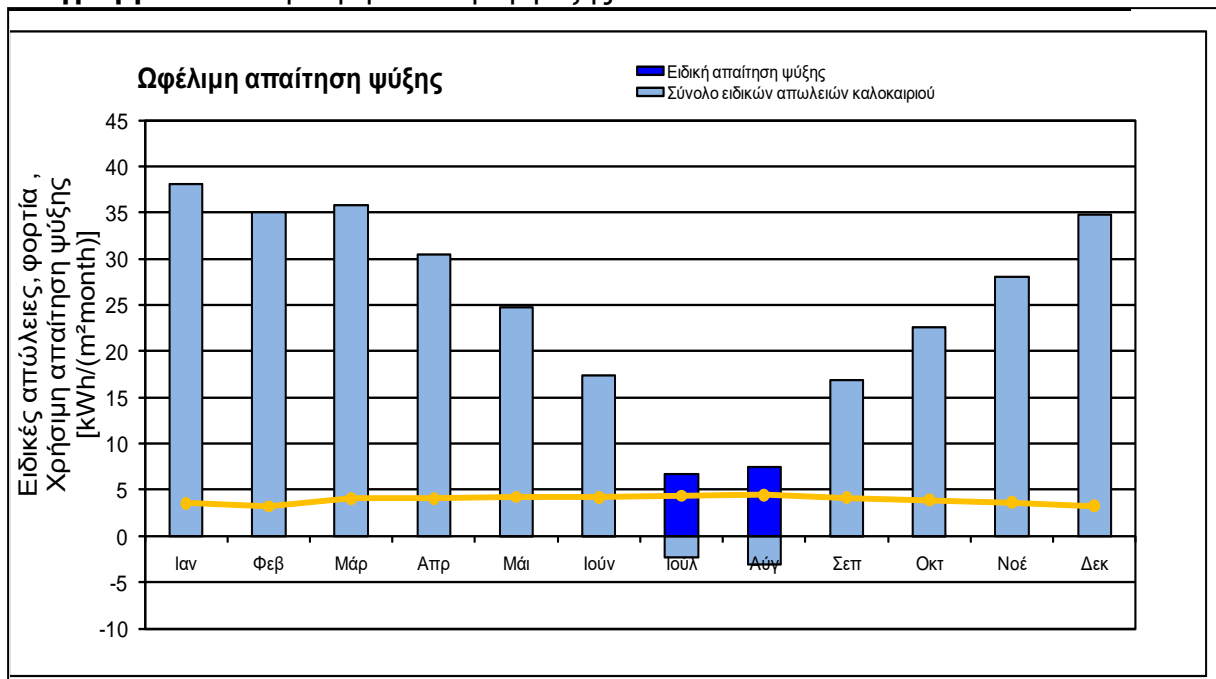
Διάγραμμα 4.4 : Ενεργειακό ισοζύγιο θέρμανσης (Αθήνα)



Διάγραμμα 4.5: Απαίτηση θέρμανσης, θερμικών κερδών και θερμικών απωλειών.



