

ΚΟΛΙΟΣ Χ. ΣΤΑΥΡΟΣ

Ενεργειακή αναβάθμιση  
πανεπιστημιακού κτιρίου με χρήση  
του λογισμικού PHPP

Τομέας: Θερμότητας

Επιβλέπων: Κορωνάκη Ειρήνη, Καθηγήτριας ΕΜΠ

Αθήνα 2022



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

--- κενή σελίδα ---

## Ευχαριστίες

*Στην αρχή της παρούσας έκθεσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια κα. Ειρήνη Κορωνάκη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε για την ανάθεση του συγκεκριμένου, και ελπίζω προς παράδειγμα και για άλλα campus, θέματος, καθώς τον βοηθό καθηγητή κ. Γιώργο Αντωνάκο για την πολύτιμη του καθοδήγηση στα χρόνια φοίτησής μου στο ίδρυμα.*

*Οφείλω ένα τεράστιο ευχαριστώ στο Ελληνικό Ινστιτούτο Παθητικού Κτηρίου και πιο συγκεκριμένα στον Στέφανο Παλλαντζά, Πολιτικό Μηχανικό ΕΜΠ, πρόεδρο του Ελληνικού Ινστιτούτου Παθητικού Κτιρίου για τις ουσιαστικές γνώσεις και εμπειρία που αποκόμισα στη διάρκεια της πρακτικής μου. Επίσης στον Δημήτριο Παλλαντζά για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέδωσε σχετικά με τον σχεδιασμό παθητικών κτηρίων.*

*Τέλος ευχαριστώ τους συμφοιτητές μου, για τις όμορφες στιγμές που περάσαμε μαζί όλα αυτά τα χρόνια. Μα, πιο πολύ θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την αμέριστη συμπαράστασή τους.*



Υπεύθυνη δήλωση για λογοκλοπή και για κλοπή πνευματικής ιδιοκτησίας:

Έχω διαβάσει και κατανοήσει τους κανόνες για τη λογοκλοπή και τον τρόπο σωστής αναφοράς των πηγών που περιέχονται στον οδηγό συγγραφής Διπλωματικών Εργασιών. Δηλώνω ότι, από όσα γνωρίζω, το περιεχόμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι προϊόν δικής μου εργασίας και υπάρχουν αναφορές σε όλες τις πηγές που χρησιμοποίησα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτή τη Διπλωματική εργασία είναι του συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Κολιός Χ. Σταύρος



## Περιεχόμενα

|  |    |
|--|----|
| Ευχαριστίες.....   | 3  |
| Σύνοψη .....   | 10 |
| Abstract .....   | 12 |
| Συνοτμήσεις - Αρκτικόλεξα .....  | 13 |
| 1. Εισαγωγή.....   | 14 |
| 1.1 Σκοπός, ερωτήματα, στόχοι .....  | 14 |
| 1.2 Οριοθέτηση.....  | 14 |
| 1.3 Διάρθρωση της εργασίας.....  | 15 |
| 1.4 Δομή.....  | 16 |
| 2. Παγκόσμια ενεργειακή κατάσταση.....   | 17 |
| 2.1 Κλιματική Αλλαγή και περιβαλλοντικοί στόχοι.....   | 17 |
| 2.2 Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής.....  | 17 |
| 2.3 Κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα .....   | 19 |
| 2.4 Παθητικό Κτίριο .....  | 20 |
| 3. Σχεδιασμός παθητικού κτιρίου .....  | 25 |
| 3.1 Θερμομόνωση.....   | 25 |
| 3.2 Κουφώματα.....   | 26 |
| 3.3 Θερμογέφυρες .....   | 29 |
| 3.4 Αεροστεγανότητα.....   | 31 |
| 3.5 Μηχανικός αερισμός.....  | 33 |
| 3.6 Επιπρόσθετα στοιχεία.....  | 35 |
| 4. Καταγραφή και ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης κτιρίου.....   | 38 |
| 4.1 Χώροι και επίπεδα .....  | 39 |
| 4.2 Θέση του κτιρίου .....   | 40 |
| 4.3 Περιβάλλον χώρος του κτιρίου .....   | 40 |
| 4.4 Κέλυφος Κτιρίου .....  | 41 |
| 4.5 Εξωτερικοί τοίχοι .....  | 41 |
| 4.6 Εσωτερικοί τοίχοι.....   | 41 |
| 4.7 Δώμα.....  | 41 |
| 4.8 Δάπεδα μεταξύ ορόφων .....   | 42 |
| 4.9 Ανοίγματα .....  | 42 |
| 4.10 Ηλιοπροστασία .....   | 42 |
| 4.11 Πόρτες.....   | 42 |
| 4.12 Εγκαταστάσεις θέρμανσης και κλιματισμού κτιρίου .....   | 43 |
| 4.13 Αερισμός κτιρίου.....   | 43 |
| 4.14 Μέτρηση καταναλώσεων Πολυτεχνειούπολης.....   | 43 |
| 5. Εκπόνηση ενεργειακής μελέτης κτιρίου με τη χρήση του λογισμικού PHPP.....   | 47 |
| 5.1 Φύλλο εργασίας Έλεγχος Κριτηρίων - Εισαγωγή δεδομένων κτιρίου και απόδειξη του ενεργειακού επιπέδου του κτιρίου..... | 48 |
| 5.2 Φύλλο εργασίας Κλίμα.....  | 50 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 5.3  | Φύλλο εργασίας Τιμές-U: Υπολογισμός των Τιμών-U των δομικών στοιχείων   | 52  |
| 5.4  | Φύλλο εργασίας Επιφάνειες: Καταχωρήσεις δεδομένων αδιαφανών δομικών στοιχείων και θερμογεφυρών .....  | 56  |
| 5.5  | Φύλλο εργασίας Έδαφος: Υπολογισμός θερμικών απωλειών από στοιχεία κτιρίου υπό του εδάφους .....   | 67  |
| 5.6  | Φύλλο εργασίας Συστήματα: δεδομένα χρήστη και βάση δεδομένων πιστοποιημένων συστημάτων για Παθητικά Κτίρια .....  | 71  |
| 5.7  | Φύλλο εργασίας Κουφώματα: Υπολογισμός της επιφάνειας, της Τιμής-U και της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας των κουφωμάτων και των θυρών εισόδου                    | 73  |
| 5.8  | Φύλλο εργασίας Σκίαση: Υπολογισμός των συντελεστών μείωσης σκίασης  | 75  |
| 5.9  | Φύλλο εργασίας Αερισμός & Πρόσθετος Αερισμός: Εισαγωγή βασικών δεδομένων .....  | 77  |
| 5.10 | Φύλλο εργασίας Ετήσια Θέρμανση: Υπολογισμός της ετήσιας απαίτησης θέρμανσης σύμφωνα με την ετήσια μέθοδο PHPP .....   | 81  |
| 5.11 | Φύλλο εργασίας Θέρμανση: Υπολογισμός της ετήσιας απαίτησης θέρμανσης σύμφωνα με την EN 13790 / Μηνιαία Μέθοδος .....  | 84  |
| 5.12 | Φύλλο εργασίας Θερινός Αερισμός .....   | 85  |
| 5.13 | Φύλλο εργασίας Καλοκαίρι: Υπολογισμός πιθανότητας υπερθέρμανσης .....   | 88  |
| 5.14 | Φύλλο εργασίας Ψύξη: Υπολογισμός της αισθητής ωφέλιμης απαίτησης ψύξης .....  | 90  |
| 5.15 | Φύλλο εργασίας Μονάδες Ψύξης: Υπολογισμός της ενεργειακής απαίτησης για ψύξη χώρου και αφύγρανση .....  | 93  |
| 5.16 | Φύλλο εργασίας Χρήση Κτιρίου (Τριτογ): Προφίλ χρηστών για λοιπά κτίρια τριτογενούς τομέα για υπολογισμό του ρεύματος και των εσωτερικών θερμικών κερδών ..... | 95  |
| 5.17 | Φύλλο εργασίας Ρεύμα (Τριτογ): Υπολογισμός κατανάλωσης ρεύματος για κτίρια τριτογενούς τομέα .....  | 96  |
| 5.18 | Φύλλο εργασίας Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη (Τριτογ): Υπολογισμός των εσωτερικών θερμικών κερδών σε κτίρια τριτογενούς τομέα .....                                 | 100 |
| 5.19 | Φύλλο εργασίας Φωτοβολταϊκό: Υπολογισμός της απόδοσης από μια συστοιχία φωτοβολταϊκών πάνελ .....   | 101 |
| 5.20 | Φύλλο εργασίας Πρωτογενής Ενέργεια από Ανανεώσιμες πηγές .....  | 102 |
| 6.   | Σχολιασμός εφαρμοσμένων επεμβάσεων και συστημάτων .....   | 105 |
| 7.   | Αποτελεσμάτα ενεργειακής απόδοσης κτιρίου και μελλοντική εργασία .....  | 108 |
| 8.   | Βιωσιμότητα Πολυτεχνειούπολης .....   | 111 |
| 8.1  | Δράσεις για την προώθηση τη βιώσιμης κινητικότητας της πολυτεχνειούπολης .....  | 111 |
| 8.2  | Ένταξη σε δίκτυο πανεπιστημίων με αντίστοιχες πρωτοβουλίες .....  | 113 |
| 9.   | Συμπεράσματα .....  | 114 |
| 10.  | Βιβλιογραφία .....  | 115 |
| 11.  | Κατάλογος εικόνων .....   | 117 |



|  |     |
|--|-----|
| 12. Κατάλογος Διαγραμμάτων .....             | 120 |
| 13. Κατάλογος Πινάκων .....                  | 121 |
| 14. Παράρτημα Ι – Αρχιτεκτονικά σχέδια ..... | 122 |
| 15. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ – Θερμογέφυρες .....        | 125 |

## Σύνοψη

Οι αυξανόμενες ενεργειακές απαιτήσεις της ανθρωπότητας αλλά και τα περιβαλλοντικά προβλήματα του πλανήτη μας καθιστούν σαφή την ανάγκη για εύρεση πιο φιλικών προς το περιβάλλον συστημάτων και φυσικά νοοτροπιών για την κάλυψη των αναγκών μας. Ένας τομέας στον οποίο υπάρχει η δυνατότητα βελτίωσης της ενεργειακής κατάστασης και εξορθολογισμού της χρήσης της ενέργειας, είναι η ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού τομέα, καθώς η παραγωγή και η χρήση της ενέργειας που προορίζονται για αυτόν ευθύνονται για το 45% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα παγκοσμίως.

Στα πλαίσια της εν λόγω διπλωματικής εργασίας γίνεται ενασχόληση με την τεχνική περιγραφή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης και την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου ANYM (Αεροδυναμικής, Ναυπηγικής και Υδροδυναμικών Μηχανών) του Ε.Μ.Π που βρίσκεται στην Πολυτεχνειούπολη του Ζωγράφου στην Αθήνα, και κατά επέκταση στα υπόλοιπα κτίρια του συγκροτήματος, προς την ενεργειακή αναβάθμιση ολόκληρου του συγκροτήματος. Επίσης διερευνάται και η κατάστρωση ενός σχεδίου δράσεων ευαισθητοποίησης των ατόμων της πολυτεχνειούπολης για τη διαμόρφωση μιας πράσινης και βιώσιμης πολυτεχνειούπολης. Η αναβάθμιση του κτιρίου έχει ως σκοπό τη πλήρη εκμετάλλευση των χώρων, και όχι το ¼ του εμβαδού του, όπως χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια.

Τα αποτελέσματα της πειραματικής εφαρμογής επαληθεύουν το πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου, καθιστώντας σαφές πως μέσω μιας ολιστικής ενεργειακής αναβάθμισης μπορούν να επιτευχθούν ικανοποιητικά υψηλά επίπεδα ενεργειακής αποδοτικότητας.



## Abstract

The increasing energy demands of humanity and the environmental problems of our planet make clear the need to find more environmentally friendly systems and of course mindsets to meet our needs. One area where there is potential to improve the energy situation and rationalize energy use is the energy upgrading of the building sector, as the production and use of energy for the building sector is responsible for 45% of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions in the atmosphere worldwide.

The thesis deals with the technical description of the energy upgrade interventions and the improvement of the energy efficiency of the ANYM (Aerodynamics, Naval Architecture and Hydrodynamic Machinery) building of the Hellenic University of Technology, located in the Polytechnic Campus of Zografou in Athens, and the development of a plan of actions to raise awareness of the people of the Polytechnic Campus for the formation of a green and sustainable campus. The upgrading of the building aims to make full use of the space, and not ¼ of its area, as it has been used in recent years.

The results of the experimental application verify the Passive Building model, making it clear that through a holistic energy upgrade, satisfactorily high levels of energy efficiency can be achieved.

## Συνομειύσεις- Αρκτικόλεξα

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - ΑΠΕ

Αεροδυναμικής, Ναυπηγικής και Υδροδυναμικών Μηχανών - ANYM

Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης – Nearly Zero Energy Building

Φ/Β: Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Παθητικό Κτίριο – Π.Κ

Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας - Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Φωτοβολταϊκά Συστήματα - Φ/Β:

Air Change per Hour - ACH

Passive House Planning Package - PHPP

## 1. Εισαγωγή

### 1.1 Σκοπός, ερωτήματα, στόχοι

Η επιτακτικότητα του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής και της ενεργειακής φτώχειας απαιτούν των ενστερνισμό ολιστικών μεθόδων ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων. Το Πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου και οι απλές αρχές που το διέπουν προτείνουν μια σαφώς ορισμένη και πλήρως πραγματοποιήσιμη μέθοδο κατασκευής και ανακαίνισης κτιρίων, καθιστώντας τα έως και ενεργειακά αυτόνομα, προστατεύοντας το φυσικό περιβάλλον και συμβάλλοντας στην προσπάθεια απεξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα.

Στην παρούσα εργασία λοιπόν, παρουσιάζεται το Πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου και τα σημαντικά ενεργειακά αποτελέσματα από την πειραματική ενεργειακή αναβάθμιση ενός κτιρίου αναφοράς της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, σε μια προσπάθεια επίρρωσης της άποψης περί ολιστικών μεθόδων ενεργειακής αναβάθμισης, οι οποίες μπορούν πραγματικά να συνδράμουν στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής και στην μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων στον κτιριακό τομέα εντός της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Το Παθητικό Κτίριο είναι αναμφισβήτητα ένα Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης – Nearly Zero Energy Building . Τα αντικειμενικά κριτήρια που θέτονται προκειμένου να χαρακτηριστεί ένα κτίριο ως Παθητικό, ανεξάρτητα από το είδος χρήσης του, την τοποθεσία του ή τον τρόπο δόμησής του, κατατάσσουν το Παθητικό Κτίριο ως το πλέον αποδοτικό NZEB.

Επίσης, παράλληλα με ένα από τα πιο αποδοτικά πρότυπα αναβάθμισης των κτιρίων σε NZEB, το ΠΚ, συμβαδίζει και η αναδημιουργία της πολυτεχνειούπολης σε ένα βιώσιμο συγκρότημα με σκοπό τη συγκρότηση μιας πιο πράσινης νοοτροπίας, τόσο των φοιτητών όσο και της ευρύτερης κοινωνίας.

### 1.2 Οριοθέτηση

Η παρούσα εργασία αποτελεί μία εναλλακτική πρόταση ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου ANYM, σε πειραματικό στάδιο, και κατά επέκταση στα υπόλοιπα κτίρια της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, στα πλαίσια μιας ήδη συμφωνημένης πράξης, χρησιμοποιώντας το λογισμικό ενεργειακής μελέτης PHPP, με σκοπό την υιοθέτηση του προτύπου και στα υπόλοιπα κτίρια της πολυτεχνειούπολης. Επιπλέον διερευνάται η ένταξη της πολυτεχνειούπολης σε δίκτυο πανεπιστημίων ανά τον κόσμο με αντίστοιχες πρωτοβουλίες καθώς και δράσεις ευαισθητοποίησης των ενοίκων κτιρίων για τη διαμόρφωση μιας πιο βιώσιμης κοινωνίας.

Οι συνολικές παρεμβάσεις που θα γίνουν κατά την εκπόνηση της συγκεκριμένης μελέτης έχουν ως αποτέλεσμα την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου από την Κατηγορία Η, στην Κατηγορία “ΠΑΘΗΤΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ”. Η κατηγορία αυτή είναι πιο αποδοτική από την ενεργειακή κλάση Α του ελληνικού ενεργειακού πιστοποιητικού και παράλληλα ακολουθεί τους τις οδηγίες και περιορισμούς που θέτει το ελληνικό ενεργειακό πλαίσιο ενεργειακής

αναβάθμισης κτιρίων. Τα αποτελέσματα της πειραματικής εφαρμογής επαληθεύουν το πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου, καθιστώντας σαφές πως μέσω μιας ολιστικής ενεργειακής αναβάθμισης μπορούν να επιτευχθούν ικανοποιητικά υψηλά επίπεδα ενεργειακής αποδοτικότητας.

Σημειώνεται, επίσης πως η έκθεση αυτή δεν αποτελεί το αναλυτικό πλάνο ανακαίνισης, όπως θα γίνει με την εταιρεία της συμφωνημένης πράξης. Αναλυτικότερες πληροφορίες σχετικά με τις επεμβάσεις μπορούν να δοθούν σε δεύτερο χρόνο, σε συνεργασία με το Ελληνικό Ινστιτούτο Παθητικού Κτιρίου, το οποίο χορήγησε και την άδεια χρήσης του λογισμικού υπολογισμού που χρησιμοποιείται στην παρούσα μελέτη.

### 1.3 Διάρθρωση της εργασίας

Αρχικά πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση τόσο σε ελληνική, όσο και σε διεθνή βιβλιογραφία. Στη φάση αυτή πραγματοποιείται αναζήτηση παρεμφερών ερευνών, επιστημονικών άρθρων καθώς και γενικών πληροφοριών σχετικά με το εξεταζόμενο αντικείμενο που μπορούν να φανούν χρήσιμες για τη συγκεκριμένη έρευνα. Επόμενο βήμα της εργασίας αποτέλεσε η αξιολόγηση των υφιστάμενων καταναλώσεων των κτιρίων και ο σχεδιασμός του κτιρίου ANYM στο AutoCAD. Έχοντας τα απαραίτητα στοιχεία (διαστάσεις, όψεις) και εφόσον/έχοντας καθοριστεί οι επεμβάσεις στο κέλυφος, στο φωτισμό και στην τοποθέτηση μηχανολογικών συστημάτων και ΑΠΕ, εισάγονται στο λογισμικό PHPP οι πληροφορίες για να προβούμε στον υπολογισμό του κτιριακού φορτίου και τελικά στο ενεργειακό πιστοποιητικό του. Τέλος λαμβάνοντας υπόψη παρόμοιες δράσεις ξένων πανεπιστημίων καταστρώνεται ένα σχέδιο για την ευαισθητοποίηση των ατόμων εντός της πολυτεχνειούπολης, αλλά και την αναβάθμιση του συγκροτήματος σε “Πράσινη Πολυτεχνειούπολη”, όπως πολλά πανεπιστήμια στο εξωτερικό.



Διάγραμμα 1: Διάγραμμα Ροής Εργασιών για την Υλοποίηση του Στόχου της Διπλωματικής Εργασίας.

## 1.4 Δομή

---

Το πρώτο Κεφάλαιο αποτελεί την Εισαγωγή και περιλαμβάνει μια γενική ανασκόπηση όπου παρουσιάζεται το πλαίσιο της Διπλωματικής Εργασίας και τέλος παρουσιάζεται ο σκοπός της εργασίας και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, περιγράφοντας συνοπτικά τα βασικά στάδια της εκτέλεσης της παρούσας εργασίας.

Στο δεύτερο Κεφάλαιο αναφέρονται τα δεδομένα όπως έχουν προκύψει ως σήμερα, όσον αφορά την παγκόσμια ενεργειακή κατάσταση και την έννοια του ΠΚ.

Το τρίτο Κεφάλαιο εμβαθύνει εις βάθος σε βασικές έννοιες και στο σχεδιασμό ενός παθητικού κτιρίου.

Στο τέταρτο Κεφάλαιο αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου και χαρακτηριστικά αυτού, τα στοιχεία στον περιβάλλον χώρο, καθώς και η μέτρηση καταναλώσεων του προς μελέτη κτιρίου, αλλά και μια γενικότερη εικόνα της συνολικής κατανάλωσης της πολυτεχνειούπολης.

Στο πέμπτο Κεφάλαιο αναλύονται οι παρεμβάσεις που θα γίνουν στο κέλυφος, στον εσωτερικό φωτισμό, η ενσωμάτωση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, η εγκατάσταση συστήματος αερισμού και θέρμανσης ψύξης, παράλληλα περιγράφεται ο τρόπος εισαγωγής των παρεμβάσεων αυτών στο λογισμικό PHPP.

Στο έκτο Κεφάλαιο πραγματοποιείται σχολιασμός εφαρμοσμένων επεμβάσεων και συστημάτων.

Στο έβδομο Κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελεσμάτα ενεργειακής απόδοσης κτιρίου και μελλοντική εργασία.

Στο όγδοο Κεφάλαιο διατυπώνονται προτάσεις για μια βιώσιμη Πολυτεχνειούπολη.

Στο ένατο κεφάλαιο διατυπώνονται τα κυριότερα συμπεράσματα, τα οποία προέκυψαν από την ανάλυση των στοιχείων της μελέτης.

Στο παράρτημα I παρουσιάζονται τα σχέδια του κτηρίου ANYM που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς.

Στο Παράρτημα II παρουσιάζονται διάφοροι τύποι θερμογεφυρών που εμφανίζονται στο κτίριο μελέτης.



## 2. Παγκόσμια ενεργειακή κατάσταση

### 2.1 Κλιματική Αλλαγή και περιβαλλοντικοί στόχοι

Η Κλιματική Αλλαγή συμβαίνει τώρα. Είναι πλέον γνωστό σε όλους μας πως η αντιμετώπιση της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής και η διασφάλιση της αποτελεσματικής χρήσης πόρων αποτελούν σημαντικές απαιτήσεις για την βιώσιμη ανθρώπινη ζωή στον πλανήτη μας. Το παγκόσμιο μέλλον και η ανάπτυξη του πολιτισμού μας εξαρτώνται κυρίως από την παροχή επαρκούς ποσότητας φθηνής ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Η διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας απαιτεί την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών που συνδέονται με την αξιοποίηση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, αλλά και την αναλογική κατανάλωση της διαθέσιμης ενέργειας. Η εξοικονόμηση πόρων ορυκτής ενέργειας αποτέλεσε την κεντρική απαίτηση στις διεθνώς αναγνωρισμένες διασκέψεις στο Ρίο ντε Τζανέιρο, το Βερολίνο, το Κιότο, τη Χάγη και τη Βόννη. Ο καθένας από εμάς, τόσο σε προσωπικό, όσο και κυβερνητικό επίπεδο οφείλει να έχει σημαντικό ρόλο στην προστασία του κλίματος. Στο πλαίσιο αυτό, κρίνεται απαραίτητη η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ενδεικτικοί αυτής της προσπάθειας είναι οι στόχοι που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) με ορίζοντες τα έτη 2030, 2050 και οι οποίοι φαίνονται περιληπτικά παρακάτω. Για την επίτευξη τους είναι απαραίτητη η διεύθυνση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό μείγμα κάθε χώρας, καθώς και η μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας στους ενεργοβόρους τομείς κάθε χώρας.

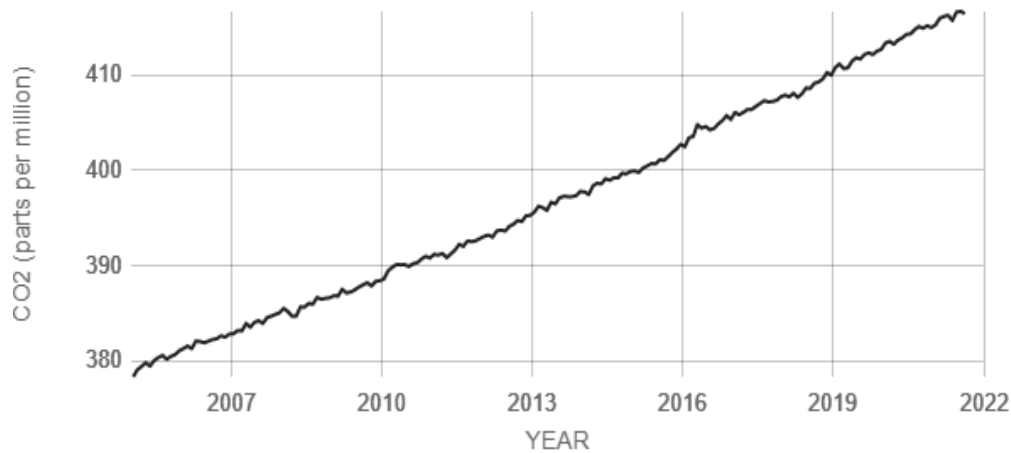
Πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια για το 2030 - Υφιστάμενες φιλοδοξίες:

- i. Μείωση εκπομπών αερίου θερμοκηπίου συγκριτικά με 1990 κατά 40%
- ii. Μερίδιο των Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας τουλάχιστον 32%
- iii. Βελτίωση ενεργειακής αποδοτικότητας κατά 32.5%

Η ΕΕ έχει θέσει ως στόχο να καταστεί μια κοινωνία ανθεκτική στο κλίμα έως το 2050, πλήρως προσαρμοσμένη στις αναπόφευκτες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. [1]

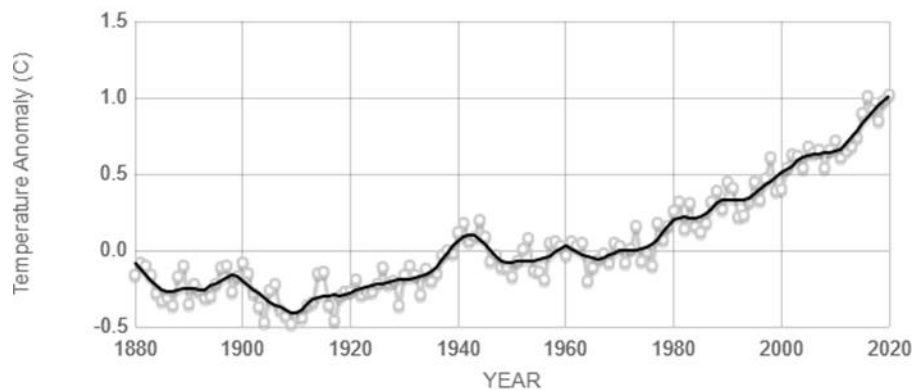
### 2.2 Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής

Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> αποτελούν μία από τις βασικότερες συνέπειες της ταχείας κλιματικής αλλαγής. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) είναι ένα σημαντικό αέριο παγίδευσης θερμότητας (θερμοκηπίου), το οποίο απελευθερώνεται μέσω ανθρώπινων δραστηριοτήτων όπως η αποψίλωση των δασών και η καύση ορυκτών καυσίμων, καθώς και φυσικών διεργασιών όπως η αναπνοή και οι ηφαιστειακές εκρήξεις. Τα τελευταία 171 χρόνια, οι ανθρώπινες δραστηριότητες αύξησαν τις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> κατά 48% πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα από το 1850. Αυτό είναι περισσότερο από ό,τι είχε συμβεί φυσικά σε μια περίοδο 20.000 χρόνων.



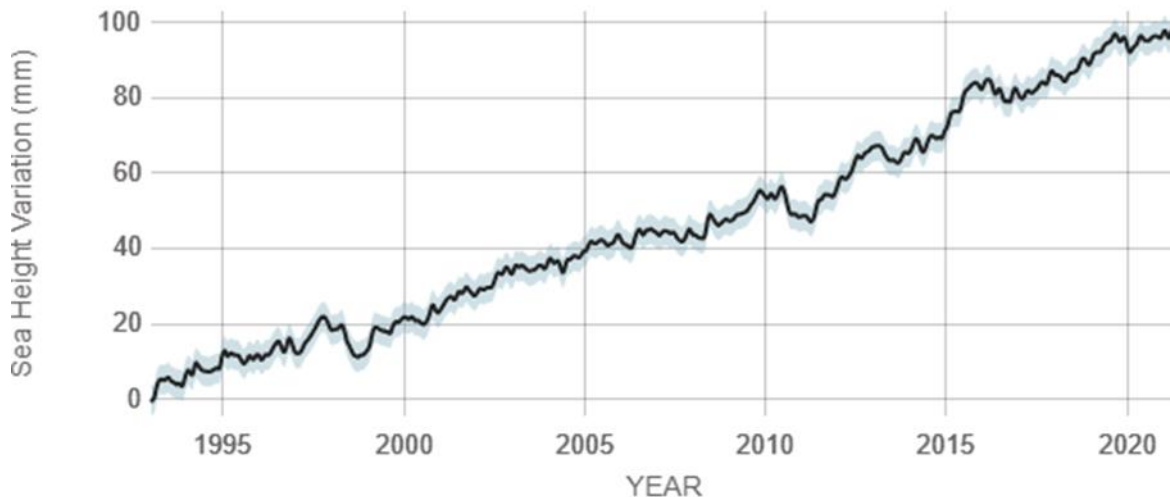
**Εικόνα 1: Μεταβολή επιπέδου CO<sub>2</sub> από το 2005 έως 2021 [2]**

Μία ακόμη συνέπεια, εξίσου σημαντική είναι η αύξηση της θερμοκρασία. Η παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία αυξάνεται με ρυθμό  $\approx 0.2^{\circ}\text{C}$  ανά δεκαετία τα τελευταία 30 χρόνια, παρόμοια με το ρυθμό αύξησης της θερμοκρασίας που προβλέφθηκε τη δεκαετία του 1980 σε αρχικές προσομοιώσεις παγκόσμιων κλιματικών μοντέλων με παροδικές αλλαγές των αερίων του θερμοκηπίου. Κατά την περίοδο 2020 έως 2024, η παγκόσμια θερμοκρασία αναμένεται να υπερβεί τον  $1.5^{\circ}\text{C}$ .



**Εικόνα 2: Μεταβολή της ετήσιας θερμοκρασίας από το 1880 έως το 2020 [2]**

Η παγκόσμια μέση στάθμη των υδάτων στον ωκεανό αυξήθηκε κατά 3.6 χιλιοστά ετησίως από το 2006 έως το 2015, δηλαδή 2,5 φορές περισσότερο από το μέσο ρυθμό των 1.4 χιλιοστά ετησίως κατά το μεγαλύτερο μέρος του εικοστού αιώνα. Μέχρι το τέλος του αιώνα, η παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας είναι πιθανό να αυξηθεί τουλάχιστον 0.3 μέτρα πάνω από τα επίπεδα του 2000, ακόμη και αν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ακολουθήσουν μια σχετικά χαμηλή πορεία τις επόμενες δεκαετίες. [2]

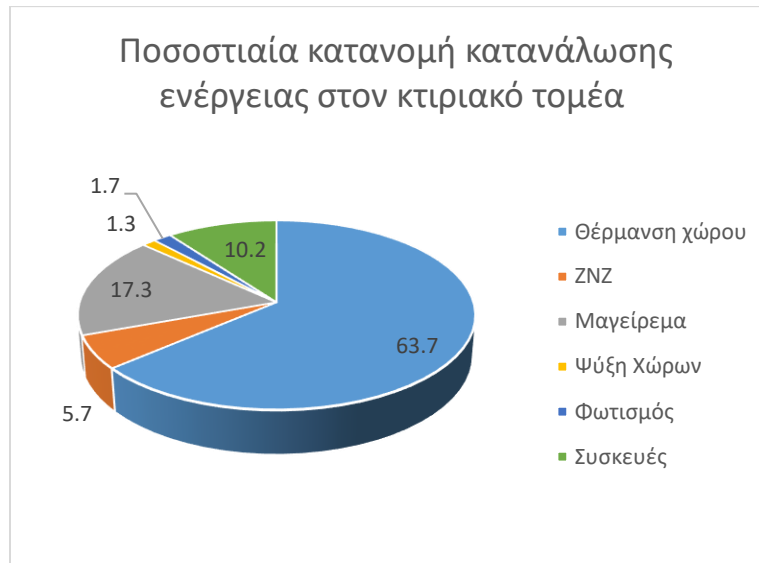


Εικόνα 3: Μεταβολή της στάθμης της θάλασσας απο το 1993 έως το 2021 [2]

Συνεχίζοντας η κλιματική αλλαγή έχει ήδη επιπτώσεις στην υγεία. Ενδεικτικά, ο αριθμός των θανάτων που σχετίζονται με τη ζέστη αυξήθηκε σε ορισμένες περιοχές και ο αριθμός των θανάτων που σχετίζονται με το κρύο μειώθηκε σε άλλες, ενώ βλέπουμε ήδη αλλαγές στην κατανομή ορισμένων υδατογενών ασθενειών και φορέων ασθενειών. Επιπλέον, οι ζημιές σε περιουσίες και υποδομές και στην ανθρώπινη υγεία συνεπάγονται βαρύ κόστος για την κοινωνία και την οικονομία. Μεταξύ 1980 και 2011 οι πλημμύρες έπληξαν περισσότερους από 5,5 εκατομμύρια ανθρώπους και προκάλεσαν άμεσες οικονομικές απώλειες άνω των 90 δισεκατομμυρίων ευρώ. Οι τομείς που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από συγκεκριμένες θερμοκρασίες και επίπεδα βροχόπτωσης, όπως η γεωργία, η δασοκομία, η ενέργεια και ο τουρισμός, επηρεάζονται ιδιαίτερα. Σημαντικό επίσης να αναφερθεί είναι ότι η κλιματική αλλαγή συμβαίνει τόσο γρήγορα που πολλά είδη φυτών και ζώων δυσκολεύονται να την αντιμετωπίσουν. Για παράδειγμα, πολλά χερσαία, γλυκά και θαλάσσια είδη έχουν ήδη μετακινηθεί σε νέες τοποθεσίες. Σκεπτόμενοι όλα αυτά, ορισμένα είδη φυτών και ζώων θα διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο εξαφάνισης αν η μέση παγκόσμια θερμοκρασία συνεχίσει να αυξάνεται ανεξέλεγκτα. [1]

### 2.3 Κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα

Ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Στην Ελλάδα οι ανάγκες για θέρμανση των κατοικιών ανέρχονται περίπου στο 70% της συνολικής ενεργειακής τους κατανάλωσης, όπως παρουσιάζεται στο γράφημα 1. Η χρήση ενέργειας στα κτίρια έχει μεγάλο αντίκτυπο τόσο στις σημαντικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, αλλά επίσης και στην τεράστια ζήτηση για την κατανάλωση πολύτιμων ενεργειακών πόρων. Η διακυβερνητική επιτροπή κλιματικής αλλαγής (IPCC) έχει συχνά επισημάνει στις αναφορές της, την σημασία μείωσης της ενεργειακής ζήτησης στα κτίρια. [3]



**Διάγραμμα 2: Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης ενέργειας [4]**

Τα ζητήματα που σχετίζονται με την ανάπτυξη σχεδιασμού κτιρίων χαμηλής ενέργειας είναι πολύ σύνθετα και οι πόροι τεράστιοι, όπως και ο χρόνος έρευνας που έχει δαπανηθεί εδώ και αρκετές δεκαετίες για τη διερεύνηση της μεταφοράς θερμότητας και των ενεργειακών συστημάτων. Ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό που συμβαδίζει με συνεχώς αυξανόμενη κατανόηση της επιστήμης και της τεχνολογίας είναι η εφαρμογή στη πράξη. Ταυτόχρονα η αυξημένη ευαισθησία της κοινής γνώμης στα περιβαλλοντικά προβλήματα, έχει οδηγήσει τα τελευταία χρόνια με τη σειρά της σε μια σημαντική ανάπτυξη της έρευνας στην εξοικονόμηση ενέργειας με την συνεχή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, τόσο στα καινούρια, όσο και στα ήδη υπάρχοντα κτίρια. Για αυτόν τον σκοπό, ιδιαίτερη σημασία έχει δοθεί στον σχεδιασμό και την συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού (HVAC), καθώς και στην εσωτερική ποιότητα αέρα (IAQ), τόσο σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας, όσο και στη θερμική άνεση και εσωτερική ποιότητα αέρα. Οι ευρωπαϊκές Αρχές της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων δηλώνουν την ανάγκη για σωστή ενεργειακή διάγνωση για να βελτιωθεί η απόδοση των ήδη υπάρχοντων κτιρίων και των εγκαταστάσεών τους. [5]

## 2.4 Παθητικό Κτίριο

**Ορισμός:** Το παθητικό κτίριο είναι ένα κτίριο στο οποίο η εσωτερική θερμική άνεση (ISO 7730) εξασφαλίζεται αποκλειστικά από προθέρμανση ή πρόψυξη της ποσότητας του νωπού αέρα, η οποία απαιτείται (DIN 1946) για την σωστή εσωτερική ατμόσφαιρα, χωρίς τη χρήση επιπλέον ανακυκλοφορίας του αέρα.

Το Παθητικό Κτίριο είναι ένα πρότυπο κτιρίου που είναι πραγματικά ενεργειακά αποδοτικό, άνετο και ταυτόχρονα οικονομικά προσιτό. Το Παθητικό Σπίτι δεν είναι ένα εμπορικό σήμα, αλλά μια δοκιμασμένη και αληθινή κατασκευαστική ιδέα. Το πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου θεωρείται από πολλούς το βέλτιστο πρότυπο κατασκευής κτιρίων στον κόσμο, το

οποίο συνεχώς εξελίσσεται. Αναλυτικά, περιλαμβάνει δομές και στοιχεία από το Βιοκλιματικό σχεδιασμό, τη Βιωσιμότητα των κτιρίων, την Ενεργειακή αποδοτικότητα και άλλα. Κύριος στόχος του, είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και η ποιότητα ζωής των χρηστών, ενώ παράλληλα είναι φιλικό προς το περιβάλλον και οικονομικό ως προς τον χρήστη. Συγκεκριμένα, το ενεργειακό σπίτι τα έχει όλα:

**Άνεση:** Το Πρότυπο Παθητικού Κτιρίου προσφέρει ένα νέο επίπεδο ποιότητας που συνδυάζει ένα μέγιστο επίπεδο άνεσης τόσο κατά τους κρύους όσο και κατά τους ζεστούς μήνες με λογικό κόστος κατασκευής. Επιτυγχάνουν θερμική άνεση χώρου με πολύ χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις. Τα μηχανικά συστήματα αερισμού με ανάκτηση ενέργειας, παρέχουν συνέχεια τον απαιτούμενο καθαρό αέρα προσφέροντας άριστης ποιότητας ατμόσφαιρα, χωρίς να γίνονται αντιληπτά λόγω μειωμένης στάθμης θορύβου λειτουργίας. Ο συνδυασμός σταθερών θερμοκρασιών και σωστής εναλλαγής αέρα εμποδίζουν τις φθορές από υγρασία και την ανάπτυξη μούχλας.

**Ποιότητα:** Τα Παθητικά Κτίρια επαινούνται για την αποδοτικότητά τους λόγω του υψηλού επιπέδου μόνωσης και του αεροστεγούς σχεδιασμού τους. Μια άλλη σημαντική αρχή είναι ο "σχεδιασμός χωρίς θερμογέφυρες". Η μόνωση εφαρμόζεται χωρίς "αδύναμα σημεία" σε όλο το κτίριο, ώστε να εξαιρεθούν οι ψυχρές γωνίες και οι υπερβολικές απώλειες θερμότητας. Η μέθοδος αυτή είναι μια άλλη βασική αρχή που εξασφαλίζει υψηλό επίπεδο ποιότητας και άνεσης στα κτίρια Παθητικού Κτιρίου, ενώ παράλληλα αποτρέπει τις ζημιές λόγω συσσώρευσης υγρασίας.

**Βιωσιμότητα:** Τα Παθητικά Κτίρια είναι εξ ορισμού φιλικά προς το περιβάλλον. Χρησιμοποιούν εξαιρετικά λίγη πρωτογενή ενέργεια, αφήνοντας επαρκείς ενεργειακούς πόρους για όλες τις μελλοντικές γενιές χωρίς να προκαλούν περιβαλλοντική ζημία. Η πρόσθετη ενέργεια που απαιτείται για την κατασκευή τους (ενσωματωμένη ενέργεια) είναι μάλλον ασήμαντη σε σύγκριση με την ενέργεια που εξοικονομούν αργότερα. Αυτό φαίνεται τόσο προφανές που δεν υπάρχει άμεση ανάγκη για πρόσθετες απεικονίσεις. Αξίζει να αναφερθεί, ωστόσο, ότι το πρότυπο Passive House παρέχει αυτό το επίπεδο βιωσιμότητας σε όποιον επιθυμεί να κατασκευάσει μια νέα κατασκευή ή να ανακαινίσει μια παλαιότερη σε προσιτή τιμή. Μια συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος.

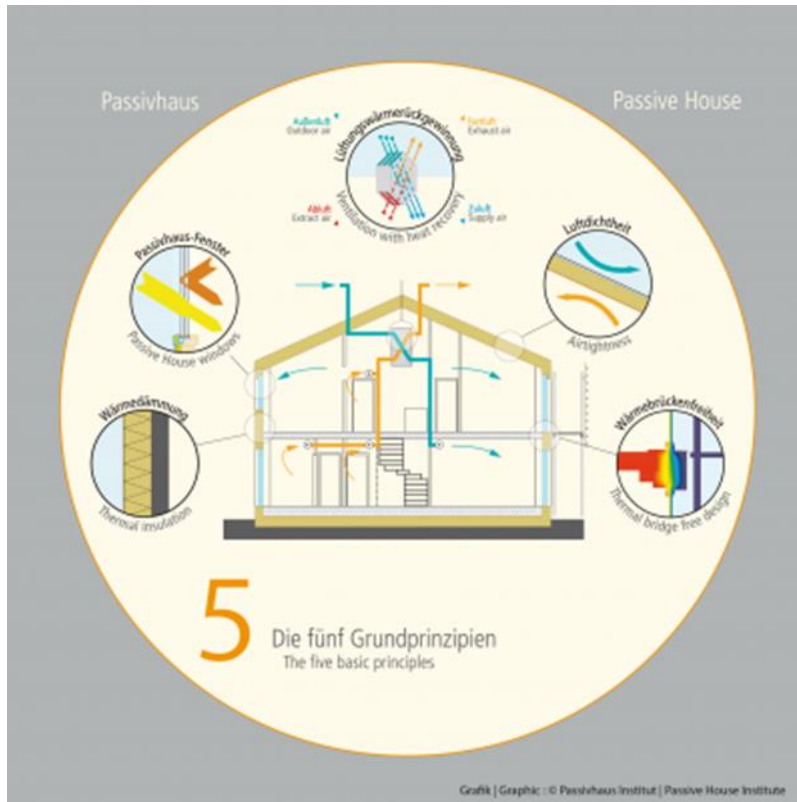
**Οικονομία:** Τα Παθητικά Κτίρια όχι μόνο εξοικονομούν χρήματα μακροπρόθεσμα, αλλά είναι και εκπληκτικά προσιτά στην αρχή. Η επένδυση σε δομικά στοιχεία υψηλότερης ποιότητας που απαιτούνται από το πρότυπο Passive House μετριάζεται από την εξάλειψη των ακριβών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης. Η πρόσθετη οικονομική στήριξη που είναι όλο και περισσότερο διαθέσιμη σε πολλές χώρες καθιστά την κατασκευή ενός παθητικού σπιτιού ακόμη πιο εφικτή.

Το παθητικό κτίριο χαρακτηρίζεται από τις 5 παρακάτω βασικές αρχές, οι οποίες θα αναλυθούν σε επόμενη ενότητα της εργασίας.