Διάγραμμα 4.6: Ωφέλιμη απαίτηση ψύξης

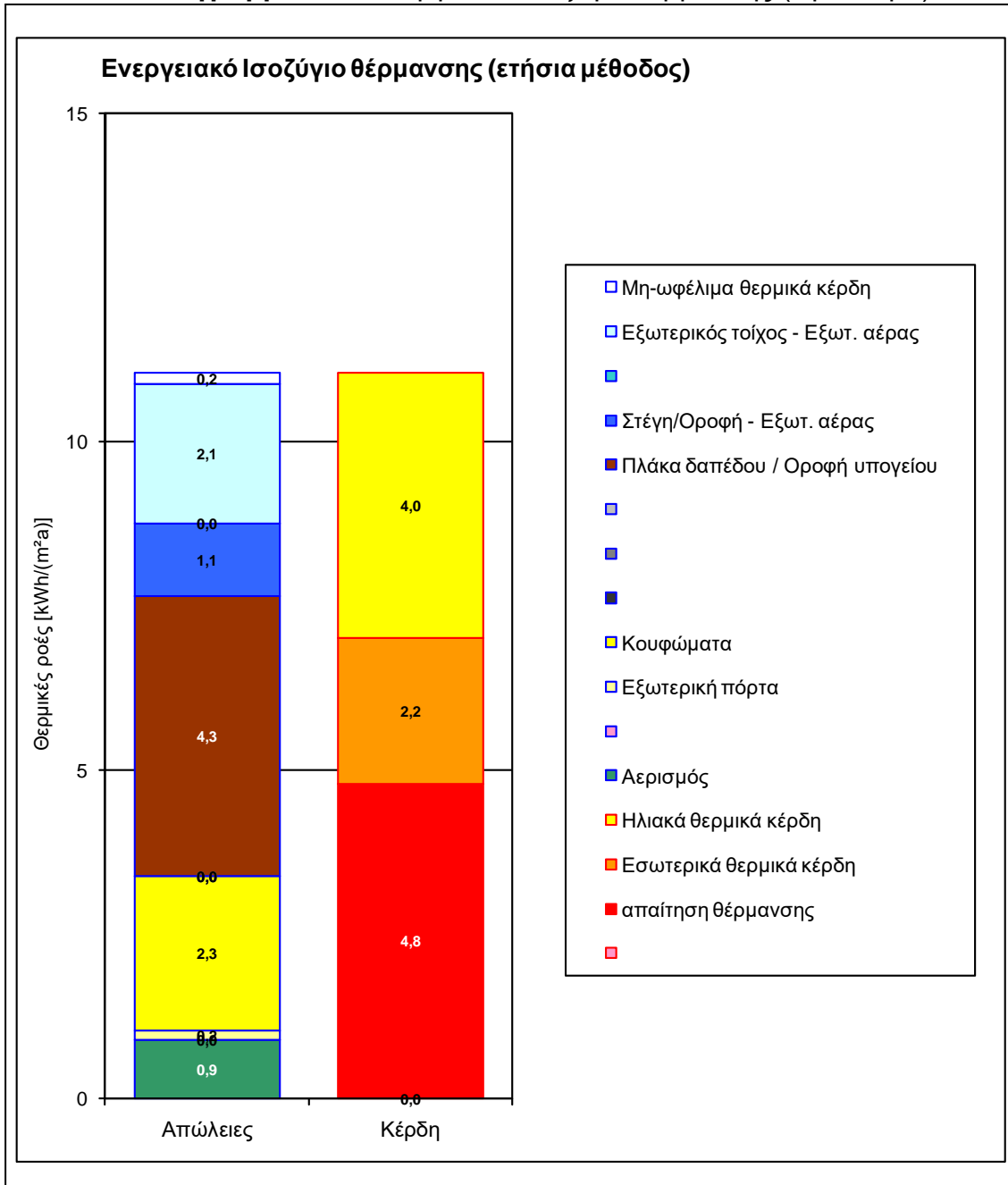


4.3 Αποτελέσματα για την κλιματική ζώνη Ιεράπετρας

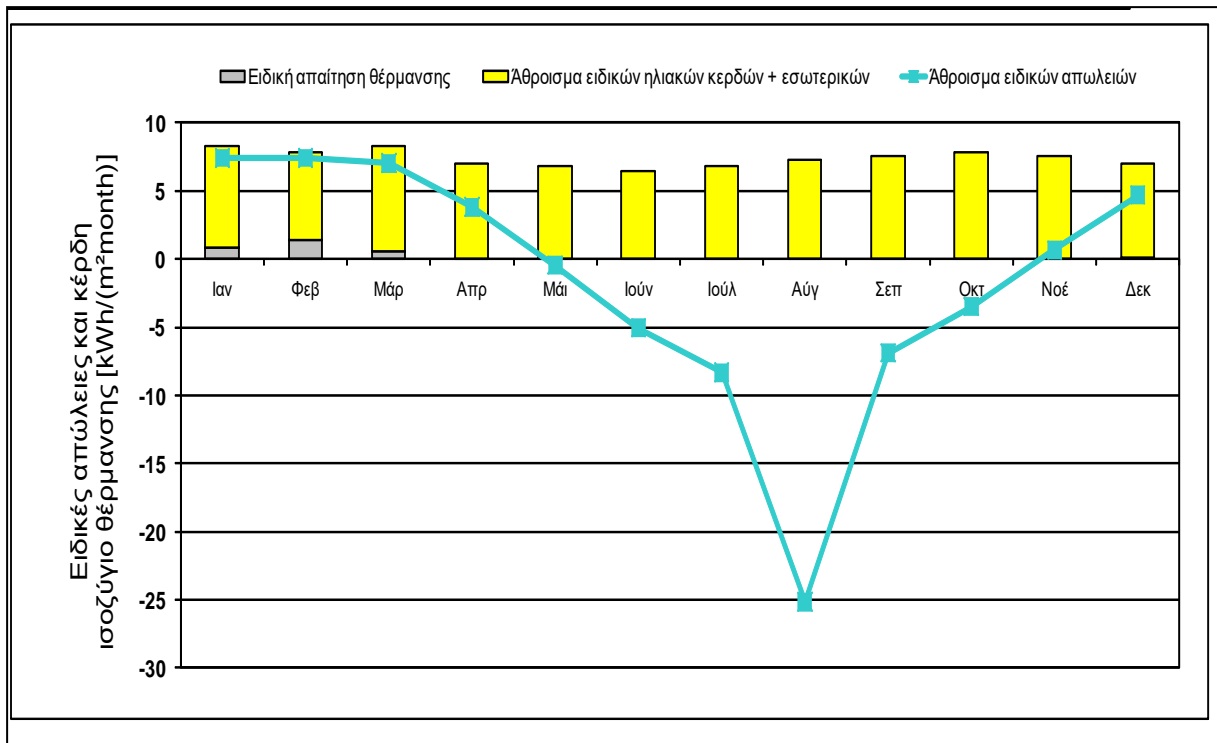
				Εναλλακτικά κριτήρια	
				Κριτήρια	Κριτήρια
	Κλιματιζόμενη επιφάνεια m ²	97.0			
Θέρμανση χώρου	Απαίτηση θέρμανσης kWh/(m ² a)	3	≤	15	-
	Φορτίο θέρμανσης W/m ²	9	≤	-	10
Ψύξη χώρου	Απαίτηση ψύξης και αφύγρανσης kWh/(m ² a)	13	≤	20	20
	Φορτίο ψύξης W/m ²	13	≤	-	11
	Συχνότητα υπερθέρμανσης (> 25 °C) %	-	≤	-	-
	Συχνότητα υπερβολικά υψηλής υγρασίας (> 12 g/kg) %	0	≤	10	-
Αεροστεγανότητα	ιστόλεσμα ελέγχου συμπίεσης n ₅₀ 1/h	0.6	≤	0.6	-
Πρωτογενής Ενέργεια από μη Ανανεώσιμες Πηγές (ΠΕ)	Απαίτηση ΠΕ kWh/(m ² a)	52	≤	-	-
Πρωτογενής Ενέργεια από Ανανεώσιμες πηγές (ΠΕ Αν.)	Απαίτηση ΠΕ Αν. kWh/(m ² a)	35	≤	60	60
	Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας (σε σχέση με την kWh/(m ² a) προβολή του κτιρίου στο έδαφος)	124	≥	-	-