- i. Θερμομόνωση
- ii. Κουφώματα

- iii. Αεροστεγανότητα
- iv. Αερισμός με ανάκτηση ενέργειας
- v. Θερμογέφυρες

Η ικανότητα του ΠΚ να διατηρεί το εσωτερικό του στις επιθυμητές συνθήκες οφείλεται στις παραπάνω αρχές και είναι σημαντικό να αποδωθεί η απαραίτητη προσοχή αυτών κατά τη διάρκεια της κατασκευής.



Εικόνα 4: Οι 5 αρχές του παθητικού κτιρίου [6]

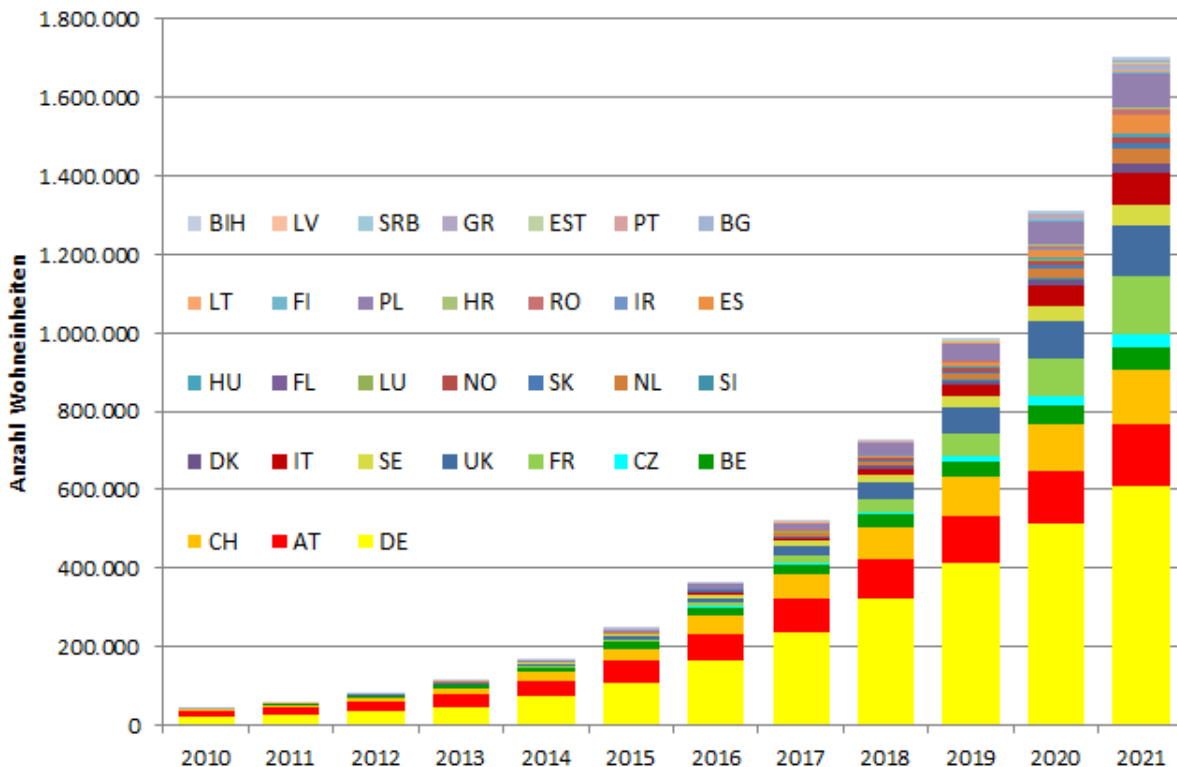
Οι προϋποθέσεις ενός παθητικού κτιρίου είναι οι ακόλουθες:

- ✓ Τα παθητικά σπίτια απαιτούν λιγότερες από 15 kWh/(m<sup>2</sup>yr) για θέρμανση ή ψύξη.
- ✓ Το φορτίο θέρμανσης/ψύξης περιορίζεται σε 10 W/m<sup>2</sup> κατ' ανώτατο όριο.
- ✓ Η συμβατική χρήση πρωτογενούς ενέργειας δεν μπορεί να υπερβαίνει τις 120 kWh/(m<sup>2</sup>a). Ωστόσο το μέλλον είναι η παροχή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (PER) με μέγιστη κατανάλωση 60 kWh/(m<sup>2</sup>a).
- ✓ Τα παθητικά σπίτια πρέπει να είναι αεροστεγή με τους ρυθμούς αλλαγής αέρα να περιορίζονται σε n50 = 0.6/h.

- ✓ Σε θερμότερα κλίματα και/ή κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, οι υπερβολικές θερμοκρασίες δεν μπορούν να εμφανίζονται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 10 % του χρόνου.

Ένα Παθητικό Σπίτι απαιτεί με λίγα λόγια μόλις το 10% της ενέργειας που χρησιμοποιούν τα τυπικά κτίρια της Κεντρικής Ευρώπης. Αυτό σημαίνει εξοικονόμηση ενέργειας έως και 90%. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι ότι, οι ιδιοκτήτες παθητικών κατοικιών δεν ανησυχούν σχεδόν καθόλου για την αύξηση των τιμών της ενέργειας. Η έννοια του παθητικού κτιρίου ενσωματώνεται με γοργούς ρυθμούς τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, τόσο από παλιούς και νέους μηχανικούς, όσο και από τους ίδιους τους ιδιώτες που θέλουν να χτίσουν ή να ανακαινίσουν το σπίτι τους. Αυτό ήταν αναμενόμενο να γίνει, καθώς η πλειοψηφία των νοικοκυριών στη χώρα μας δαπανεί πάνω από το 10% του εισοδήματός του για τις ενεργειακές ανάγκες αυτού. Επιπρόσθετα, δεδομένου των νέων χρεώσεων τόσο στο ρεύμα όσο και στο πετρέλαιο θέρμανσης στην Ελλάδα του 2022, η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί “οικονομικό” μονόδρομο.

Όπως παρατηρεί κάποιος στο επόμενο σχήμα η διάδοση του παθητικού κτιρίου έχει μεγαλώσει σημαντικά από το 2010 έως το 2021 και αναμένεται ακόμα μεγαλύτερη αύξηση τα επόμενα χρόνια. [6]



Εικόνα 5: Αριθμός Παθητικών Κτιρίων ανά έτος και χώρα [7]

Πολλοί πιστοποιημένοι μηχανικοί ανά το κόσμο πιστεύουν ακράδαντα ότι πετυχαίνοντας στα κτίρια εκπαίδευσης το βέλτιστο επίπεδο εξοικονόμησης ενέργειας, με εργαλείο το πρότυπο του παθητικού κτιρίου δίνουμε το καλύτερο παράδειγμα αειφορίας στις τοπικές κοινωνίες. Το ίδιο πιστεύουν και πολλοί άλλοι μηχανικοί, αλλά και κράτη ανά τον κόσμο.

Σε πρόσφατη δημόσια συνεδρίαση, το δημοτικό συμβούλιο του Βανκούβερ επιβεβαίωσε σύμβαση ύψους 70,6 εκατομμυρίων δολαρίων με εργολάβο για την κατασκευή ενός νέου συγκροτήματος στην προκυμαία του Coal Harbour με δημοτικό σχολείο, παιδικό σταθμό και κοινωνική στέγαση.

Παράλληλα η κατασκευή του πρώτου ουρανοξύστη κατοικιών στη Νέα Υόρκη, σύμφωνα με το Passive House standard στον κόσμο είναι το τελευταίο και πιο συναρπαστικό παράδειγμα της προσπάθειάς να τεθούν νέα σημεία αναφοράς στη βιωσιμότητα και την καινοτομία. [8]

Στο ίδιο μήκος κύματος, πόλεις ανά την Ελλάδα υιοθετούν αυτή τη πράσινη νοοτροπία, με πιο πρόσφατο παράδειγμα, την πόλη των Τρικάλων, όπου το Ελληνικό Ινστιτούτο Παθητικού Κτιρίου σε συνεργασία με τον Δήμο Τρικκαίων και φοιτητές σχεδίασαν από την αρχή ένα νηπιαγωγείο σύμφωνα με το Πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου.



### 3. Σχεδιασμός παθητικού κτιρίου

Το πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου είναι κατά πολλούς το βέλτιστο πρότυπο κατασκευής κτιρίων στον κόσμο, το οποίο συνεχώς εξελίσσεται. Περιλαμβάνει δομές και στοιχεία από το βιοκλιματικό σχεδιασμό, την αειφορία των κτιρίων, την ενεργειακή αποδοτικότητα άλλα, κύριος στόχος του, είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και η βελτίωση της ποιότητας ζωής των χρηστών των κτιρίων.

#### 3.1 Θερμομόνωση

Το Παθητικό Κτίριο λειτουργεί με την ελαχιστοποίηση των απωλειών θερμότητας και τη μεγιστοποίηση των θερμικών κερδών. Για να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες θερμότητας χρειάζεται πρώτα απ' όλα καλή μόνωση (περίπου 15 cm +, ανάλογα με τη θέση σε κάθε μέρος της Ελλάδας). Μόνωση με θερμική αγωγιμότητα  $\leq 0.1 \text{ W} / (\text{m K})$ , με στόχο η τιμή U του κελύφους να κυμαίνεται μεταξύ 0.10 και 0.25  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η θερμομόνωση ενός παθητικού κτιρίου είναι μπορεί να είναι αυτονόητη και αναγκαία, αλλά δεν είναι προσχεδιασμένη. Είναι ευθύνη του σχεδιαστή να επιλέξει τον κατάλληλο τύπο και το κατάλληλο πάχος μόνωσης. Η θερμομόνωση συμβάλλει ώστε να μειωθούν οι ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ του κτιρίου και του εξωτερικού περιβάλλοντος. Τα θερμομονωτικά υλικά εμποδίζουν την μεταφορά θερμότητας μέσα από τα δομικά στοιχεία από τον εσωτερικό χώρο προς το περιβάλλον το χειμώνα ενώ το καλοκαίρι δρα αντίστροφα. Οι βασικές αρχές της θερμομόνωσης, από τις οποίες εξαρτάται η μελέτη και η σωστή εφαρμογή στο κτίριο, είναι:

- i. Η θερμομονωτική ικανότητα
- ii. Ο βαθμός διαπερατότητας του αέρα των στοιχείων κατασκευής
- iii. Η θερμοχωρητικότητα
- iv. Οι συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας και αντίστασης θερμοδιαφυγής των υλικών

Κατά το σχεδιασμό ενός ΠΚ προτιμάται η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης. Ωστόσο δεδομένου των συνθηκών υπάρχουν και εναλλακτικοί τρόποι υλοποίησης αυτής, μερικοί εκ των οποίων αναφέρονται παρακάτω.

- Εξωτερική θερμομόνωση: Χρησιμοποιείται στο 90% των περιπτώσεων. Βασικό πλεονέκτημα της είναι ότι διατηρείται το κέλυφος του κτιρίου και εξαλείφονται σε μεγάλο βαθμό οι θερμογέφυρες. Επιπλέον, οι εξωτερικές επιφάνειες προστατεύονται έναντι συστολοδιαστολών, ενώ δε μειώνεται ο ωφέλιμος κατοικήσιμος χώρος. Μειονεκτεί σε εργασίες κατασκευής σε πολυώροφα κτίρια, καθώς απαιτούνται σκαλωσιές και γενικότερα μια δυσκολότερη διαδικασία ειδικότερα σε υφιστάμενα κτίρια. Συνίσταται όπως προαναφέραμε εξωτερική θερμομόνωση, καθώς κατά την τοποθέτηση εσωτερικής θερμομόνωσης, ειδικά σε υφιστάμενα κτίρια, είναι αυξημένος ο κίνδυνος υγραποποιήσεων.

- Εσωτερική θερμομόνωση: Χρησιμοποιείται ελάχιστα, κυρίως σε ιστορικά κτίρια στα οποία απαγορεύεται η τροποποίηση των όψεων ή σε ανακαινίσεις διαμερισμάτων στους τελευταίους ορόφους, στα οποία δε μπορεί να τοποθετηθεί σκαλωσιά. Αποτελεί μια απλή και οικονομική κατασκευή, ενώ αποδίδει άμεσα στο χώρο. Παρ' όλα αυτά απαιτείται δυναμική ανάλυση των δομικών στοιχείων καθώς υπάρχει κίνδυνος υγροποιήσεων.
- Θερμομόνωση με χρήση ειδικών τούβλων.
- Θερμομόνωση στον πυρήνα μεταξύ δυο τοίχων.

### 3.2 Κουφώματα

Είναι γνωστό ότι τα ανοίγματα ενός κτιρίου αποτελούν την κύρια πηγή απωλειών θερμότητας, αλλά και την κύρια πηγή κέρδους. Μέσω των ανοιγμάτων επιτυγχάνεται ο φωτισμός του κτιρίου, η θέρμανση από τον ήλιο και η εναλλαγή 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 πρέπει να γίνει πολύ προσεκτικά και να ληφθούν υπ' όψιν όλες οι περιπτώσεις κατά τη διάρκεια του έτους. Ο σχεδιαστής είναι υπεύθυνος να ελαχιστοποιήσει τις απώλειες, να μεγιστοποιήσει τα κέρδη, όταν κι όπου χρειάζεται, και να προφυλάξει το κτίριο από υπερθέρμανση.

Καλό θα είναι να μην είναι υπερμεγέθη (αύξηση του κόστους), να έχουν “ενεργειακούς υαλοπίνακες με τιμή  $U_g < 0.80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  συνολική τιμή  $U_w < 1.00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Όλα τα προφίλ των κουφωμάτων, εφόσον τηρούν τις προδιαγραφές αυτές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

Βασικά στοιχεία του κουφώματος αποτελούν:

- α) Ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  του υαλοπίνακα ( $U_g$ ) και του πλαισίου ( $U_f$ )
- β) Η θερμογέφυρα μεταξύ τζαμιού και πλαισίου  $\Psi_g$ .

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος υπολογίζεται από τον τύπο:

$$U_w = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum l_g \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

Όπου:

$A_g$ : Η επιφάνεια του υαλοπίνακα

$A_f$ : Η επιφάνεια του πλαισίου

$U_g$ : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα

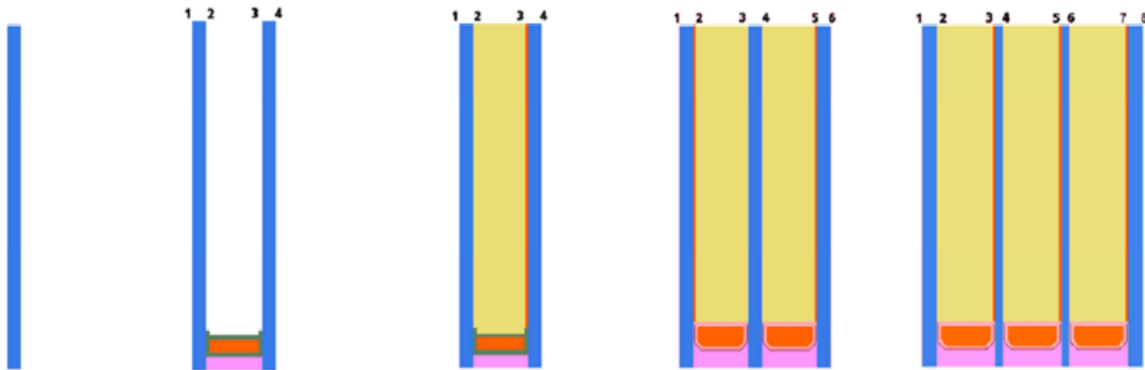
$U_f$ : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου

$\Psi_g$  : Η τιμή της γραμμικής θερμογέφυρας εξαιτίας των θερμικών φαινομένων μεταξύ υαλοπίνακα, αποστάτη και πλαισίου

$L_g$ : Το μήκος της γραμμικής θερμογέφυρας

Τα χαρακτηριστικά του υαλοπίνακα (συντελεστές  $U_g$  και g-value) εξαρτώνται από τον τύπο του και τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν.

Διακρίνονται 5 κύριοι τύποι υαλοπίνακα:



Εικόνα 6: Τύποι υάλωσης κουφωμάτων [9]

- Απλός μονός: Ο πιο απλός τύπος υαλοπίνακα.
  1. Ενδεικτικές τιμές:  $U_g = 5.8 \text{ W / m}^2 \text{ K}$
  2. Θερμοκρασία εσωτερικής επιφάνειας =  $-2.6 \text{ }^\circ\text{C}$
  3.  $g_{\text{value}} = 0.87$
  
- Απλός διπλός με αέρα ενδιάμεσα. Ενδεικτικές τιμές
  1.  $U_g = 5.8 \text{ W / m}^2 \text{ K}$
  2. Θερμοκρασία εσωτερικής επιφάνειας =  $-9.5 \text{ }^\circ\text{C}$
  3.  $g_{\text{value}} = 0.87$
  
- Διπλός με αέριο ενδιάμεσα: Τοποθετείται ειδικό αέριο ανάμεσα στη διπλή υάλωση με στόχο τη μεγαλύτερη απορρόφηση της θερμοκρασίας εντός του υαλοπίνακα.
 

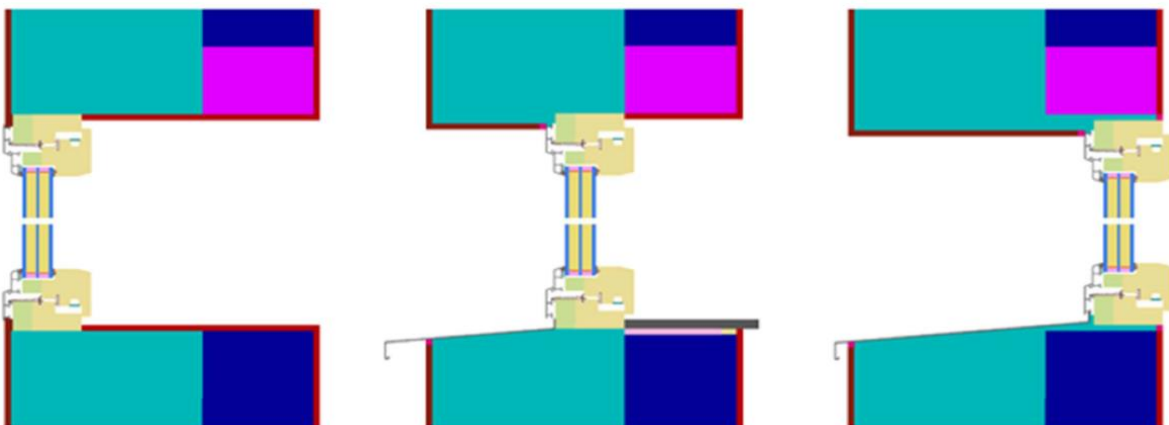
Ενδεικτικές τιμές:

  1.  $U_g = 1.1 - 1.3 \text{ W / m}^2 \text{ K}$
  2. Θερμοκρασία εσωτερικής επιφάνειας =  $14.9 - 15.7 \text{ }^\circ\text{C}$
  3.  $g_{\text{value}} = 0.62 - 0.71$

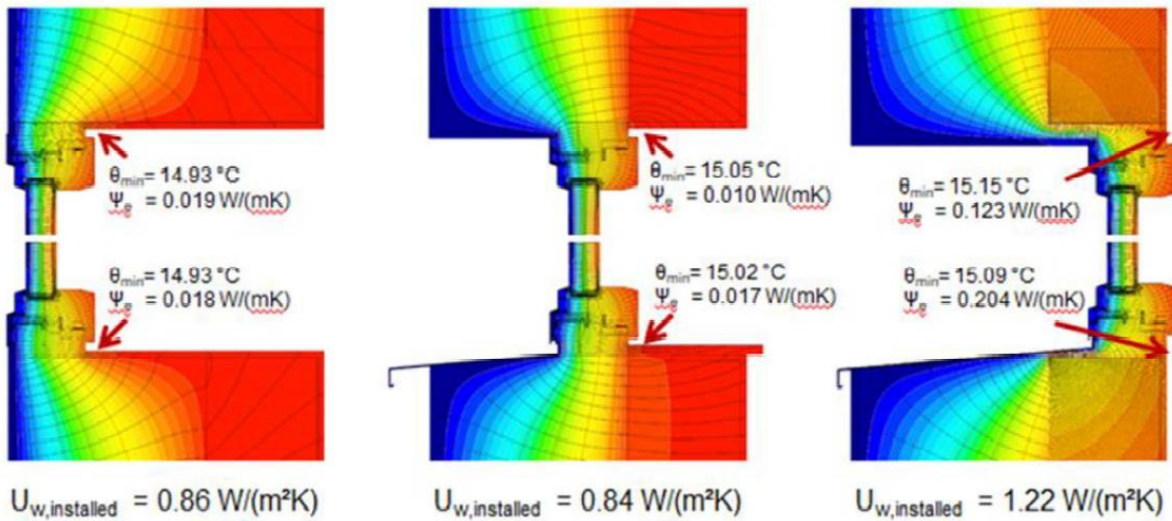
- Τριπλός με αέριο ενδιάμεσα: Συνιστάται κυρίως σε κλίματα που βρίσκονται σε δυσμενέστερη κατάσταση το χειμώνα παρά το καλοκαίρι. Ενδεικτικές τιμές:
  1.  $U_g = 0.53 - 0.75 \text{ W / m}^2 \text{ K}$
  2. Θερμοκρασία εσωτερικής επιφάνειας =  $17.1 - 17.9 \text{ }^\circ\text{C}$
  3.  $g_{\text{value}} = 0.49 - 0.60$
- Τετραπλός με αέριο ενδιάμεσα: Εφαρμόζεται σπάνια και αποκλειστικά σε χώρες με ακραία καιρικά φαινόμενα. Ενδεικτικές τιμές:
  1.  $U_g = 0.35 - 0.44 \text{ W / m}^2 \text{ K}$
  2. Θερμοκρασία εσωτερικής επιφάνειας =  $18.3 - 18.6 \text{ }^\circ\text{C}$
  3.  $g_{\text{value}} = 0.43 - 0.57$

Υπάρχουν δυο βασικές επιλογές αερίων που περιέχονται εντός της υάλωσης και είναι το Αργό (Ar) ή το Κρυπτό (Kr). Είναι αδρανή, μη τοξικά αέρια και μειώνουν σημαντικά τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου. Το Αργό είναι η πιο οικονομική επιλογή και η τιμή της θερμικής του αγωγιμότητας είναι τα 2/3 της τιμής του αέρα. Το Κρυπτό είναι μια πιο ακριβή επιλογή, αλλά έχει καλύτερες μονωτικές ιδιότητες, περιορίζοντας αποτελεσματικότερα τη μεταφορά θερμότητας στα ενεργειακά κουφώματα. Υπεραπλουστευμένα, τα σωματίδια Ar αντιστοιχούν σε μπάλες μπάσκετ και τα σωματίδια Kr σε μπάλες τένις, συνεπώς χρειάζονται πολύ περισσότερα Kr για την πλήρωση ενός υαλοπίνακα, αλλά έχουν καλύτερη εφαρμογή μεταξύ τους σε σχέση με τα σωματίδια Ar.

Εξίσου σημαντικό βήμα στην απόδοση των κουφωμάτων ενός κτιρίου είναι το βήμα της σωστής τοποθέτησης τους. Όσο άριστες ιδιότητες και αν διαθέτει ένα κούφωμα, αν η τοποθέτησή του στο δομικό στοιχείο δεν είναι σωστή, αυτό συνεπάγεται δημιουργία θερμογεφυρών, δηλαδή διόδων θερμικών απωλειών. Στα παθητικά κτίρια, συνιστάται η τοποθέτηση του κουφώματος να γίνεται στο εσωτερικό τμήμα της μόνωσης.



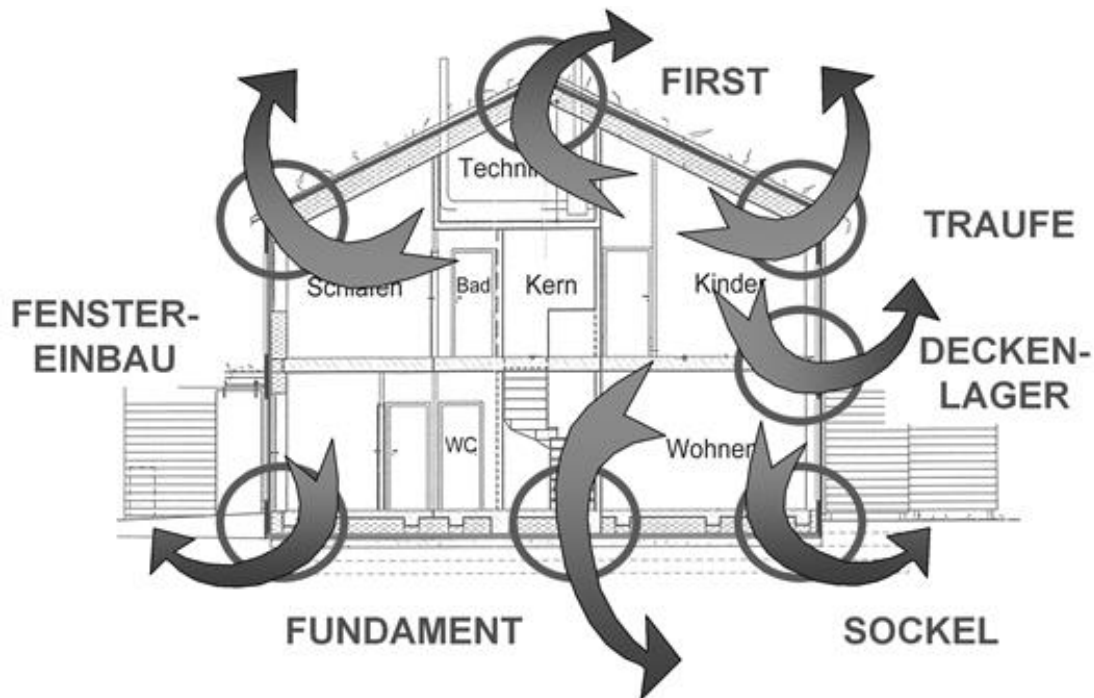
Εικόνα 7: Διαφορετικές τοποθετήσεις ενός κουφώματος (το εσωτερικό του κτιρίου είναι στη δεξιά πλευρά και η μόνωση συμβολίζεται με το γαλάζιο χρώμα)



Εικόνα 8: Εικόνα 9: Επαλήθευση της βέλτιστης τοποθέτησης του κουφώματος μέσω προγράμματος δυναμικής ανάλυσης [10]

### 3.3 Θερμογέφυρες

Η θερμότητα κατευθύνεται από τον θερμαινόμενο χώρο προς τα έξω. Με τον τρόπο αυτό, ακολουθεί το δρόμο της μικρότερης αντίστασης. Η θερμογέφυρα είναι μια τοπική περιοχή του κελύφους του κτιρίου όπου η ροή θερμότητας είναι διαφορετική (συνήθως αυξημένη) σε σύγκριση με τις γειτονικές περιοχές (εάν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου). Η θερμογέφυρα εκφράζεται ως δισδιάστατη και τρισδιάστατη αναλογία ροής θερμότητας του κελύφους του κτιρίου.



Εικόνα 10: Τυπικές θερμογέφυρες [6]

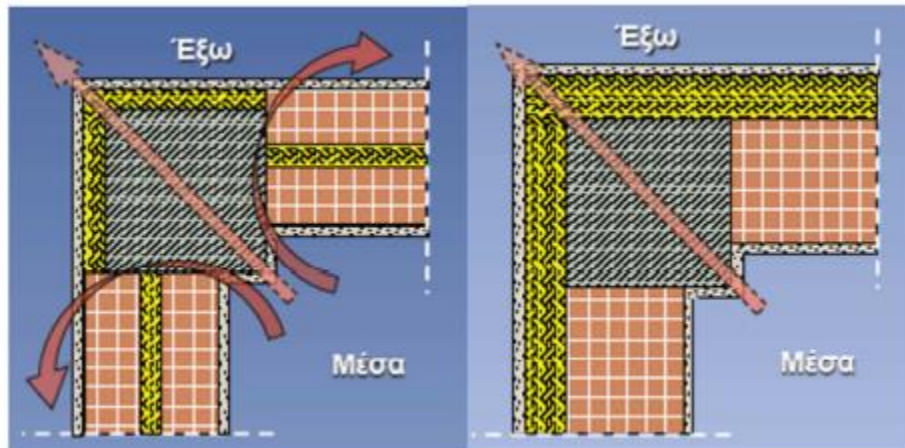
Υπάρχουν δύο είδη θερμογεφυρών:

- Κατασκευαστικές: Οφείλονται σε διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης και η έντασή της εξαρτάται από το δημιουργούμενο άλμα της ασυνέχειας.
- Γεωμετρικές: Οφείλονται στη γεωμετρία του κτιρίου, χωρίς να υπάρχει διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης και η έντασή της εξαρτάται από τη διαφορά μεγέθους της εξωτερικής και εσωτερικής επιφάνειας.

Οι επιπτώσεις των θερμογεφυρών είναι:

- Μεταβαλλόμενες, συνήθως μειωμένες, εσωτερικές επιφανειακές θερμοκρασίες-στη χειρότερη περίπτωση αυτό μπορεί να οδηγήσει σε διείδυση υγρασίας στα δομικά στοιχεία του κτιρίου και ανάπτυξη μούχλας.
- Τροποποιημένες, συνήθως αυξημένες, απώλειες θερμότητας.





Εικόνα 11: Κατασκευαστική θερμογέφυρα (αριστερά) και γεωμετρική (δεξιά). [6]

Και τα δύο αποτελέσματα των θερμογεφυρών μπορούν να αποφευχθούν στα παθητικά σπίτια: οι εσωτερικές επιφανειακές θερμοκρασίες είναι τότε παντού τόσο υψηλές που δεν μπορούν πλέον να εμφανιστούν κρίσιμα επίπεδα υγρασίας - και οι πρόσθετες απώλειες θερμότητας γίνονται ασήμαντες. Εάν οι απώλειες θερμικών γεφυρών είναι μικρότερες από μια οριακή τιμή (που ορίζεται σε  $0.01 \text{ W}/(\text{mK})$ ), η λεπτομέρεια πληρεί τα κριτήρια για "σχεδιασμό χωρίς θερμικές γέφυρες".

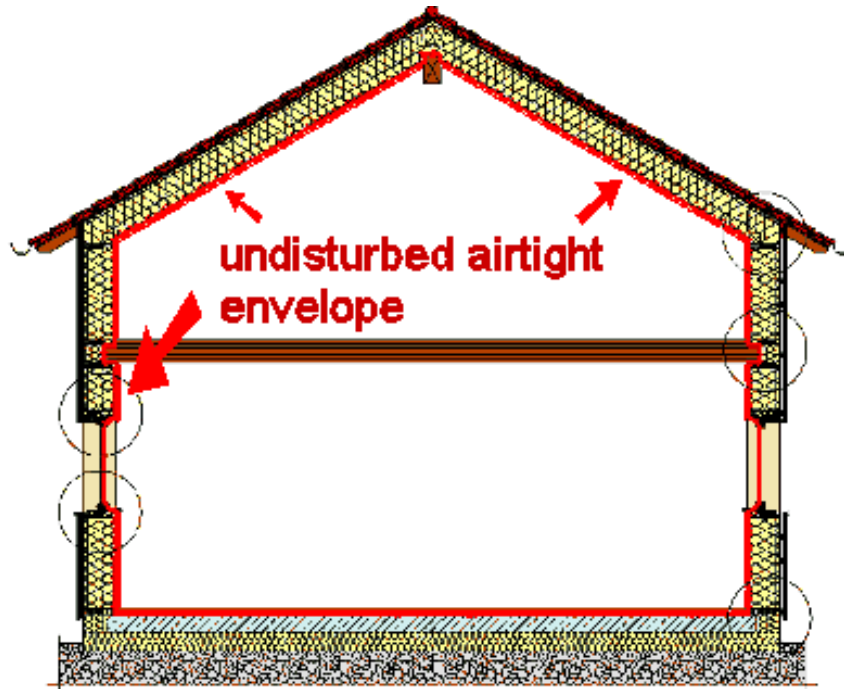
| Area                                   | Examples   | Norms            |
|--|--|------------------|
| Αδιαφανείς συνδέσεις δομικών στοιχείων | Συνδέσεις οροφής, συνδέσεις οροφής/δαπέδου, γωνίες τοίχων..      | DIN EN ISO 10211 |
| Διαφανή δομικά στοιχεία                | Παράθυρα, κατασκευές με στύλους-διαφράγματα ..                   | DIN EN ISO 10077 |
| Εξαρτήματα επαφής με γείωση            | Επιφανειακά θεμέλια, θερμαινόμενα και μη θερμαινόμενα υπόγεια .. | DIN EN ISO 13370 |
| Στιγματικές θερμογέφυρες               | Διεισδύσεις από στηρίγματα, αγκύρια, πείρους πρόσδεσης, ..       | DIN EN ISO 10211 |

Πίνακας 1: Περιοχές δημιουργίας θερμογεφυρών

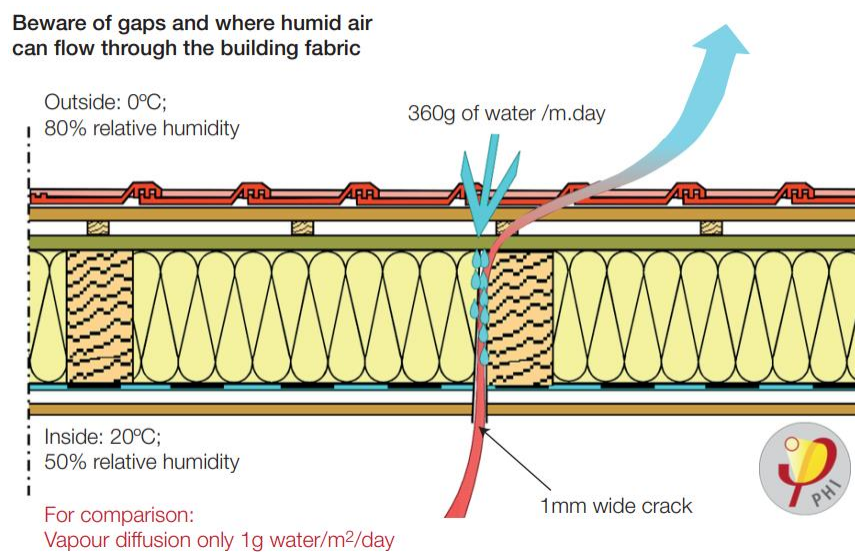
### 3.4 Αεροστεγανότητα

Ο εσωτερικός αέρας έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε υδρατμούς (απόλυτη υγρασία) από τον εξωτερικό αέρα - εάν δεν αφυγρανθεί. Σε ένα ψυχρό κλίμα, ο εσωτερικός αέρας ψύχεται κατά τη ροή από μέσα προς τα έξω (που ονομάζεται διήθηση). Ο ψυχρότερος αέρας δεν μπορεί να συγκρατήσει την υψηλή ποσότητα υδρατμών - η συμπύκνωση θα συμβεί σε ένα συγκεκριμένο σημείο μέσα στην κατασκευή. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές ζημιές. Σε θερμά και υγρά κλίματα, όπου θα ψύχονται οι χώροι που χρησιμοποιούνται, η ροή του αέρα θα κυριαρχεί με κατεύθυνση έξω-έξω (που ονομάζεται διείσδυση) και θα προκαλέσει το ίδιο πρόβλημα με την υγρασία. Η διαδικασία που περιγράφεται εδώ είναι ο κύριος λόγος για τον

οποίο η εξωτερική δομή του κτιρίου πρέπει να κατασκευάζεται αεροστεγώς. Για το πρότυπο του παθητικού σπιτιού απαιτείται πραγματικά καλή αεροστεγανότητα. Οι ροές αέρα που συζητούνται εδώ θα είναι αμελητέες, γεγονός που αποτελεί ένα από τα μεγάλα πλεονεκτήματα του προτύπου, χωρίς προβλήματα υγρασίας. [11]



Εικόνα 12: Διαρροές αέρα μέσω του κελύφους του κτιρίου [12]



Εικόνα 13: Συνέπειες της εισόδου υδρατμών υγρασίας μέσω μιας ρωγμής 1 mm [6]





Εικόνα 14: Επικόλληση της σύνδεσης του παραθύρου με τη μεμβράνη αεροστεγανότητας [13]

### 3.5 Μηχανικός αερισμός

Ο μηχανικός αερισμός αποτελεί μια από τις πέντε βασικές αρχές στην κατασκευή του παθητικού κτιρίου. Η αναγκαιότητα για το μηχανικό εξαερισμό, δημιουργείται λόγω της τοποθέτησης παχύτερων στρωμάτων μόνωσης και στεγανών κουφωμάτων, με σκοπό να μειωθούν οι απώλειες ενέργειας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μία αεροστεγή κατασκευή όπου αποτρέπεται η φυσική «αναπνοή» του κτιρίου, γεγονός που «μεταφράζεται» σε «φτωχή» ποιότητα εσωτερικού αέρα, και δυνατότητα ανάπτυξης μούχλας, τα οποία με τη σειρά τους, αποτελούν σημαντικό πρόβλημα και η απαραίτητη λύση, είναι ο ελεγχόμενος μηχανικός αερισμός. Το κτίριο θα πρέπει να αερίζεται, χωρίς όμως, να χάνεται η εσωτερική ζεστασιά το χειμώνα και η δροσιά το καλοκαίρι, προσφέροντας παράλληλα, την απαραίτητη Ποιότητα Εσωτερικού Αέρα (IAQ). Τα συστήματα μηχανικού αερισμού των Παθητικών Κτιρίων παρέχουν φρέσκο, καθαρό αέρα, απαλλαγμένο από γύρη και σκόνη, με μέγιστη ενεργειακή απόδοση μέσω της ανάκτησης θερμότητας, επιτυγχάνοντας έτσι, εξοικονόμηση στην λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης - κλιματισμού. Η ανάκτηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί φθάνει μέχρι και 90% και δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη του 65-70%.

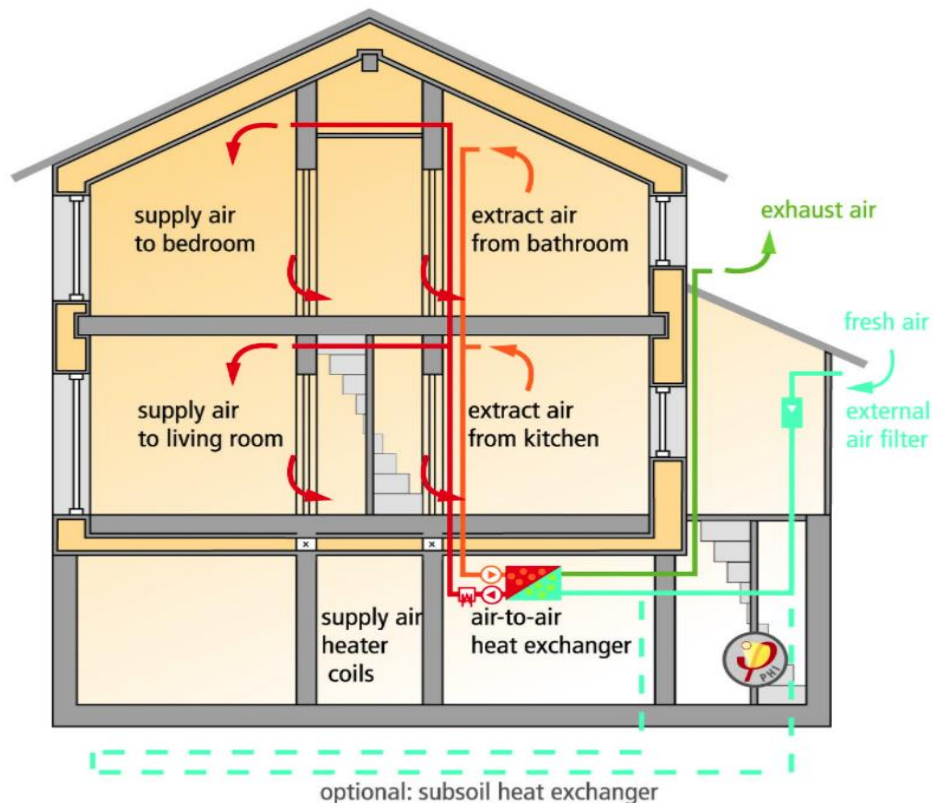
Ο αερισμός χώρων βασίζεται στις διαφορές πίεσης. Το κτίριο κατοικίας, από την οπτική γωνία του αερισμού, αποτελείται από 3 ζώνες:

- τις ζώνες του εξερχόμενου αέρα (κουζίνα, μπάνιο, τουαλέτα),

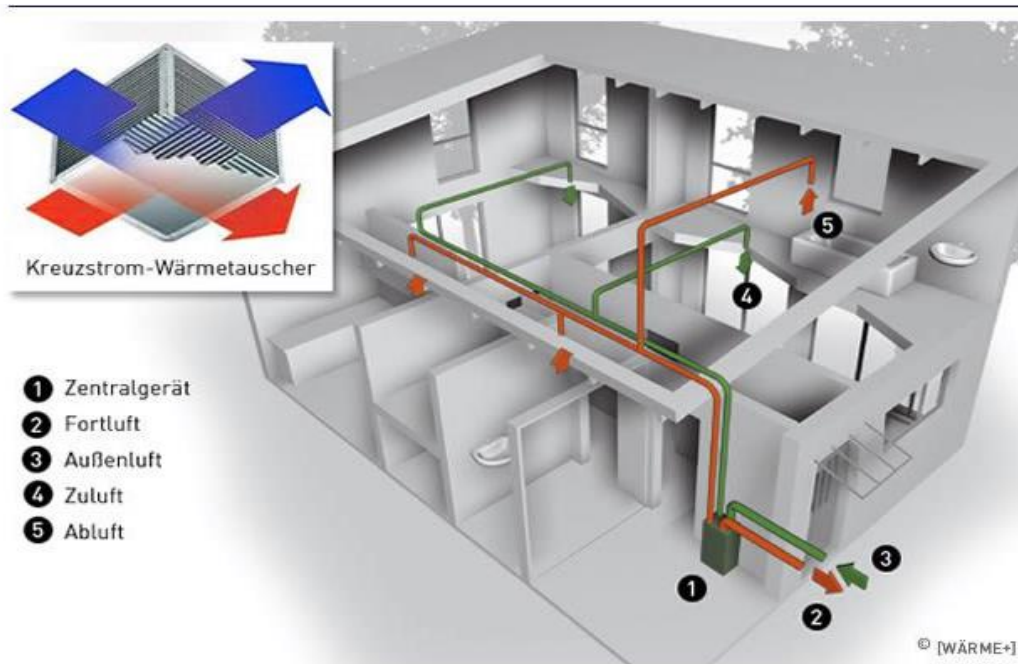
- τις ζώνες εισερχόμενου φρέσκου αέρα (υπνοδωμάτιο, καθιστικό), και
- τις ενδιάμεσες ζώνες μεταφοράς αέρα (διάδρομοι, προθάλαμοι)

Ως ζώνες απαγωγής αέρα επιλέγονται δωμάτια με αυξημένα επίπεδα οσμών, υγρασίας και άλλων εκπομπών που δεν πρέπει να εξαπλώνονται σε άλλους χώρους. Τέτοια δωμάτια είναι συνήθως η κουζίνα, τα μπάνια ή βοηθητικά δωμάτια. Οι ζώνες εισερχόμενου αέρα είναι συνήθως δωμάτια με καθημερινή χρήση όπως το καθιστικό ή τα υπνοδωμάτια. Ενώ οι χώροι ανάμεσα στις παραπάνω ζώνες (διάδρομοι, προθάλαμοι) λειτουργούν ως ζώνες μεταφοράς αέρα λόγω της διαφοράς πίεσης.

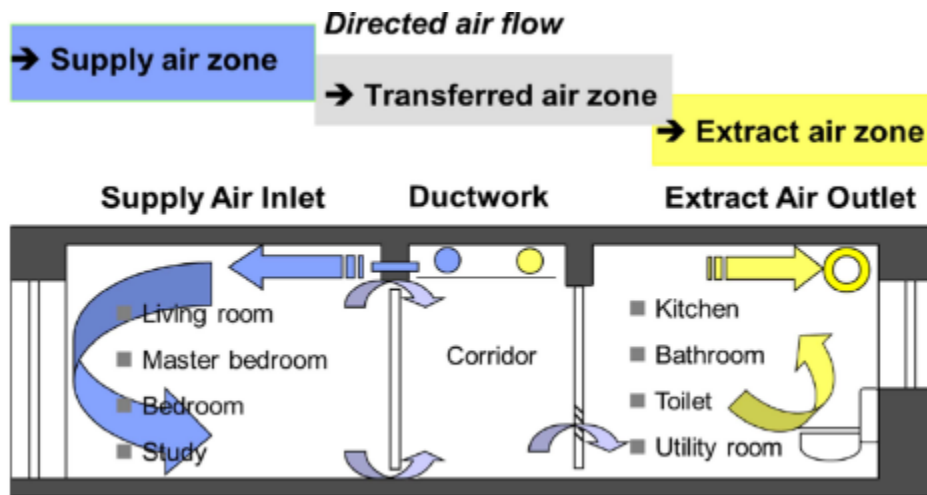
Η μονάδα μηχανικού αερισμού αποτελείται από τον ανεμιστήρα απαγωγής αέρα, τον ανεμιστήρα προσαγωγής φρέσκου αέρα, τον εναλλάκτη εναλλαγής θερμότητας, τα φίλτρα αέρος και το κέλυφος.



Εικόνα 15: Μηχανικός αερισμός σπιτιού [12]



Εικόνα 16: Μηχανικός αερισμός και ροές αέρα [12]



Εικόνα 17: Μηχανικός αερισμός και ροές αέρα [12]

### 3.6 Επιπρόσθετα στοιχεία

#### Οι κλάσεις του παθητικού σπιτιού

Όταν ένα κτίριο κατασκευάζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου Passive House και πληροί τα κριτήριά του, τότε μπορεί να πιστοποιηθεί ως Passive House. Το Ινστιτούτο Παθητικού Κτιρίου έχει εισαγάγει 3 διαφορετικές κατηγορίες τάξεων Παθητικού Κτιρίου. Η πρώτη κατηγορία είναι το κλασικό Passive House, το οποίο δεν παράγει ενέργεια από

ανανεώσιμες πηγές και η πρωτογενής ζήτηση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές πρέπει να είναι ίση ή μικρότερη από  $60 \text{ kWh/m}^2$ . Η δεύτερη κατηγορία είναι το Passive House Plus. Αυτή η κατηγορία κτιρίων θα πρέπει να παράγει  $60 \text{ kWh/m}^2$  ή περισσότερη πρωτογενή ανανεώσιμη ενέργεια και, επίσης, αυτή η κατασκευή θα πρέπει να είναι πιο ενεργειακά αποδοτική ώστε να καταναλώνει ίση ή λιγότερη από  $45 \text{ kWh/m}^2$ . Τέλος, η πιο ενεργειακά αποδοτική κατηγορία είναι η τρίτη που ονομάζεται Passive House Premium. Η κατηγορία Passive House Premium δεν θα πρέπει να έχει πάνω από  $30 \text{ kWh/m}^2$  πρωτογενούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και θα πρέπει να παράγει από  $120 \text{ kWh/m}^2$  πρωτογενούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και πάνω. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζονται οι 3 κατηγορίες πιστοποίησης Passive House.



Εικόνα 18: Κλάσεις ενεργειακών σπιτιών [14]

### Ενεργειακές κατηγορίες



Τα κτίρια Παθητικού Κτιρίου χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα εσωτερικής άνεσης με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Το πρότυπο Passive House προσφέρει εξαιρετική οικονομική αποδοτικότητα ειδικά για νέες κατασκευές.



Το EnerPHit είναι το καθιερωμένο πρότυπο για την ανακαίνιση υφιστάμενων κτιρίων με τη χρήση στοιχείων του Παθητικού Οίκου. Παρά την ελαφρώς υψηλότερη ενεργειακή ζήτηση, προσφέρει σχεδόν όλα τα πλεονεκτήματα του προτύπου Passive House.



Το πρότυπο κτιρίου χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης PHI είναι κατάλληλο για κτίρια που δεν συμμορφώνονται πλήρως με τα κριτήρια του Passive House για διάφορους λόγους.

### Λογισμικά

Τα Παθητικά Κτίρια και τα ενεργειακά αποδοτικά έργα που σχεδιάζονται προσεκτικά χρησιμοποιώντας το PHPP έχουν αποδειχθεί άκρως επιτυχημένα. Είτε πρόκειται για νέες κατασκευές είτε για ανακαινίσεις, τα κατασκευαστικά έργα που επιτυγχάνουν το πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου ή EnerPHit πληρούν το επίπεδο άνεσης και την εξαιρετικά χαμηλή απαίτηση ενέργειας που επιδιώκεται. Επιπλέον, στις περισσότερες περιπτώσεις μπορούν επίσης να πραγματοποιηθούν οικονομικά και αποδοτικά. Σημαντικές αποκλίσεις των καταναλώσεων ενέργειας από τους σχεδιαζόμενους στόχους ενεργειακής απόδοσης, που συχνά περιγράφονται ως "χάσμα απόδοσης" (Performance Gap), δεν εμφανίζονται στα Παθητικά Κτίρια και στις ανακαινίσεις EnerPHit που έχουν σχεδιαστεί και υλοποιηθεί επακριβώς, όπως επιβεβαιώθηκε από πολυάριθμα έργα παρακολουθώντας τις μετρήσεις. Η αποτελεσματικότητα της διαδικασίας διαστασιολόγησης για τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα αποδείχθηκε επίσης αποτελεσματική και επιτρέπει τη χρήση απλών καλά συντονισμένων προϊόντων και συνεπώς, την εφαρμογή οικονομικά και ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων. Εκτός από την εφαρμογή του προτύπου του Παθητικού Κτιρίου και της τεχνολογίας του, η χρήση του PHPP ως εργαλείου σχεδιασμού παραμένει η πιο σημαντική βάση για το σχεδιασμό και την υλοποίηση αειφόρων κτιρίων.



#### 4. Καταγραφή και ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης κτιρίου

Το κτίριο ANYM βρίσκεται στην Ανατολική πλευρά πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου σε υψόμετρο 194 m. Η κατασκευή του ξεκίνησε το 1978 και ολοκληρώθηκε το 1980 και είναι συνολικού εμβαδού 7913.11 m<sup>2</sup>. Το κτίριο αποτελείται από δύο πτέρυγες. Η μία είναι χώρος εργαστηρίων και μηχανουργείων, όπου μεταξύ είναι εξοπλισμένος με μία αεροσύραγγα και μία δεξαμενή ρυμούλκησης προτύπων, μεταξύ άλλων. Από την άλλη μεριά, η δεύτερη αποτελείται από γραφεία και αίθουσες.



Εικόνα 19: Αεροφωτογραφία κτιρίου ANYM



Εικόνα 20: Αεροφωτογραφία συγκροτήματος Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου

#### 4.1 Χώροι και επίπεδα

Το κτίριο κατά κύριο λόγο λοιπόν στεγάζει γραφεία καθηγητών από τις σχολές Μηχανολόγων και Ναυπηγών Μηχανικών. Οι χώροι γραφείων λειτουργούν κυρίως τις εργάσιμες μέρες από τις 9:00 – 18:00 το βράδυ. Αξίζει να σημειωθεί ότι πολλά από τα εργαστήρια του κτιρίου δεν χρησιμοποιούνται πλέον, ή χρησιμοποιούνται σε ελάχιστο βαθμό. Οι μη θερμαινόμενοι χώροι αφορούν του χώρους των λεβητοστασίων, ηλεκτροστασίου (υποσταθμός και διαφόρων αποθηκών για την εξυπηρέτηση των κτιρίων). Τη παρούσα χρονική περίοδος θερμαινόμενη έκταση θεωρούνται τα 2,100 m<sup>2</sup>.

Το κτίριο αποτελείται από 5 επίπεδα. Στο παρακάτω πίνακα αναγράφονται οι χώροι χρήσης του κάθε επιπέδου, και το συνολικό τους εμβαδόν:

| Επίπεδο    | Χώροι χρήσης   | Εμβαδόν (τ.μ.) |
|------------|--|----------------|
| Υπόγειο    |  | 2027           |
| Ισόγειο    | Γραφεία<br>Αποθήκες<br>Εργαστήρια και βοηθητικοί χώροι<br>Μηχανουργείο<br>Αίθουσες | 2579           |
| 1ος Όροφος | Γραφεία<br>Εργαστήρια και βοηθητικοί χώροι<br>Τουαλέτες                            | 2882           |
| 2ος Όροφος | Γραφεία<br>Αίθουσες Διδασκαλίας<br>Αποθήκες<br>Τουαλέτες                           | 653            |
| 3ος Όροφος | Γραφεία<br>Αίθουσες<br>Αποθήκες<br>Τουαλέτες                                       | 576            |
| 4ος Όροφος | Γραφεία<br>Χώρος Η/Μ   | 131            |

Πίνακας 2: Επίπεδα, χώροι χρήσης και εμβαδόν επιπέδων

## 4.2 Θέση του κτιρίου

Το κτίριο βρίσκεται σε υψόμετρο 194 μέτρων πάνω από το επίπεδο της θάλασσας και ο προσανατολισμός του είναι Δύση – Ανατολή. Η ακριβής θέση του κτιρίου είναι: Γεωγραφικό πλάτος 37.977 και το Γεωγραφικό μήκος 23.785 Τα στοιχεία για την ακριβή θέση του κτιρίου αντλήθηκαν από σύστημα GPS καθώς επίσης και με την βοήθεια του προγράμματος «Google earth».

## 4.3 Περιβάλλον χώρος του κτιρίου

Σε αυτό το σημείο θα κάνουμε μια σύντομη αναφορά για τα χαρακτηριστικά και το περιβάλλον γύρω από το κτίριο. Αρχικά το κτίριο είναι ελεύθερο από όλες τις πλευρές. Υπάρχουν κτίρια σε κοντινή πλευρά από αυτό. Επίπτωση σε αυτό όπως σκίαση ή εμπόδιο έχουν τα κτίρια που βρίσκονται στη δυτική πλευρά αυτού. Επίσης είναι εκτεθειμένο σε ηλιακή ακτινοβολία και ανέμους σε όλες τις πλευρές με εξαίρεση την δυτική και ανατολική πλευρά. Δέντρα μεγάλου ύψους επηρεάζουν τους χώρους των εργαστηρίων τόσο σε φυσικό φωτισμό όσο και αερισμό. Όσον αφορά την ηχορύπανση ή ρύπανση από τα καύσιμα των



αυτοκινήτων δεν τίθεται κανένα ερώτημα λόγω του ότι το κτίριο βρίσκεται μακριά από κεντρικούς δρόμους ή δρόμους με έντονη κυκλοφορία.

#### 4.4 Κέλυφος Κτιρίου

---

Θα γίνει μια σύντομη ανάλυση του φέροντος οργανισμού του κτιρίου καθώς και των στοιχείων πληρώσεως του με τα χαρακτηριστικά τους. Ακριβή χαρακτηριστικά για τις τοιχοποιείες δεν βρέθηκαν. Ωστόσο αντληθήθηκαν πληροφορίες από επίσκεψη στο χώρο αλλά και άλλες διπλωματικές, για κτίρια της πολυτεχνειούπολης με παρόμοια χρήση και ίδιο έτος κατασκευής.

#### 4.5 Εξωτερικοί τοίχοι

---

Αξίζει να σημειωθεί πως στο κτίριο δεν υπάρχει καθόλου μόνωση. Αυτό δημιουργεί πολλά προβλήματα τους χειμερινούς και ειδικότερα τους καλοκαιρινούς μήνες όπως μας περιγράφουν οι ένοικοι του κτιρίου.

Θεωρούμε πως υπάρχουν 2 κατηγορίες εξωτερικών τοίχων.

Η πρώτη κατηγορία εμφανίζεται στους τοίχους των εργαστηρίων, οι οποίοι αποτελούνται από οπλισμένο σκυρόδεμα 16 εκατοστών και μία στρώση ασβεστοκονιάματος 2 εκατοστών στην εξωτερική πλευρά.

Η δεύτερη κατηγορία που αφορά τους εξωτερικούς τοίχους του υπογείου αποτελείται από αμμοχάλικα πάχους 30 εκατοστών, 2 εκατοστά τσιμεντοκονίαμα, τοιχίο σκυροδέματος πάχους 18 cm και μία εσωτερική στρώση από 2 cm ασβεστοκονίαμα.

#### 4.6 Εσωτερικοί τοίχοι

---

Υπάρχουν δύο κατηγορίες εσωτερικής τοιχοποιίας στο κτίριο. Η πρώτη αποτελείται από μία στρώση εκατοστών 2 εκατοστών ασβεστοκονιάματος, οπτοπλινθοδομή 15 εκατοστών με διάτρητους πλίνθους και μετά πάλι μία στρώση 2 εκατοστών ασβεστοκονίαμα. Αυτή η κατηγορία εμφανίζεται σε τοίχους των γραφείων και στην επιφάνεια που διαχωρίζει τη δεξαμενή ρυμούλκησης με τους υπόλοιπους χώρους του κτιρίου.

Η δεύτερη αποτελείται από γυψοσανίδα και αφορά τα χωρίσματα μεταξύ των χώρων των γραφείων.

#### 4.7 Δώμα

---

Τα υλικά του δώματος είναι ξεκινώντας από την εξωτερική στρώση, μια στρώση από σιμεντόπλακες 30x30x2.5 εκατοστών, ασβεστοκονία πάχους 2.5 εκατοστών, κισσηρόμπετον ρύσεων 5 εκατοστών, , οπλισμένο σκυρόδεμα 18 εκατοστών και τέλος από μια στρώση ασβεστοκονιάματος 2 εκατοστών.

## 4.8 Δάπεδα μεταξύ ορόφων

Τα υλικά των δαπέδων μεταξύ των ορόφων είναι αρχικά μωσαϊκό πάχους 3.5 εκατοστών, πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος 18 εκατοστών και μια στρώση ασβεστοκονιάματος 2 εκατοστών.

## 4.9 Ανοίγματα

Το σύνολο των κουφωμάτων του κτιρίου είναι στο σύνολό τους μεταλλικά χωρίς θερμοδιακοπή με το επίπεδο της αεροστεγανότητας  $n_{50}$  τους είναι στις 8 ACH. Είναι σχετικά παλιά κουφώματα με πλαίσιο 5-10 εκατοστά, κυρίως συρόμενα με διπλό τζάμι με διάκενο το οποίο λαμβάνεται 6 και 12 χιλιοστά. Κανένας υαλοπίνακας δεν είναι επιστρώμενος με μεταλλικό οξειδίο. Στη δυτική όψη του κτιρίου υπάρχουν ανοίγματα μεγάλου ύψους, περίπου 5.30 μέτρων, σε όλο σχεδόν το μήκος της όψης. Τα παράθυρα σε αυτή τη δυτική όψη είναι έχουν διαστάσεις της τάξεως του 1.5x2.0 μέτρα.

Διπλοί Υαλοπίνακες: Οι διπλοί υαλοπίνακες αφορούν τα εξωτερικά παράθυρα και αποτελούνται από δύο στρώσεις απλού τζαμιού 3 χιλιοστών, ενώ ενδιάμεσα παρεμβάλλεται αέρας πάχους 6 χιλιοστών.

Μονοί Υαλοπίνακες: Οι μονοί υαλοπίνακες εμφανίζονται στα διαχωριστικά των γραφείων και γενικά στους ενδιάμεσους τοίχους των εσωτερικών τοίχων. Αποτελούνται από καθαρό τζάμι 4 χιλιοστών.

## 4.10 Ηλιοπροστασία

Στη δυτική όψη του κτιρίου, όπου υπάρχουν ανοίγματα μεγάλου ύψους (περίπου 5.30 m) σε όλο σχεδόν το μήκος της όψης, ενώ υπάρχει τοποθετημένο και σύστημα σταθερών σκιάστρων σε όλο το μήκος της όψης. Τα παράθυρα των γραφείων έχουν από την εσωτερική πλευρά περσίδες. Στη δυτική και ανατολική πλευρά του κτιρίου υπάρχουν δέντρα μεγάλου ύψους που προσφέρουν στον κτίριο ανεμοπροστασία κατά τους χειμερινούς μήνες και σκίαση κατά τους θερινούς μήνες.

## 4.11 Πόρτες

Στο κτίριο περιλαμβάνονται τρία είδη θυρών. Το πρώτο αφορά τις εξωτερικές πόρτες οι οποίες είναι μεταλλικές με διπλούς υαλοπίνακες. Η άλλη κατηγορία αφορά τις εσωτερικές πόρτες των γραφείων και μερικών αποθηκών και μηχανουργείων οι οποίες αποτελούνται από ξύλο πάχους 4.5 εκατοστών. Η τελευταία αφορά τις πόρτες του υπογείου που λαμβάνονται ως μεταλλικές. Οι πόρτες και τα παράθυρα προς μη θερμαινόμενους/ψυχόμενους χώρους είναι όμοιες με τα παράθυρα.

#### 4.12 Εγκαταστάσεις θέρμανσης και κλιματισμού κτιρίου

---

Οι ανάγκες θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου, συγκεκριμένα των γραφείων, καλύπτονται από τοπικές μονάδες απευθείας εκτόνωσης (split units). Ο λέβητας φυσικού που είναι εγκατεστημένος στο λεβητοστάσιο είναι εκτός λειτουργίας. Τα υδραυλικά δίκτυα όπως και τα fan coil είναι παλαιωμένα. Επίσης ο υδρόψυκτος ψύκτης νερού και ο εξατμιστικός πύργος ψύξης δεν λειτουργούν. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως ο χώρος του εργαστηρίου θεωρείται μη θερμαινόμενος χώρος λόγω της χρήσης του.

Η έλειψη συστημάτων θέρμανσης σε συνδυασμό με τους αμόνωτους τοίχους καθιστά τους χώρους που δεν είναι εγκατεστημένα κλιματιστικά μη θερμικά άνετους το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι σύμφωνα με τους ενοίκους ακόμη και με τη χρήση κλιματιστικών η θερμοκρασία είναι υψηλή.

#### 4.13 Αερισμός κτιρίου

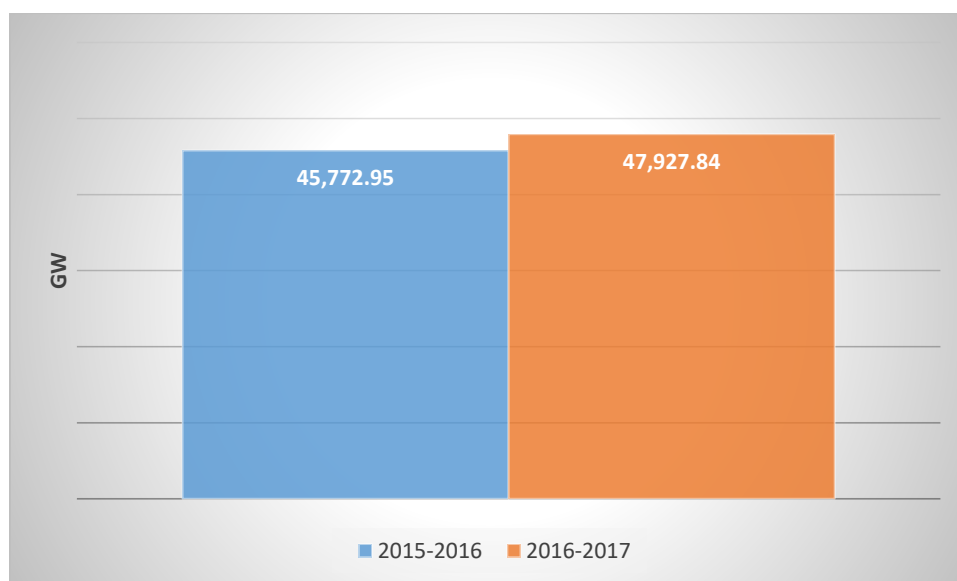
---

Ο αερισμός γίνεται μέσω των κουφωμάτων με φυσικό τρόπο.

#### 4.14 Μέτρηση καταναλώσεων Πολυτεχνειούπολης

---

Το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο σε συνεργασία με εξωτερικό φορέα, εγκατέστησε μετρητές καταναλώσεων σε όλα σχεδόν τα κτίρια του ΕΜΠ, τόσο στη πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, όσο και στα κτίρια των Αρχιτεκτόνων στο κέντρο της Αθήνας. Παρακάτω ακολουθούν συγκριτικοί πίνακες για τις συνολικές μηνιαίες καταναλώσεις των κτιρίων ΕΜΠ σε σύγκριση με την κατανάλωση του εγκατεστημένου υποσταθμού για τα έτη 2015-2016 και 2016-2017.



Διάγραμμα 3: Μηνιαίες αθροιστικές καταναλώσεις καταγραφόμενων κτιρίων ΕΜΠ για τα έτη 2015-2017

| ΚΤΙΡΙΑ                         | ΕΤΗ ΜΕΤΗΣΕΩΝ |
|--------------------------------|--------------|
| ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ                     | 2015-2017    |
| ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΔΡΕΣ 1                | 2015-2017    |
| ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΔΡΕΣ 2                | 2015-2017    |
| ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ                    | 2015-2017    |
| ΕΡΓ ΑΝΤΙΣΜΕΙΣΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝ 1      | 2015-2017    |
| ΕΡΓ ΑΝΤΙΣΜΕΙΣΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝ 2      | 2015-2017    |
| ΕΡΓ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ Α          | 2015-2017    |
| ΕΡΓ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ Β          | 2015-2017    |
| ΚΤ ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΣ 1           | 2015-2017    |
| ΚΤ ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΣ 2           | 2015-2017    |
| ΚΤΗΡΙΟ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ          | 2015-2017    |
| ΚΤΗΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ 1             | 2015-2017    |
| ΚΤΗΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ 2             | 2015-2017    |
| ΚΤ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΛΟΓΩΝ | 2015-2017    |
| ΚΤ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ 1  | 2015-2017    |
| ΚΤ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ 2  | 2015-2017    |
| ΚΤ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ 1                 | 2015-2017    |
| ΚΤ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ 2                 | 2015-2017    |
| ΚΤ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΣ 1             | 2015-2017    |
| ΚΤ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΣ 2             | 2015-2017    |
| ΚΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ              | 2015-2017    |

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| ΚΤ ΧΗΜΙΚΩΝ Α ΜΣ 1    | 2015-2017 |
| ΚΤ ΧΗΜΙΚΩΝ Α ΜΣ 2    | 2015-2017 |
| ΚΤ ΧΗΜΙΚΩΝ Β ΜΣ 1    | 2015-2017 |
| ΚΤ ΧΗΜΙΚΩΝ Β ΜΣ 2    | 2015-2017 |
| ΛΑΜΠΑΔΑΡΙΟ           | 2015-2017 |
| ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΙ ΚΤ ΜΝ ΜΣ | 2015-2017 |
| ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΙ ΚΤ ΜΝ ΜΣ | 2015-2017 |
| ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΙ ΚΤ Ο ΜΣ  | 2015-2017 |
| ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΙ ΚΤ Ο ΜΣ  | 2015-2017 |
| ΣΕΜΦΕ ΚΤ ΦΥΣΙΚΗΣ ΜΣ  | 2015-2017 |
| ΣΕΜΦΕ ΚΤ ΦΥΣΙΚΗΣ ΜΣ  | 2015-2017 |

**Πίνακας 3: Κτίρια που μετρήθηκαν οι καταναλώσεις τους για τα έτη 2015-2017**

Όπως πολύ εύκολα κάποιος παρατηρεί, οι συνολικές καταναλώσεις των κτιρίων του ΕΜΠ είναι πολύ υψηλές. Απαιτούνται λοιπόν μέτρα εξοικονομής τόσο στα κτίρια, όσο και στη νοοτροπία των χρηστών

### Ενεργειακές καταναλώσεις κτιρίου ANYM

Συνολικά στο κτίριο τοποθετηθηκαν 3 μετρητές. Ωστόσο λόγω βλάβης του ενός εκ των τριών δεν έχει υπολογισθεί η πραγματική κατανάλωση του κτιρίου. Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώθηκε για το έτος 2015-2016 σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα ανέρχεται στις 608.470 MWh. Όπως φαίνεται στον πίνακα 8, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας δεν παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια του έτους.

| Έτος   | Μήνας       | Μετρητής 2 (MWh) | Μετρητής 1 (MWh) |
|--------|-------------|------------------|------------------|
| 2015   | Μάρτιος     | 25.97            | 25.49            |
| 2015   | Απρίλιος    | 15.51            | 15.2             |
| 2015   | Μάιος       | 12.9             | 12.63            |
| 2015   | Ιούνιος     | 20.64            | 20.5             |
| 2015   | Ιούλιος     | 23.24            | 22.95            |
| 2015   | Αύγουστος   | -                | -                |
| 2015   | Σεπτέμβριος | 17.96            | 17.7             |
| 2015   | Οκτώβριος   | 16.21            | 16.03            |
| 2015   | Νοέμβριος   | 18.11            | 18.05            |
| 2015   | Δεκέμβριος  | 19.45            | 19.25            |
| 2016   | Ιανουάριος  | 18.27            | 18.07            |
| 2016   | Φεβρουάριος | 18.19            | 18.08            |
| 2016   | Μάρτιος     | 19.27            | 19.08            |
| Σύνολο |             | 307.3            | 301.17           |

**Πίνακας 4: Ηλεκτρικές καταναλώσεις κτιρίου για το έτος 2015-2016**

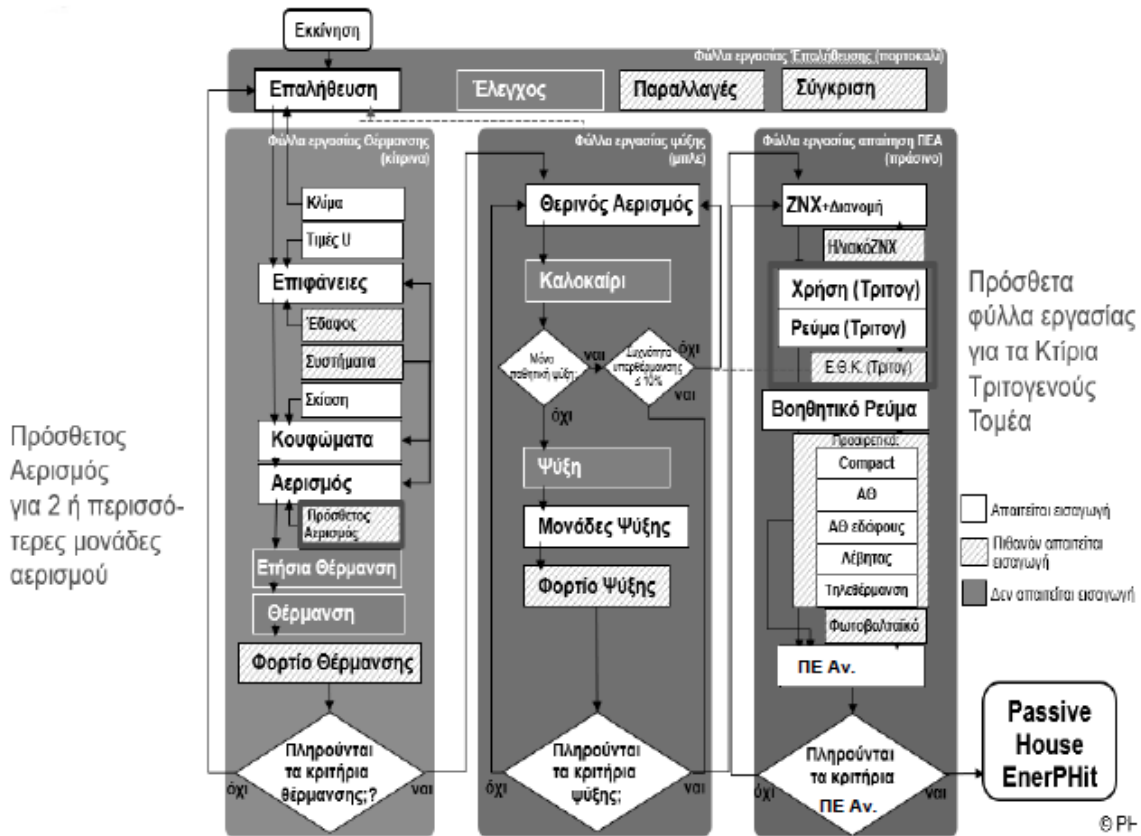
Αξίζει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο πως οι μετρήσεις αυτές δεν είναι αντιπροσωπευτικές καθώς υπάρχουν ελείψεις στους μετρητές (ένας παραλείπεται λόγω βλάβης).

## 5. Εκπόνηση ενεργειακής μελέτης κτιρίου με τη χρήση του λογισμικού PHPP

Παρακάτω θα αναφερθεί η ακολουθία των καταχωρήσεων για τη σωστή συμπλήρωση του αρχείου, σε άμεση εφαρμογή στο κτίριο που μελετάμε. Παράλληλα επισυνάπτονται εικόνες από τα φύλλα που θα αναλυθούν.

Το PHPP περιέχει μεγάλο αριθμό φύλλων εργασίας (περίπου 40), καθώς έχει σχεδιαστεί για το ενεργειακό ισοζύγιο διαφόρων τύπων κτιρίων σε διαφορετικές τοποθεσίες. Ανάλογα με το έργο, μπορεί να μην είναι απαραίτητα όλα τα φύλλα εργασίας.

Στο παράρτημα III παρουσιάζονται οι πίνακες με τις οδηγίες και τους κανονισμούς του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ που χρησιμοποιήσαμε, ώστε η αναβάθμιση να συμβαδίζει με τα ελληνικά θεσμοθετημένα πλαίσια.



Εικόνα 21: Σειρά εισαγωγής για κτίρια τριτογενούς τομέα στο PHPP 9 [14]

## 5.1 Φύλλο εργασίας Έλεγχος Κριτηρίων - Εισαγωγή δεδομένων κτιρίου και απόδειξη του ενεργειακού επιπέδου του κτιρίου

Τα στοιχεία σχετικά με την περιγραφή του αντικειμένου, τη διεύθυνση, τον ιδιοκτήτη του κτιρίου, τον αρχιτέκτονα, τον ενεργειακό σύμβουλο και τον πιστοποιητή εισάγονται εδώ. Σημαντικές τιμές όπως η καθορισμένη θερμοκρασία, ο αριθμός των μονάδων κατοικίας και ο αριθμός των χρηστών εισάγονται επίσης σε αυτό το φύλλο εργασίας. Η θερμοκρασία εσωτερικού χώρου που χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό και την επαλήθευση το χειμώνα (δηλ. περίοδος θέρμανσης) είναι 20 °C. Για το καλοκαίρι (δηλ. περίοδος ψύξης) πρέπει να χρησιμοποιείται θερμοκρασία 25°C ως μέγιστο όριο για τον προσδιορισμό της συχνότητας υπερθέρμανσης ή για το σχεδιασμό του ενεργητικού συστήματος ψύξης του κτιρίου. Οι πληροφορίες της μελέτης παρουσιάζονται στην Εικόνα

|                            |      |   |      |  |      |   |
|----------------------------|------|---|------|--|------|---|
| Έτος κατασκευής:           | 2021 | Εσωτερική θερμοκρασία χειμώνα [°C]:                                   | 20.0 | Εσ. θερμ. καλοκαιριού [°C]:            | 25.0 | Βαθμός χρήσης                                 |
| Αριθμός μονάδων κατοικίας: | 1    | Εσωτερικά θερμικά κέρδη (ΕΘΚ) περίπωση θέρμανσης [W/m <sup>2</sup> ]: | 1.3  | ΕΘΚ περίπτ. ψύξης [W/m <sup>2</sup> ]: | 1.3  |   |
| Αριθμός χρηστών:           | 50.0 | Ειδική θερμοχωρητικότητα [Wh/K ανά m <sup>2</sup> TFA]:               | 204  | Μηχανική ψύξη:                         | x    | 50 <small>2 Καθορισμένο από το χρήστη</small> |

**Εικόνα 22: Καθορισμός θερμοκρασίας, χρηστών και ειδικής θερμοχωρητικότητας**

Το φύλλο εργασίας Έλεγχος Κριτηρίων χρησιμοποιείται για την επαλήθευση Passive House, EnerPHit και Low Energy Building. Μπορεί να επιλεγεί το επιθυμητό πρότυπο ενέργειας, η τάξη στην οποία κατατάσσεται το κτίριο (Classic, Plus ή Premium) και η μέθοδος για την επαλήθευση της πρωτογενούς ενέργειας. Επιπλέον, εάν κρίνεται απαραίτητο, πρέπει να αναφερθεί η μέθοδος πιστοποίησης EnerPHit καθώς επίσης και ο τύπος κτιρίου (Νέο κτίριο/ανακαίνιση). Το πράσινο κελί θα δείξει εάν όλα τα κριτήρια που ισχύουν για τον επιλεγμένο τύπο πιστοποίησης έχουν εκπληρωθεί στο σύνολό τους. Οι επιλογές παρουσιάζονται στην Εικόνα 22.

Όσον αφορά στις εσωτερικές πηγές θερμότητας, επιλέγεται ο τύπος κτιρίου (Κτίριο τριτογενούς τομέα) καθώς και το είδος χρήσης του κτιρίου (Άλλο). Στη συνέχεια, η τιμή για τα ΕΘΚ εισάγεται αυτόματα. Για την επαλήθευση του Passive House, του EnerPHit και του Low Energy Building, επιλέγεται "Τυπικό" για το είδος των τιμών που χρησιμοποιούνται. Για το υπό μελέτη κτίριο, οι τιμές των εσωτερικών θερμικών κερδών παρουσιάζεται στην Εικόνα 24.



Πρότυπο ενεργειακής κατασκευής  
 1-Παθητικό Κτίριο

Κατηγορία  
 2-Plus

Έλεγχος κριτηρίων της πρωτογενούς ενέργειας  
 2-ΠΕ Αν. (από ανανεώσιμες πηγές)

Μέθοδος ελέγχου κριτηρίων EnerPHit  
 2-Μέθοδος απαίτησης ενέργειας

Νέα κατοικία / Ανακαίνιση  
 2-Ανακαίνιση

Εικόνα 23: Επιλογή του ενεργειακού προτύπου του κτιρίου, μέθοδος πιστοποίησης του EnerPHit για την πρωτογενή ενέργεια

Υπολογισμός ρεύματος / Εσωτερικά θερμικά κέρδη  
 Τύπος κτιρίου: 2-Κτίριο τριτογενούς τομέα

Εσωτερικά θερμικά κέρδη  
 Τροφίλ λειτουργίας: 22-Άλλο  
 Τιμές: 4-Υπολογισμός RHPP(φύλλο εργασίας 'ΕΘΚ Τριτογ.')

Βαθμός χρήσης  
 50 2-Καθορισμένο από το χρήστη

Εικόνα 24: Επιλογή τύπου κατοικίας και μεθόδου υπολογισμού ΕΘΚ

Η αποτελεσματική εσωτερική θερμοχωρητικότητα χρησιμοποιείται ως μέτρο για την αποθήκευση της θερμότητας στα δομικά συστήματα. Η θερμοχωρητικότητα εισάγεται σε Wh/K ανά τετραγωνικό μέτρο ως τιμή συγκεκριμένης επιφάνειας. Παρόλο που η ειδική θερμοχωρητικότητα έχει κάποια επίδραση στην απαίτηση θέρμανσης, στη θερμική άνεση το καλοκαίρι και σε οποιαδήποτε πιθανή απαίτηση ψύξης, είναι πραγματικά ασήμαντη σε σύγκριση με άλλες παραμέτρους. Επομένως, αντί για μια λεπτομερή ανάλυση όλων των δομικών στοιχείων (η οποία θα απαιτούσε επίσης την επισήμανση όλων των εσωτερικών τοίχων και των ενδιάμεσων οροφών με τα αντίστοιχα δομικά στοιχεία και τις θερμοχωρητικότητές τους), η ειδική θερμοχωρητικότητα μπορεί εύκολα να εκτιμηθεί με τον ακόλουθο τρόπο στο RHPP:

- 60 Wh/(m<sup>2</sup>K) πρέπει να χρησιμοποιούνται ως ελάχιστο.

- 24 Wh/(m<sup>2</sup>K) ρυθμίζονται επιπρόσθετα για κάθε συμπαγή επιφάνεια του φακέλου ενός τυπικού δωματίου στο κτίριο. Οι τοίχοι που αποτελούνται από ασβεστολιθικά ή συμπαγή τούβλα, τοίχοι και οροφές από σκυρόδεμα καιτσιμεντοκονία παχύτερη από 5 cm σε μια ελαφριά κατασκευή θεωρούνται συμπαγή.
- Μόνο 8 Wh/(m<sup>2</sup>K) έχει ρυθμιστεί επιπλέον για κάθε μερικώς συμπαγή επιφάνεια του φακέλου ενός τυπικού δωματίου. Οι ξύλινες οροφές και οι τοίχοι που αποτελούνται από πορώδεις σκυρόδεμα ή ελαφρά τούβλα για παράδειγμα, θεωρούνται ως εν μέρει συμπαγή. Στην περίπτωση διπλών σανίδων γυψοσανίδας (2 x 12,5 mm), μόνο τα μισά από τα τοιχώματα μπορούν να θεωρηθούν εν μέρει συμπαγή.

Έτσι λοιπόν:

$$C = 60 + n_{tm} * 8 + n_m * 24$$

$n_{tm}$  = ο αριθμός των μερικώς συμπαγών

$n_m$  = ο αριθμός των εντελώς συμπαγών περιοχών του φακέλου.

Η συνολική ποσότητα  $n_{tm}$  και  $n_m$  δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από 6. Για εντελώς συμπαγή κτίρια, όπως το υπό μελέτη κτίριο, η θερμοχωρητικότητα είναι 204 Wh/(m<sup>2</sup>K).

Σε πολλές περιπτώσεις, τα κτίρια μπορούν να διατηρούνται άνετα το καλοκαίρι μέσω μέτρων παθητικής ψύξης, όπως η ηλιακή προστασία και ο νυχτερινός αερισμός. Σε άλλες περιπτώσεις είναι απαραίτητη η ενεργητική ψύξη. Εδώ επιλέγεται το κελί "Μηχανική ψύξη" (Εικόνα 1), λαμβάνεται υπόψη η ενεργειακή απαίτηση ενεργητικής ψύξης στο ισοζύγιο πρωτογενούς ενέργειας και αναφέρεται στο φύλλο εργασίας Επαλήθευση αντί της συχνότητας υπερθέρμανσης το καλοκαίρι.

## 5.2 Φύλλο εργασίας Κλίμα

Οι κλιματικές οριακές συνθήκες παίζουν σημαντικό ρόλο στην απαίτηση ωφέλιμης ενέργειας καθώς και στο φορτίο θέρμανσης και ψύξης ενός κτιρίου. Προκειμένου να επιτευχθεί το πρότυπο του Passive House, το EnerPHit ή τα Low Energy Building Standards, τα χαρακτηριστικά του κτιρίου πρέπει να βελτιστοποιηθούν για τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες. Τα απαραίτητα στοιχεία για το κλίμα παρέχονται στο φύλλο εργασίας Κλίμα.

Η χώρα επιλέγεται στον πρώτο αναπτυσσόμενο κατάλογο. Για διεθνή συμβατότητα του PHPP, δίπλα από το όνομα χώρας αναγράφεται ο αντίστοιχος διψήφιος κωδικός χώρας βάσει του ISO 3166.

Επιπλέον, στο δεύτερο βήμα, για ορισμένες χώρες είναι δυνατό το φιλτράρισμα της επιλογής ανάλογα με τις περιοχές. Αυτές μπορεί να είναι κλιματικές ζώνες, επαρχίες, πολιτείες κλπ. Η τυπική επιλογή "Όλα" εμφανίζει όλα τα σύνολα δεδομένων για τις επιλεγμένες χώρες.

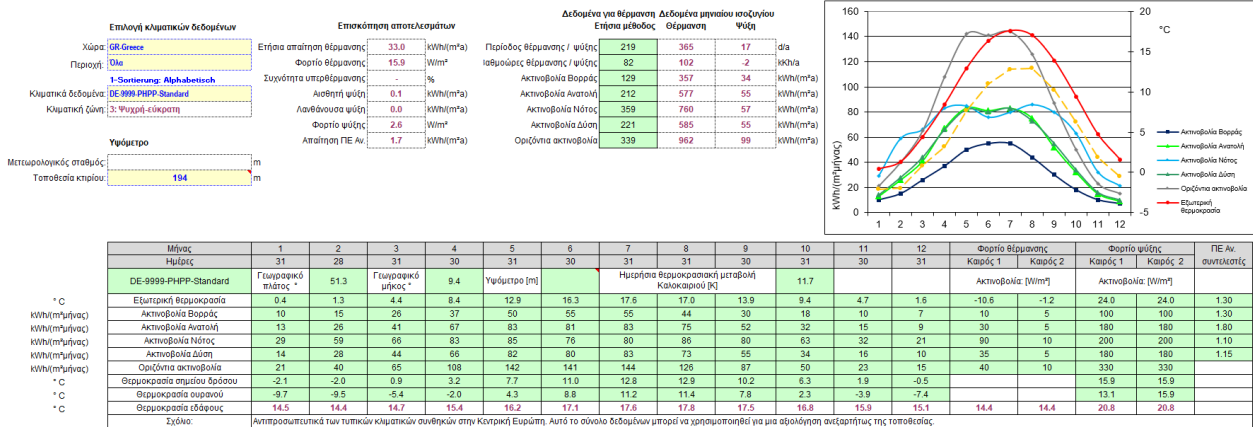
Στην τρίτη αναπτυσσόμενη λίστα, επιλέγονται τα πραγματικά κλιματικά δεδομένα. Τα περισσότερα δεδομένα εμφανίζονται με έναν ειδικό 7ψήφιο αριθμό αναγνώρισης (ID) μπροστά από το όνομα της τοποθεσίας, το οποίο αποτελείται από τον κωδικό χώρας ακολουθούμενο από τέσσερις αριθμούς και ένα γράμμα. Αυτό το αναγνωριστικό αποδεικνύει ότι τα δεδομένα έχουν εγκριθεί με ποιότητα και είναι κατάλληλα για σχεδιασμό κτιρίων χρησιμοποιώντας το RHPP. Μόνο δεδομένα με αυτό το είδος αναγνωριστικού είναι αποδεκτά για την πιστοποίηση ενός κτιρίου.

Τέλος, εισάγεται το υψόμετρο (ύψος πάνω από τη στάθμη της θάλασσας) της θέσης του έργου. Εάν το ύψος αυτό διαφέρει από το ύψος του μετεωρολογικού σταθμού των κλιματικών δεδομένων, η εξωτερική θερμοκρασία αέρα ρυθμίζεται από το RHPP (μείωση θερμοκρασίας 0,6 K ανά 100 m αυξημένου υψομέτρου).

Για τη παρούσα μελέτη ο μετεωρολογικός σταθμός της Αθήνας είναι ο κοντινότερος, με υψόμετρο 15 m, ενώ το υψόμετρο της τοποθεσίας του έργου είναι 98 m (Εικόνα 25). Στην Εικόνα 25 συνοψίζονται τα βασικότερα κλιματικά δεδομένα της τοποθεσίας του έργου, τα οποία είναι εγκεκριμένα ώστε να πραγματοποιηθεί η πιστοποίηση σύμφωνα με το πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου. Κατά τη μελέτη, στο RHPP εξετάζονται 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. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζονται συνθήκες άνεσης ανεξάρτητα των καιρικών δεδομένων, ακόμα και ακραίων.