Εικόνα 4.3 : Αποτελέσματα κτηρίου για την πόλη της Ιεράπετρας.

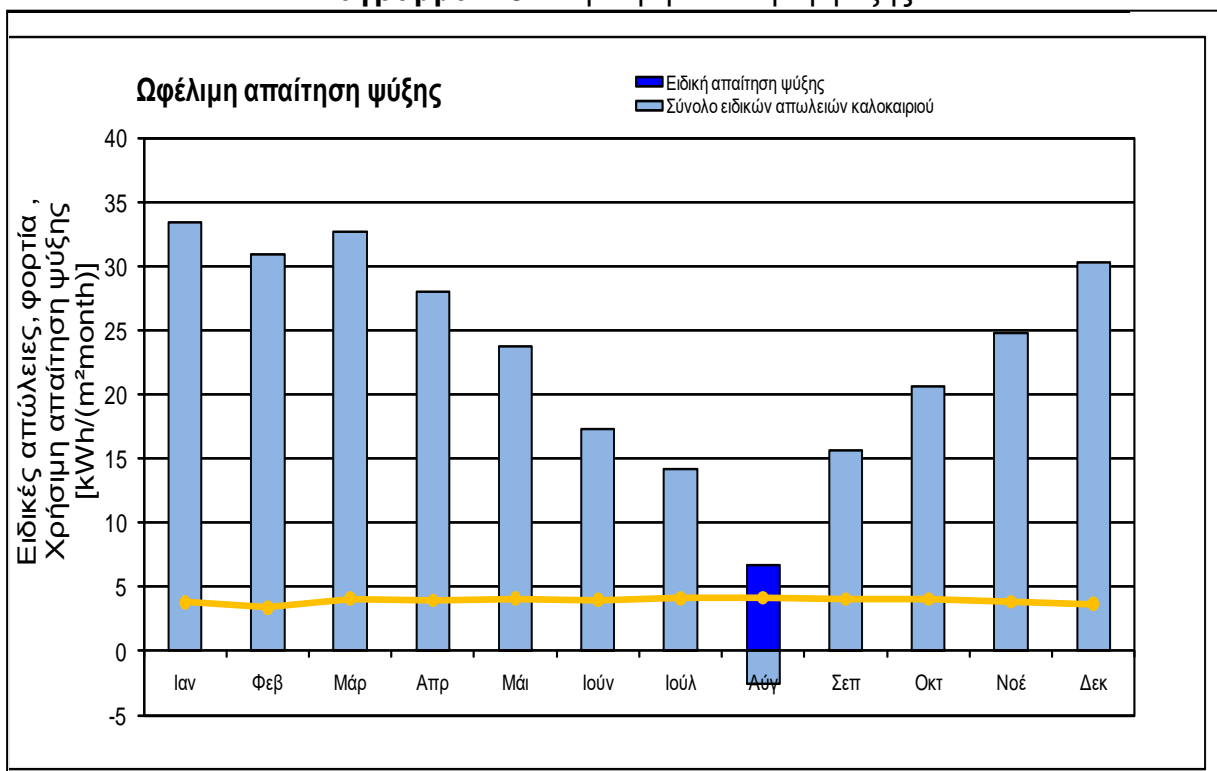
Διάγραμμα 4.7 : Ενεργειακό ισοζύγιο θέρμανσης (Ιεράπετρα)