Το RHPP, ωστόσο, διαθέτει ένα πρόσθετο εργαλείο (RHPP\_ClimateData\_SummerTemp) με το οποίο καθίσταται δυνατή η απόκτηση μιας σαφέστερης εικόνας ως προς τα σημερινά κλιματικά δεδομένα της κάθε περιοχής,

Τα βασικά στοιχεία που πρέπει να εισαχθούν είναι η περιοχή, τα κλιματικά δεδομένα και το υψόμετρο, τα οποία επιλέγονται από πτυσσόμενους καταλόγους. Τα αποτελέσματα αυτών των επιλογών εμφανίζονται στα πράσινα κελιά, που περιγράφουν τις ετήσιες κατανομές ακτινοβολίας και θερμοκρασία της περιοχής. Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα να προσθέθουν μέχρι και 17 διαφορετικά σύνολα δεδομένων που καθορίζονται από το χρήστη στο RHPP.



Εικόνα 25: Φύλλο εργασίας Κλίμα

### 5.3 Φύλλο εργασίας Τιμές-U: Υπολογισμός των Τιμών-U των δομικών στοιχείων

Αυτό το φύλλο εργασίας χρησιμεύει ως εργαλείο για τον υπολογισμό των συνολικών συντελεστών μεταφοράς θερμότητας των δομικών στοιχείων (Τιμές-U). Οι υπολογισμοί της Τιμής-U στο RHPP είναι σύμφωνοι με το ISO 6946. Οι υπολογισμοί δεν είναι κατάλληλοι για δομικά στοιχεία με μεταλλικές διατηρήσεις.

Η Τιμή-U ενός δομικού στοιχείου που αποτελείται από ομοιογενή στρώματα υλικών υπολογίζεται από τον τύπο

$$U = 1 / (R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se})$$

$R_{si}, R_{se}$ : Θερμική αντίσταση σε εσωτερική ή εξωτερική επιφάνεια συνυφασμένη με το ISO 6946.

$R_1 \dots R_n$ : Θερμική αντίσταση για κάθε ξεχωριστή στρώση της κατασκευής, 1...n

Βασικά στοιχεία που εισάγονται σε αυτό το φύλλο αποτελούν η σύσταση των τοίχων, οροφών και δαπέδων του κτιρίου. Η θερμική αγωγιμότητα και το πάχος του κάθε υλικού που θα χρησιμοποιηθεί, διαμορφώνει το συνολικό U-Value.

Μία από τις βασικές αρχές της ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου, κατά πρότυπο Παθητικού Κτιρίου, συνιστά η θερμοπροστασία του θερμικού φακέλου. Για τον λόγο αυτόν, οι εξωτερικοί τοίχοι, οι οροφές και τα δάπεδα, που ορίζουν τα όρια του θερμικού φακέλου, επενδύονται με θερμομόνωση, η οποία, με εξαίρεση τις επιφάνειες του υπογείου, είναι εξωτερική. Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, η θερμομόνωση που έχει επιλεγεί, διαθέτει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0.031 \text{ W/mK}$ .







### Εσωτερικοί Τοίχοι και Πατώματα

Τα πατώματα που ορίζουν τα επίπεδα του κτιρίου καθώς και οι εσωτερικοί τοίχοι δεν απαιτείται να προσδιοριστούν, καθώς η καλή μόνωση του κελύφους είναι αρκετή για να προσδώσει σε όλους τους χώρους του κτιρίου, ανεξαρτήτου χρήσης, θερμική άνεση που επιτυγχάνεται στο θερμοκρασιακό εύρος 20 – 25 °C, όπως ορίζεται από το ISO 6946:2017.

## **5.4 Φύλλο εργασίας Επιφάνειες: Καταχωρήσεις δεδομένων αδιαφανών δομικών στοιχείων και θερμογεφυρών**

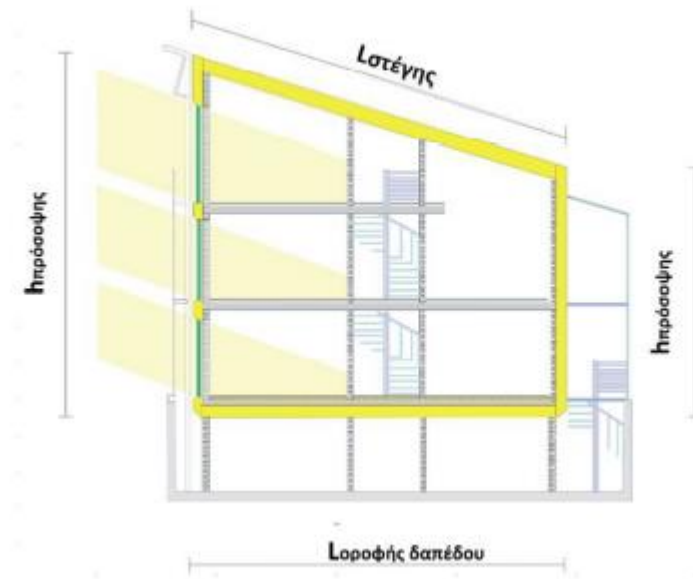
### Οδηγίες για την συμπλήρωση του φύλλου εργασίας Επιφάνειες

Οι κύριες καταχωρήσεις δεδομένων του κτιριακού κελύφους λαμβάνουν χώρα στο παρόν φύλλο εργασίας. Το έργο θα πρέπει να ξεκινά εδώ και στο φύλλο εργασίας Τιμές-U. Στο RHPP, λαμβάνονται υπ' όψιν μόνο οι επιφάνειες εντός του θερμικού φακέλου. Τοίχοι, οροφές κ.α. στο εσωτερικό του κτιρίου δεν είναι απαραίτητο να εξεταστούν λεπτομερώς. Σύμφωνα με έμπειρους χρήστες του RHPP, η πλειοψηφία των RHPP εργασιών ολοκληρώνονται αφού καταγραφούν οι επιφάνειες εντός του θερμικού φακέλου και οι λεπτομέρειες σκίασης.

Το τμήμα Σύνοψη στο πάνω μέρος του φύλλου εργασίας Επιφάνειες περιέχει το σύνολο όλων των επιφανειών που σχετίζονται με το έργο. Αυτή η σύνοψη συνεχώς ανανεώνεται, έτσι ώστε να διατηρείται μια επισκόπηση όλων των καταγεγραμμένων επιφανειών. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για μεγαλύτερα έργα. Στο από κάτω πεδίο «Εισαγωγή Επιφάνειας», εισάγονται οι ξεχωριστές υπό-περιοχές του θερμικού φακέλου. Επιπρόσθετα, στο κάτω μέρος του φύλλου, οι θερμογέφυρες μπορούν να εισαχθούν στο πεδίο «Εισαγωγές Θερμογεφυρών».

Σχεδιάζοντας ένα Παθητικό Κτίριο, το πρώτο βήμα είναι να καθοριστεί ξεκάθαρα ο θερμικός φάκελος. Ο θερμικός φάκελος επηρεάζει όλα τα υπόλοιπα βήματα στην σχεδιαστική διαδικασία και τα αποτελέσματα όλων των υπολογισμών. Ο φάκελος πρέπει, τόσο να περικλείει το κτίριο χωρίς καμία ασυνέχεια, όσο και να περιλαμβάνει το επίπεδο αεροστεγανότητας. Διαχωρίζει τη ζεστή ή την εσωτερικά κλιματιζόμενη επιφάνεια από την κρύα ή ζεστή εξωτερική επιφάνεια και αποτρέπει την διείσδυση του κρύου αέρα στο σπίτι. Οι διαστάσεις που χρησιμοποιούνται στο RHPP είναι πάντα εξωτερικές. Οπότε, πρέπει να εισαχθούν οι διαστάσεις της εξωτερικής στρώσης του θερμικού φακέλου. Οι τοιχοποιίες που βρίσκονται στο εξωτερικό τμήμα μιας αεριζόμενης κτιριακής κοιλότητας δεν συνυπολογίζονται ως μέρος του θερμικού φακέλου. Ο ορισμός των εξωτερικών διαστάσεων παρουσιάζεται στην Εικόνα 30. Το τελικό όριο βρίσκεται κάτω από την πλάκα δαπέδου, οπότε και για την επιφάνεια θεμελίωσης χρησιμοποιούνται ως σημείο αναφοράς οι εξωτερικές διαστάσεις. Δομικά στοιχεία που έρχονται σε επαφή με το έδαφος λαμβάνονται με κατάλληλο συντελεστή μείωσης.





Εικόνα 30: Υπολογισμός των επιφανειών δομικών στοιχείων με την χρήση εξωτερικών διαστάσεων. [14]

Ομάδα επιφανειών και ζώνες θερμοκρασίας

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| Κλιματιζόμενη επιφάνεια        | 1  |
| Βόρεια κουφώματα               | 2  |
| Ανατολικά κουφώματα            | 3  |
| Νότια κουφώματα                | 4  |
| Δυτικά κουφώματα               | 5  |
| Οριζόντια κουφώματα            | 6  |
| Εξωτερική πόρτα                | 7  |
| Εξωτερικός τοίχος- Εξωτ. αέρας | 8  |
| Εξωτερικός τοίχος – Έδαφος     | 9  |
| Στέγη/ Οροφή – Εξωτ. αέρας     | 10 |
| Πλάκα δαπέδου/ Οροφή υπογείου  | 11 |

Εικόνα 31: Περιγραφή των ομάδων επιφανειών [14]

|                           |    |
|---------------------------|----|
| Θερμογέφυρες εξωτ. αέρα   | 15 |
| Περιμετρικές θερμογέφυρες | 16 |
| Θερμογέφυρες ΠΔ/ΟΥ        | 17 |

Εικόνα 32: Περιγραφή ομάδων θερμογεφυρών [14]

Οι θερμογέφυρες εξετάζονται όπως οι υπόλοιπες επιφάνειες, με τη διαφορά πως η μονάδα μέτρησης τους είναι τα μέτρα και όχι τα τετραγωνικά μέτρα. Οι θερμογέφυρες που σχετίζονται με τα κουφώματα εξετάζονται στο φύλλο εργασίας Κουφώματα. Η τελευταία γραμμή, Ομάδα 18, χρησιμοποιείται για την εισαγωγή τιμών που αφορούν τοίχους οι οποίοι διαχωρίζουν γειτονικά κτίρια (επιφάνειες σε  $m^2$ ). Για κάθε Ομάδα Επιφάνειας, πρέπει να επιλεγεί μια από τις ακόλουθες ζώνες θερμοκρασίας.

- A: Εσωτερικός αέρας σε αντιπαράβολή με εξωτερικό αέρα
- B: Εσωτερικός αέρας σε αντιπαράβολή με έδαφος ή υπόγειο
- P: Θερμογέφυρα στην περίμετρο σε αντιπαράβολή με το έδαφος
- X: Λοιπές επιφάνειες με μειωτικούς συντελεστές που υπολογίζονται ξεχωριστά (π.χ. μη θερμαινόμενο κλιμακοστάσιο). Σε αυτή την περίπτωση, η τιμή πρέπει να καταχωρηθεί στην στήλη «Μειωτικός Συντελεστής». Η υπολογισμένη τιμή θα υπερκαλύψει τον τύπο που ήταν αρχικά στο κελί.

Για τον υπολογισμό της ροής της θερμότητας στα δομικά στοιχεία με ποικίλες θερμοκρασιακές διαφορές, χρησιμοποιούνται κατάλληλοι μειωτικοί συντελεστές,

- Δομικά στοιχεία εκτεθειμένα στον εξωτερικό αέρα (A) : Τα δομικά στοιχεία με αεριζόμενες κατασκευές και τα εκτεθειμένα στον εξωτερικό αέρα δομικά στοιχεία αντιμετωπίζονται με τον ίδιο τρόπο (π.χ. η οροφή υπό αεριζόμενης στέγης). Γενικά, λόγω της εξαιρετικής μόνωσης των εξωτερικών δομικών στοιχείων σε ένα Παθητικό Κτίριο, ο καθορισμός των μειωτικών συντελεστών δεν έχει νόημα σε αυτές τις περιπτώσεις. Συμπερασματικά, για τέτοια δομικά στοιχεία, ο μειωτικός συντελεστής είναι  $f_T = 1$ .
- Δομικά στοιχεία υπό του εδάφους και μη θερμαινόμενα υπόγεια (B) : Ο μειωτικός συντελεστής που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από το κλίμα και την κατασκευή των δομικών στοιχείων που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος. Αν το φύλλο εργασίας Έδαφος είναι συμπληρωμένο, τότε ο μειωτικός συντελεστής θα υπολογιστεί εκεί. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις, ο μειωτικός συντελεστής θα προσεγγιστεί, ανεξαρτήτως του κτιρίου, στο φύλλο εργασίας Κλίμα. Και στις δύο περιπτώσεις, ο συντελεστής  $f_T$  θα μεταφέρεται αυτόματα στο φύλλο εργασίας Επιφάνειες. Τυπικές τιμές για την κεντρική Ευρώπη κυμαίνονται κοντά στο 0.6.
- Δομικά στοιχεία παρακείμενα σε άλλες ζώνες (X).
-

### Εισαγωγή επιφανειών, εξωτερικοί τοίχοι, στέγες και ισόγειο

Οι επιφάνειες είναι δυνατό να εισαχθούν με οποιαδήποτε σειρά. Επιπλέον, Θ οι επιφάνειες αριθμούνται διαδοχικά στη στήλη "Αριθμός Επιφάνειας". Ο χρήστης ορίζει μια αυθαίρετη περιγραφή του δομικού στοιχείου. Η επιλογή κατάλληλης ονομασίας, μας διευκολύνει αργότερα να ανακαλούμε τις επιφάνειες αυτές. Ακολουθώντας αυτά τα βήματα, οι υπολογισμοί κατανοούνται αποτελεσματικότερα.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι επιφάνειες που αναφέρονται σε μια σειρά, όχι μόνο θα πρέπει να έχουν το ίδιο δομικό σύστημα, αλλά και η ευθυγράμμιση και η κλίση τους, καθώς και οι συντελεστές απορροφητικότητας και εκπνεπτικότητας για τον υπολογισμό του ισοζυγίου ακτινοβολίας πρέπει να είναι ίδιοι.

Ίσως είναι απαραίτητο να αφαιρεθούν ορισμένες επιφάνειες από τα ποσά που υπολογίζονται μέχρι το σημείο αυτό. Το RHPP αφαιρεί αυτόματα τα στοιχεία που εισάγονται στο φύλλο εργασίας Κουφώματα από τις αντίστοιχες επιφάνειες εγκατάστασης (τοίχοι, στέγες / οροφές). Όλες οι άλλες επιφάνειες που αφαιρούνται, συμπεριλαμβανομένων των καταχωρήσεων στη σειρά "Εξωτερική πόρτα" σε αυτό το φύλλο εργασίας, θα πρέπει να καθορίζονται από το χρήστη. Η προκύπτουσα υπολογιζόμενη επιφάνεια, εμφανίζεται στη στήλη "Επιφάνεια [m<sup>2</sup>]".

### Τιμές- U

Οι Τιμές-U αποδίδονται επιλέγοντας τα κατάλληλα συστήματα δομικών στοιχείων από την αναπτυσσόμενη λίστα στην δεξιά πλευρά του φύλλου εργασίας.

Για θερμογέφυρες, καθορίζονται οι συντελεστές γραμμικής θερμικής διαπερατότητας Ψ αντί των Τιμών-U. Όλες οι διαστάσεις αφορούν κατά κύριο λόγο τις εξωτερικές διαστάσεις του μονωμένου κελύφους.

### Προσανατολισμός και κλίση

Η κατεύθυνση προς την οποία προσανατολίζονται οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων και των οροφών έχει σημαντική επίδραση στον υπολογισμό του ισοζυγίου ακτινοβολίας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ορίζει τον προσανατολισμό των κουφωμάτων, που είναι εγκατεστημένα στον αντίστοιχο τοίχο ή την οροφή. Αυτό είναι χρήσιμο για τον προσδιορισμό της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του κουφώματος.

Ο Βορράς χρησιμοποιείται ως κατεύθυνση αναφοράς. Όλες οι γωνίες μετρούνται κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού σε σχέση με το Βορρά. Η "απόκλιση από το βορρά" φ, μετράται ως γωνία στο οριζόντιο επίπεδο μεταξύ του άξονα Βορρά-Νότου και της οριζόντιας προβολής μιας φανταστικής δέσμης φωτός κάθετα στο κούφωμα.

Η γωνία κλίσης  $\Theta$  είναι επίσης απαραίτητη για τον υπολογισμό της ολικής ακτινοβολίας. Περιγράφει τη γωνία μεταξύ της κανονικής προς την επιφάνεια και του ζενίθ. Ένας τοίχος που είναι εντελώς κάθετος έχει τιμή  $\Theta=90^\circ$ , ενώ μια επίπεδη οροφή, έχει τιμή  $\Theta=0^\circ$ .

#### Εισαγωγή ιδιοτήτων των επιφανειών που επιδρούν στον ενεργειακό ισοζύγιο του Κτιρίου

Μειωτικός συντελεστής σκίασης: για απολύτως μη σκιασμένες επιφάνειες ο μειωτικός συντελεστής πρέπει να είναι 1. Αυτή η κατάσταση ισχύει ιδιαίτερα για τις επιφάνειες οροφής. Οι τοίχοι κτιρίων που βρίσκονται σε αγροτικές ή προαστιακές περιοχές, με ελάχιστα κοντινά κτίρια, θα έχουν τιμή 0,7. Κτίρια που βρίσκονται στο κέντρο της πόλης ή που έχουν μεγάλες προεξοχές στέγης, θα πρέπει να έχουν μειωτικό συντελεστή σκίασης 0,4. Δεδομένου ότι σε καλά μονωμένα κτίρια η επίδραση της εξωτερικής ακτινοβολίας στις εξωτερικές επιφάνειες δεν είναι τόσο μεγάλη, δεν απαιτείται υπολογισμός αυτού του μειωτικού συντελεστή με περισσότερες λεπτομέρειες. Ωστόσο, αν είναι απαραίτητο, αυτή η τιμή μπορεί να υπολογιστεί με περισσότερη ακρίβεια, με τη βοήθεια των φύλλων εργασίας Κουφώματα και Σκίαση.

Εξωτερική απορροφητικότητα: Ο συντελεστής απορρόφησης της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Αυτή η τιμή κυμαίνεται από 0 (επιφάνεια με αντανακλαστική επίστρωση / καθρέφτη) έως 1 (απολύτως μαύρη επιφάνεια). Οι τυπικές τιμές είναι 0.8 για πλακάκια οροφής και 0.4 για τοίχους επιχρισμένους με λευκό χρώμα. Ειδικά μείγματα βαφής μπορούν να μειώσουν επιλεκτικά τον συντελεστή απορροφητικότητας των επιφανειών στο αόρατο κλάσμα του ηλιακού φάσματος συχνοτήτων χωρίς να μεταβάλλουν την εμφάνιση της επιφάνειας. Με λευκή βαφή, τα ποσοστά απορρόφησης έως το 0.1 μπορούν να επιτευχθούν με αυτόν τον τρόπο. Η ανάκλαση δίνεται συχνά αντί της απορροφητικότητας για τις μετρούμενες χαρακτηριστικές τιμές των προϊόντων. Η μετατροπή μπορεί να πραγματοποιηθεί με ευκολία χρησιμοποιώντας τον τύπο «Απορροφητικότητα =1-Ανάκλαση».

Εξωτερική εκπεμπτικότητα: Είναι ο συντελεστής εκπεμπτικότητας ή οι επιπτώσεις λόγω της εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας της επιφάνειας στο περιβάλλον και τον ψυχρό ουρανό. Στην κλίμακα της συχνότητας της θερμικής υπέρυθρης ακτινοβολία, τα υλικά μπορούν είναι διαφορετικής "φωτεινότητας". Για υλικά που χρησιμοποιούνται πιο συχνά σε κατασκευές, ο συντελεστής εκπεμπτικότητας είναι 0.9. Μη επιστρωμένα μέταλλα μπορούν να λαμβάνουν χαμηλές τιμές της τάξης του 0.15 ακόμα και όταν βρίσκονται εκτεθειμένα στις καιρικές συνθήκες.

#### Υπολογισμός της «Προβολής κτιρίου στο έδαφος»

Εξυπηρετεί μόνο ως πεδίο αναφοράς για την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας και δεν περιλαμβάνεται στην ενότητα "Σύνοψη". Αυτή είναι η επιφάνεια μιας ορθογώνιας προβολής του θερμικού ή κλιματιζόμενου κτιριακού φακέλου (εξωτερικές διαστάσεις) στον οριζόντιο



Ο υπολογισμός της κλιματιζόμενης επιφάνειας λαμβάνει χώρα στους πίνακες που ακολουθούν. Ουσιαστικά, μόνο οι επιφάνειες εντός του θερμικού φακέλου περιλαμβάνονται. Οι επιφάνειες σταθμίζονται διαφορετικά (100% ή 60%), ανάλογα με τη χρήση των δωματίων. Αυτό συμβαίνει με σκοπό να ενθαρρυνθεί η αποδοτική χρήση χώρων υψηλής ποιότητας εντός του θερμικού φακέλου καθώς και προκειμένου να συνυπολογιστούν τα διαφορετικά εσωτερικά θερμικά κέρδη.



|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>Μόνο οι επιφάνειες δαπέδου των δωματίων που εντάσσονται στον θερμικό φάκελο περιλαμβάνονται στην κλιματιζόμενη επιφάνεια των κτιρίων κατοικίας.</p> <p>Η επιφάνεια του δαπέδου ίσως εκτιμηθεί από την μη ολοκληρωμένη διαστασιολόγηση του κτιρίου</p> <p>Τα παρακάτω μπορούν να ληφθούν υπ' όψιν για την επιφάνεια του δαπέδου:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Πλευρική προεξοχή κουφώματος από δάπεδο σε οροφή με βάθος μεγαλύτερο του 0,13 m</li> <li>- Πλίνθοι, περισανιδώματα δαπέδου, εντοιχισμένα έπιπλα, μπανιέρες</li> <li>- Επιφάνειες υπό των κλιμακοστασίων (εξαρτώνται από το ύψος, βλέπε παρακάτω)</li> <li>- Κεφαλή σκάλας και πλατύσκαλα</li> </ul> |  |   |
| <b>Υπολογίζονται κατά 100%</b>  | <b>Υπολογίζονται κατά 60 %</b>   | <b>Υπολογίζονται κατά 0 %</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Χώροι διαβίωσης όπου δαπανούνται μεγάλα χρονικά διαστήματα, (π.χ. επιφάνεια κουφώματος &gt; 10% της επιφάνειας του δαπέδου, αλλά όχι πίσω από γυψοσανίδες)</li> <li>- Λουτρά</li> <li>- Βοηθητικά δωμάτια (περιοχές όπως δωμάτια εγκαταστάσεων, αποθήκες κλπ.) εντός κατοικιών</li> <li>- Περιοχές πρόσβασης και κυκλοφορίας εντός των κατοικιών</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Βοηθητικά δωμάτια εκτός κατοικιών / διαμερισμάτων ή εντός υπογείων*</li> <li>Περιοχές πρόσβασης και κυκλοφορίας εκτός κατοικιών ή εντός υπογείων *</li> <li>*) Σε μονοκατοικίες, τα βοηθητικά δωμάτια και οι επιφάνειες πρόσβασης υπολογίζονται σε ποσοστό 60% εάν βρίσκονται σε ορόφους στους οποίους οι χώροι διαβίωσης αντιστοιχούν σε ποσοστό μικρότερο του 50 % της επιφάνειας του δαπέδου π.χ. στο υπόγειο</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Σκάλες με περισσότερα από 3 σκαλοπάτια</li> <li>- Ανοίγματα(φρεάτια) ανελκυστήρα</li> <li>Ανοίγματα/καμινάδες &gt; 0.1 m<sup>2</sup></li> <li>- Κολώνες &gt; 0.1 m<sup>2</sup></li> <li>- Κενά (κενά πάνω από δωμάτιο με διπλό ύψος)</li> <li>- Θύρες εισόδου και εσοχές υαλοπινάκων από το δάπεδο έως την οροφή (βάθος έως 0.13 m)</li> <li>- Δωμάτια εκτός θερμικού φακέλου</li> </ul> |
| <p>Τα παρακάτω εφαρμόζονται για όλα τα δωμάτια/ τμηματικές περιοχές:</p> <p>Καθαρό ύψος 1 έως 2 m ⇒ η κλιματιζόμενη επιφάνεια μειώνεται κατά 50% (π.χ. επικουρικό δωμάτιο (h = 1.9 m) εκτός της κατοικίας: ήμισυ του 60%, δηλαδή 30%, συνυπολογίζεται στην κλιματιζόμενη επιφάνεια)</p> <p>Καθαρό ύψος μικρότερο του 1 m ⇒ δεν λαμβάνεται υπόψιν</p>  |  |   |

Εικόνα 35: Υπολογισμός της κλιματιζόμενης επιφάνειας για κτίρια τριτογενούς τομέα [14]

| Εισαγωγή επιφάνειας |                                      |                    |                                  |          |     |       |   |       |   |   |   |                                   |   |  |     |                             |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------|----------------------------------|----------|-----|-------|---|-------|---|---|---|-----------------------------------|---|--|-----|-----------------------------|
| Αριθμός επιφάνειας  | Περιγραφή δομικού στοιχείου          | Στον αριθμό ομάδας | Αντιστοίχιση σε ομάδα επιφάνειας | Ποσότητα | x ( | a [m] | x | b [m] | + | Καθαρισμένα από το χρήστη [m <sup>2</sup> ] | - | Αφαίρεση χρήστη [m <sup>2</sup> ] | - | Αφαίρεση επιφανειών κουφωμάτων [m <sup>2</sup> ] | ) = | Επιφάνεια [m <sup>2</sup> ] |
| 35                  | TFA ΚΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ ΥΠΟΓΕΙΟΥ 1           | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 608.00                                      | - |                                   | - | 0.0  | =   | 608.0                       |
| 36                  | TFA ΚΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ ΥΠΟΓΕΙΟΥ 2           | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 19.36                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 19.4                        |
| 37                  | TFA ΚΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ ΥΠΟΓΕΙΟΥ 3           | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 320.00                                      | - |                                   | - | 0.0  | =   | 320.0                       |
| 38                  | TFA ΚΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ ΥΠΟΓΕΙΟΥ 4           | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 20.00                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 20.0                        |
| 39                  | TFA ΚΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ ΥΠΟΓΕΙΟΥ 5           | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 109.00                                      | - |                                   | - | 0.0  | =   | 109.0                       |
| 40                  | TFA ΚΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ ΥΠΟΓΕΙΟΥ 6           | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 109.00                                      | - |                                   | - | 0.0  | =   | 109.0                       |
| 41                  | TFA ΚΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ ΥΠΟΓΕΙΟΥ 7           | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 442.00                                      | - |                                   | - | 0.0  | =   | 442.0                       |
| 42                  | TFA ΒΟΙΤΗΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ERG               | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 57.98                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 58.0                        |
| 43                  | TFA ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ            | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 24.64                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 24.6                        |
| 44                  | TFA ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ            | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 57.98                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 58.0                        |
| 45                  | TFA ΚΕΝΟΣ ΧΩΡΟΣ                      | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 120.00                                      | - |                                   | - | 0.0  | =   | 120.0                       |
| 46                  | TFA ΑΕΡΟΣΥΡΑΓΓΑ                      | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 59.00                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 59.0                        |
| 47                  |                                      |                    |                                  |          | x ( |       | x |       | + |   | - |                                   | - | 0.0  | =   |                             |
| 48                  | 0 - ΓΡΑΦΕΙΟ 1                        | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 14.93                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 14.9                        |
| 49                  | 0 - ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΕΩΝ             | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 59.70                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 59.7                        |
| 50                  | 0 - ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ-ΑΠΟΘΗΚΗ 1            | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 10.70                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 10.7                        |
| 51                  | 0 - ΑΝΕΜΟΦΡΑΚΤΗΣ 1                   | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 5.78  | - |                                   | - | 0.0  | =   | 5.8                         |
| 52                  | 0 - ΕΙΣΟΔΟΣ - ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ-ΧΩΡΙΣ ΣΚΑΛΕΣ | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 120.81                                      | - |                                   | - | 0.0  | =   | 120.8                       |
| 53                  | 0 - ΘΥΡΩΡΕΙΟ                         | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 6.33  | - |                                   | - | 0.0  | =   | 6.3                         |
| 54                  | 0 - ΚΑΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ 0                  | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 16.30                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 16.3                        |
| 55                  | 0 - ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ-ΑΠΟΘΗΚΗ 2            | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 11.81                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 11.8                        |
| 56                  | 0 - ΠΡΟΛΑΘΑΜΟΣ                       | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 2.59  | - |                                   | - | 0.0  | =   | 2.6                         |
| 57                  | 0 - ΤΟΥΛΑΓΕΤΣ                        | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 7.23  | - |                                   | - | 0.0  | =   | 7.2                         |
| 58                  | 0 - ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ              | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 0.00  | - |                                   | - | 0.0  | =   | 0.0                         |
| 59                  | 0 - ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 0 ΣΤΟ ΔΕΞΙΟ ΜΕΡΟΣ      | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 89.00                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 89.0                        |
| 60                  | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 3                        | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 34.20                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 34.2                        |
| 61                  | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 4                        | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 22.50                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 22.5                        |
| 62                  | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 5                        | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 22.50                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 22.5                        |
| 63                  | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 6                        | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 34.20                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 34.2                        |
| 64                  | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 7                        | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 17.90                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 17.9                        |
| 65                  | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 8                        | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 38.34                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 38.3                        |
| 66                  | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 9                        | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 18.75                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 18.8                        |
| 67                  | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 10                       | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 18.75                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 18.8                        |
| 68                  | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 11                       | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 18.75                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 18.8                        |
| 69                  | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 12                       | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 27.12                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 27.1                        |
| 70                  | A - ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 3 + EXTRA              | 1                  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1        | x ( |       | x |       | + | 52.20                                       | - |                                   | - | 0.0  | =   | 52.2                        |



|     |                              |   |                         |   |   |   |   |   |         |   |   |     |     |   |        |
|-----|------------------------------|---|-------------------------|---|---|---|---|---|---------|---|---|-----|-----|---|--------|
| 113 | Δ - ΧΩΡΟΣ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟΥ Δ.1 | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 9.70    | - | ) | -   | 0.0 | = | 9.7    |
| 114 | Δ - Η/Μ                      | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 0.61    | - | ) | -   | 0.0 | = | 0.6    |
| 115 | Δ - ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ      | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 0.00    | - | ) | -   | 0.0 | = | 0.0    |
| 116 |                              | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | x | ( | x | + |   | -       | ) | - | 0.0 | =   |   |        |
| 117 | Θ - ΓΡΑΦΕΙΟ 2                | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 26.78   | - | ) | -   | 0.0 | = | 26.8   |
| 118 | Θ - ΑΠΟΘΗΚΗ 1                | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 19.41   | - | ) | -   | 0.0 | = | 19.4   |
| 119 | Θ - ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 1    | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 127.78  | - | ) | -   | 0.0 | = | 127.8  |
| 120 |                              | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | x | ( | x | + |   | -       | ) | - | 0.0 | =   |   |        |
| 121 | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 13               | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 9.38    | - | ) | -   | 0.0 | = | 9.4    |
| 122 | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 14               | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 8.85    | - | ) | -   | 0.0 | = | 8.9    |
| 123 | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 15               | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 16.00   | - | ) | -   | 0.0 | = | 16.0   |
| 124 | A - ΑΠΟΘΗΚΗ 5                | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 6.20    | - | ) | -   | 0.0 | = | 6.2    |
| 125 | A - ΕΥΛΟΥΡΓΕΙΟ               | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 57.98   | - | ) | -   | 0.0 | = | 58.0   |
| 126 | A - ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 4              | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 34.98   | - | ) | -   | 0.0 | = | 35.0   |
| 127 | A - ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ Α.2        | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 13.00   | - | ) | -   | 0.0 | = | 13.0   |
| 128 | B - ΓΡΑΦΕΙΟ 22               | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 6.28    | - | ) | -   | 0.0 | = | 6.3    |
| 129 | B - ΓΡΑΦΕΙΟ 23               | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 18.60   | - | ) | -   | 0.0 | = | 18.6   |
| 130 | B - ΓΡΑΦΕΙΟ 24               | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 26.90   | - | ) | -   | 0.0 | = | 26.9   |
| 131 | B - ΓΡΑΦΕΙΟ 25               | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 43.30   | - | ) | -   | 0.0 | = | 43.3   |
| 132 | B - ΠΡΟΛΑΒΑΜΟΣ 3             | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 7.64    | - | ) | -   | 0.0 | = | 7.6    |
| 133 | B - ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 6              | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 34.80   | - | ) | -   | 0.0 | = | 34.8   |
| 134 | B - ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ Β.2        | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 13.00   | - | ) | -   | 0.0 | = | 13.0   |
| 135 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 41               | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 66.00   | - | ) | -   | 0.0 | = | 66.0   |
| 136 | Γ - ΧΩΡΟΣ 1                  | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 82.20   | - | ) | -   | 0.0 | = | 82.2   |
| 137 | Γ - ΑΠΟΘΗΚΗ 7                | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 7.00    | - | ) | -   | 0.0 | = | 7.0    |
| 138 | Γ - ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ Γ.2        | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 13.00   | - | ) | -   | 0.0 | = | 13.0   |
| 139 | ΧΩΡΟΣ 1                      | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 82.20   | - | ) | -   | 0.0 | = | 82.2   |
| 140 |                              |   |                         | x | ( | x | + |   | -       | ) | - | 0.0 | =   |   |        |
| 141 | A - ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ ΕΡΓΑΣΤ. 2    | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 9.00    | - | ) | -   | 0.0 | = | 9.0    |
| 142 | A - ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ ΕΡΓΑΣΤ. 3    | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 9.00    | - | ) | -   | 0.0 | = | 9.0    |
| 143 | A - ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ ΕΡΓΑΣΤ. 4    | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 9.00    | - | ) | -   | 0.0 | = | 9.0    |
| 144 | A - ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΖΟΡΟΦΟ          | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 1043.00 | - | ) | -   | 0.0 | = | 1043.0 |
| 145 |                              |   |                         | x | ( | x | + |   | -       | ) | - | 0.0 | =   |   |        |
| 146 | ΧΩΡΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ Θ          | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 389.00  | - | ) | -   | 0.0 | = | 389.0  |
| 147 | ΧΩΡΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΖΟΡΟΦΟ     | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 1144.50 | - | ) | -   | 0.0 | = | 1144.5 |
| 148 | ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ 3                | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 34.17   | - | ) | -   | 0.0 | = | 34.2   |
| 149 | ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ 4                | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 43.57   | - | ) | -   | 0.0 | = | 43.6   |
| 150 | ΑΝΕΜΟΦΡΑΚΤΗΣ 2               | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 6.00    | - | ) | -   | 0.0 | = | 6.0    |
| 151 | ΑΝΕΜΟΦΡΑΚΤΗΣ 3               | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 6.00    | - | ) | -   | 0.0 | = | 6.0    |
| 152 | ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ 5                | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 8.45    | - | ) | -   | 0.0 | = | 8.5    |
| 153 | ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ 6                | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 8.45    | - | ) | -   | 0.0 | = | 8.5    |
| 154 | ΑΠΟΘΗΚΗ 2                    | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 78.35   | - | ) | -   | 0.0 | = | 78.4   |
| 155 | ΑΙΘΟΥΣΑ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ 1          | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 27.45   | - | ) | -   | 0.0 | = | 27.5   |
| 156 | ΑΠΟΘΗΚΗ 3                    | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 19.70   | - | ) | -   | 0.0 | = | 19.7   |
| 157 | ΑΠΟΘΗΚΗ 4                    | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 31.75   | - | ) | -   | 0.0 | = | 31.8   |
| 158 | ΤΟΥΛΑΕΤΕΣ 2                  | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 3.56    | - | ) | -   | 0.0 | = | 3.6    |
| 159 | ΤΟΥΛΑΕΤΕΣ 3                  | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 8.92    | - | ) | -   | 0.0 | = | 8.9    |
| 160 | ΤΟΥΛΑΕΤΕΣ ΑΜΕΑ 1             | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 6.90    | - | ) | -   | 0.0 | = | 6.9    |
| 161 | ΝΤΟΥΣ 1                      | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 2.00    | - | ) | -   | 0.0 | = | 2.0    |
| 162 | ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 1                  | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 3.43    | - | ) | -   | 0.0 | = | 3.4    |
| 163 | ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 2                  | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 4.80    | - | ) | -   | 0.0 | = | 4.8    |
| 164 | ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕ ΒΑΡΚΕΣ ΖΟΡΟΦΟ  | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 1182.00 | - | ) | -   | 0.0 | = | 1182.0 |
| 165 | Θ - ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ ΕΡΓΑΣΤ. 1    | 1 | Κλιματιζόμενη επιφάνεια | 1 | x | ( | x | + | 220.00  | - | ) | -   | 0.0 | = | 220.0  |

Εικόνα 36: Εισαγωγή κλιματιζόμενης επιφάνειας

### Λίστα θερμογεφυρών

Το ΡΗΡΡ επιτρέπει την ολοκληρωμένη εξέταση όλων των ροών θερμότητας. Οι σχεδιαστικές αρχές της «Κατασκευής ελεύθερης θερμογεφυρών» συνιστώνται ιδιαιτέρως στα Παθητικά Κτίρια. Όταν αυτές οι αρχές ακολουθούνται, οι συμπληρωματικές ροές θερμότητας μέσω των θερμογεφυρών είναι τόσο λίγες ώστε είναι δυνατόν να μην ληφθούν υπ' όψιν κατά τους υπολογισμούς [ΡΗΙ 1995/5]. Συχνά η συμπληρωματική απώλεια θερμότητας σε μερικά τμήματα της κατασκευής μπορεί να είναι αρνητική, γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα λιγότερη θερμική απώλεια σε σχέση με την ένδειξη χωρίς τον υπολογισμό των τιμών ακριβείας.

Υπάρχουν δύο εναλλακτικές μέθοδοι για τον υπολογισμό γραμμικών θερμογεφυρών στο ΡΗΡΡ:

- Μόνο οι θερμογέφυρες με γραμμική θερμική μετάδοση  $\Psi$  μεγαλύτερη του 0.01 W/(mK) εισάγονται RHPP. Οι γραμμικές θερμογέφυρες με γραμμική θερμική μετάδοση  $\Psi$  μικρότερη ή ίση του 0.01 W/(mK) και οι γραμμικά αρνητικές θερμογέφυρες δεν λαμβάνονται υπ' όψιν.
- Αυτή είναι η μέθοδος που προτιμάται για τον υπολογισμό των Παθητικών Κτιρίων. Όλες οι θερμογέφυρες με αρνητικές και θετικές γραμμικά θερμικές μεταδόσεις εισάγονται εξ' ολοκλήρου στο RHPP.

Στη παρούσα μελέτη, όλες οι θερμογέφυρες εισάγονται στο RHPP.

Για να ληφθούν υπ' όψιν οι επιπτώσεις από τις θερμογέφυρες, οι συντελεστές των γραμμικά θερμικών μεταδόσεων ( $\Psi$ ) (με αναφορά στις εξωτερικές διαστάσεις) πρέπει να είναι διαθέσιμοι.

| Σύνοψη                     |                                  |                |                   |                |   |
|----------------------------|----------------------------------|----------------|-------------------|----------------|---|
| Ζώνη θερμοκρασίας          | Ομάδα επιφάνειας                 | Αριθμός ομάδας | Επιφάνεια / Μήκος | Μονάδα         | Παρατήρηση  |
|                            | Κλιματιζόμενη επιφάνεια          | 1              | 8623.85           | m <sup>2</sup> | Κλιματιζόμενη επιφάνεια σύμφωνα με το εγχειρίδιο του RHPP   |
| A                          | Βόρεια κουφώματα                 | 2              | 74.52             | m <sup>2</sup> | Τα αποτελέσματα προέρχονται από το φύλλο εργασίας 'Κουφώματα', στο οποίο οι επιφάνειες των κουφωμάτων εισάγονται και αφαιρούνται από τις μεμονωμένες αδιαφανείς επιφάνειες. |
| A                          | Ανατολικά κουφώματα              | 3              | 166.69            | m <sup>2</sup> |   |
| A                          | Νότια κουφώματα                  | 4              | 18.18             | m <sup>2</sup> |   |
| A                          | Δυτικά κουφώματα                 | 5              | 379.47            | m <sup>2</sup> |   |
| A                          | Οριζόντια κουφώματα              | 6              | 0.00              | m <sup>2</sup> |   |
| A                          | Εξωτερική πόρτα                  | 7              | 32.40             | m <sup>2</sup> |   |
| A                          | Εξωτερικός τοίχος - Εξωτ. αέρας  | 8              | 3880.14           | m <sup>2</sup> | Η θερμοκρασιακή ζώνη "A" είναι ο εξωτερικός αέρας   |
| B                          | Εξωτερικός τοίχος - Έδαφος       | 9              | 1920.06           | m <sup>2</sup> | Η θερμοκρασιακή ζώνη "B" είναι το έδαφος  |
| A                          | Στέγη/Οροφή - Εξωτ. αέρας        | 10             | 4603.23           | m <sup>2</sup> |   |
| B                          | Πλάκα δαπέδου / Οροφή υπογείο    | 11             | 4467.60           | m <sup>2</sup> |   |
|                            |                                  | 12             | 0.00              | m <sup>2</sup> | Οι θερμοκρασιακές ζώνες "A", "B", "P" και "X" μπορούν να χρησιμοποιηθούν. ΟΧΙ "I"   |
|                            |                                  | 13             | 0.00              | m <sup>2</sup> | Οι θερμοκρασιακές ζώνες "A", "B", "P" και "X" μπορούν να χρησιμοποιηθούν. ΟΧΙ "I" Συντελεστής για X   |
| X                          |                                  | 14             | 0.00              | m <sup>2</sup> | Θερμοκρασιακή ζώνη "X": Παρακαλώ εισάγετε τον καθορισμένο από τον χρήστη μειωτικό συντελεστή ( $0 < f < 1$ ).   |
| A                          | Θερμογέφυρες εξωτ. αέρα          | 15             | 0.00              | m              | Μονάδες σε m  |
| P                          | Περιμετρικές θερμογέφυρες        | 16             | 0.00              | m              | Μονάδες σε m; Θερμοκρασιακή ζώνη "P" είναι περίμετρος (βλέπε φύλλο εργασίας "Έδαφος")   |
| B                          | Θερμογέφυρες ΠΔ/ΟΥ               | 17             | 0.00              | m              | Μονάδες σε m  |
| I                          | Δομικό στοιχείο προς όμορο κτίρι | 18             | 0.00              | m <sup>2</sup> | Όχι απώλειες θερμότητας, λαμβάνεται υπόψη μόνο για τον υπολογισμό του φορτίου θέρμανσης   |
| Συνολικός θερμικός φάκελος |                                  |                | 15542.29          | m <sup>2</sup> |   |

| Επισκόπηση δομικού στοιχείου        | Μέση Τιμή-<br>U<br>[W/(m²K)] | Κέρδη λογω<br>ακτινοβολίας<br>κατά την<br>περίοδο<br>θέρμανσης | Φορτίο<br>ακτινοβολίας<br>κατά την<br>περίοδο<br>ψύξης |
|-------------------------------------|------------------------------|--|--|
|                                     |                              | 6 Μήνες  | 4 Μήνες  |
| Βόρεια κουφώματα                    | 0.813                        | 2569   | 3552   |
| Ανατολικά κουφώματα                 | 1.060                        | 14848  | 7956   |
| Νότια κουφώματα                     | 0.804                        | 275  | 150  |
| Δυτικά κουφώματα                    | 0.787                        | 36824  | 23801  |
| Οριζόντια κουφώματα                 |                              |  |  |
| Εξωτερική πόρτα                     | 0.650                        |  |  |
| Εξωτερικός τοίχος - Εξωτ. αέρας     | 0.189                        | 1776   | 2447   |
| Εξωτερικός τοίχος - Έδαφος          | 0.280                        |  |  |
| Στέγη/Οροφή - Εξωτ. αέρας           | 0.278                        | 3111   | 8717   |
| Πλάκα δαπέδου / Οροφή υπογείου      | 3.318                        |  |  |
|                                     |                              |  |  |
|                                     |                              |  |  |
|                                     |                              |  |  |
|                                     |                              |  |  |
| <b>Θερμογέφυρες - Επισκόπηση</b>    | <b>Ψ [W/(mK)]</b>            |  |  |
| Θερμογέφυρες εξωτ. αέρα             |                              |  |  |
| Περιμετρικές θερμογέφυρες           |                              |  |  |
| Θερμογέφυρες ΠΔ/ΟΥ                  |                              |  |  |
| Δομικό στοιχείο προς όμορο κτίριο   |                              |  |  |
| <b>Μέση Τιμή-U θερμικού φακέλου</b> | <b>1.155</b>                 |  |  |

Εικόνα 37: Σύνοψη επιφανειών

| Εισαγωγές θερμογεφυρών |                         |                |                                    |           |     |           |   |                     |             |   | Zusicherung anlegen   |   |                            |                 |  |
|------------------------|-------------------------|----------------|------------------------------------|-----------|-----|-----------|---|---------------------|-------------|---|---|---|----------------------------|-----------------|--|
| Αριθμός                | Θερμογεφερά - ονομασία  | Αριθμός Ομάδας | Αντιστοίχιση σε ομάδα θερμογεφυρών | Ποσ όμη α | x ( | Μήκος [m] | - | Μήκος αφάρτασης [m] | Μήκος l [m] | Καθορισμένη από το χρήστη τιμή Ψ [W/(mK)] | Καθορισμένο από το χρήστη f <sub>Re,235</sub> (παρασχετικό) | ή | Επιλογή δομικού συστήματος | Τιμή-Ψ [W/(mK)] | f <sub>Re</sub> -Πληρούται η προϋπόθεση; |
| 1                      | Περιμετρικές ΘΓ         | 16             | Περιμετρικές Θερμογέφυρες          | 0         | x ( | 566.00    | - |                     | 0.00        | -0.595                                    |   | ή |                            | -0.595          |  |
| 2                      | Εξωτερικός τοίχος-οροφή | 15             | Θερμογέφυρες εξωτ. αέρα            | 0         | x ( | 441.00    | - |                     | 0.00        | -0.110                                    |   | ή |                            | -0.110          |  |

Εικόνα 38: Εισαγωγή θερμογεφυρών

Στο παράρτημα II παρουσιάζονται οι κατηγορίες των θερμογεφυρών, από όπου και αντλήθηκαν τα δεδομένα για τον υπολογισμό τους.

## 5.5 Φύλλο εργασίας Έδαφος: Υπολογισμός θερμικών απωλειών από στοιχεία κτιρίου υπό του εδάφους

### Οδηγίες για την συμπλήρωση του φύλλου εργασίας Έδαφος

- Θερμαινόμενο υπόγειο: Αυτός ο τύπος μπορεί επίσης να εφαρμοστεί σε πλάκες ορόφων οι οποίες είναι μερικά ή συνολικά κάτω από την επιφάνεια εδάφους. Στην περίπτωση αυτή το τμήμα του εξωτερικού τοίχου που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους εισάγεται ως τοίχος υπογείου.
- Μη θερμαινόμενο υπόγειο.
- Εδαφόπλακα: Αυτός ο τύπος εφαρμόζεται σε κάθε ομοιόμορφα μονωμένη πλάκα δαπέδου. Οι πλάκες δαπέδου μπορούν να έχουν επιπλέον περιμετρική μόνωση.

- Υπερυψωμένο δάπεδο: Εφαρμόζεται στους πάνω από το έδαφος αεριζόμενους χαμηλούς χώρους της θεμελίωσης.

Όταν ένα κτίριο έχει πολλούς τύπους δαπέδων, οι μειωτικοί συντελεστές για κάθε τύπο πρέπει να υπολογιστούν ξεχωριστά κάνοντας εισαγωγή πολλαπλών φύλλων εργασίας Εδάφους, όπως απαιτείται κατά περίπτωση, προκειμένου να υπολογιστούν οι αντίστοιχοι συντελεστές για τους επιπρόσθετους τύπους.

#### Σταθερά δεδομένα του παρόντος κτιρίου

Στη παρούσα μελέτη, υφίσταται η περίπτωση του θερμαινόμενου υπογείου. Ένα σημαντικό δεδομένο που απαιτεί η συμπλήρωση του PHPP είναι το μέσο βάθος υπογείου  $z$ ), δηλαδή η απόσταση από το επίπεδο του εδάφους έως το κάτω άκρο του δαπέδου του υπογείου. Γενικά, η επιφάνεια των τοίχων του υπογείου καθορίζεται αυτόματα από το μήκος της περιμέτρου και το βάθος του υπογείου. Στην περίπτωσή μας όμως, επειδή οι εξωτερικοί τοίχοι του υπογείου είναι είτε υπό, είτε υπέρ του εδάφους, το μέσο βάθος υπογείου ( $z$ ) υπολογίζεται έμμεσα από τη διαίρεση του συνολικού εμβαδού των εξωτερικών τοίχων του υπογείου με την περίμετρο της εδαφόπλακας.

Η θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους ανεβαίνει και πέφτει στην διάρκεια του χρόνου ακολουθώντας ημιτονοειδή καμπύλη με πλάτος κύματος περίπου ίσο με το ήμισυ της διαφοράς μεταξύ της μέγιστης και ελάχιστης μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Ο υπολογισμός στο φύλλο εργασίας Έδαφος βασίζεται στη θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους αντί για την περιβάλλουσα θερμοκρασία. Δεν υπάρχει επίδραση στρώματος εξωτερικού αέρα σε αυτό το ενδιάμεσο και η τιμή  $R_{se} = 0$  χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των Τιμών- $U$  των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος (..) (Εικόνα 28, Εικόνα 29). Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται εδώ βασίζονται σε ένα σταθερό σημείο θερμοκρασίας δωματίου στην περίοδο ενός έτους.

#### Ιδιότητες εδάφους

Τυπικές τιμές παρέχονται ως προεπιλογή για τις ιδιότητες του εδάφους (Εικόνα 10.45). Οι τιμές αυτές πρέπει να αναθεωρούνται όταν υπάρχουν διαθέσιμα πιο ακριβή στοιχεία.

| Τύπος εδάφους                | Θερμική Αγωγιμότητα<br>$\lambda$ [W/(mK)] | Θερμοχωρητικότητα όγκου $\rho c$ [MJ/(m <sup>3</sup> K)] |
|------------------------------|---|--|
| Ιλύς / Άργιλος               | 1.5                                       | 3  |
| Τύρφη                        | 0.4                                       | 3  |
| Ξηρά άμμος / χαλίκι          | 1.5                                       | 1.5  |
| Υγρή άμμος / χαλίκι, υγρασία | 2   | 2  |
| Κορεσμένη άργιλος            | 3   | 3  |
| Βράχος                       | 3.5                                       | 2  |

Εικόνα 39: Θερμική αγωγιμότητα και χωρητικότητα θερμότητας βάσει συγκεκριμένων όγκων για διαφορετικά είδη εδάφους. [14]

Στην περίπτωση των παρόντων μελετών, το έδαφος πληροί τις ιδιότητες της «υγρή άμμου/χαλίκι, υγρασία» .

| Χαρακτηριστικά εδάφους     |           |      |                       |
|----------------------------|-----------|------|-----------------------|
| Θερμική αγωγιμότητα        | $\lambda$ | 2.0  | W/(mK)                |
| Θερμοχωρητικότητα          | $\rho c$  | 2.0  | MJ/(m <sup>3</sup> K) |
| Περιοδικό βάθος διείσδυσης | $\delta$  | 3.17 | m                     |

| Κλιματικά δεδομένα                      |                |      |       |
|---|----------------|------|-------|
| Μέση εσωτερική θερμοκρασία τον χειμώνα  | $T_i$          | 20.0 | °C    |
| Μέση εσωτερική θερμοκρασία το καλοκαίρι | $T_i$          | 25.0 | °C    |
| Μέση θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους     | $T_{g,ave}$    | 18.4 | °C    |
| Εύρος της $T_{g,ave}$                   | $T_{g,\Delta}$ | 9.3  | °C    |
| Διαφορά φάσης της $T_{g,ave}$           | $\tau$         | 1.4  | Μήνες |
| Διάρκεια της περιόδου θέρμανσης         | $n$            | 3.6  | Μήνες |
| Βαθμώδεις-εξωτερική                     | $G_e$          | 29.2 | kWh/a |

Εικόνα 40: Χαρακτηριστικά εδάφους.

### Υπόγεια ύδατα

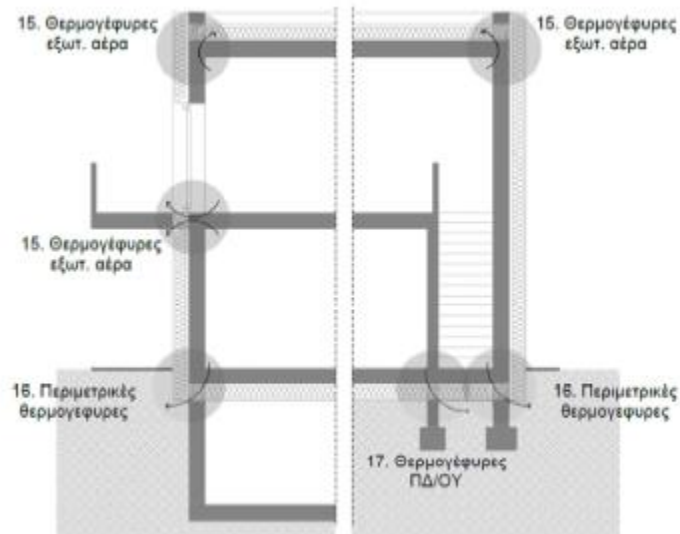
Όσον αφορά στα υπόγεια ύδατα, όπως και στις παρούσες μελέτες, δεν υπάρχει λόγος να ληφθούν υπόψη στις περισσότερες περιπτώσεις. Οι απώλειες θερμότητας προς τα υπόγεια ύδατα αποκτούν σημασία εάν το βάθος των υπογείων υδάτων είναι λιγότερο από 3m και οι ταχύτητες της ροής του νερού είναι μεγαλύτερες από 0.2 m/ημ. Για κάποιες από αυτές τις συνθήκες, συντελεστές διόρθωσης δίνονται στη νόρμα DIN EN ISO 13370. Αυτοί οι παράγοντες αρχικά είχαν υπολογιστεί για πλάκα πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Το PHI έχει αναπτύξει ένα φιλικό στο χρήστη τύπο υπολογισμού που είναι μια παρεμβολή μεταξύ των συντελεστών αυτών. Μέχρι να είναι διαθέσιμες περισσότερες τυπικές μέθοδοι, προτείνεται να χρησιμοποιείται αυτή η προσέγγιση για τα υπόγεια.

Οι δύο τιμές πρέπει να εισαχθούν είναι:

$z_w$ : Το βάθος των υπογείων υδάτων κάτω από το κτίριο (κάτω από την πλάκα δαπέδου του υπογείου για τα υπόγεια).

$q_w$ : Ταχύτητα ροής υπογείων υδάτων. Η ταχύτητα φιλτραρίσματος πρέπει να εισαχθεί εδώ, δηλαδή η μέση ποσότητα νερού που ρέει ανά τετραγωνικό μέτρο κατά τη διάρκεια της ημέρας.

### Θερμογέφυρες πλάκας δαπέδου



Εικόνα 41: Θέση των θερμογεφυρών σύμφωνα με τον αριθμό των ομάδων [14]

### Αποτελέσματα φύλλου εργασίας Έδαφος

Τα αποτελέσματα του φύλλου εργασίας Έδαφος αποτελούνται από τρία μέρη. Το πρώτο αποτέλεσμα είναι ο μειωτικός συντελεστής στο έδαφος που χρησιμοποιείται στην ετήσια μέθοδο. Εάν υπολογίζονται πολύ χαμηλοί μειωτικοί συντελεστές, εμφανίζεται ένα προειδοποιητικό μήνυμα στο φύλλο εργασίας Έλεγχος. Ο υπολογισμός πρέπει στη συνέχεια να ελεγχθεί προσεκτικά: η διαμορφωμένη επιφάνεια κτιρίου στην πραγματικότητα περιβάλλεται από σχετικά καλά μονωτικό υλικό εδάφους. Δεν υπάρχουν πραγματικά ροές υπογείων υδάτων ούτε υπόγεια κάτω από την πλάκα δαπέδου, ή κάτι παρόμοιο.

Το δεύτερο αποτέλεσμα παρέχει τις μέσες θερμοκρασίες εδάφους που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό της μηνιαίας μεθόδου για την απαίτηση θέρμανσης και την ωφέλιμη απαίτηση ψύξης. Οι διαφορές μεταξύ θερινών και χειμερινών δεδομένων προκύπτουν από τις διαφορετικές θερμοκρασίες εσωτερικού χώρου.

Το τρίτο αποτέλεσμα είναι η θερμοκρασία σχεδιασμού που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των φορτίων θέρμανσης και ψύξης.

Τμήμα κτιρίου 1

|  |    |        |          |   |                |       |         |
|--|----|--------|----------|---|----------------|-------|---------|
| <b>Χαρακτηριστικά εδάφους</b>  |    |        |          | <b>Κλιματικά δεδομένα</b>                               |                |       |         |
| Θερμική αγωγιμότητα  | λ  | 2.0    | W/(mK)   | Μέση εσωτερική θερμοκρασία τον χειμώνα                  | $T_i$          | 20.0  | °C      |
| Θερμωρητικότητα  | ρC | 2.0    | MJ/(m³K) | Μέση εσωτερική θερμοκρασία το καλοκαίρι                 | $T_i$          | 25.0  | °C      |
| Περιοδικό βάθος διείσδυσης   | δ  | 3.17   | m        | Μέση θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους                     | $T_{g,ave}$    | 18.4  | °C      |
|  |    |        |          | Εύρος της $T_{g,ave}$                                   | $T_{g,\Delta}$ | 9.3   | °C      |
|  |    |        |          | Διαφορά φάσης της $T_{a,m}$                             | τ              | 1.4   | Μήνες   |
|  |    |        |          | Διάρκεια της περιόδου θέρμανσης                         | n              | 3.6   | Μήνες   |
|  |    |        |          | Βαθμώρες-εξωτερική                                      | $G_e$          | 29.2  | kWh/a   |
| <b>Δεδομένα κτιρίου</b>  |    |        |          | <b>Τιμή-U πλάκας διαπέδου/οροφής υπογείου</b>           |                |       |         |
| Επιφάνεια εδαφόπλακας / οροφής υπογείου  | A  | 4467.6 | m²       | ΘΓς πλάκας διαπέδου / οροφής υπογείου                   | $\Psi_{B'1}$   | 0.01  | W/K     |
| Μήκος περιμέτρου   | P  | 566.0  | m        | Τιμή-U πλάκας διαπέδου / οροφής υπογείου συμμετ. $U_i'$ |                | 3.380 | W/(m²K) |
| Χαρακτηριστική διάσταση της εδαφόπλακας  | B' | 15.79  | m        | Ισοδύναμο πάχος διαπέδου                                | $d_e$          | 0.59  | m       |
| <b>x</b> Θερμανόμενο υπόγειο ή πλάκα διαπέδου πλήρως / ή μερικώς κάτω από το επίπεδο του εδάφους |    |        |          | Τιμή-U τοίχου κάτω από το έδαφος                        |                |       |         |
| Ύψος τοίχου υπογείου κάτω από το έδαφος  | Z  | 3.00   | m        |   | $U_{wB}$       | 0.280 | W/(m²K) |

Εικόνα 42: Δεδομένα κτιρίου στο φύλλο εργασίας 'Εδαφος

|   |                 |          |       |   |                                      |        |      |      |      |      |      |      |           |
|---|-----------------|----------|-------|---|--------------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| <b>Ενδιάμεσα αποτελέσματα</b>   |                 |          |       | <b>Ροή θερμότητας σταθερής κατάστασης</b> |                                      |        |      |      |      |      |      |      |           |
| Διαφορά φάσης   | β               | 0.94     | Μήνες | Φ <sub>stat</sub>                         | 4380.3                               | W      |      |      |      |      |      |      |           |
| Θερμοπερατότητα σε σταθερή κατάσταση  | L <sub>S</sub>  | 2656.36  | W/K   | Φ <sub>harm</sub>                         | 5742.7                               | W      |      |      |      |      |      |      |           |
| Εξωτερική περιοδική θερμοπερατότητα   | L <sub>pe</sub> | 819.78   | W/K   | Q <sub>tot</sub>                          | 26524                                | kWh    |      |      |      |      |      |      |           |
| Θερμοπερατότητα κτιρίου   | L <sub>0</sub>  | 10566.19 | W/K   |   |                                      |        |      |      |      |      |      |      |           |
| <b>Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες στο έδαφος για μηνιαία μέθοδο (δομικό στοιχείο 1)</b>          |                 |          |       |   |                                      |        |      |      |      |      |      |      |           |
| Μήνας   | 1               | 2        | 3     | 4   | 5                                    | 6      | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | Μέση τιμή |
| Χειμώνας  | 19.0            | 18.9     | 18.9  | 19.1                                      | 19.5                                 | 19.8   | 20.1 | 20.3 | 20.3 | 20.0 | 19.7 | 19.3 | 19.6      |
| Καλοκαίρι   | 22.8            | 22.6     | 22.7  | 22.9                                      | 23.2                                 | 23.6   | 23.9 | 24.0 | 24.0 | 23.8 | 23.4 | 23.1 | 23.3      |
| Θερμοκρασία σχεδιασμού εδάφους για το φύλλο εργασίας 'Φορτίο Θέρμανσης'                       |                 |          |       | 18.9                                      | Για το φύλλο εργασίας 'Φορτίο Ψύξης' |        |      |      | 24.0 |      |      |      |           |
| Μειωτικός συντελεστής για το φύλλο εργασίας 'Ετήσια Θέρμανση'                                 |                 |          |       |   |                                      |        |      | 0.09 |      |      |      |      |           |
| <b>Συνολικό αποτέλεσμα (για όλα τα μέρη του κτιρίου)</b>                                      |                 |          |       |   |                                      |        |      |      |      |      |      |      |           |
| Διαφορά φάσης   | β               | 0.94     | Μήνες | Ροή θερμότητας σταθερής κατάστασης        | Φ <sub>stat</sub>                    | 4380.3 | W    |      |      |      |      |      |           |
| Θερμοπερατότητα σταθερής κατάστασης   | L <sub>S</sub>  | 2656.36  | W/K   | Περιοδική ροή θερμότητας                  | Φ <sub>harm</sub>                    | 5742.7 | W    |      |      |      |      |      |           |
| Εξωτερική περιοδική θερμοπερατότητα   | L <sub>pe</sub> | 819.78   | W/K   | Απώλειες θερμότητας περιόδου θέρμανσης    | Q <sub>tot</sub>                     | 26524  | kWh  |      |      |      |      |      |           |
| Θερμοπερατότητα κτιρίου   | L <sub>0</sub>  | 10566.19 | W/K   | Χαρακτηριστική διάσταση εδαφόπλακας       | B'                                   | 18.61  | m    |      |      |      |      |      |           |
| <b>Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες στο έδαφος για την μηνιαία μέθοδο (όλα τα δομικά στοιχεία)</b> |                 |          |       |   |                                      |        |      |      |      |      |      |      |           |
| Μήνας   | 1               | 2        | 3     | 4   | 5                                    | 6      | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | Μέση τιμή |
| Χειμώνας  | 19.0            | 18.9     | 18.9  | 19.1                                      | 19.5                                 | 19.8   | 20.1 | 20.3 | 20.3 | 20.0 | 19.7 | 19.3 | 19.6      |
| Καλοκαίρι   | 22.8            | 22.6     | 22.7  | 22.9                                      | 23.2                                 | 23.6   | 23.9 | 24.0 | 24.0 | 23.8 | 23.4 | 23.1 | 23.3      |
| Θερμοκρασία σχεδιασμού εδάφους για το φύλλο εργασίας 'Φορτίο Θέρμανση'                        |                 |          |       | 18.9                                      | Για το φύλλο εργασίας 'Φορτίο Ψύξης' |        |      |      | 24.0 |      |      |      |           |
| Μειωτικός συντελεστής για το φύλλο εργασίας 'Ετήσια Θέρμανση'                                 |                 |          |       |   |                                      |        |      | 0.09 |      |      |      |      |           |

Εικόνα 43: Αποτελέσματα του φύλλου εργασίας 'Εδαφος

## 5.6 Φύλλο εργασίας Συστήματα: δεδομένα χρήστη και βάση δεδομένων πιστοποιημένων συστημάτων για Παθητικά Κτίρια

### Οδηγίες για την συμπλήρωση του φύλλου εργασίας Συστήματα

Οι πίνακες που περιλαμβάνουν τις παραμέτρους των συστημάτων του Παθητικού Κτιρίου μπορούν να βρεθούν σε αυτό το φύλλο εργασίας, περιλαμβανομένων ομάδων δομικών στοιχείων (αδιαφανούς κτιριακού κελύφους), υαλοπινάκων, κουφωμάτων, μονάδων αερισμού και μονάδων compact. Εδώ ο χρήστης μπορεί να εισάγει δικά του συστήματα, η να επιλέξει από λίστες πιστοποιημένων κατασκευαστών.



Οι πίνακες προς συμπλήρωση στο παρόν φύλλο εργασίας αφορούν:

- Στον Υαλοπίνακα και στη πλήρωση αδιαφανούς πόρτας. Ο πίνακας αυτός περιλαμβάνει:
  - i. Περιγραφές των υαλοπινάκων.
  - ii. Τιμές g των υαλοπινάκων (σε συμφωνία με το EN410).
  - iii. Τιμές  $U_g$  του υαλοπίνακα (σε συμφωνία με το EN 673, στρογγυλοποιημένες σε δύο δεκαδικά ψηφία).
- Στα πλαίσια κουφωμάτων και πλαίσια πορτών. Αυτός ο πίνακας περιλαμβάνει:
  - i. Περιγραφές των πλαισίων κουφωμάτων.
  - ii. Διαστάσεις πλαισίων κουφωμάτων (πλάτος περβαζιού, προφίλ πρεκιού).
  - iii. Συντελεστές  $U_f$  του πλαισίου.
  - iv. Συντελεστές απώλειας θερμότητας θερμογέφυρας αποστάτηκουφώματος
  - v. Συντελεστές απώλειας θερμότητας θερμογέφυρας τοποθέτησης κουφώματος
- Στις μονάδες αερισμού με ανάκτηση θερμότητας.

Η επιλογή των κουφωμάτων δεν έχει σχέση με την εταιρία κατασκευής, τον τύπο (αλουμινίου, ξύλινα, PVC) ή οποιαδήποτε άλλη εμπορική πληροφορία, αλλά γίνεται με βάση τις απαιτήσεις με τις οποίες έχει σχεδιαστεί η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Στη συγκεκριμένη, λοιπόν, μελέτη έχουμε επιλέξει υαλοπίνακα με τιμές: g-value = 0.45 και  $U_g = 0.65 \text{ W/m}^2\text{K}$  και πλαίσια με  $\Psi_{\text{αποστάτη}} 0.036$  και  $\Psi_{\text{θερμογέφυρας τοποθέτησης}} 0.040 \text{ W/Mk}$ , όπως φαίνεται στην εικόνα 44. Αυτές τις τιμές απαιτούμε να έχει το πιστοποιητικό του κουφώματος, το οποίο θα τοποθετήσουμε. Παράλληλα, όπως είπαμε και σε προηγούμενη ενότητα, απαιτείται η σωστή τοποθέτηση του κουφώματος με ταινίες αεροστεγανότητας, ώστε να επιτύχουμε κάτω από 1 ACH.

| Υαλοπίνακες |   | Υαλοπίνακες |                                 |
|-------------|---|-------------|---------------------------------|
|             | Προτεινόμενος τύπος υαλοπίνακα για την έναρξη του σχεδιασμού:<br>Διπλός υαλοπίνακας υψηλής θερμομονωτικής προστασίας (Παρακαλώ αναλογιστείτε το κριτήριο άνεσης!) |             |                                 |
| ID          | Περιγραφή   | Τιμή-g      | Τιμή- $U_g$                     |
|             |   |             | $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ |
| 01ud        | ΜΕΣΟΣ ΤΡΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ-ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ  | 0.45        | 0.65                            |
| 02ud        | ΜΕΣΟΣ ΤΡΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ-ΣΤΑΘΕΡΟ   | 0.45        | 0.65                            |
| 03ud        | ΜΕΣΟΣ ΤΡΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ-ΠΕΤΑΣΜΑ   | 0.45        | 0.65                            |

Εικόνα 44: Υαλοπίνακες



| Πλαίσια κουφωμάτων |                           |          |        |        |        |                 |       |       |       | Πλαίσια κουφωμάτων           |                           |                          |                          |                              |                           |                          |                          |   |        |
|--------------------|---------------------------|----------|--------|--------|--------|-----------------|-------|-------|-------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---|--------|
| ID                 | Περιγραφή                 | Τμή-Δ    |        |        |        | Πλάτος πλαισίου |       |       |       | Θερμότητα αποσπεί            |                           |                          |                          | Θερμότητα τοποθέτησης        |                           |                          |                          | Προσέμφ. περσομάτων<br>Τιμή Σ.ε. Glass carrier<br>WIK |        |
|                    |                           | αριστερά |        | δεξιά  |        | πάνω            |       | κάτω  |       | Ψ <sub>αποσπ.</sub> αριστερά | Ψ <sub>αποσπ.</sub> δεξιά | Ψ <sub>αποσπ.</sub> πάνω | Ψ <sub>αποσπ.</sub> κάτω | Ψ <sub>αποσπ.</sub> αριστερά | Ψ <sub>αποσπ.</sub> δεξιά | Ψ <sub>αποσπ.</sub> πάνω | Ψ <sub>αποσπ.</sub> κάτω |   |        |
|                    |                           | W(αPK)   | W(αPK) | W(αPK) | W(αPK) | m               | m     | m     | m     | W(αPK)                       | W(αPK)                    | W(αPK)                   | W(αPK)                   | W(αPK)                       | W(αPK)                    | W(αPK)                   | W(αPK)                   |   | W(αPK) |
| 01ud               | ΜΕΣΟ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.87     | 0.87   | 0.95   | 0.95   | 0.025           | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.039                        | 0.039                     | 0.038                    | 0.038                    | 0.100                        | 0.100                     | 0.100                    | 0.100                    | 0.005   |        |
| 02ud               | ΜΕΣΟ ΚΟΥΦΩΜΑ ΣΤΑΘΕΡΟ      | 0.73     | 0.73   | 0.77   | 0.73   | 0.070           | 0.070 | 0.070 | 0.070 | 0.027                        | 0.027                     | 0.027                    | 0.027                    | 0.040                        | 0.040                     | 0.040                    | 0.040                    | 0.005   |        |
| 03ud               | ΜΕΣΟ ΚΟΥΦΩΜΑ ΠΕΤΑΣΜΑ      | 0.87     | 0.87   | 0.86   | 0.86   | 0.025           | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.038                        | 0.038                     | 0.038                    | 0.038                    | 0.070                        | 0.070                     | 0.070                    | 0.070                    | 0.005   |        |
| 04ud               |                           | 1.05     | 1.03   | 1.54   | 1.03   | 0.186           | 0.186 | 0.138 | 0.186 | 0.005                        | 0.005                     | 0.005                    | 0.005                    | 0.040                        | 0.040                     | 0.040                    | 0.040                    | 0.005   |        |

Εικόνα 45: Πλαίσια κουφωμάτων

| Μονάδες αερισμού με ανάκτηση θερμότητας |                               |  |                            |                   |                           |       |                           |                               |                              | Μονάδες αερισμού με ανάκτηση θερμότητας |                            |          |                      |                        |                      |  |  |  |  |
|---|-------------------------------|--|----------------------------|-------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|---|----------------------------|----------|----------------------|------------------------|----------------------|--|--|--|--|
| ID                                      | Περιγραφή                     | Προτεινόμενες προδιαγραφές για την έναρξη του σχεδιασμού: Προστασία παγετού: Δεν υπάρχουν απαιτήσεις. Ανάκτηση υγρασίας: Ναι |                            |                   | Δεν υπάρχουν απαιτήσεις % |       |                           | 0.15                          |                              |   | Πρόσθετα Δεδομένα Συσκευής |          |                      |                        |                      |  |  |  |  |
|   |                               | Πραγματική απόδοση ανάκτησης θερμότητας  | Απόδοση ανάκτησης υγρασίας | Ηλεκτρική απόδοση | Εύρος εφαρμογής           |       | Εξωτερική πίεση ανά τμήμα | Dr <sub>max</sub> Εξαρτημάτων | Προστασία Παγετού απαραίτητη | Ηχοπροστασία                            |                            |          | Επιπλέον πληροφορίες |                        |                      |  |  |  |  |
|   |                               |  |                            |                   | m³/h                      | m³/h  |                           |                               |                              | Pa                                      | Pa                         | 35 dB(A) |                      | Αέρας προσαγωγής dB(A) | Αέρας απαγωγής dB(A) |  |  |  |  |
| 07ud                                    | Menerga - Resolair 64 32 01 d | 87%  | 0%                         | 0.44              | 9000                      | 15000 | 390                       | 28                            | όχι                          | -                                       | 86                         | 85       | -                    |                        |                      |  |  |  |  |
| 08ud                                    | Menerga - Resolair 64 10 01 a | 86%  | 0%                         | 0.44              | 2000                      | 6000  | 333                       | 34                            | όχι                          | -                                       | 83                         | 85       | -                    |                        |                      |  |  |  |  |

Εικόνα 46: Συστήματα αερισμού

## 5.7 Φύλλο εργασίας Κουφώματα: Υπολογισμός της επιφάνειας, της Τιμής-U και της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας των κουφωμάτων και των θυρών εισόδου

### Οδηγίες για την συμπλήρωση του φύλλου εργασίας Κουφώματα

Οι απώλειες θερμότητας και τα κέρδη των κουφωμάτων έχουν μεγάλη επίδραση στο ενεργειακό ισοζύγιο ενός Παθητικού Κτιρίου και γι' αυτό πρέπει να υπολογίζονται πολύ προσεκτικά.

Στο παρόν φύλλο εργασίας εισάγονται όλα τα κουφώματα που βρίσκονται επί του θερμικού φακέλου. Οι πληροφορίες που απαιτεί η συμπλήρωση του RHPP αφορούν στις διαστάσεις του καθαρού ανοίγματος εγκατάστασης του κουφώματος, στην επιφάνεια του θερμικού φακέλου πάνω στην οποία είναι τοποθετημένο το κούφωμα, πληροφορία από την οποία εξαγεται αυτόματα η πληροφορία του προσανατολισμού του κουφώματος, στον τύπο υαλοπίνακα και πλαισίου του κουφώματος και τέλος στην κατάσταση εγκατάστασης, αν πρόκειται δηλαδή για μονό ή διπλό κούφωμα.

Ο μειωτικός συντελεστής, “r”, υπολογίζεται μέσω της παρακάτω σχέσης:

$$r = r_{Shading} \cdot r_{Dirt} \cdot r_{Incidence\ angle} \cdot r_{Frame}$$

r<sub>shading</sub>: Μειωτικός συντελεστής λαμβάνοντας υπόψη το βαθμό σκίασης από γειτονικά κτίρια, δέντρα, προεξοχές κ.λπ. Τυπική τιμή: 0.75. Ο συντελεστής σκίασης ορίζεται μέσω του φύλλου εργασίας Σκίαση. Στις Εικόνα 10.57 και Εικόνα 10.59, οι εμφανιζόμενοι συντελεστές σκίασης αποτελούν αποτέλεσμα των δεδομένων που εισάγονται στο φύλλο εργασίας Σκίαση.

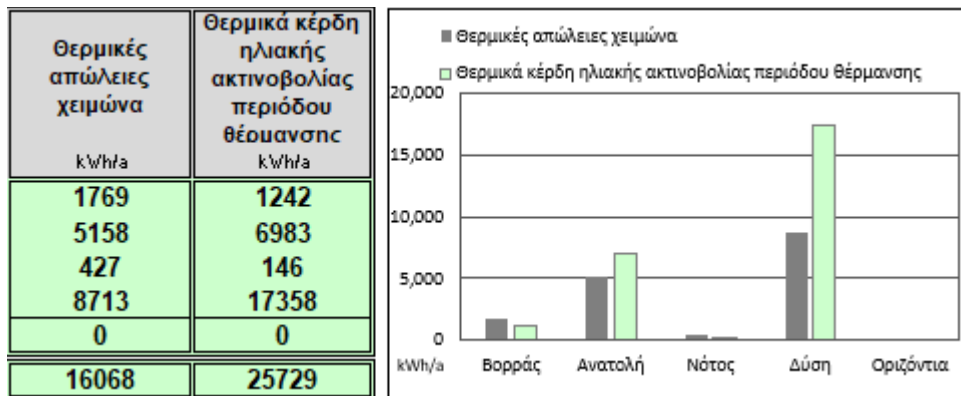


|    |             |     |    |         |       |       |                                 |   |                               |      |      |      |       |   |   |   |   |       |      |       |      |     |
|----|-------------|-----|----|---------|-------|-------|---------------------------------|---|-------------------------------|------|------|------|-------|---|---|---|---|-------|------|-------|------|-----|
| 1  | D2.12       | 270 | 90 | Δύση    | 1.800 | 1.600 | 3.ΔΥΤΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΚΕΝΟ           | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΠΕΤΑΛΙΑ      | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΠΕΤΑΛΙΑ      | 0.45 | 0.65 | 0.86 | 0.038 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0.070 | 2.9  | 2.71  | 0.87 | 94% |
| 1  | D2.13       | 270 | 90 | Δύση    | 1.800 | 1.600 | 3.ΔΥΤΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΚΕΝΟ           | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΠΕΤΑΛΙΑ      | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΠΕΤΑΛΙΑ      | 0.45 | 0.65 | 0.86 | 0.038 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0.070 | 2.9  | 2.71  | 0.87 | 94% |
| 1  | D2.14       | 270 | 90 | Δύση    | 1.800 | 1.600 | 3.ΔΥΤΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΚΕΝΟ           | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΠΕΤΑΛΙΑ      | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΠΕΤΑΛΙΑ      | 0.45 | 0.65 | 0.86 | 0.038 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0.070 | 2.9  | 2.71  | 0.87 | 94% |
| 1  | N0.1        | 180 | 90 | Νότος   | 1.800 | 1.000 | 11.ΝΟΤΙΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΓΡΑΦΕΙΑ        | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | 0.45 | 0.65 | 0.74 | 0.027 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0.040 | 1.8  | 1.43  | 0.85 | 79% |
| 1  | N0.2        | 180 | 90 | Νότος   | 1.800 | 1.000 | 11.ΝΟΤΙΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΓΡΑΦΕΙΑ        | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | 0.45 | 0.65 | 0.74 | 0.027 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.040 | 1.8  | 1.43  | 0.82 | 79% |
| 1  | N0.3        | 180 | 90 | Νότος   | 1.800 | 1.000 | 11.ΝΟΤΙΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΓΡΑΦΕΙΑ        | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | 0.45 | 0.65 | 0.74 | 0.027 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0.040 | 1.8  | 1.43  | 0.85 | 79% |
| 1  | N1.1        | 180 | 90 | Νότος   | 1.800 | 1.000 | 11.ΝΟΤΙΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΓΡΑΦΕΙΑ        | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | 0.45 | 0.65 | 0.74 | 0.027 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.040 | 1.8  | 1.43  | 0.87 | 79% |
| 1  | N2.1        | 180 | 90 | Νότος   | 1.800 | 1.000 | 11.ΝΟΤΙΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΓΡΑΦΕΙΑ        | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | 0.45 | 0.65 | 0.74 | 0.027 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.040 | 1.8  | 1.43  | 0.87 | 79% |
| 1  | Nnegalo     | 180 | 90 | Νότος   | 1.800 | 5.160 | 12.ΒΟΡΕΙΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ    | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | 0.45 | 0.65 | 0.74 | 0.027 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.040 | 9.2  | 8.23  | 0.76 | 90% |
| 1  | B0123.1     | 0   | 90 | Βορράς  | 1.800 | 3.300 | 12.ΒΟΡΕΙΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΚΕΝΟ          | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | 0.45 | 0.65 | 0.74 | 0.027 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.040 | 5.9  | 5.25  | 0.77 | 88% |
| 3  | B123.1      | 0   | 90 | Βορράς  | 1.800 | 1.600 | 12.ΒΟΡΕΙΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΚΕΝΟ          | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | 0.45 | 0.65 | 0.74 | 0.027 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0.040 | 8.6  | 7.27  | 0.80 | 84% |
| 3  | B123.6      | 0   | 90 | Βορράς  | 1.800 | 1.600 | 12.ΒΟΡΕΙΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΚΕΝΟ          | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | 0.45 | 0.65 | 0.74 | 0.027 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0.040 | 8.6  | 7.27  | 0.80 | 84% |
| 12 | B123.2345   | 0   | 90 | Βορράς  | 1.800 | 1.600 | 12.ΒΟΡΕΙΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΚΕΝΟ          | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | 0.45 | 0.65 | 0.74 | 0.027 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.040 | 34.6 | 29.08 | 0.77 | 84% |
| 1  | B0123.1     | 0   | 90 | Βορράς  | 1.800 | 1.600 | 12.ΒΟΡΕΙΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΚΕΝΟ          | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | 0.45 | 0.65 | 0.74 | 0.027 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0.040 | 2.9  | 2.42  | 0.80 | 84% |
| 1  | B0123.2     | 0   | 90 | Βορράς  | 1.800 | 1.600 | 12.ΒΟΡΕΙΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΚΕΝΟ          | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | 0.45 | 0.65 | 0.74 | 0.027 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0.040 | 2.9  | 2.42  | 0.80 | 84% |
| 1  | B0123.3     | 0   | 90 | Βορράς  | 1.800 | 1.600 | 12.ΒΟΡΕΙΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΚΕΝΟ          | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΕΣΤΑΘΕΡΟ     | 0.45 | 0.65 | 0.74 | 0.027 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.040 | 2.9  | 2.42  | 0.77 | 84% |
| 1  | A1.1        | 90  | 90 | Ανατολή | 1.550 | 1.600 | 17.ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΓΡΑΦΕΙΑ    | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.45 | 0.65 | 0.91 | 0.039 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0.100 | 2.6  | 2.33  | 0.95 | 94% |
| 2  | A1.2        | 90  | 90 | Ανατολή | 1.800 | 1.600 | 17.ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΓΡΑΦΕΙΑ    | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.45 | 0.65 | 0.91 | 0.038 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.100 | 5.8  | 5.43  | 0.88 | 94% |
| 1  | A1.3        | 90  | 90 | Ανατολή | 1.550 | 1.600 | 17.ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΓΡΑΦΕΙΑ    | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.45 | 0.65 | 0.91 | 0.038 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0.100 | 2.9  | 2.71  | 0.93 | 94% |
| 1  | A2.1        | 90  | 90 | Ανατολή | 1.550 | 1.600 | 17.ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΓΡΑΦΕΙΑ    | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.45 | 0.65 | 0.91 | 0.039 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0.100 | 2.6  | 2.33  | 0.95 | 94% |
| 2  | A2.2        | 90  | 90 | Ανατολή | 1.550 | 1.600 | 17.ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΓΡΑΦΕΙΑ    | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.45 | 0.65 | 0.91 | 0.038 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.100 | 5.8  | 5.43  | 0.88 | 94% |
| 1  | A2.3        | 90  | 90 | Ανατολή | 1.800 | 1.600 | 17.ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΓΡΑΦΕΙΑ    | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.45 | 0.65 | 0.91 | 0.038 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0.100 | 2.9  | 2.71  | 0.93 | 94% |
| 6  | Dekkamani   | 0   | 90 | Βορράς  | 1.800 | 0.750 | 14.ΒΟΡΕΙΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΔΕΒΑΜΕΝΗ      | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.45 | 0.65 | 0.93 | 0.038 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.100 | 8.1  | 7.35  | 1.08 | 91% |
| 51 | Dekkamani   | 90  | 90 | Ανατολή | 1.800 | 0.750 | 28.ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΔΕΒΑΜΕΝΗ   | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.45 | 0.65 | 0.93 | 0.038 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.100 | 68.9 | 62.48 | 1.08 | 91% |
| 3  | Dekkamani   | 90  | 90 | Ανατολή | 1.800 | 0.750 | 28.ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΔΕΒΑΜΕΝΗ   | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.45 | 0.65 | 0.93 | 0.038 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.100 | 4.1  | 3.68  | 1.08 | 91% |
| 1  | Dekkamani   | 90  | 90 | Ανατολή | 1.800 | 0.750 | 28.ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΔΕΒΑΜΕΝΗ   | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.45 | 0.65 | 0.93 | 0.038 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.100 | 1.4  | 1.23  | 1.00 | 91% |
| 1  | Dekkamani   | 90  | 90 | Ανατολή | 1.800 | 0.750 | 28.ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΔΕΒΑΜΕΝΗ   | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.45 | 0.65 | 0.93 | 0.038 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0.100 | 1.4  | 1.23  | 1.14 | 91% |
| 1  | Aerghostrio | 90  | 90 | Ανατολή | 1.800 | 0.750 | 19.ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.45 | 0.65 | 0.93 | 0.038 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.100 | 1.4  | 1.23  | 1.19 | 91% |
| 1  | Aerghostrio | 90  | 90 | Ανατολή | 1.800 | 0.750 | 19.ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.45 | 0.65 | 0.93 | 0.038 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.100 | 1.4  | 1.23  | 1.19 | 91% |
| 49 | Aerghostrio | 90  | 90 | Ανατολή | 1.800 | 0.750 | 19.ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΠΡΙΝΩΣ ΥΑΛΟΠΗΛΑΚΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | Εξω-ΜΕΩΣ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ | 0.45 | 0.65 | 0.93 | 0.038 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.100 | 66.2 | 60.83 | 1.08 | 91% |

Εικόνα 47: Εισαγωγή Κουφωμάτων

| Προσανατολισμός επιφάνειας κουφωμάτων     | Ολική ακτινοβολία (μετα-προσανατολισμοί) kWh/(m²α) | Σκίαση | Σκόνη | Μη κατακόρυφη πρόσπτωση ακτινοβολία c 0.85 | Αναλογία υαλοπινάκων | Τιμή-θ | Μειωτικός συντελεστής ακτινοβολήσεως | Επιφάνεια κουφώματος m² | Τιμή-Υ υαλοπινάκων (€/m²) | Επιφάνεια υαλοπινάκων m² | Μέση ολική ακτινοβολία kWh/(m²α) |
|---|--|--------|-------|--|----------------------|--------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Τυπικές τιμές →                           |  | 0.75   | 0.95  | 0.85                                       | 0.85                 | 0.45   | 0.57                                 | 74.52                   | 0.81                      | 63.49                    | 65                               |
| Βορράς                                    | 65   | 0.83   | 0.95  | 0.85                                       | 0.85                 | 0.45   | 0.57                                 | 166.69                  | 1.06                      | 152.00                   | 162                              |
| Ανατολή                                   | 162  | 0.78   | 0.95  | 0.85                                       | 0.91                 | 0.45   | 0.57                                 | 18.18                   | 0.80                      | 15.37                    | 327                              |
| Νότος                                     | 327  | 0.08   | 0.95  | 0.85                                       | 0.85                 | 0.45   | 0.60                                 | 379.47                  | 0.79                      | 364.72                   | 169                              |
| Δύση                                      | 169  | 0.78   | 0.95  | 0.85                                       | 0.96                 | 0.45   | 0.60                                 | 0.00                    | 0.00                      | 0.00                     | 263                              |
| Οριζόντια                                 | 263  | 1.00   | 0.95  | 0.85                                       | 0.00                 | 0.00   | 0.00                                 | 0.00                    | 0.00                      | 0.00                     | 169                              |
| Συνολική ή μέση τιμή για όλα τα κουφώματα |  |        |       |  |                      | 0.45   | 0.58                                 | 638.86                  | 0.86                      | 595.58                   |                                  |

Εικόνα 48: Σύνοψη κουφωμάτων



Εικόνα 49: Θερμικές απώλειες και θερμικά κέρδη μέσω των κουφωμάτων

## 5.8 Φύλλο εργασίας Σκίαση: Υπολογισμός των συντελεστών μείωσης σκίασης

### Οδηγίες συμπλήρωσης του φύλλου εργασίας Σκίαση

Το φύλλο εργασίας Σκίαση υπολογίζει έναν συνολικό συντελεστή σκίασης ( $r_s$ ) για τις επιφάνειες υαλοπινάκων λαμβάνοντας υπόψη τους ακόλουθους συντελεστές:

- $r_H$ : Συντελεστής σκίασης οριζόντιας παρεμπόδισης, συνεχής οριζόντια παρεμπόδιση μπροστά από το κούφωμα, π.χ. μια σειρά κτιρίων παρόμοιου ύψους
- $r_R$ : Κατακόρυφος συντελεστής σκίασης, κάθετα στοιχεία στην πλευρά/(ες) του κουφώματος, π.χ. λαμπράς 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 αλγόριθμοι υπολογισμού προέρχονται από τα αποτελέσματα δυναμικών προσομοιώσεων κτιρίων. Οι υπολογισθέντες μειωτικοί συντελεστές εξαρτώνται από τη γεωμετρία των κουφωμάτων και των στοιχείων σκίασης, τον προσανατολισμό των επιφανειών του κουφώματος, την εποχή του χρόνου και το γεωγραφικό πλάτος. Διαφορετικοί μειωτικοί συντελεστές υπολογίζονται για το χειμώνα και το καλοκαίρι.