Διάγραμμα 4.8: Απαίτηση θέρμανσης, θερμικών κερδών και θερμικών απωλειών.



Διάγραμμα 4.9 : Ωφέλιμη απαίτηση ψύξης



4.4 Συμπεράσματα

Αρχικά μέσα από τα αποτελέσματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας από τη μελέτη θέρμανσης και ψύξης συμπεραίνουμε ότι το πρότυπο του παθητικού κτηρίου μπορεί να εφαρμοστεί και στις τρεις κατοικίες για κάθε κλιματική ζώνη, βέβαια θα πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτική κατά τον σχεδιασμό ώστε να λαμβάνουμε όλες τις παραμέτρους υπ όψιν. Στο κτήριο υπό μελέτη, παρατηρούμε ότι και για τις τρεις διαφορετικές κλιματικές ζώνες η συμπεριφορά της παθητικής κατοικίας είναι διαφορετική και για να πλήρη τα κριτήρια θα πρέπει ανάλογα με την κλιματική ζώνη που ανήκει το κτήριο μας να επιλέξουμε το κατάλληλο πάχος μονώσεις, τους κατάλληλους υαλοπίνακες, και τα απαιτούμενα συστήματα σκιάσεις όταν αυτά χρειάζονται στις πιο ζεστές περιοχές. Ποιο συγκριμένα για τις τρεις κλιματικές ζώνες που εξετάσαμε θερμή-εύκρατη, θερμή και ζεστή η τιμή θερμοπερατότητας U τοίχων και στέγης παρέμεινε ίδια ανεξάρτητα από την κλιματική ζώνη, οι διαφοροποιήσεις που κάναμε ήταν ότι σε κλίματα πιο θερμά όπως είναι η Αθήνα και η Ιεράπετρα όπου εκεί υπάρχει και λιγότερη ανάγκη για θέρμανση παρά για ψύξη, είχε ως αποτέλεσμα να αφήσουμε αμόνωτη την πλάκα του εδάφους, ώστε να εκμεταλλευτούμε την σταθερά μεταβαλλόμενη θερμοκρασία του καθ όλη την διάρκεια του έτους, ώστε να υπάρχει ροή θερμότητας κατά την θερινή περίοδο από την πλάκα του δαπέδου προς το έδαφος. Επίσης στην περιοχή της Ιεράπετρας υπήρξε μια επιπλέον σκίαση από δέντρα ώστε να μειώσουμε τα ηλιακά θερμικά κέρδη αλλά και την απευθείας πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας επάνω στα κουφώματα, όπου είναι και ο κύριος παράγοντας την υπερθέρμανσης ενός κτηρίου κατά την διάρκεια του καλοκαιριού. Τέλος να σημειωθεί ότι λόγω της χαμηλής απαίτησης για θέρμανση και ψύξη και σε συνδυασμό με την ανάκτηση θερμότητας που επιτυγχάνεται από το σύστημα αερισμού, οι ανάγκες καλύπτονται από μια αντλία θερμότητας αέρος-αέρος ονομαστικής ισχύς 2 kW.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Dr.Wolfgang Feist.,Εργαλείο Σχεδιασμού Παθητικών Κτιρίων(Έκδοση 9),Darmstadt

Λογισμικό PHPP- Passive House Planning Package

Ελληνικό Ινστιτούτο Παθητικού Κτιρίου, Σεμινάριο Πιστοποίησης Σχεδιαστών Παθητικού Κτηρίου 2020, Αθήνα

ΔΙΕΘΥΝΣΕΙΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

<https://passivehouse.com/>

<https://passipedia.org/start>

<https://www.passivistas.com/>

<https://eipak.org/>

<https://www.glassadvisor.com/>

<https://passivedesign.org/>

<https://blog.passivehouse-international.org/>