Είναι δυνατή η εισαγωγή ενός μειωτικού συντελεστή για άλλα στοιχεία σκίασης. Αυτά μπορούν να εισαχθούν ξεχωριστά για το χειμώνα και το καλοκαίρι.

Ο μειωτικός συντελεστής  $r_S$  υπολογίζεται ως εξής:

$$r_S = r_H * r_R * r_O * r_{other}$$

| Τύπος συστήματος σκίασης      | Μονωμένος τριπλός υαλοπίνακας |                | Μονωμένος διπλός υαλοπίνακας |                |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|
|                               | Εξωτερική θέση                | Εσωτερική θέση | Εξωτερική θέση               | Εσωτερική θέση |
| Περσίδες, κάθετα λάμελα       | 0.06                          | 0.7            | 0.07                         | 0.6            |
| Περσίδες, λάμελα 45°          | 0.1                           | 0.75           | 0.12                         | 0.65           |
| Ρολά περσίδων / τέντες, λευκό | 0.24                          | 0.6            | 0.25                         | 0.5            |
| Ρολά περσίδων / τέντες, γκρι  | 0.12                          | 0.8            | 0.14                         | 0.75           |
| Μεμβράνη                      | -                             | 0.6            | -                            | 0.5            |

Εικόνα 50: Μειωτικοί συντελεστές για τυπικές προσωρινές διατάξεις σκίασης με μονωμένα τριπλά και διπλά τζάμια σύμφωνα με το DIN V 18599-2. [14]

Στη παρούσα μελέτη, το σύστημα προσωρινής σκίασης αποτελούν οι **εσωτερικές περσίδες** για τα ανοίγματα των γραφείων, καθώς και **εξωτερικές κάθετες περσίδες** για τα δυτικά

ανοίγματα του εργαστηρίου, με αυτόματη μηχανική λειτουργία.

| Προσανατολισμός | Υαλοπίνακας<br>επιφάνεια [m <sup>2</sup> ] | Μειωτικός<br>συντελεστής<br>χειμώνα $\tau_w$ | Μειωτικός<br>συντελεστής<br>ψύξης $\tau_{w,1}$ | Μειωτικός<br>συντελεστής<br>φορτίου ψύξης $\tau_{w,2}$ | Ηλιακό φορτίο<br>[kWh/(m <sup>2</sup> <sub>υαλοπίνακα</sub> ·h)] |
|-----------------|--|--|--|--|--|
| Βορράς          | 63.49                                      | 83%  | 86%  | 86%  | 56   |
| Ανατολή         | 152.00                                     | 78%  | 30%  | 23%  | 52   |
| Νότος           | 15.37                                      | 8%   | 6%   | 6%   | 10   |
| Δύση            | 364.72                                     | 78%  | 37%  | 31%  | 65   |
| Οριζόντια       | 0.00                                       | 100%   | 100%   | 100%   | 0  |

Εικόνα 51: Σύνοψη συντελεστών σκίασης

## 5.9 Φύλλο εργασίας Αερισμός & Πρόσθετος Αερισμός: Εισαγωγή βασικών δεδομένων

Το PHPP προσφέρει δύο μεθόδους για τη διαστασιολόγηση των ροών αέρα και την επιλογή της μονάδας αερισμού. Οι όγκοι του φρέσκου ή του απαγόμενου αέρα για κτίρια κατοικίας και οι παράμετροι για συστήματα αερισμού με μέγιστη 1 μονάδα αερισμού μπορούν να προσδιοριστούν χρησιμοποιώντας την τυποποιημένη επιλογή σχεδιασμού στο φύλλο εργασίας **Αερισμός**. Το φύλλο εργασίας **Πρόσθετος Αερισμός** έχει δημιουργηθεί για πιο σύνθετα συστήματα αερισμού και επιτρέπει να ληφθούν υπόψη έως και 10 διαφορετικές μονάδες αερισμού. Σε κτίρια τριτογενούς τομέα χρησιμοποιείται η καρτέλα Πρόσθετος Αερισμός, καθώς το φύλλο εργασίας Αερισμός δεν καλύπτει τις απαιτήσεις.

Μπορούν να καθοριστούν ποσότητες αέρα προσαγωγής για ειδικές χρήσεις και παράμετροι για πολλαπλές μονάδες αερισμού.

Τα αποτελέσματα της εκτεταμένης εισαγωγής δεδομένων εμφανίζονται στο πάνω μέρος του φύλλου εργασίας. Οι μέσες τιμές των σταθμισμένων ρυθμών ροής αέρα διαπιστώνονται εδώ σε περαιτέρω υπολογισμούς στο PHPP.

Βασικά, όλα τα δωμάτια, συμπεριλαμβανομένων των επιφανειών πρόσβασης και των βοηθητικών χώρων, πρέπει να ενσωματωθούν στην έννοια του αερισμού. Η έννοια των κατευθυνόμενων ροών αέρα έχει αποδειχθεί επιτυχής στα κτίρια κατοικίας. Με αυτή την έννοια οι ποσότητες αέρα εισάγονται στους χώρους διαβίωσης και απομακρύνονται από τις επιφάνειες απαγωγής. Βασιζόμενοι σε αυτή την αρχή, οι επιφάνειες διαδρόμων αερίζονται αυτόματα.

Επίσης, σε κτίρια τριτογενούς τομέα, ο αριθμός των χρηστών είναι θεμελιώδους σημασίας για την εκτίμηση των ποσοστών ροής του αέρα. Για αποδεκτή εσωτερική ποιότητα είναι επαρκείς οι ποσότητες από 20 έως 30 m<sup>3</sup>/(h άτομο). Υψηλότερες ποσότητες φρέσκου αέρα μπορεί να οδηγήσουν σε υπερβολικά ξηρό εσωτερικό αέρα το χειμώνα. Οι ρυθμοί ροής αέρα καθορίζονται με ταξινόμηση σύμφωνα με το πρότυπο EN 13779.

Εάν το σύστημα αερισμού λειτουργεί διακοπτόμενα (νυχτερινή αναστολή), τότε πρέπει να πραγματοποιηθεί αερισμός πριν από τη λειτουργία, χρησιμοποιώντας το σύστημα αερισμού



για 1 έως 2 ώρες το πρωί, έτσι ώστε οι εκπομπές που έχουν συσσωρευτεί κατά τη διάρκεια της νύχτας να μπορούν να απορριφθούν.

Βασικά βήματα της συμπλήρωσης του συγκεκριμένου φύλλου αποτελούν τα παρακάτω:

- Διαστασιολόγηση ποσοτήτων αέρα.  
Σε αυτό το μέρος του φύλλου εργασίας, οι ποσότητες αέρα μπορούν να προσδιοριστούν με βάση τη λογική δωμάτιο-ανά-δωμάτιο ή ζώνη-ανά-ζώνη για ολόκληρο το κτίριο.
- Επιλογή των μονάδων αερισμού
- Εισαγωγή των τμημάτων αγωγών μεταξύ της μονάδας αερισμού και του μονωμένου θερμικού φακέλου.

Η θερμότητα που ρέει μέσω των αγωγών αερισμού μεταξύ της μονάδας αερισμού και του μονωμένου κελύφους του κτιρίου μπορεί να προκαλέσει σημαντικές απώλειες μετάδοσης θερμότητας. Αυτά τα τμήματα αγωγών θα πρέπει να έχουν όσο το δυνατόν μικρό μήκος και να είναι καλά μονωμένα.

**Τύπος αερισμού:**

Παρακαλώ επιλέξτε

1-Ισορροπημένος αερισμός ΠΚ με ΑΘ

**Ρυθμός εναλλαγών αέρα λόγω διείσδυσης**

| Συντελεστές προστασίας από άνεμο e και f     |                              |                        |  |
|--|------------------------------|------------------------|--|
| Συντελεστής e για κλάση προστασίας από άνεμο | Αρκετές πλευρές εκτεθειμένες | Μία πλευρά εκτεθειμένη |  |
| Καμία προστασία                              | 0.10                         | 0.03                   |  |
| Μέτρια προστασία                             | 0.07                         | 0.02                   |  |
| Υψηλή προστασία                              | 0.04                         | 0.01                   |  |
| Συντελεστής f                                | 15                           | 20                     |  |

|   | Για ετήσια απαίτηση: | Για φορτίο θέρμανσης: |   |
|---|----------------------|-----------------------|---|
| Συντελεστής προστασίας από άνεμο, e                       | 0.07                 | 0.18                  |   |
| Συντελεστής προστασίας από άνεμο, f                       | 15                   | 15                    |   |
| Ρυθμός εναλλαγής αέρα στο τεστ συμπίεσης n <sub>50</sub>  | 1/h 0.80             | 0.80                  | Καθαρός όγκος αέρα για τεστ συμπίεσης V <sub>n50</sub> 46173 m <sup>3</sup> |
|   |                      |                       | Διαπερατότητα αέρα α <sub>50</sub> 2.38 m <sup>2</sup> /(h·m <sup>2</sup> ) |
| Πλεόνασμα αέρα απαγωγής                                   | 1/h 0.00             | 0.00                  |   |
| Ρυθμός εναλλαγών αέρα λόγω διείσδυσης n <sub>V,Rest</sub> | 1/h 0.056            | 0.140                 |   |

Εικόνα 52: Συμπλήρωση φύλλου Αερισμού

Προκειμένου ένα κτίριο να χαρακτηριστεί ως Παθητικό Κτίριο στα πλαίσια του προτύπου EnerPHit, πρέπει να πληρεί το κριτήριο αεροστεγανότητας n<sub>50</sub>= 1 εναλλαγή αέρα/h, το οποίο αξιολογείται βάσει του τεστ συμπίεσης για τα κτίρια ανακαίνισης.

Ο σχεδιασμός του συστήματος αερισμού θα πραγματοποιηθεί με πολλαπλές μονάδες.

| Αρ. Δωματίου | Ποσότητα | Όνομα δωματίου           | Κατανομή στη μονάδα αερισμού (Αρ.) | Επιφάνεια Α<br>m <sup>2</sup> | Καθαρό ύψος η<br>m | Όγκος δωματίου<br>Α x η<br>m <sup>3</sup> | Ροή όγκου ανά δωμάτιο<br>V <sub>SUP</sub><br>m <sup>3</sup> /h | V <sub>ETA</sub><br>m <sup>3</sup> /h | V <sub>TRANS</sub><br>m <sup>3</sup> /h | Ρυθμ. εναλλ. αέρα<br>ανά δωμάτιο η<br>1/h |
|--------------|----------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------|---|--|---------------------------------------|---|---|
| 1            | 1        | ΤΡΑ ΚΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ Ε 1      |                                    | 608                           | 3.00               | 1824                                      | 500  | 500                                   |   | 0.27                                      |
| 2            | 1        | ΤΡΑ ΚΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ Ε 1      |                                    | 19                            | 3.00               | 58  | 15   |                                       |   | 0.26                                      |
| 3            | 1        | ΤΡΑ ΚΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ Ε 1      |                                    | 320                           | 3.00               | 960                                       | 200  |                                       |   | 0.21                                      |
| 4            | 1        | ΤΡΑ ΚΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ Ε 1      |                                    | 20                            | 3.00               | 60  | 15   |                                       |   | 0.25                                      |
| 5            | 1        | ΤΡΑ ΚΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ Ε 1      |                                    | 109                           | 3.00               | 327                                       | 80   |                                       |   | 0.24                                      |
| 6            | 1        | ΤΡΑ ΚΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ Ε 1      |                                    | 109                           | 3.00               | 327                                       |  |                                       |   |   |
| 7            | 1        | ΤΡΑ ΚΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ Ε 1      |                                    | 442                           | 3.00               | 1326                                      |  | 209                                   |   | 0.16                                      |
| 8            | 1        | ΤΡΑ ΒΟΙΤΗΚΟΣ ΧΩΡΟΣ 1     |                                    | 58                            | 3.00               | 174                                       |  | 40                                    |   | 0.23                                      |
| 9            | 1        | ΤΡΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΥΕ 1      |                                    | 25                            | 3.00               | 74  |  | 20                                    |   | 0.27                                      |
| 10           | 1        | ΤΡΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΥΕ 1      |                                    | 58                            | 3.00               | 174                                       |  | 41                                    |   | 0.24                                      |
| 11           | 1        | ΤΡΑ ΚΕΝΟΣ ΧΩΡΟΣ Ε 1      |                                    | 120                           | 10.20              | 1224                                      | 500  |                                       |   | 0.25                                      |
| 12           | 1        | ΤΡΑ AEROSURAGG 1         |                                    | 59                            | 6.60               | 389                                       |  | 300                                   |   | 0.77                                      |
| 13           |          |                          |                                    |                               |                    |   | 1110   | 1110                                  |   |   |
| 14           | 1        | 0 - ΓΡΑΦΕΙΟ 1            | 2                                  | 15                            | 3.00               | 45  | 45   |                                       |   | 1.00                                      |
| 15           | 1        | 0 - ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΝΕΛΕΞΕΩΣ   | 2                                  | 60                            | 3.00               | 179                                       | 190  |                                       |   | 1.06                                      |
| 16           | 1        | 0 - ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ-Α        | 2                                  | 11                            | 3.00               | 32  | 50   |                                       |   | 1.56                                      |
| 17           | 1        | 0 - ΑΝΕΜΟΦΡΑΚΤΗ          | 2                                  | 6                             | 3.00               | 17  |  |                                       |   |   |
| 18           | 1        | 0 - ΕΙΣΟΔΟΣ -ΚΑΘΗΜΕΡΕΣ   | 2                                  | 121                           | 3.00               | 362                                       |  |                                       | 100                                     | 0.28                                      |
| 19           | 1        | 0 - ΘΥΡΩΡΕΙΟ             | 2                                  | 6                             | 3.00               | 19  | 15   |                                       |   | 0.79                                      |
| 20           | 1        | 0 - ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΕΙΣ       | 2                                  | 16                            | 3.30               | 54  |  |                                       |   |   |
| 21           | 1        | 0 - ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ-Α        | 2                                  | 12                            | 3.00               | 35  |  | 200                                   |   | 5.64                                      |
| 22           | 1        | 0 - ΠΡΟΛΑΒΑΜΟΣ           | 2                                  | 3                             | 3.00               | 8   |  |                                       |   |   |
| 23           | 1        | 0 - ΤΟΥΑΛΕΤΕΣ            | 2                                  | 7                             | 3.00               | 22  |  | 100                                   | Chart Area                              | 4.61                                      |
| 24           | 1        | 0 - ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΝΕΛΑΣΜΑΤΟΣ  | 2                                  | 0                             | 3.30               | 0   |  |                                       |   |   |
| 25           | 1        | 0 - ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 0 ΣΤΑΙΡ    | 2                                  | 89                            | 3.00               | 267                                       |  |                                       |   |   |
| 26           | 1        | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 3            | 2                                  | 34                            | 2.80               | 96  | 80   |                                       |   | 0.84                                      |
| 27           | 1        | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 4            | 2                                  | 23                            | 2.80               | 63  | 50   |                                       |   | 0.79                                      |
| 28           | 1        | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 5            | 2                                  | 23                            | 2.80               | 63  | 50   |                                       |   | 0.79                                      |
| 29           | 1        | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 6            | 2                                  | 34                            | 2.80               | 96  | 80   |                                       |   | 0.84                                      |
| 30           | 1        | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 7            | 2                                  | 18                            | 2.80               | 50  | 50   |                                       |   | 1.00                                      |
| 31           | 1        | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 8            | 2                                  | 38                            | 2.80               | 107                                       | 80   |                                       |   | 0.75                                      |
| 32           | 1        | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 9            | 2                                  | 19                            | 2.80               | 53  | 50   |                                       |   | 0.95                                      |
| 33           | 1        | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 10           | 2                                  | 19                            | 2.80               | 53  | 50   |                                       |   | 0.95                                      |
| 34           | 1        | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 11           | 2                                  | 19                            | 2.80               | 53  | 50   |                                       |   | 0.95                                      |
| 35           | 1        | A - ΓΡΑΦΕΙΟ 12           | 2                                  | 27                            | 2.80               | 76  | 60   |                                       |   | 0.79                                      |
| 36           | 1        | A - ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 3 ΣΤΑΙΡ    | 2                                  | 52                            | 2.80               | 146                                       |  | 60                                    | 260                                     | 1.78                                      |
| 37           | 1        | A - ΤΟΥΑΛΕΤΕΣ 4          | 2                                  | 6                             | 2.80               | 17  |  | 540                                   | 260                                     | 32.14                                     |
| 38           | 1        | A - ΧΩΡΟΣ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΕΩΣ | 2                                  | 47                            | 2.80               | 132                                       |  |                                       | 50                                      | 0.38                                      |
| 39           | 1        | A - ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΕΙΣ       | 2                                  | 13                            | 3.15               | 41  |  |                                       |   |   |
| 40           | 1        | A - ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΝΕΛΑΣΜΑΤΟΣ  | 2                                  | 0                             | 3.15               | 0   |  |                                       |   |   |
| 41           | 1        | B - ΓΡΑΦΕΙΟ 16           | 2                                  | 32                            | 2.80               | 91  | 70   |                                       |   | 0.77                                      |
| 42           | 1        | B - ΓΡΑΦΕΙΟ 17           | 2                                  | 22                            | 2.80               | 63  | 50   |                                       |   | 0.80                                      |
| 43           | 1        | B - ΓΡΑΦΕΙΟ 18           | 2                                  | 22                            | 2.80               | 63  | 50   |                                       |   | 0.80                                      |
| 44           | 1        | B - ΓΡΑΦΕΙΟ 19           | 2                                  | 32                            | 2.80               | 91  | 70   |                                       |   | 0.77                                      |
| 45           | 1        | B - ΓΡΑΦΕΙΟ 20           | 2                                  | 35                            | 2.80               | 99  | 80   |                                       |   | 0.81                                      |
| 46           | 1        | B - ΓΡΑΦΕΙΟ 21           | 2                                  | 46                            | 2.80               | 128                                       | 110  |                                       |   | 0.86                                      |
| 47           | 1        | B - ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΑΔΕΙΞΗΣ    | 2                                  | 44                            | 2.80               | 124                                       | 200  |                                       |   | 1.61                                      |

|    |   |                   |   |     |      |     |     |     |     |       |
|----|---|-------------------|---|-----|------|-----|-----|-----|-----|-------|
| 48 | 1 | Β - ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣ | 2 | 95  | 2.80 | 267 | 400 |     |     | 1.50  |
| 49 | 1 | Β - ΑΠΟΘΗΚΗ 6     | 2 | 10  | 2.80 | 27  |     | 490 |     | 18.08 |
| 50 | 1 | Β - ΠΡΟΛΑΒΑΜΟΣ    | 2 | 5   | 2.80 | 15  |     |     |     |       |
| 51 | 1 | Β - ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 5   | 2 | 33  | 2.80 | 91  |     |     | 440 | 4.82  |
| 52 | 1 | Β - ΤΟΥΛΑΤΕΣ 5    | 2 | 6   | 2.80 | 17  |     | 440 |     | 26.19 |
| 53 | 1 | Β - ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣ   | 2 | 13  | 3.15 | 41  |     |     |     |       |
| 54 | 1 | Β - ΧΩΡΟΣ ΚΛΙΜΑΚ  | 2 | 47  | 2.80 | 132 |     | 100 |     | 0.76  |
| 55 | 1 | Β - ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΝΕΛ  | 2 | 0   | 3.15 | 0   |     |     |     |       |
| 56 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 26    | 2 | 32  | 2.80 | 91  | 70  |     |     | 0.77  |
| 57 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 27    | 2 | 22  | 2.80 | 62  | 50  |     |     | 0.80  |
| 58 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 28    | 2 | 22  | 2.80 | 62  | 50  |     |     | 0.80  |
| 59 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 29    | 2 | 22  | 2.80 | 62  | 50  |     |     | 0.80  |
| 60 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 30    | 2 | 22  | 2.80 | 62  | 50  |     |     | 0.80  |
| 61 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 31    | 2 | 10  | 2.80 | 28  | 20  |     |     | 0.72  |
| 62 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 32    | 2 | 16  | 2.80 | 45  | 30  |     |     | 0.67  |
| 63 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 33    | 2 | 13  | 2.80 | 38  | 30  |     |     | 0.80  |
| 64 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 34    | 2 | 13  | 2.80 | 38  | 30  |     |     | 0.80  |
| 65 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 35    | 2 | 13  | 2.80 | 38  | 30  |     |     | 0.80  |
| 66 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 36    | 2 | 15  | 2.80 | 42  | 30  |     |     | 0.72  |
| 67 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 37    | 2 | 15  | 2.80 | 42  | 30  |     |     | 0.72  |
| 68 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 38    | 2 | 15  | 2.80 | 42  | 30  |     |     | 0.72  |
| 69 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 39    | 2 | 19  | 2.80 | 53  | 40  |     |     | 0.76  |
| 70 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 40    | 2 | 44  | 2.80 | 124 | 100 |     |     | 0.81  |
| 71 | 1 | Γ - ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΝΕΛ  | 2 | 0   | 3.15 | 0   |     |     |     |       |
| 72 | 1 | Γ - ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 7   | 2 | 56  | 2.80 | 157 |     |     | 740 | 4.72  |
| 73 | 1 | Γ - ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣ   | 2 | 13  | 3.15 | 41  |     |     |     |       |
| 74 | 1 | Γ - ΧΩΡΟΣ ΚΛΙΜΑΚ  | 2 | 47  | 2.80 | 132 |     |     | 20  | 0.15  |
| 75 | 1 | Γ - ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΝΕ  | 2 | 30  | 2.80 | 84  | 100 |     |     | 1.19  |
| 76 | 1 | Γ - ΤΟΥΛΑΤΕΣ 6    | 2 | 6   | 2.80 | 17  |     | 740 |     | 44.05 |
| 77 | 1 | Δ - ΓΡΑΦΕΙΟ 43    | 2 | 25  | 2.50 | 62  |     |     |     |       |
| 78 | 1 | Δ - ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣ   | 2 | 14  | 2.70 | 38  |     |     |     |       |
| 79 | 1 | Δ - ΧΩΡΟΣ ΚΛΙΜΑΚ  | 2 | 10  | 2.50 | 24  |     |     |     |       |
| 80 | 1 | Δ - Η/Μ           | 2 | 1   | 2.50 | 2   |     |     |     |       |
| 81 | 1 | Δ - ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΝΕΛ  | 2 | 0   | 2.70 | 0   |     |     |     |       |
| 82 |   |                   |   |     |      |     |     |     |     |       |
| 83 | 1 | 0 - ΓΡΑΦΕΙΟ 2     | 3 | 27  | 3.00 | 80  | 40  |     |     | 0.50  |
| 84 | 1 | 0 - ΑΠΟΘΗΚΗ 1     | 3 | 19  | 3.00 | 58  |     | 240 |     | 4.12  |
| 85 | 1 | 0 - ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣ | 3 | 128 | 3.00 | 383 | 200 |     |     | 0.52  |
| 86 |   |                   |   |     |      |     |     |     |     |       |
| 87 | 1 | Α - ΓΡΑΦΕΙΟ 13    | 3 | 9   | 2.80 | 26  | 20  |     |     | 0.76  |
| 88 | 1 | Α - ΓΡΑΦΕΙΟ 14    | 3 | 9   | 2.80 | 25  | 20  |     |     | 0.81  |
| 89 | 1 | Α - ΓΡΑΦΕΙΟ 15    | 3 | 16  | 2.80 | 45  | 40  |     |     | 0.89  |
| 90 | 1 | Α - ΑΠΟΘΗΚΗ 5     | 3 | 6   | 2.80 | 17  | 10  | 10  |     | 0.58  |
| 91 | 1 | Α - ΣΥΛΟΥΡΓΕΙΟ    | 3 | 58  | 2.80 | 162 | 70  | 400 |     | 2.46  |
| 92 | 1 | Α - ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 4   | 3 | 35  | 2.80 | 98  |     |     |     |       |
| 93 | 1 | Α - ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣ   | 3 | 13  | 3.15 | 41  |     |     |     |       |
| 94 | 1 | Β - ΓΡΑΦΕΙΟ 22    | 3 | 6   | 2.80 | 18  | 15  |     |     | 0.85  |
| 95 | 1 | Β - ΓΡΑΦΕΙΟ 23    | 3 | 19  | 2.80 | 52  | 40  |     |     | 0.77  |
| 96 | 1 | Β - ΓΡΑΦΕΙΟ 24    | 3 | 27  | 2.80 | 75  | 60  |     |     | 0.80  |
| 97 | 1 | Β - ΓΡΑΦΕΙΟ 25    | 3 | 43  | 2.80 | 121 | 90  |     |     | 0.74  |



|     |   |                    |   |      |      |       |      |      |      |
|-----|---|--------------------|---|------|------|-------|------|------|------|
| 97  | 1 | B - ΓΡΑΦΕΙΟ 25     | 3 | 43   | 2.80 | 121   | 90   |      | 0.74 |
| 98  | 1 | B - ΠΡΟΛΑΘΑΜΟΣ     | 3 | 8    | 2.80 | 21    | 205  |      | 9.58 |
| 99  | 1 | B - ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 6    | 3 | 35   | 2.80 | 97    | 90   |      | 0.92 |
| 100 | 1 | B - ΚΑΙΜΑΚΟΣΤΑΣ    | 3 | 13   | 3.15 | 41    |      |      |      |
| 101 | 1 | Γ - ΓΡΑΦΕΙΟ 41     | 3 | 66   | 2.80 | 185   | 150  |      | 0.81 |
| 102 | 1 | Γ - ΧΩΡΟΣ 1        | 3 | 82   | 2.80 | 230   | 150  |      | 0.65 |
| 103 | 1 | Γ - ΑΠΟΘΗΚΗ 7      | 3 | 7    | 2.80 | 20    |      |      |      |
| 104 | 1 | Γ - ΚΑΙΜΑΚΟΣΤΑΣ    | 3 | 13   | 3.15 | 41    |      |      |      |
| 105 | 1 | ΧΩΡΟΣ 1            | 3 | 82   | 2.80 | 230   | 70   |      | 0.30 |
| 106 |   |                    |   |      |      |       |      |      |      |
| 107 | 1 | A - ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ Ε4 |   | 9    | 2.80 | 25    | 100  |      | 3.97 |
| 108 | 1 | A - ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ Ε4 |   | 9    | 2.80 | 25    | 100  |      | 3.97 |
| 109 | 1 | A - ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ Ε4 |   | 9    | 2.80 | 25    | 100  |      | 3.97 |
| 110 | 1 | A - ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΖΟΕ4  |   | 1043 | 6.30 | 6571  | 1500 | 1200 | 0.23 |
| 111 |   |                    |   |      |      |       |      |      |      |
| 112 | 1 | ΧΩΡΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙ    | 5 | 389  | 3.00 | 1167  | 973  |      | 0.83 |
| 113 | 1 | ΧΩΡΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙ    | 5 | 1145 | 9.90 | 11331 | 2861 | 2000 | 0.25 |
| 114 | 1 | ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ 3      | 5 | 34   | 3.30 | 113   | 400  |      | 3.55 |
| 115 | 1 | ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ 4      | 5 | 44   | 3.30 | 144   | 500  |      | 3.48 |
| 116 | 1 | ΑΝΕΜΟΦΡΑΚΤΗΣ 2     | 5 | 6    | 3.30 | 20    |      |      |      |
| 117 | 1 | ΑΝΕΜΟΦΡΑΚΤΗΣ 3     | 5 | 6    | 3.30 | 20    |      |      |      |
| 118 | 1 | ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ 5      | 5 | 8    | 3.30 | 28    | 125  |      | 4.48 |
| 119 | 1 | ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ 6      | 5 | 8    | 3.30 | 28    | 124  |      | 4.45 |
| 120 | 1 | ΑΠΟΘΗΚΗ 2          | 5 | 78   | 3.30 | 259   | 700  |      | 2.71 |
| 121 | 1 | ΑΙΘΟΥΣΑ ΠΑΡΑΜΣ     | 5 | 27   | 3.30 | 91    |      |      |      |
| 122 | 1 | ΑΠΟΘΗΚΗ 3          | 5 | 20   | 3.30 | 65    | 250  |      | 3.85 |
| 123 | 1 | ΑΠΟΘΗΚΗ 4          | 5 | 32   | 3.30 | 105   | 400  |      | 3.82 |
| 124 | 1 | ΤΟΥΑΛΕΤΣ 2         | 5 | 4    | 3.30 | 12    | 40   |      | 3.40 |
| 125 | 1 | ΤΟΥΑΛΕΤΣ 3         | 5 | 9    | 3.30 | 29    | 100  |      | 3.40 |
| 126 | 1 | ΤΟΥΑΛΕΤΣ ΑΜΕΑ      | 5 | 7    | 3.30 | 23    | 80   |      | 3.51 |
| 127 | 1 | ΝΤΟΥΖ 1            | 5 | 2    | 3.30 | 7     | 20   |      | 3.03 |
| 128 | 1 | ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 1        | 5 | 3    | 3.30 | 11    |      |      |      |
| 129 | 1 | ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 2        | 5 | 5    | 3.30 | 16    |      |      |      |
| 130 | 1 | ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕ Β    | 5 | 1182 | 9.90 | 11702 | 2955 | 2300 | 0.25 |
| 131 | 1 | 0 - ΒΟΗΘ. ΧΩΡΟΣ Ε  | 5 | 220  | 3.00 | 660   | 200  |      | 0.30 |

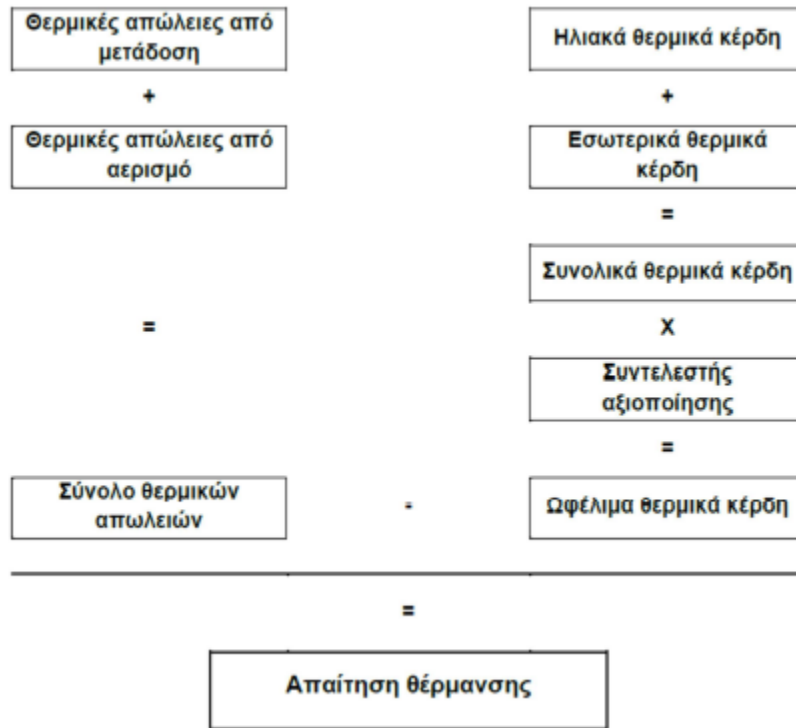
**Εικόνα 53: Αερισμός χώρων**

## 5.10 Φύλλο εργασίας Ετήσια Θέρμανση: Υπολογισμός της ετήσιας απαίτησης θέρμανσης σύμφωνα με την ετήσια μέθοδο ΡΗΡΡ.

Η μέθοδος ΡΗΡΡ ακολουθεί σε γενικές γραμμές το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 13790 [DIN ENISO 13790]. Σε αυτό το φύλλο εργασίας, όλες οι τιμές ανακτώνται αυτόματα από άλλα φύλλα εργασίας. Συνήθως δεν υπάρχει ανάγκη καταχώρησης δεδομένων.

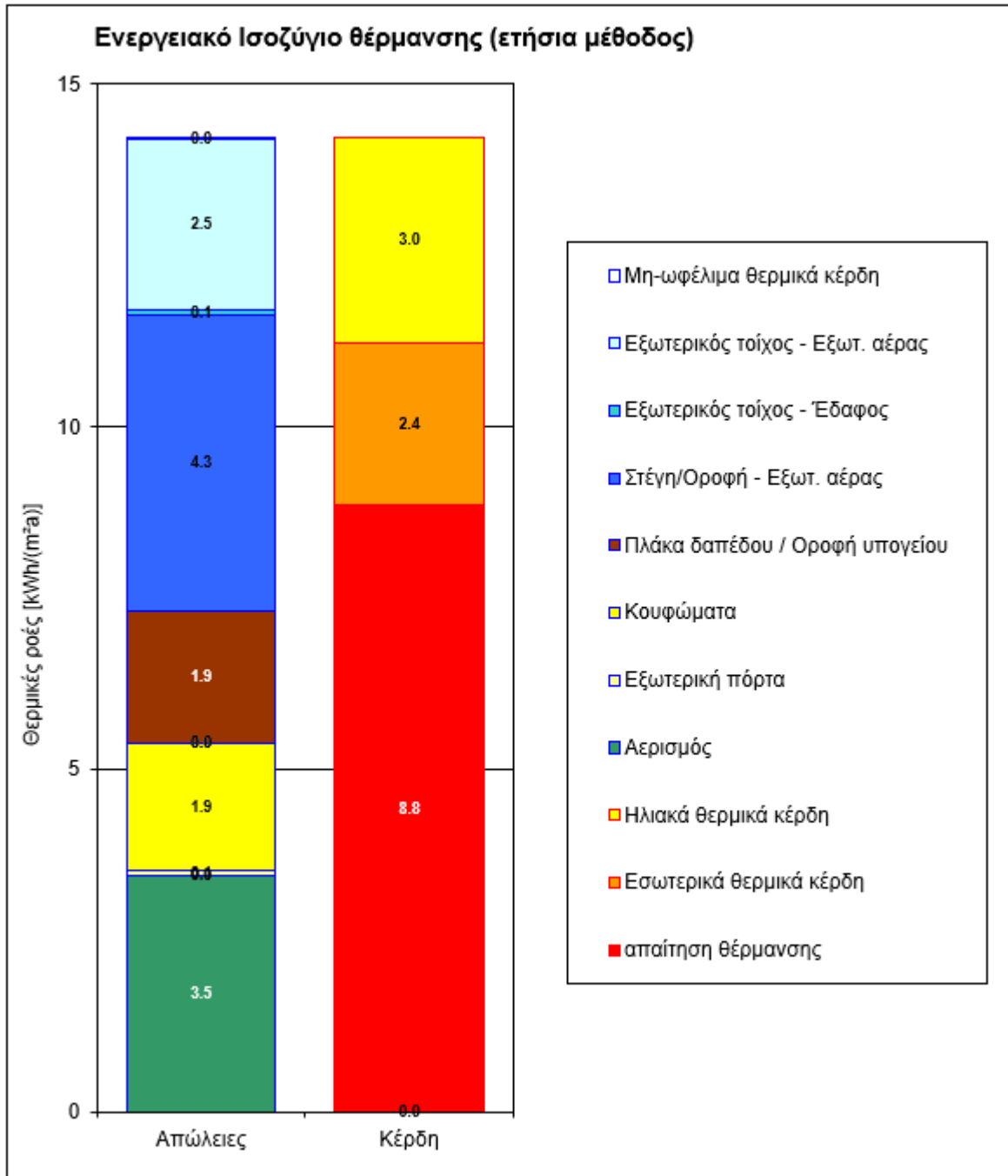
Για την πιστοποίηση Παθητικού Κτιρίου, η μηνιαία μέθοδος στο φύλλο εργασίας Θέρμανση, που είναι υψηλότερος βαθμός ακρίβειας, χρησιμοποιείται ως το αποτέλεσμα στο φύλλο εργασίας Ετήσια Θέρμανση. Ωστόσο, η ετήσια μέθοδος είναι εύκολα κατανοητή και γι' αυτό είναι εξαιρετικά χρήσιμη εάν κάποιος επιθυμεί να αξιολογήσει την αρχή του ενεργειακού ισοζυγίου.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του ενεργειακού ισοζυγίου απεικονίζεται στην Εικόνα 26.



Εικόνα 54: Διάγραμμα ενεργειακού ισοζυγίου. [14]

Παρακάτω ακολουθεί το διάγραμμα με τις θερμικές ροές των απωλειών και των κερδών, συναρτήσει των επιφανειών του κτιρίου.

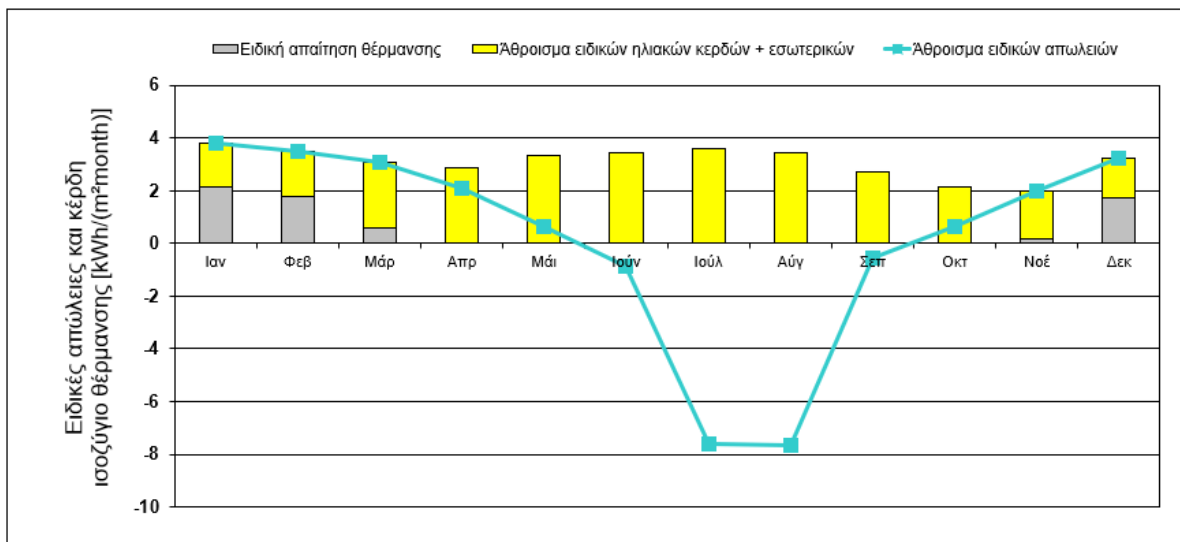


Εικόνα 55: Ενεργειακό ισοζύγιο μελέτης

### 5.11 Φύλλο εργασίας Θέρμανση: Υπολογισμός της ετήσιας απαίτησης Θέρμανσης σύμφωνα με την EN 13790 / Μηνιαία Μέθοδος

Στο φύλλο εργασίας Ετήσια Θέρμανση, το ενεργειακό ισοζύγιο υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την μέθοδο μιας περιόδου θέρμανσης. Η μηνιαία μέθοδος EN 13790, ωστόσο, υπολογίζει το ενεργειακό ισοζύγιο για κάθε μήνα του έτους. Όλα τα στοιχεία του κτιρίου επαληθεύονται στο φύλλο εργασίας Ετήσια Θέρμανση.

|   | Ιαν        | Φεβ        | Μάρ        | Απρ        | Μάι        | Ιούν       | Ιούλ       | Αύγ        | Σεπ        | Οκτ        | Νοέ        | Δεκ        | Έτος       |        |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|
| Βαθμώρες - Εσωτερικά                        | 8.9        | 8.0        | 6.8        | 4.5        | 1.0        | -2.6       | -4.7       | -4.6       | -1.3       | 1.6        | 4.8        | 7.7        | 30         | kKk    |
| Βαθμώρες - Εξωτερικά                        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.2        | 0.0        | -3.3       | -3.4       | 0.0        | 0.0        | 0.1        | 0.2        | -5         | kKk    |
| Απώλειες - Εσωτερικά                        | 27840      | 25058      | 21379      | 14065      | 3212       | -8205      | -14690     | -14447     | -4024      | 5122       | 15058      | 24215      | 94583      | kWh    |
| Απώλειες - Εξωτερικά                        | 4930       | 4980       | 5149       | 3865       | 2359       | 660        | -51056     | -51579     | -724       | 407        | 1976       | 3719       | -75254     | kWh    |
| Άθροισμα ειδικών απωλειών                   | 3.8        | 3.5        | 3.1        | 2.1        | 0.6        | -0.9       | -7.6       | -7.7       | -0.6       | 0.6        | 2.0        | 3.2        | 2.2        | kWh/m² |
| Ηλιακά κέρδη - Βορράς                       | 307        | 383        | 556        | 690        | 882        | 978        | 939        | 748        | 575        | 498        | 345        | 288        | 7190       | kWh    |
| Ηλιακά κέρδη - Ανατολή                      | 1937       | 1894       | 3400       | 4218       | 4949       | 5207       | 5552       | 5294       | 3701       | 2797       | 1980       | 1420       | 42348      | kWh    |
| Ηλιακά κέρδη - Νότιος                       | 47         | 39         | 54         | 47         | 41         | 38         | 41         | 50         | 54         | 51         | 50         | 38         | 549        | kWh    |
| Ηλιακά κέρδη - Δύση                         | 4423       | 4937       | 8126       | 9772       | 11829      | 12240      | 12755      | 12446      | 9463       | 6583       | 5554       | 4012       | 102141     | kWh    |
| Ηλιακά κέρδη - Οριζόντια                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | kWh    |
| Ηλιακά κέρδη - Αδραφάνης                    | 1837       | 2010       | 3420       | 4232       | 5092       | 5473       | 5689       | 5251       | 3895       | 2794       | 2059       | 1475       | 43227      | kWh    |
| Εσωτερικά θερμικά κέρδη                     | 5839       | 5274       | 5839       | 5650       | 5839       | 5650       | 5839       | 5839       | 5650       | 5839       | 5650       | 5839       | 68746      | kWh    |
| Άθροισμα ειδικών ηλιακών κερδών + εσωτερικά | 1.7        | 1.7        | 2.5        | 2.9        | 3.3        | 3.4        | 3.6        | 3.4        | 2.7        | 2.2        | 1.8        | 1.5        | 30.6       | kWh/m² |
| Συντελεστής αξιοποίησης                     | 100%       | 100%       | 100%       | 73%        | 19%        | 100%       | 100%       | 100%       | 100%       | 30%        | 99%        | 100%       | -14%       |        |
| Ετήσια απαίτηση θέρμανσης                   | 18440      | 15500      | 5162       | 3          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 1597       | 14863      | 55565      | kWh    |
| Ειδική απαίτηση θέρμανσης                   | <b>2.1</b> | <b>1.8</b> | <b>0.6</b> | <b>0.0</b> | <b>0.0</b> | <b>0.0</b> | <b>0.0</b> | <b>0.0</b> | <b>0.0</b> | <b>0.0</b> | <b>0.2</b> | <b>1.7</b> | <b>6.4</b> | kWh/m² |



Εικόνα 56: Ειδική ενέργεια θέρμανσης (μηνιαία μέθοδος)

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 56, η απαίτηση θέρμανσης καλύπτεται επιτυχώς.

| <b>Θερμικές απώλειες μετάδοσης <math>Q_T</math></b>  |   | Ταβλό   | 129797          | 15.1                      |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
|--|---|---|-----------------|---------------------------|--------------------------------|---|------------------------|-----------------|---------------------------|---------|--------|------|------|------|-----|------|---------|------|------|-------|-----|-------|-------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-------|-----|-------|-----------|------|------|-----|-----|---|-------------------------------|--|--|--|--|-------|
| $\text{Πραγματικός όγκος αέρα } V_{\nu} \cdot \frac{\lambda_{\text{αέρα}}}{\mu} \cdot \left(1 - \frac{\eta_{\text{αέρα}}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{\eta_{\text{δαφ}}}{100}\right) = \frac{\lambda_{\text{αέρα}}}{\mu} \cdot \text{Καθαρό ύψος διαμετίου} = \frac{\lambda_{\text{αέρα}}}{\mu} \cdot 2.90 = 25009$  |   |   |                 |                           |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| $\text{Πραγματικός ρυθμός εναλλαγής αέρα Εξωτ. αέρας } n_{V,e} \cdot \frac{\lambda_{\text{αέρα}}}{\mu} \cdot \left(1 - \frac{\eta_{\text{αέρα}}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{\eta_{\text{δαφ}}}{100}\right) = \frac{\lambda_{\text{αέρα}}}{\mu} \cdot 0.067$   |   |   |                 |                           |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| $\text{Πραγματικός ρυθμός εναλλαγής αέρα Έδαφος } n_{V,g} \cdot \frac{\lambda_{\text{αέρα}}}{\mu} \cdot \left(1 - \frac{\eta_{\text{αέρα}}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{\eta_{\text{δαφ}}}{100}\right) = \frac{\lambda_{\text{αέρα}}}{\mu} \cdot 0.000$  |   |   |                 |                           |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| <b>Απώλειες αερισμού Εξωτ. αέρας <math>Q_{\nu}</math></b>  |   | $V_{\nu} \cdot \frac{\lambda_{\text{αέρα}}}{\mu}$   | 25009           | 2.6                       |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| <b>Απώλειες αερισμού Έδαφος <math>Q_{\nu,e}</math></b>   |   | $V_{\nu,e} \cdot \frac{\lambda_{\text{αέρα}}}{\mu}$ | 25009           | 0.0                       |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| <b>Θερμικές απώλειες αερισμού <math>Q_{\nu}</math></b>   |   | Ταβλό   | 22496           | 2.6                       |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| <b>Συνολικές θερμικές απώλειες</b>   |   | $Q_T + Q_{\nu}$                                     | 129797 + 22496  | 17.7                      |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| $\text{Μειωτικός συντελεστής εξοικονόμησης για νύχτα } \eta_{\text{βελ}} = 1.0$  |   |   |                 |                           |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| <b>Συνολικές θερμικές απώλειες</b>   |   | $(Q_T + Q_{\nu}) \cdot \eta_{\text{βελ}}$           | 152293          | 17.7                      |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Προσανατολισμός της επιφάνειας</th> <th>Μειωτικός συντελεστής Φύλλο cpy, 'κουφίσματα'</th> <th>Τιμή-g (αποδοτικότητα)</th> <th>Επιφάνεια <math>m^2</math></th> <th>Ολική ακτινοβολία <math>W/m^2</math></th> <th><math>W/m^2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Βορράς</td> <td>0.57</td> <td>0.45</td> <td>74.5</td> <td>134</td> <td>2569</td> </tr> <tr> <td>Ανατολή</td> <td>0.57</td> <td>0.45</td> <td>166.7</td> <td>345</td> <td>14848</td> </tr> <tr> <td>Νότος</td> <td>0.05</td> <td>0.45</td> <td>18.2</td> <td>616</td> <td>275</td> </tr> <tr> <td>Δύση</td> <td>0.60</td> <td>0.45</td> <td>379.5</td> <td>358</td> <td>36824</td> </tr> <tr> <td>Οριζόντια</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.0</td> <td>570</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Άθροισμα αδιαφανών επιφανειών</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>15033</td> </tr> </tbody> </table> |   |   |                 |                           | Προσανατολισμός της επιφάνειας | Μειωτικός συντελεστής Φύλλο cpy, 'κουφίσματα' | Τιμή-g (αποδοτικότητα) | Επιφάνεια $m^2$ | Ολική ακτινοβολία $W/m^2$ | $W/m^2$ | Βορράς | 0.57 | 0.45 | 74.5 | 134 | 2569 | Ανατολή | 0.57 | 0.45 | 166.7 | 345 | 14848 | Νότος | 0.05 | 0.45 | 18.2 | 616 | 275 | Δύση | 0.60 | 0.45 | 379.5 | 358 | 36824 | Οριζόντια | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 570 | 0 | Άθροισμα αδιαφανών επιφανειών |  |  |  |  | 15033 |
| Προσανατολισμός της επιφάνειας   | Μειωτικός συντελεστής Φύλλο cpy, 'κουφίσματα' | Τιμή-g (αποδοτικότητα)                              | Επιφάνεια $m^2$ | Ολική ακτινοβολία $W/m^2$ | $W/m^2$                        |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| Βορράς   | 0.57  | 0.45  | 74.5            | 134                       | 2569                           |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| Ανατολή  | 0.57  | 0.45  | 166.7           | 345                       | 14848                          |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| Νότος  | 0.05  | 0.45  | 18.2            | 616                       | 275                            |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| Δύση   | 0.60  | 0.45  | 379.5           | 358                       | 36824                          |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| Οριζόντια  | 0.00  | 0.00  | 0.0             | 570                       | 0                              |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| Άθροισμα αδιαφανών επιφανειών  |   |   |                 |                           | 15033                          |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| <b>Διαθέσιμα ηλιακά θερμικά κέρδη <math>Q_S</math></b>   |   | Ταβλό   | 63543           | 8.1                       |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| $\text{Εσωτερικά θερμικά κέρδη } Q_i = \frac{\text{Διάρκεια περιόδου θέρμανσης}}{24} \cdot \frac{\text{Ειδική ισχύς } q_i}{\mu} \cdot \lambda_{\text{αέρα}} = 0.024 \cdot 181 \cdot 0.9 \cdot 8623.8 = 34090$  |   |   |                 |                           |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| <b>Εσωτερικά θερμικά κέρδη <math>Q_i</math></b>  |   | $Q_S + Q_i$   | 103640          | 12.0                      |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| <b>Ελευθέρη θερμότητα <math>Q_F</math></b>   |   | $Q_F / Q_L$   | 0.68            |                           |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| <b>Θερμικά κέρδη <math>Q_G</math></b>  |   | $\eta_G \cdot Q_F$                                  | 96728           | 11.2                      |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| <b>Ετήσια απαίτηση θέρμανσης <math>Q_H</math></b>  |   | $Q_L - Q_G$   | 55585           | 6                         |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |
| <b>Περιοριστική τιμή</b>   |   | $\eta_{\text{βελ}}$                                 | 15              | Ναι                       |                                |   |                        |                 |                           |         |        |      |      |      |     |      |         |      |      |       |     |       |       |      |      |      |     |     |      |      |      |       |     |       |           |      |      |     |     |   |                               |  |  |  |  |       |

Εικόνα 57: Επαλήθευση απαίτησης θέρμανσης

### 5.12 Φύλλο εργασίας Θερινός Αερισμός

Η στρατηγική αερισμού έχει μεγάλη επίδραση στο εσωτερικό περιβάλλον το καλοκαίρι. Ειδικότερα, στις κλιματικές ζώνες όπου οι θερμοκρασίες κατά την διάρκεια της νύχτας πέφτουν γύρω στους 20 °C, ο στοχευμένος νυχτερινός αερισμός είναι αρκετός από μόνος του

για να εξάγει τον υπερβολικά θερμό αέρα από ένα κτίριο. Το φύλλο εργασίας Θερινός Αερισμός επιτρέπει τη διαφοροποιημένη εισαγωγή της στρατηγικής θερινού αερισμού.

Σε κλίμα που είναι πολύ υγρό το καλοκαίρι, μπορεί να είναι απαραίτητη η αφύγρανση του αέρα, ακόμη και όταν η θερμοκρασία του δωματίου παραμένει σε ένα άνετο εύρος. Σε κτίρια που καταναλώνουν πολύ λίγη ενέργεια και βρίσκονται σε ζεστό και υγρό κλίμα, είναι δυνατό να διατηρηθεί η εσωτερική άνεση μέσω του νυκτερινού αερισμού. Ωστόσο, είναι επίσης πιθανό ότι παρά το νυκτερινό αερισμό, το εσωτερικό κλίμα εξακολουθεί να μην είναι άνετο λόγω της υψηλής υγρασίας. Αυτό το πρόβλημα υπάρχει σε κτίρια με συμβατική μονάδα κλιματισμού, στην οποία η αφύγρανση του συστήματος δεν είναι αρκετή. Για το λόγο αυτό, οι υπολογισμοί στο PHPP λαμβάνουν υπόψη την υγρασία του περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, υπολογιζόμενοι από τις πληροφορίες σημείου δρόσου στα κλιματικά δεδομένα.

Τα παρακάτω δεδομένα χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς υγρασίας:

- Τιμή στόχου για την υγρασία του δωματίου: Για τα Παθητικά Κτίρια, τα EnerPHit ή τα Low Energy Buildings συνιστάται τιμή 12 g/kg.
- Εσωτερικές πηγές υγρασίας: 10 g/(P\*h) για κτίρια τριτογενούς τομέα.
- Η συχνότητα της υπερβολικής υγρασίας, που εμφανίζεται στα κορυφαία αποτελέσματα με βάση τις οριακές συνθήκες που χρησιμοποιούνται, για την περίπτωση με ή χωρίς ενεργητική ψύξη. Αυτό είναι το ποσοστό των ωρών στο έτος κατά το οποίο σημειώνεται υπέρβαση του ανώτατου ορίου για την απόλυτη υγρασία του εσωτερικού αέρα. Αυτή η συγκεκριμένη τιμή υιοθετείται για την επαλήθευση του προτύπου του Παθητικού Κτιρίου, των EnerPHit και των Low Energy Buildings.

### Βασικός θερινός αερισμός

Ο ρυθμός εναλλαγής αέρα, ο οποίος είναι απαραίτητος από πλευράς υγιεινής το καλοκαίρι, μπορεί να εξασφαλιστεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- Σύστημα αερισμού με προσαγωγή αέρα: Μπορεί να είναι ένα κλασικό σύστημα αερισμού Παθητικού Κτιρίου με αέρα απαγωγής και προσαγωγής, αλλά κατ'αρχήν αυτό μπορεί επίσης να είναι ένα σύστημα μόνο με τον αέρα προσαγωγής, ο οποίος πιέζει τον αέρα προς το εξωτερικό μέσω διαρροών ή διαμορφωμένων ανοιγμάτων.
- Σύστημα απαγωγής αέρα
- Αερισμός μέσω παραθύρων: Αν πραγματοποιείται το καλοκαίρι αερισμός μέσω παραθύρων, τότε οι αντίστοιχοι ρυθμοί εναλλαγής αέρα θα πρέπει να εισαχθούν σε αυτή την ενότητα. Η πραγματική εναλλαγή αέρα μέσω παραθύρων είναι δύσκολο να εκτιμηθεί, δεδομένου ότι οι χρήστες συμπεριφέρονται διαφορετικά σε σχέση με τις συνήθειες αερισμού παραθύρων. Η απαίτηση αερισμού που προσδιορίζεται στο φύλλο εργασίας Αερισμός μπορεί να είναι μια κατάλληλη παράμετρος εισαγωγής. Ο δευτερεύων υπολογισμός στη δεξιά πλευρά του φύλλου εργασίας μπορεί να

βοηθήσει να εξακριβωθεί εάν είναι δυνατή η επίτευξη αυτού του επιπέδου εναλλαγής αέρα με τα υπάρχοντα παράθυρα. Ο βασικός ρυθμός εναλλαγής αέρα μπορεί συνήθως να επιτευχθεί χωρίς κανένα πρόβλημα σε τυπικά κτίρια κατοικιών με ανοιγόμενα παράθυρα.

### Πρόσθετος θερινός αερισμός για ψύξη

Σημαντική βελτίωση της θερμικής άνεσης και εξοικονόμησης ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί αξιοποιώντας το γεγονός ότι οι εξωτερικές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της νύχτας και τις πρώτες πρωινές ώρες είναι χαμηλότερες από εκείνες κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ανάλογα με το κλίμα, η μέση ημερήσια μέγιστη μπορεί να διαφέρει κατά 2 έως 14 K από τη μέση ημερήσια ελάχιστη κατά τη διάρκεια θερμών περιόδων. Με επιθετικό διαμπερή αερισμό, εξαιρετική μόνωση και αποτελεσματική ηλιακή προστασία, είναι δυνατό να διατηρηθεί η εσωτερική θερμοκρασία σημαντικά χαμηλότερη από την υψηλότερη ημερήσια μέση θερμοκρασία.

Το PHPP λαμβάνει υπόψη δύο εναλλακτικές δυνατότητες εφαρμογής μιας νυχτερινή στρατηγικής αερισμού:

- Τον χειροκίνητο νυχτερινό αερισμό.
- Τον μηχανικό, αυτόματα ελεγχόμενο αερισμό.

Και στις δύο περιπτώσεις λαμβάνει υπόψη το γεγονός ότι, για λόγους θερμικής άνεσης, η εσωτερική θερμοκρασία μπορεί να μην πέσει κάτω από μια ορισμένη ελάχιστη τιμή η οποία είναι προκαθορισμένη από το χρήστη (η συνιστάμενη τιμή, ειδικά για την πιστοποίηση, είναι 22 °C).

|   |       |  |  |                            |
|---|-------|--|--|----------------------------|
| Όγκος κτιρίου:  | 46137 | m <sup>3</sup>                                   | Τύπος κτιρίου:   | ERGASTIRIA-GRAFEIA         |
| Μέγιστη εσωτερική απόλυτη υγρασία:  | 12    | g/kg   | Απόδοση ανάκτησης θερμότητας:                              | 76%                        |
| Εσωτερικές πηγές υγρασίας:  | 10    | g/(P*h)  | Απόδοση ανάκτησης υγρασίας:                                | 0%                         |
|   |       |  | Απόδοση γεωεναλλάκτη θερμότητας:                           | 0%                         |
| <b>Αποτελέσματα παθητικής ψύξης</b>                                       |       |  | <b>Αποτελέσματα ενεργητικής ψύξης</b>                      |                            |
| Συχνότητα υπερθέρμανσης:  | 15.4% | στο όριο υπερθέρμανσης $\vartheta_{max} = 25$ °C | Απαίτηση ωφέλιμης ψύξης:                                   | 5.7 kWh/(m <sup>2</sup> a) |
| μέγιστη υγρασία:  | 13.5  | g/kg   | Απαίτηση αφύγρανσης:                                       | 0.2 kWh/(m <sup>2</sup> a) |
| Συχνότητα υπέρβασης της υγρασίας:   | 0.3%  |  | Συχνότητα υπέρβασης της υγρασίας:                          | 0.3%                       |
| <b>Θερινός βασικός αερισμός για να εξασφαλιστεί επαρκής ποιότητα αέρα</b> |       |  |  |                            |
| Ρυθμός εν. αέρα μέσω συστ. αερισμού με αέρα προσ:                         | 1.00  | 1/h  | Αερισμός με ανάκτηση θερμότητας / ενθαλπίας το κα/         |                            |
|   |       |  | Χωρίς  |                            |
|   |       |  | Αυτόματη παράκαμψη, ελεγχόμενη από τη διαφορά θερμοκρασίας | x                          |
|   |       |  | Αυτόματη παράκαμψη, ελεγχόμενη από τη διαφορά ενθαλπίας    |                            |
|   |       |  | Πάντα  |                            |

Εικόνα 58: Θερινός Αερισμός μελέτης

**Δευτερεύων υπολογισμός: Πρόσθετος νυχτερινός αερισμός για ψύξη**

Τιμή εναλλαγής αέρα κατά τη διάρκεια πρόσθετου νυκτερινού αερισμού μέσω παραθύρων

|  |   |            |            |            |            |      |             |
|--|---|------------|------------|------------|------------|------|-------------|
| Περιγραφή                                | Μειωτικός συντελεστής                               | ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ | ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ | ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ | ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ |      |             |
| Οριακές συνθήκες κλιματικών δεδομένων    | Διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικά-εξωτερικά            | 1          | 1          | 1          | 1          | 1    | 1           |
|  | Ταχύτητα του ανέμου                                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0    | 0           |
| Συστάδα παραθύρων 1                      | Ποσότητα  | 1          | 1          | 1          | 4          |      |             |
|  | Καθαρό πλάτος                                       | 3.300      | 3.300      | 3.300      | 6.900      |      | m           |
|  | Καθαρό ύψος   | 1.500      | 1.500      | 1.500      | 1.500      |      | m           |
|  | Ανακλινόμενο παράθυρο (επιλέξτε αν είναι κατάλληλο) | x          | x          | x          | x          |      |             |
|  | Πλάτος ανοίγματος (για ανακλινόμενα παράθυρα)       | 0.300      | 0.300      | 0.300      | 0.300      |      | m           |
| Συστάδα παραθύρων 2 (διαμετρής αερισμός) | Ποσότητα  | 49         |            |            |            |      |             |
|  | Καθαρό πλάτος                                       | 1.80       |            |            |            |      | m           |
|  | Καθαρό ύψος   | 0.75       |            |            |            |      | m           |
|  | Ανακλινόμενο παράθυρο (επιλέξτε αν είναι κατάλληλο) | x          |            |            |            |      |             |
|  | Πλάτος ανοίγματος (για ανακλινόμενα παράθυρα)       | 0.300      |            |            |            |      | m           |
|  | Διαφορά ύψους από το παράθυρο 1                     |            |            |            |            |      | m           |
| Αποτέλεσμα: Τιμές νυκτερινού αερισμού    |   | 0.04       | 0.00       | 0.00       | 0.01       | 0.00 | 0.00        |
|  |   |            |            |            |            |      | Σύνολο 0.06 |
|  |   |            |            |            |            |      | 1/h         |

Εικόνα 59: Δευτερεύοντες υπολογισμοί θερινού αερισμού μελέτης

**5.13 Φύλλο εργασίας Καλοκαίρι: Υπολογισμός πιθανότητας υπερθέρμανσης**

Τα Παθητικά Κτίρια διακρίνονται για την παροχή υψηλών επιπέδων άνεσης σε χειμερινά κλίματα. Οι χρήστες του Παθητικού Κτιρίου δικαιολογημένα απαιτούν κτίρια που θα είναι άνετα και το καλοκαίρι. Οι άνετες καλοκαιρινές θερμοκρασίες στα Παθητικά Κτίρια δεν είναι πιο δύσκολο να επιτευχθούν από ό,τι σε άλλα συμβατικά κτίρια και είναι γενικά πιο εύκολο να επιτευχθούν λόγω του πολύ μονωμένου θερμικού κελύφους, γεγονός που καθιστά ευκολότερο να ψυχθεί το κτίριο κατά τη θερινή περίοδο [PHI 1998/10.]

Η καλοκαιρινή εσωτερική θερμοκρασία εξαρτάται όλο και περισσότερο από το μέγεθος των κουφωμάτων, τον προσανατολισμό, τη σκίαση, τον αερισμό, τις εσωτερικές πηγές θερμότητας και κυρίως την κλιματική περιοχή σε σχέση με την ετήσια κατανάλωση θερμότητας. Είναι δυνατόν να επιτευχθεί ένα άνετο καλοκαιρινό περιβάλλον με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας αν ληφθεί υπόψη η θερμική άνεση των καλοκαιρινών μηνών κατά τη **φάση σχεδιασμού** του κτιρίου. Ως εκ τούτου, συνιστάται να υπολογίζετε τη θερμική άνεση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, ακόμη και στις περιοχές της Βόρειας Αμερικής και της Ευρώπης (που είναι απαραίτητη σε περιοχές με θερμότερο κλίμα).

Εάν ένα σχέδιο κτιρίου περιλαμβάνει μεγάλα κουφώματα προσανατολισμένα στην ανατολή ή στη δύση, είναι απαραίτητο να λάβετε υπόψιν τα κατάλληλα μέτρα προστασίας από τον ήλιο. Τα μέτρα προστασίας από τον ήλιο συνιστώνται επίσης και στα κουφώματα με νότιο προσανατολισμό.

Το μέτρο της θερμικής άνεσης του καλοκαιριού ορίζεται ως η συχνότητα κατά την οποία οι θερμοκρασίες υπερβαίνουν το καθορισμένο όριο άνεσης  $T_{max}$  εκφραζόμενο ως ποσοστό του συνολικού χρόνου του έτους. Η προεπιλεγμένη  $T_{max}$  που χρησιμοποιείται στο PHPP είναι 25 °C, ωστόσο διαφορετικές θερμοκρασίες μπορούν να καθοριστούν για σύγκριση στο

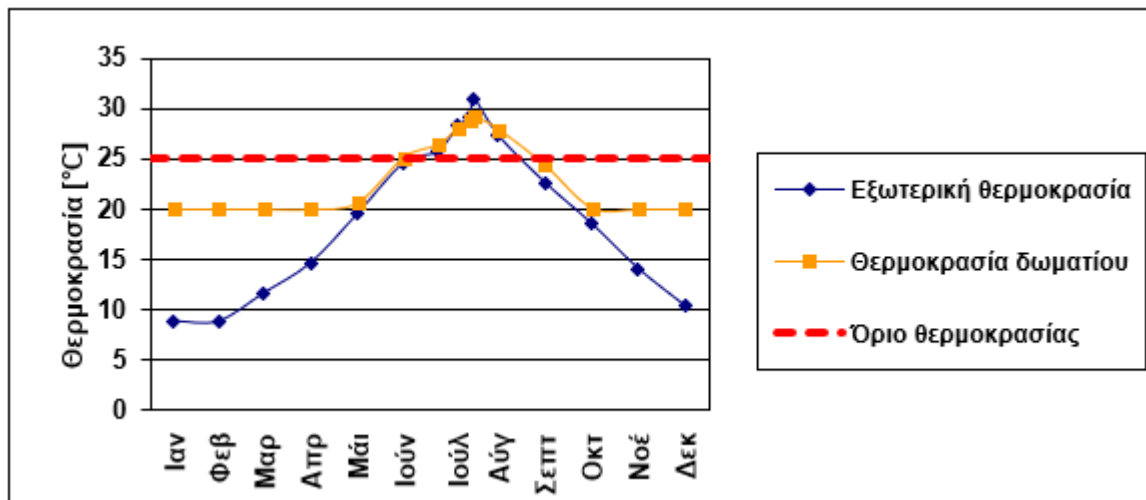


φύλλο εργασίας Έλεγχος Κριτηρίων. Όσο χαμηλότερη είναι η συχνότητα με την οποία οι θερμοκρασίες υπερβαίνουν το  $\theta_{max}$ , τόσο μεγαλύτερο είναι το επίπεδο άνεσης.

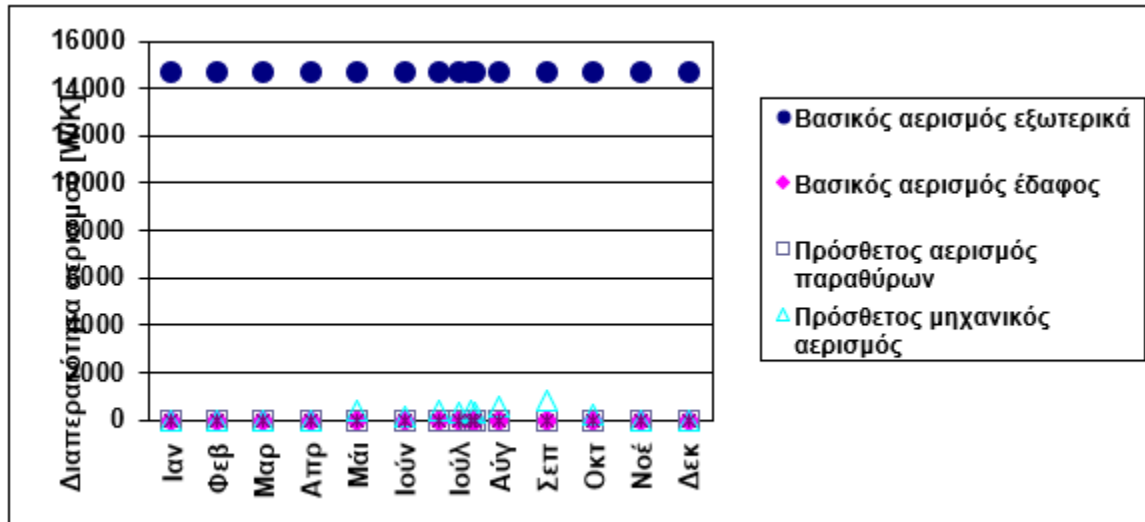
| $h_{>25^{\circ}\text{C}}$ | Κατάσταση    |
|---------------------------|--------------|
| > 15 %                    | Καταστροφική |
| 10 – 15 %                 | Κακή         |
| 5 – 10 %                  | Μποδεκτή     |
| 2 – 5 %                   | Καλή         |
| 0 – 2 %                   | Εξαιρετική   |

Εικόνα 60: Ποσοστό υπέρθερμανσης θερμοκρασίας και θερμική άνεση [14]

Όπως παρατηρεί κάποιος στην παρακάτω εικόνα, παθητικά το κτίριο δεν μπορεί να διατηρήσει τη εσωτερική του θερμοκρασία κάτω από το μέγιστο όριο της θερμικής άνεσης ( $25^{\circ}\text{C}$ ). Ωστόσο με τα συστήματα που επιλέχθηκαν η συχνότητα υπέρθερμανσης του κτιρίου είναι 1.6 %, που σύμφωνα με την εικόνα 59, η κατάσταση του εσωτερικού κλίματος είναι εξαιρετική.



Εικόνα 61: Χάρτης θερμοκρασίας μελέτης



Εικόνα 62: Εισροές αερισμού μελέτης

Εάν η "συχνότητα άνω των 25°C" υπερβαίνει το 10%, επιπλέον μέτρα προστασίας από την θερμότητα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού είναι απαραίτητα.

Ημερήσια εσωτερική διακύμανση θερμοκρασίας

$$\left( \begin{matrix} \text{Μεταφορά} \\ \text{κWh/d} \end{matrix} \right) + \left( \begin{matrix} \text{Αερισμός} \\ \text{κWh/d} \end{matrix} \right) + \left( \begin{matrix} \text{Ηλιακό φορτίο} \\ \text{κWh/d} \end{matrix} \right) \cdot \frac{1}{1000} \cdot \frac{\text{Ειδική θερμοχωρητικότητα: } \frac{\text{Wh}}{\text{m}^3\text{K}}}{\text{Αερα: } \text{m}^3} = 0.7 \text{ K}$$

260.6 + 454.3 + 458.1 \* 1/1000 / (204 \* 8624) = 0.7 K

Εικόνα 63: Ημερήσια εσωτερική διακύμανση θερμοκρασίας

## 5.14 Φύλλο εργασίας Ψύξη: Υπολογισμός της αισθητής ωφέλιμης απαίτησης ψύξης

Η εφαρμογή των αλγορίθμων που χρησιμοποιούνται στα φύλλα εργασίας **Ψύξη**, **Μονάδες Ψύξης** και **Φορτίο Ψύξης**, είναι βασισμένη στην υπόθεση ότι οι αρχές της ελαχιστοποίησης του φορτίου θέρμανσης εφαρμόζονται αυστηρά το καλοκαίρι. Για την επίτευξη υψηλής ενεργειακής απόδοσης στο Παθητικό Κτίριο, είναι ιδιαίτερα σημαντική η επαρκής μείωση των ηλιακών θερμικών φορτίων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, με τη χρήση συστημάτων εξωτερικής σκίασης για τα κουφώματα, με την εγκατάσταση καλής μόνωσης ή τη χρήση υψηλής ποιότητας ανακλαστικών επιφανειών στους τοίχους και τις οροφές. Επιπρόσθετα, για την επίτευξη πολύ χαμηλών τιμών απαίτησης ψύξης, τα εσωτερικά θερμικά φορτία πρέπει να ελαχιστοποιηθούν.

Στην περίπτωση ενός κτιρίου όπου πρόκειται να εγκατασταθεί ένα σύστημα ενεργητικής ψύξης, το φύλλο εργασίας **Ψύξη** υπολογίζει την απαίτηση ωφέλιμης ψύξης. Παρόμοια με την ετήσια απαίτηση θέρμανσης, η απαίτηση ωφέλιμης ψύξης αντιπροσωπεύει το ποσό θερμότητας, το οποίο πρέπει να εξαχθεί από το κτίριο κατά τη διάρκεια του έτους, ούτως ώστε να εξασφαλιστεί η θερμική άνεση του εσωτερικού χώρου. Οι υπολογισμοί αυτοί αντιπροσωπεύουν μόνο την αισθητή ποσότητα της ενέργειας ψύξης. Αυτό σημαίνει ότι δεν συμπεριλαμβάνονται ακόμη οι συνεισφορές ενέργειας που απαιτούνται για αφύγρανση ή οι απώλειες του συστήματος ψύξης.

Ο αλγόριθμος υπολογισμού, όπως στη μηνιαία μέθοδο, βασίζεται στο Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 13790. Η λειτουργικότητα είναι πολύ παρόμοια, αλλά οι οριακές συνθήκες είναι διαφορετικές. Συγκρίσεις αυτών των αποτελεσμάτων με δυναμικές προσομιώσεις κτιρίων παρουσιάζουν καλή συμφωνία. Σε αντίθεση με το EN 13790, ο νυχτερινός αερισμός συμπεριλήφθηκε επίσης.

Καμία εισαγωγή δεδομένων δεν απαιτείται στο φύλλο εργασίας **Ψύξη**. Η κτιριακή περιγραφή μεταφέρεται από τους υπολογισμούς απαίτησης θέρμανσης και τα δεδομένα για την καλοκαιρινή περίπτωση μεταφέρονται από τα φύλλα εργασίας **Καλοκαίρι** και **Θερινός Αερισμός**.

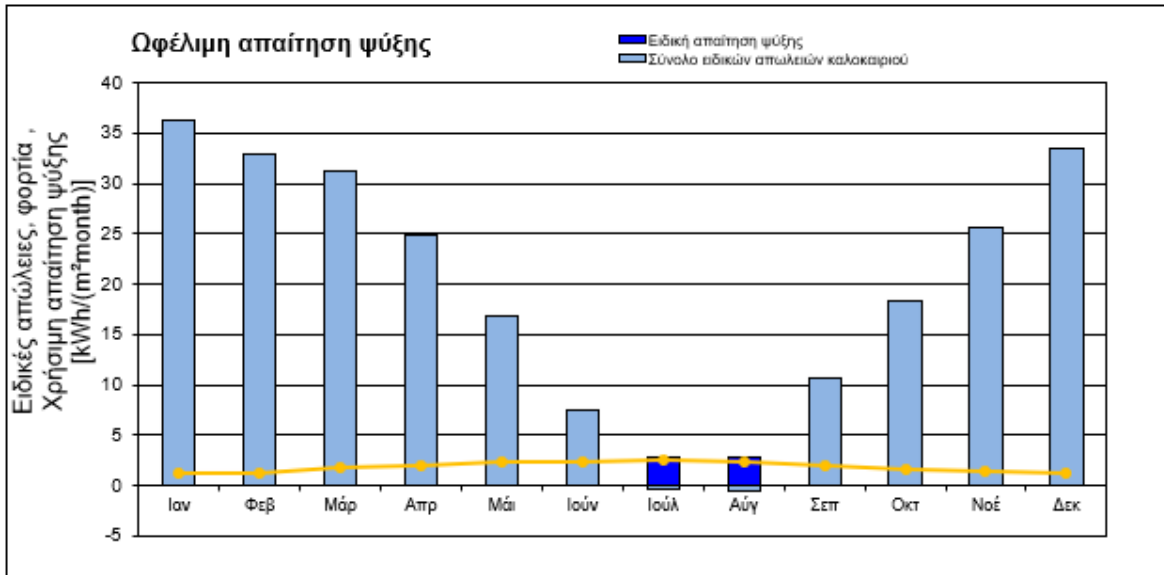
Όπως και στη μηνιαία μέθοδο για την χειμερινή περίοδο, έτσι και το καλοκαιρινό μηνιαίο ισοζύγιο παρίσταται γραφικά. Εξαιτίας των επιδράσεων αποθήκευσης, οι μηνιαίες μεμονωμένες τιμές δεν συμφωνούν πάντοτε επακριβώς με την πραγματική απαίτηση ψύξης (όπως στην χειμερινή περίπτωση).

Αφότου ο αερισμός θεωρήθηκε συχνά μεγαλύτερης σημασίας για την ενεργειακή απαίτηση ψύξης και τη θερινή άνεση, το φύλλο εργασίας **Ψύξη** περιλαμβάνει επιπλέον ένα διάγραμμα στο οποίο απεικονίζονται οι διάφορες μηνιαίες τιμές αναφοράς για τον αερισμό. Αυτές οι τιμές αναφοράς (σε W/K) υποδεικνύουν το πόσο στενά συνδυάζεται το εσωτερικό του κτιρίου με τον εξωτερικό αέρα (ή το έδαφος στην περίπτωση ενός γεωεναλλάκτη) διαμέσου των αντίστοιχων ποσοτήτων αέρα.

Εν τέλει, το ισοζύγιο της περιόδου ψύξης των ροών θερμότητας φαίνεται στο χαμηλότερο τμήμα του φύλλου εργασίας, από το οποίο είναι εύκολο να προσδιοριστούν οι επιφάνειες που επιδέχονται βελτιώσεις.

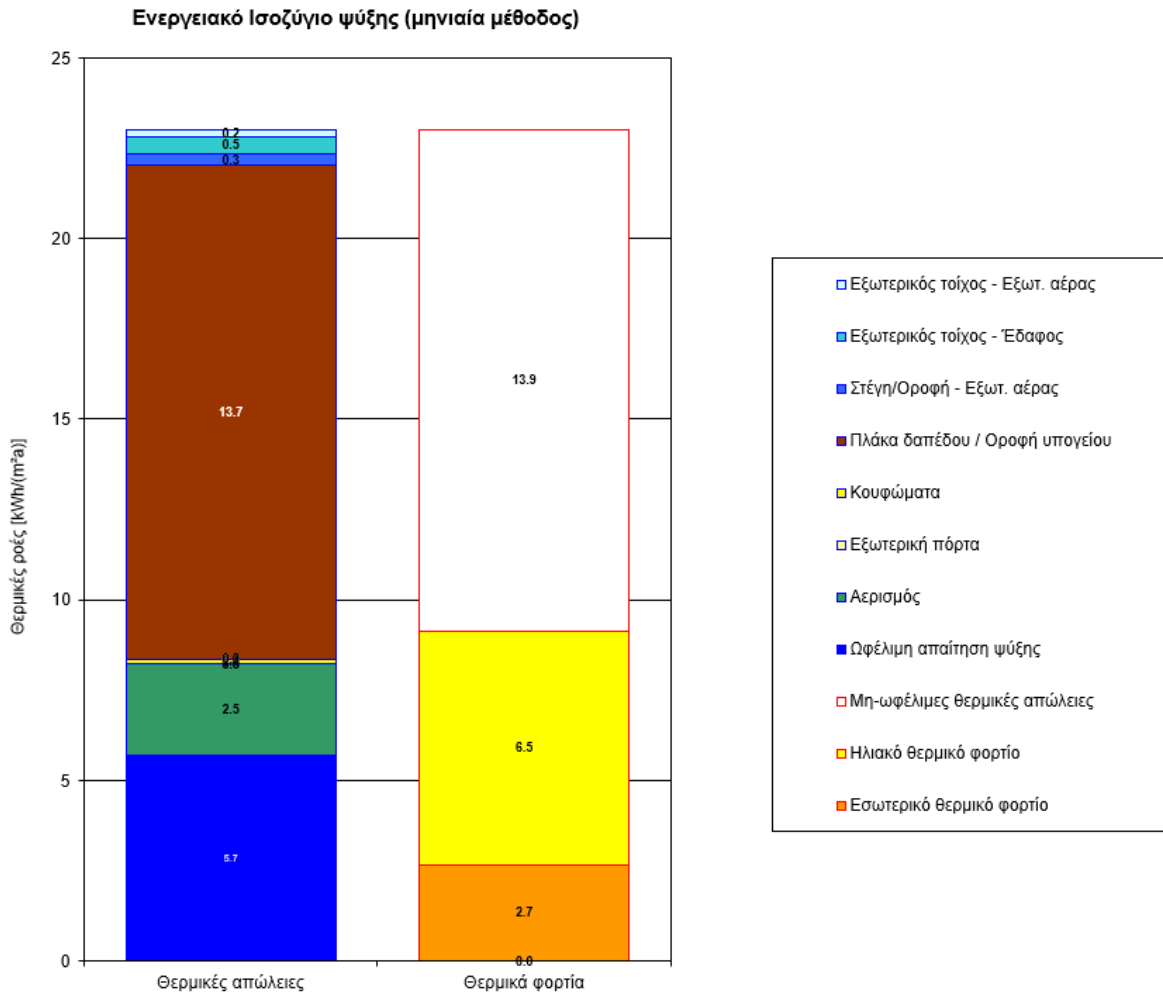
Επιπλέον, η ωφέλιμη απαίτηση ενέργειας για αφύγρανση εξακριβώνεται στο φύλλο εργασίας

**Ψύξη**. Οι μηνιαίες εικόνες εμφανίζονται επάνω στη δεξιά πλευρά του φύλλου εργασίας, μαζί με την ωφέλιμη απαίτηση για αισθητή ψύξη. Ακριβής εξισορρόπηση υγρασίας υπό εξέταση μπορεί να βρεθεί στο φύλλο εργασίας **Μονάδες Ψύξης**.



Εικόνα 64: Ειδική ενέργεια ψύξης (μηνιαία μέθοδος)

Στη παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι θερμικές απώλειες και τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου.



Εικόνα 65: Ενεργειακό ισοζύγιο ψύξης μελέτης

### 5.15 Φύλλο εργασίας Μονάδες Ψύξης: Υπολογισμός της ενεργειακής απαίτησης για ψύξη χώρου και αφύγρανση

Σε αυτό το φύλλο εργασίας καθορίζεται η συνολική τελική ενεργειακή απαίτηση για (αισθητή) ψύξη και αφύγρανση. Ακόμη, το φύλλο εργασίας αυτό συμπεριλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τις μονάδες ψύξης οι οποίες πρόκειται να χρησιμοποιηθούν κι έτσι πρέπει να ληφθούν υπόψη στο πρωταρχικό ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου. Το φύλλο εργασίας υπολογίζει το αισθητό και λανθάνον ποσοστό της συνολικής απαίτησης ψύξης για καθεμία από τις επιλεγμένες μονάδες ψύξης.

Στο φύλλο εργασίας **Μονάδες Ψύξης** είναι δυνατή η επιλογή μιας εκ των ακόλουθων τεσσάρων διαφορετικών διαδικασιών για ψύξη:

- Αέρας προσαγωγής ψύξης
- Κυκλοφορία ψύξης π.χ. fan-coils ή μονάδες split

- Επιφανειακή ψύξη χωρίς αφύγρανση
- Επιπρόσθετη αφύγρανση χωρίς αισθητή ψύξη

**x** Ψύξη με νωπό αέρα

επιλέξτε αν είναι κατάλληλο

On/Off λειτουργία (επιλέξτε αν είναι κατάλληλο)

Μεγ. ψυκτική ικανότητα (αισθητή + λανθάνουσα)

Μείωση θερμοκρασίας ξηρή

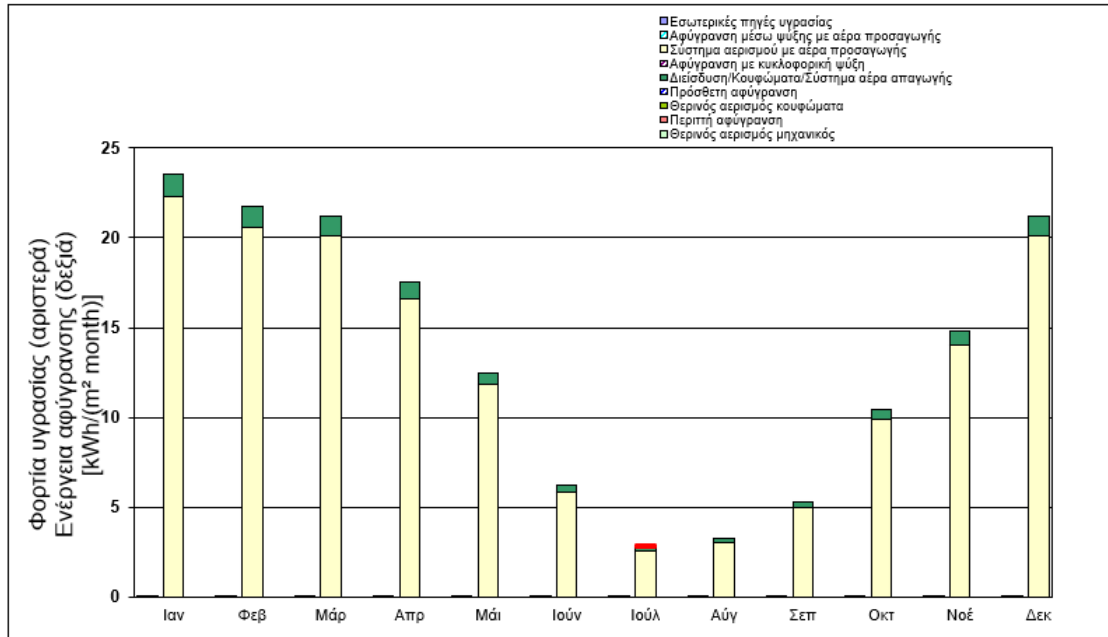
Εποχιακός βαθμός απόδοσης ενέργειας

|       |    |
|-------|----|
| x     |    |
| 120.0 | kW |
| 7.6   | K  |
| 3.2   |    |

|   | Αισθητή<br>kWh/(m <sup>2</sup> a) | Λανθάνουσα<br>kWh/(m <sup>2</sup> a) | COP | απόδοση ρεύματος (kWh/a)<br>kWh/(m <sup>2</sup> a) | Αναλογία αισθητής                                   |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----|--|---|
| <b>Συνολική ωφέλιμη ψύξη</b>            | 5.7                               | 0.2                                  |     |  | 97%   |
| Συνεισφορά ψύξης από:                   |                                   |                                      |     |  |   |
| Ψύξη με νωπό αέρα                       | ( 5.7 )                           | + ( 0.0 )                            | 3.2 | = 1.8  | 100%  |
| Ψύξη με ανακυκλοφορία                   | ( )                               | + ( )                                | 0.0 | =  |   |
| Αφύγρανση                               |                                   | /                                    |     | =  | 0%  |
| Εναπομείνουσα ψύξη για μονάδες εκπομπής |                                   | /                                    | 0.0 | =  | 100%  |
| Διανομή ψύξης                           |                                   | /                                    | 3.2 | =  | 100%  |
| <b>Συνολική</b>                         | ( 5.7 )                           | + ( 0.0 )                            | 3.2 | = 1.8  | 100%  |
| <b>Μη ικανοποιημένη απαίτηση</b>        | 0.0                               | 0.2                                  |     |  | (Ναι/Όχι)<br>Καλύφθηκε η απαίτηση ψύξης: <b>Ναι</b> |

Εικόνα 66: Επιλογή μονάδας ψύξης και σύνοψη αποτελεσμάτων αισθητής και λανθάνουσας ψύξης μελέτης

|   | Ιαν   | Φεβ   | Μάρ   | Απρ   | Μάι   | Ιούν | Ιούλ | Αύγ  | Σεπ  | Οκτ  | Νοέ   | Δεκ   | Έτος |                    |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|--------------------|
| Εσωτερικές πηγές υγρασίας               | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0    | kWh/m <sup>2</sup> |
| Διάδοση/Κουφώματα/Σύστημα αέρα απαγωγής | -1.2  | -1.2  | -1.1  | -0.9  | -0.7  | -0.3 | -0.1 | -0.2 | -0.3 | -0.6 | -0.8  | -1.1  | -9   | kWh/m <sup>2</sup> |
| Σύστημα αερισμού με αέρα προσαγωγής     | -22.3 | -20.6 | -20.1 | -16.6 | -11.8 | -5.9 | -2.6 | -3.1 | -5.0 | -9.9 | -14.1 | -20.1 | -152 | kWh/m <sup>2</sup> |
| Θερνός αερισμός κουφώματα               | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | -0.1 | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0    | kWh/m <sup>2</sup> |
| Θερνός αερισμός μηχανικός               | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0    | kWh/m <sup>2</sup> |
| Συνολικά φορτία υγρασίας                | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0    | kWh/m <sup>2</sup> |
| Αφύγραση μέσω ψύξης με αέρα προσαγωγής  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0    | kWh/m <sup>2</sup> |
| Αφύγραση με κυκλοφορική ψύξη            | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0    | kWh/m <sup>2</sup> |
| Πρόσθετη αφύγραση                       | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0    | kWh/m <sup>2</sup> |
| Συνολική αφύγραση                       | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0    | kWh/m <sup>2</sup> |
| Περαιτή αφύγραση                        | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0    | kWh/m <sup>2</sup> |
| Υπολειπόμενη αφύγραση                   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.2  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0    | kWh/m <sup>2</sup> |



Εικόνα 67: Φορτία υγρασίας και απομάκρυνσης υγρασίας μελέτης

### 5.16 Φύλλο εργασίας Χρήση Κτιρίου (Τριτογ): Προφίλ χρηστών για λοιπά κτίρια τριτογενούς τομέα για υπολογισμό του ρεύματος και των εσωτερικών θερμικών κερδών

Στο φύλλο εργασίας **Χρήση Κτιρίου (Τριτογ)** παρέχονται προφίλ χρηστών για κτίρια τριτογενούς τομέα. Αυτά είναι απαραίτητα αποκλειστικά για τα φύλλα εργασίας **Ρεύμα(Τριτογ)** και **Ε. Θ. Κ. (Τριτογ)**.

Στο πάνω μέρος του φύλλου εργασίας μπορούν να καθοριστούν σενάρια χρήσης καθορισμένα από το χρήστη. Πιο κάτω δίνονται προκαθορισμένα σενάρια χρήσης σύμφωνα με το [DIN V 18599-10]. Για τον ορισμό των μεμονωμένων σεναρίων χρήσης, πρέπει πρώτα να εισαχθεί το γεωγραφικό πλάτος (αυτό επηρεάζει τον αριθμό των ωρών χρήσης τη νύχτα). Με κάθε καταχώρηση στη σειρά καθορίζεται ένα σενάριο χρήσης. Το προφίλ περιγράφει την τυπική χρήση σε ένα τμήμα του κτιρίου.

- **Στάθμη φωτισμού:** Απαιτούμενη στάθμη φωτισμού στο εν λόγω τμήμα του κτιρίου [lux]
- **Σχετική απουσία:** "Αυτό δίνει το κλάσμα του χρόνου χρήσης, στο οποίο κανένα άτομο δεν βρίσκεται στο υπολογιζόμενο τμήμα του κτιρίου (0: συνεχής παρουσία, 1: καμία παρουσία) Η σχετική απουσία λαμβάνει υπόψη την προσωρινή μερική χρήση κατά τη διάρκεια μιας ημέρας χρήσης (για παράδειγμα: συναντήσεις, διαλείμματα κ.λπ.)"
- **Συντελεστής μερικής χρήσης της περιόδου λειτουργίας του κτιρίου για τον φωτισμό:** "Ο συντελεστής αυτός καθορίζει σε ποιο βαθμό ο χρόνος χρήσης που δίνεται για το αντίστοιχο σενάριο χρήσης μπορεί να μειωθεί κατά τον υπολογισμό της απαίτησης ενέργειας για φωτισμό. Ο συντελεστής μερικής χρήσης λαμβάνει υπόψη την προσωρινή μερική χρήση κατά τη διάρκεια ολόκληρης της περιόδου χρήσης του υπό μελέτη έργου (για παράδειγμα: διακοπές, ασθένειες κ.λπ.)"

|                          |    |    |    |     |      |      |     |    |    |     |     |     |      |      |      |
|--------------------------|----|----|----|-----|------|------|-----|----|----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Αίθουσα διδασκαλίας      | 10 | 15 | 5  | 150 | 750  | 750  | 0   | 7  | 7  | 500 | 0.8 | 0.8 | 0.25 | 0.0  | 2.0  |
| Κενοί χώροι              | 9  | 18 | 9  | 250 | 2250 | 2151 | 99  | 11 | 11 | 100 | 0.8 | 0.8 | 0.90 | 71.0 |      |
| Διάδρομοι                | 9  | 18 | 9  | 250 | 2250 | 2151 | 99  | 11 | 11 | 100 | 0.0 | 0.0 | 0.80 | 1.0  |      |
| Ηλεκτρολογικοί χώροι     | 7  | 18 | 11 | 250 | 2750 | 2639 | 111 | 13 | 13 | 100 | 0.8 | 0.8 | 0.98 | 1.0  |      |
| Ευλουργείο               | 9  | 15 | 6  | 250 | 1500 | 1500 | 0   | 8  | 8  | 500 | 0.8 | 0.8 | 0.00 | 1.0  |      |
| Βοηθητικοί χώροι         | 11 | 12 | 1  | 5   | 5    | 5    | 0   | 3  | 3  | 500 | 0.8 | 0.8 | 0.90 | 0.5  |      |
| Εργαστήριο & Δεξαμενή    | 10 | 13 | 3  | 250 | 750  | 750  | 0   | 5  | 5  | 500 | 0.8 | 0.8 | 0.00 | 1.0  | 50.0 |
| Υποστήριξη & διδασκαλίας | 9  | 12 | 3  | 250 | 750  | 750  | 0   | 5  | 5  | 500 | 0.8 | 0.8 | 0.50 | 1.0  | 2.0  |
| Γραφείο                  | 9  | 16 | 7  | 250 | 1750 | 1750 | 0   | 9  | 9  | 500 | 0.8 | 0.8 | 0.30 | 0.7  | 10.0 |

Εικόνα 68: Εισαγωγή λειτουργιών χρήσης δωματίων

## 5.17 Φύλλο εργασίας Ρεύμα (Τριτογ): Υπολογισμός κατανάλωσης ρεύματος για κτίρια τριτογενούς τομέα

Η κατανάλωση ρεύματος για φωτισμό, εξοπλισμό και κουζίνες σε κτίρια τριτογενούς τομέα μπορεί να εξισορροπηθεί με το φύλλο εργασίας **Ρεύμα (Τριτογ)**.

Στο πρώτο (επάνω) μέρος του φύλλου εργασίας, μπορεί να προσδιοριστεί η κατανάλωση ρεύματος για φωτισμό. Για παρόμοιες χρήσεις (π.χ. ανεξάρτητα γραφεία), ο υπολογισμός μπορεί να συνδυαστεί σε μια γραμμή. Αρχικά θα πρέπει να επιλεγεί ο τύπος δωματίου. Τα πρότυπα σενάρια χρήσης ορίζονται στο φύλλο εργασίας **Χρήση Κτιρίου (Τριτογ)**, επιπλέον σενάρια μπορούν επίσης να δημιουργηθούν σε αυτό το φύλλο. Αφού έχει γίνει η επιλογή τύπου του δωματίου, εμφανίζονται αυτόματα η ελάχιστη στάθμη φωτισμού και η περίοδος χρήσης.

Για μια δεδομένη επιφάνεια χρήσης, πρέπει να εισαχθεί ο προσανατολισμός και η γεωμετρία ενός τυπικού δωματίου. Το δωμάτιο θα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό του έργου. Για παράδειγμα, όλα τα ατομικά γραφεία με νότιο προσανατολισμό μπορούν να συνδυαστούν σε μία σειρά. Η σκίαση της πρόσοψης, ταξινομημένη σύμφωνα με τα βασικά σημεία του ορίζοντα, αντιγράφεται αυτόματα από το φύλλο εργασίας **Κουφώματα**. Με τη γεωμετρία του δωματίου, το ύψος του προεκτού των κουφωμάτων, το πλάτος των κουφωμάτων, τη σκίαση,



ο βαθμός φυσικού φωτισμού αξιολογείται στη στήλη «Αξιοποίηση φυσικού φωτισμού». Επιπρόσθετα, υπολογίζεται η περίοδος πλήρους φορτίου φωτισμού. Η τυπική πυκνότητα ισχύος [ $W / m^2$ ] του εγκατεστημένου φωτισμού υπολογίζεται από την ονομαστική ισχύ φωτισμού. Αυτές οι τιμές είναι τα όρια που ορίζονται στο [LEE]: η ονομαστική ισχύς του πραγματικά εγκατεστημένου φωτισμού πρέπει να παραμείνει κάτω από αυτές τις τιμές. Εάν υπάρχουν ήδη διαθέσιμες τιμές από τη μελέτη φωτισμού, θα πρέπει να καταχωρούνται στη στήλη «Δεδομένα χρήστη: Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού». Στις στήλες «Έλεγχος Φωτισμού» και «Ανιχνευτής Κίνησης», λαμβάνεται υπόψη ένας ενδεχόμενος έλεγχος του φωτισμού με βάση τα επίπεδα φυσικού φωτός. Για τον έλεγχο αυτό είναι διαθέσιμες οι παρακάτω επιλογές:

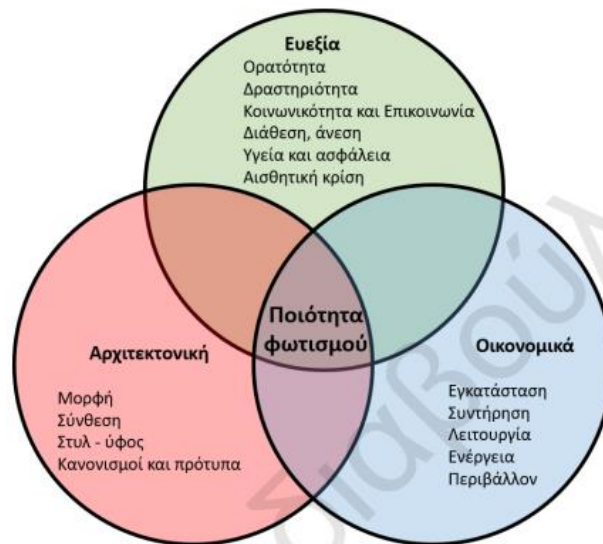
- Χειροκίνητα: Χειροκίνητος έλεγχος από το χρήστη
- Αυτόματα: (χωρίς πληροφορίες από άλλα συστήματα), συνεχής λειτουργία (με επαρκή φυσικό φωτισμό, ο τεχνητός φωτισμός ρυθμίζεται στο χαμηλότερο επίπεδο)
- Αυτόματα: μη συνεχής λειτουργία (με επαρκή φυσικό φωτισμό, ο τεχνητός φωτισμός απενεργοποιείται)
- Σύστημα bus (έλεγχος τεχνητού φωτισμού σύμφωνα με τον φυσικό φωτισμό με πρόσθετες πληροφορίες από άλλα συστήματα)

Ο συνδυασμός του εσωτερικού και του φυσικού φωτισμού, παίζει καθοριστικό παράγοντα στην οπτική άνεση των χρηστών του κτιρίου, και κατά επέκταση σημαντική επίδραση στη διαμόρφωση της ψυχολογίας, της διάθεσης και των συναισθημάτων αυτών και πρέπει να μελετάται αναλυτικά κατά το σχεδιασμό. Ο σχεδιασμός φωτισμού είναι αποτέλεσμα συνδυασμού επιστήμης και τέχνης. Αποτελεί επίσης σημαντική παράμετρο για την εξασφάλιση της οπτικής άνεσης στους χώρους των κτιρίων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της παροχής της απαιτούμενης ποσότητας φωτισμού, η οποία καθορίζεται από διεθνή και εθνική πρότυπα με βάση τις λειτουργικές ανάγκες κάθε χώρου. Επίσης, η ποιότητα φωτισμού εξασφαλίζεται από διάφορους παράγοντες όπως η σωστή και ισορροπημένη κατανομή των τιμών λαμπρότητας των επιφανειών στο χώρο, η αποφυγή θαμβώσεων, η κατάλληλη επιλογή χρωμάτων, η δημιουργία αντιθέσεων και η ανάδειξη των αρχιτεκτονικών στοιχείων του χώρου. Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό αποτελεί σημαντικό ποσοστό της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου. Αξίζει να αναφερθεί ότι στον κύκλο ζωής μιας τυπικής εγκατάστασης φωτισμού, το 3% των εξόδων αποτελούν το κόστος της αρχικής επένδυσης, ενώ το κόστος της καταναλισκόμενης ενέργειας αποτελεί το 86%. Παρ' όλα αυτά με την υιοθέτηση κατάλληλων μέτρων και τεχνικών είναι εφικτή η εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 30-50% στην απόδοση αλλά και στην υγεία αυτών.

Ενδεικτικά αναφέρονται:

- 1) Η βέλτιστη αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού
- 2) Η σωστή διαστασιολόγηση του τεχνητού φωτισμού
- 3) Η χρήση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης και χαμηλής κατανάλωσης
- 4) Ο χρόνο-προγραμματισμός των συστημάτων φωτισμού
- 5) Η εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμών

Φυσικά, το ποσοστό της εξοικονόμησης ενέργειας λόγω φωτισμού έγκειται και στον εκάστοτε χρήστη. Ωστόσο, ο αρχιτέκτονας είναι υπεύθυνος να αξιοποιήσει όσο καλύτερα γίνεται το φυσικό φωτισμό και να διαστασιολογήσει σωστά τον τεχνητό.



Εικόνα 69: Βασικά χαρακτηριστικά ενός ποιοτικού φωτισμού σε ένα έργο φωτισμού

Ο συνειδητός έλεγχος του τεχνητού φωτισμού από τον χρήστη μπορεί να μειώσει σημαντικά τον αριθμό των ωρών λειτουργίας πλήρους φορτίου, ακόμη και με χειροκίνητο έλεγχο. Οι ώρες πλήρους φορτίου φωτισμού υπολογίζονται σύμφωνα με το [DIN V 18599-4]. Η πυκνότητα ισχύος του εγκατεστημένου φωτισμού υπολογίζεται σύμφωνα με τις οριακές τιμές [LEE]. Για την εκτίμηση της αξιοποίησης φυσικού φωτισμού στο δωμάτιο, χρησιμοποιείται ένας προσεγγιστικός αλγόριθμος για το ηηλικό φυσικού φωτισμού.

Στη μελέτη, προτείνεται η αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού με την αντικατάσταση λαμπτήρων φωτισμού με φωτιστικά τεχνολογίας LED και εισάγονται στο λογισμικό όπως περιγράφεται παραπάνω. Το λογισμικό λαμβάνει υπόψη τις περιόδους φυσικού φωτισμού για κάθε δωμάτιο, ανάλογα τον προσανατολισμό και τη γεωμετρία του, τον έλεγχο του φωτισμού αλλά και τα σενάρια χρήσης.

| Χώρος                | Πυκνότητα ισχύος φωτισμού (W/m <sup>2</sup> ) |
|----------------------|---|
| Εργαστήριο           | 12.9-15.6                                     |
| Γραφείο              | 0.93  |
| Αποθήκη              | 1.2   |
| Αίθουσα διδασκαλίας  | 9.9   |
| Αίθουσα συνεδριάσεων | 11.51   |
| Αίθουσα Υπολογιστών  | 14.3  |
| Υπολογιστικό κέντρο  | 14.3  |
| Μηχανουργείο         | 15.6  |
| WC                   | 9.15  |
| Μηχανολογική αίθουσα | 4.62  |

**Πίνακας 5: Απαίτηση φωτισμού ανά χώρο χρήσης**

### ΠΡΟΣΘΕΣΕ ΦΩΤΙΣΜΟ ΜΑΝ ΤΙ ΦΟΡΤΙΟ ΕΧΕΙ

Παρακάτω στο φύλλο εργασίας, προβάλλεται η κατανάλωση ρεύματος για ηλεκτρονικές συσκευές. Επιλέγοντας τον τύπο δωματίου, ορίζεται ένα συγκεκριμένο σενάριο χρήσης (αριθμός ωρών χρήσης κατά τη διάρκεια του έτους / περιόδου απουσίας). Τα αντίστοιχα σενάρια χρήσης ορίζονται στο φύλλο εργασίας **Χρήση Κτιρίου (Τρίτογ)**.

Η κατανάλωση ισχύος των ηλεκτρονικών συσκευών θα πρέπει να συμφωνεί με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Οι προκαθορισμένες τιμές υποδεικνύουν εύλογα μεγέθη. Για την οθόνη, έχει ληφθεί υπόψη μια οθόνη TFT. Θεωρείται ότι οι εκτυπωτές και τα φωτοτυπικά μηχανήματα χρησιμοποιούνται μόνο κατά τη διάρκεια της περιόδου λειτουργίας του χώρου: με άλλα λόγια, θα κλείσουν το απόγευμα. Θεωρήθηκε συνεχής λειτουργία για τους διακομιστές.

Η κατανάλωση ρεύματος για τα δωμάτια διακομιστών με το δικό τους σύστημα ψύξης, δεν πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για τον υπολογισμό των συνολικών εσωτερικών θερμικών κερδών του κτιρίου, επομένως πρέπει να εισαχθεί "0" έτσι ώστε να υποδεικνύει ότι βρίσκονται εκτός θερμικού φακέλου (ακόμη και αν ο χώρος βρίσκεται στην πραγματικότητα εντός του θερμικού φακέλου). Η απαίτηση ρεύματος για την ψύξη του δωματίου διακομιστή πρέπει να υπολογιστεί εξωτερικά και πρέπει επίσης να εισαχθεί στο φύλλο εργασίας **Ρεύμα (Τρίτογ)** θεωρώντας ότι βρίσκεται εκτός θερμικού φακέλου.

Στο πιο κάτω τμήμα του φύλλου εργασίας, μπορεί να υπολογιστεί η κατανάλωση ρεύματος για συσκευές κουζίνας. Επιλέγοντας τον τύπο δωματίου, καθορίζεται ο αριθμός των ημερών χρήσης. Για να προσδιοριστεί η κατανάλωση ρεύματος για το μαγείρεμα και το πλύσιμο, πρέπει να εισαχθεί ο αριθμός των γευμάτων ανά ημέρα. Αυτές οι υπηρεσίες μπορούν να παρέχονται εν μέρει ή εξ ολοκλήρου χωρίς τη χρήση ρεύματος (π.χ. μαγειρεύοντας με φυσικό

αέριο ή συνδέοντας το πλυντήριο πιάτων με το σύστημα ZNX). Η τελική και πρωτογενής ενέργεια που προκύπτει για τις υπηρεσίες αυτές υπολογίζεται πλήρως στο φύλλο εργασίας **Ρεύμα (Τριτογ)**. Η πρόβλεψη της συνήθους κατανάλωσης για το μαγείρεμα και το πλύσιμο αντιστοιχεί στις παραδοχές στο κεφάλαιο 32 (**Ρεύμα**). Οι συνήθεις τιμές κατανάλωσης για την ψύξη και οποιεσδήποτε άλλες ενεργειακές υπηρεσίες, πρέπει αντιστοιχούνται στις τιμές που παρέχονται από τους αντίστοιχους κατασκευαστές αυτού του εξοπλισμού. Οι τιμές θα πρέπει να καταχωρούνται ως κατανάλωση ρεύματος ανά ημέρα χρήσης.

| Εξοπλισμός γαλακίου      | Κλίμακα διατάξι                                | Μέγεθος βραχείου φύλλου (LxH) | Υψος (LxH) | Προσέρα | Κατανάλωση ενέργειας (Wh)   | Ετήσιος καταναλωτής (kWh) | Συνολική κατανάλωση (kWh) | Κατανάλωση ρεύματος (kWh) | Απόδοση Π.Α. (kWh) | Απόδοση Γ.Ε. (kWh)           |                              |
|--------------------------|--|-------------------------------|------------|---------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| NY 1                     | 9.7.εργασ                                      | 1                             | 1          | *       | 43 * 80 * (1225 * (1-0.3))  | =                         | 2850                      | =                         | 2549.8             | 3540                         | 7089                         |
| NY 1                     | NY σε λειτουργία εξωτερικού ενέργειας          | 1                             |            |         | 43 * 2.0 * 1225             | =                         | 1052                      | =                         | 31.0               | 38                           | 82                           |
| Οθόνι 1                  | 9.7.εργασ                                      | 1                             | 1          | *       | 43 * 38 * (1225 * (1-0.3))  | =                         | 1522                      | =                         | 1322.4             | 1239                         | 2654                         |
| Οθόνι 1                  | Οθόνι σε λειτουργία εξωτερικού ενέργειας       | 1                             |            |         | 43 * 3.0 * 1225             | =                         | 152                       | =                         | 31.6               | 38                           | 82                           |
| NY 2                     | 9.7.εργασ                                      | 1                             | 0          | *       | 0 * 80 * (1225 * (1-0.3))   | =                         | 0                         | =                         | 0.0                | 0                            | 0                            |
| NY 2                     | NY σε λειτουργία εξωτερικού ενέργειας          | 1                             |            |         | 0 * 2.0 * 1225              | =                         | 0                         | =                         | 0.0                | 0                            | 0                            |
| Οθόνι 2                  | 9.7.εργασ                                      | 1                             | 0          | *       | 0 * 38 * (1225 * (1-0.3))   | =                         | 0                         | =                         | 0.0                | 0                            | 0                            |
| Οθόνι 2                  | Οθόνι σε λειτουργία εξωτερικού ενέργειας       | 1                             |            |         | 0 * 3.0 * 1225              | =                         | 0                         | =                         | 0.0                | 0                            | 0                            |
| Φούρνοπλάι               | 9.7.εργασ                                      | 1                             | 1          | *       | 5 * 400 * (1750 * (1-0.3))  | =                         | 3476                      | =                         | 3476.0             | 4171                         | 8038                         |
| Φούρνοπλάι               | Φούρνοπλάι σε λειτουργία εξωτερικού ενέργειας  | 1                             |            |         | 5 * 30 * 12                 | =                         | 2                         | =                         | 1.8                | 2                            | 5                            |
| Επιπλάτης                | 9.7.εργασ                                      | 1                             | 1          | *       | 20 * 300 * (1750 * (1-0.3)) | =                         | 10428                     | =                         | 10428.0            | 12514                        | 27113                        |
| Επιπλάτης                | Επιπλάτης σε λειτουργία εξωτερικού ενέργειας   | 1                             |            |         | 20 * 2 * 12                 | =                         | 0                         | =                         | 0.5                | 1                            | 1                            |
| Διακομιστής              | 9.7.εργασ                                      | 1                             | 1          | *       | 0 * 400 * (1750 * (1-0.3))  | =                         | 0                         | =                         | 0.0                | 0                            | 0                            |
| Διακομιστής              | Διακομιστής σε λειτουργία εξωτερικού ενέργειας | 1                             |            |         | 0 * 3.0 * 1225              | =                         | 0                         | =                         | 0.0                | 0                            | 0                            |
| Τρίκερικό σύστημα        | 9.7.εργασ                                      | 1                             | 1          | *       | 20 * 34 * 8760              | =                         | 58468                     | =                         | 16468.8            | 19763                        | 42819                        |
| NY 1 & NY 2              | 9.7.εργασ                                      | 1                             | 1          | *       | 5 * 200 * 8760              | =                         | 8760                      | =                         | 8760.0             | 10612                        | 22776                        |
| ΚΑΦΕΤΕΡΑ                 | 9.7.εργασ                                      | 1                             | 1          | *       | 19 * 600 * 125              | =                         | 1425                      | =                         | 750.0              | 900                          | 1950                         |
| <b>Σύνολο</b>            |  |                               |            |         |                             |                           | <b>194588</b> kWh         |                           | <b>0</b>           | <b>194588</b> kWh            | <b>235197</b> kWh            |
| <b>Ειδική κατανάλωση</b> |  |                               |            |         |                             |                           |                           | <b>0.0</b>                | <b>0.0</b>         | <b>23</b> kWh/m <sup>2</sup> | <b>59</b> kWh/m <sup>2</sup> |

Εικόνα 70: Ειδική κατανάλωση ρεύματος

### 5.18 Φύλλο εργασίας Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη (Τριτογ): Υπολογισμός των εσωτερικών θερμικών κερδών σε κτίρια τριτογενούς τομέα

Στην κορυφή του φύλλου εργασίας, υπολογίζονται τα εσωτερικά κέρδη των χρηστών. Επιλέγοντας το σενάριο χρήσης καθορίζεται ο αριθμός των ωρών χρήσης ετησίως και ο σχετικός βαθμός χρήσης του κτιρίου. Τα σενάρια χρήσης βρίσκονται στο φύλλο εργασίας **Χρήση Κτιρίου (Τριτογ.)**. Μπορούν να οριστούν επιπλέον σενάρια χρήσης. Ακόμη, πρέπει να επιλεγεί η δραστηριότητα των χρηστών. Ο αριθμός των χρηστών μπορεί να εισαχθεί απευθείας ή να προσδιοριστεί χρησιμοποιώντας την επιφάνεια της ζώνης χρήσης (εφόσον ο μέσος βαθμός χρήσης έχει εισαχθεί στο σενάριο χρήσης).

Τα εσωτερικά κέρδη από τις ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούνται στο κτίριο συνοψίζονται στη δεύτερη ενότητα.

| Όνομα   | Επιλογή προφίλ κερπίτη      | Επιλέξιμο | Αρκεσιμότητα των στύμων | Σχεδιασμός<br>0 = σύμφωνα με την επάνω αλέφρα ή την χρησιμοποιούμενη βάση<br>1 = σύμφωνα με τον βαθμό χρήσης | Αριθμός κερπίτων | Επιφάνεια αλέφρας (π.χ. χρησιμοποιούμενος ύψος [m]) | Μέσος βελβός κερπίτη (Αύραση) | Θερμότητα που εκπέμπει ανά στοιβ [W] | Εξέλιξη κερπίτη ανά μέτρο [m/a] | Στατική ημερήσια | Παράδειγμα κερπίτη [m/a] | Μέση ελκυστική θερμότητα αέριων [W] |
|---|-----------------------------|-----------|-------------------------|--|------------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Όνομα Α   | 3 Γραμμή                    | 2         | > 10 μ. καθήμενος       | 1  | ( 51 )           | 1068  | 27                            | 80                                   | 1750                            | 0.70             | 8760                     | 571                                 |
| Όνομα Β   | 7 Εργαστήριο & Διάβαση      | 2         | > 10 μ. καθήμενος       | 1  | ( 5 )            | 3879  | 0.02                          | 80                                   | 750                             | 1.00             | 8760                     | 34                                  |
| Όνομα Γ   | 8 Αέριος ανεμιστήρας & Βίδα | 2         | > 10 μ. καθήμενος       | 1  | ( 1 )            | 357   | 0.5                           | 80                                   | 750                             | 0.50             | 8760                     | 3                                   |
| Όνομα Δ   | 35 WC, Άυρος γενικής        | 2         | > 10 μ. καθήμενος       | 1  | ( 1 )            | 24  | 0                             | 80                                   | 2750                            | 0.10             | 8760                     | 3                                   |
| Όνομα Ε   | 25 Γενική                   | 2         | > 10 μ. καθήμενος       | 1  | ( 1 )            | 6   | 0                             | 80                                   | 2750                            | 1.00             | 8760                     | 25                                  |
| Όνομα ΣΤ  | 2 Διάβαση                   | 2         | > 10 μ. καθήμενος       | 2  | ( 5 )            | 524   | 0                             | 80                                   | 2250                            | 0.20             | 8760                     | 0                                   |
| Όνομα Ζ   | 5 Βελανιδιά                 | 2         | > 10 μ. καθήμενος       | 2  | ( 2 )            | 58  | 0                             | 80                                   | 1500                            | 1.00             | 8760                     | 27                                  |
| Εξάμνηση (ακόμη ως προς τα όνομα)               |                             |           |                         |  | 264              |   |                               | -15                                  | 2750                            | 0.10             | 8760                     | -124                                |
| <b>Σύνολο ΕΘΚ</b>                               |                             |           |                         |  |                  |   |                               |                                      |                                 |                  |                          | <b>7879</b>                         |
| <b>Ειδικά ΕΘΚ</b>                               |                             |           |                         |  |                  |   |                               |                                      |                                 |                  |                          | <b>0.9</b>                          |
| <b>Διαθέσιμη θερμότητα από εσωτερικές πηγές</b> |                             |           |                         |  |                  | 109   |                               |                                      |                                 |                  |                          | <b>2</b>                            |

Εικόνα 71: Εσωτερικά κέρδη κτιρίου

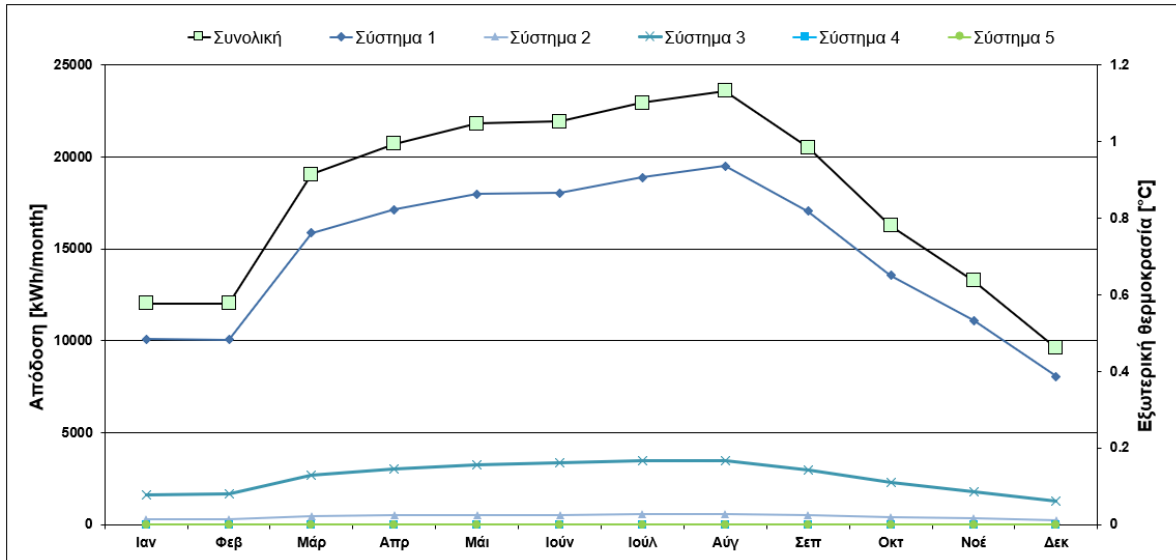
### 5.19 Φύλλο εργασίας Φωτοβολταϊκό: Υπολογισμός της απόδοσης από μια συστοιχία φωτοβολταϊκών πάνελ

Για την περαιτέρω ελαχιστοποίηση του κόστους των καταναλώσεων, τοποθετούνται φωτοβολταϊκά πάνελ επί της οροφής του κτιρίου.

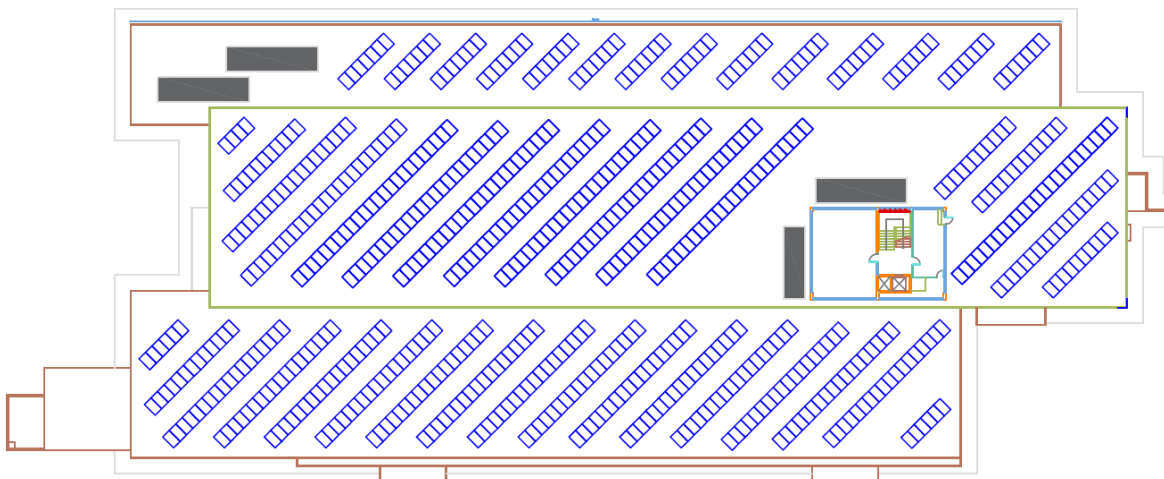
| Όνομα συστήματος  | Σύστημα 1        | Σύστημα 2        | Σύστημα 3        | Σύστημα 4  | Σύστημα 5  | Σύστημα Φ/Β αναφοράς     |
|---|------------------|------------------|------------------|------------|------------|--------------------------|
| Τοποθέτηση: Επιλογή από το φύλλο εργασίας 'Επιφάνειες'                | 1-ΟΡΟΦΗ          | 1-ΟΡΟΦΗ          | 1-ΟΡΟΦΗ          |            |            |                          |
| Μέγεθος επιλεγμένης επιφάνειας  | 4603.2           | 4603.2           | 4603.2           |            |            |                          |
| Απόκλιση από Βορρά  | 180              | 180              | 180              |            |            |                          |
| Γωνία κλίσης από το οριζόντιο επίπεδο                                 | 38               | 38               | 30               |            |            |                          |
| Εναλλακτική ασαγωγή: Απόκλιση από Βορρά                               | 180              | 180              | 180              |            |            |                          |
| Εναλλακτική ασαγωγή: Γωνία κλίσης από το οριζόντιο επίπεδο            | 38               | 38               | 30               |            |            |                          |
| <b>Πληροφορίες από το τεχνικό φυλλάδιο του πλαισίου</b>               | <b>4-Mono-Si</b> | <b>4-Mono-Si</b> | <b>4-Mono-Si</b> |            |            | <b>4-Mono-Si</b>         |
| Τεχνολογία  | 7.71             | 7.71             | 7.71             |            |            | 7.71                     |
| Ονομαστικό ρεύμα  | 30.50            | 30.50            | 30.50            |            |            | 30.50                    |
| Ονομαστική τάση   | 235              | 235              | 235              | 0          | 0          | 235                      |
| Ονομαστική ισχύς  | 0.040            | 0.040            | 0.040            |            |            | 0.040                    |
| Συντελεστής θερμοκρασίας ρεύματος βραχυκύκλωσης                       | -0.340           | -0.340           | -0.340           |            |            | -0.340                   |
| Συντελεστής θερμοκρασίας τάσης ανοικτού κυκλώματος                    | 1.658            | 1.658            | 1.658            |            |            | 1.658                    |
| Διαστάσεις πλαισίου: Ύψος   | 0.994            | 0.994            | 0.994            |            |            | 0.994                    |
| Διαστάσεις πλαισίου: Πλάτος   |                  |                  |                  |            |            | 1.6                      |
|   |                  |                  |                  |            |            | Επιφάνεια στοιχείου [m²] |
| <b>Επιπλέον προδιαγραφές</b>  | <b>540</b>       | <b>15</b>        | <b>91</b>        |            |            | <b>0.0</b>               |
| Αριθμός πλαισίων  | 1.3              | 1.3              | 1.3              |            |            |                          |
| Ύψος διάταξης συστοιχίας πλαισίων                                     | 1.3              | 0.5              | 1.3              |            |            |                          |
| Ύψος γραμμής του οριζόντιου   | 4.0              | 100.0            | 5.0              |            |            |                          |
| Οριζόντια απόσταση  | 100%             | 100%             | 100%             |            |            |                          |
| Πρόσθετος μετωπικός συντελεστής σκίασης                               | 95%              | 95%              | 95%              |            |            | 95%                      |
| Απόδοση του μετατροπέα  |                  |                  |                  |            |            |                          |
| <b>Αποτελέσματα</b>   | <b>889.9</b>     | <b>24.7</b>      | <b>150.0</b>     | <b>0.0</b> | <b>0.0</b> | <b>0.0</b>               |
| Επιφάνεια πεδίου πλαισίων [m²]  | 3538.6           | 3538.6           | 3538.6           |            |            |                          |
| Ελεύθερη επιφάνεια του επιλεγμένου δομικού στοιχείου                  | 23%              | 23%              | 23%              |            |            |                          |
| Κατανομή στο δομικό στοιχείο  | 16958            | 0                | 1841             |            |            |                          |
| Ετήσιες απώλειες λόγω σκίασης   |                  |                  |                  |            |            |                          |
| <b>Ετήσια ηλεκτρική απόδοση μετά το μετατροπέα, απόλυτη</b>           | <b>177419</b>    | <b>5399</b>      | <b>31061</b>     |            |            | <b>213879</b>            |
| Σχετιζόμενη με την επιφάνεια προβολής κτιρίου στο έδαφος              | 39.7             | 1.2              | 7.0              |            |            | 48                       |
| CO2-αποδύμενος εκπομπές σύμφωνα με 1-Συντελεστής CO2 GEMIS (Germany)  | 23064.5          | 701.9            | 4037.9           |            |            | 27804.3                  |
| Συντελεστής PE σύμφωνα με 1-Συντελεστής PE (από μη ανανεώσιμες πηγές) | 0.00             | 0.00             | 0.00             |            |            | 0.00                     |

Εικόνα 72: Εισαγωγή & χαρακτηριστικά Φ/Β

Η ενσωμάτωσή τους στο σύστημα της πολυκατοικίας επιφέρει κέρδος **182,819 kWh/a**, το οποίο αναλύεται σε μηνιαία βάση στην Εικόνα 72.



Εικόνα 73: Απόδοση Φ/Β συστημάτων ανά μήνα



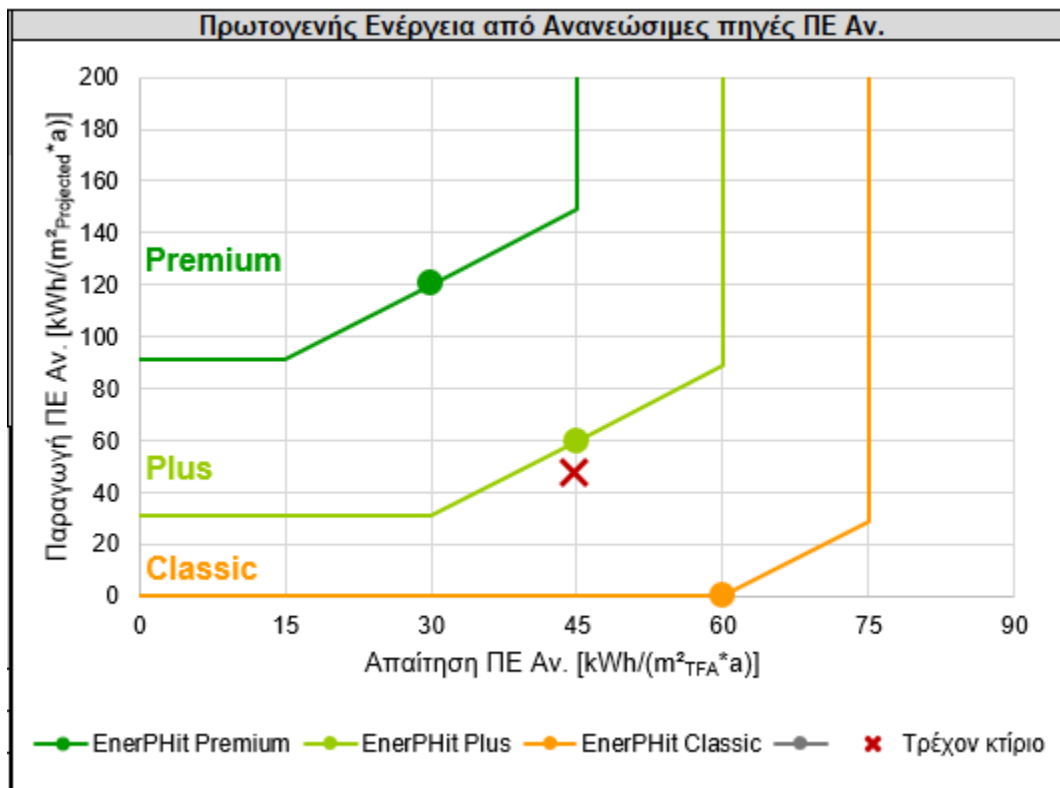
Εικόνα 74: Χωροταξική τοποθέτηση των Φ/Β στην οροφή του κτιρίου

## 5.20 Φύλλο εργασίας Πρωτογενής Ενέργεια από Ανανεώσιμες πηγές

Βασιζόμενα στην απαίτηση πρωτογενούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και στην παραγωγή πρωτογενούς ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, από το PHPP 9 και έπειτα τα Παθητικά Κτίρια ταξινομούνται στις κατηγορίες Passive House Classic, Passive House Plus και Passive House Premium. Ένα Παθητικό Κτίριο κατηγορίας Classic είναι ένα κτίριο με συνολική απαίτηση πρωτογενούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μικρότερης των 60 kWh/(m<sup>2</sup>TFAa). Ένα Παθητικό Κτίριο κατηγορίας Plus είναι πιο αποδοτικό καθώς δεν

καταναλώνει περισσότερο από 45 kWh/(m<sup>2</sup>a) ανανεώσιμης πρωτογενούς ενέργειας και πρέπει επίσης να παράγει 60 kWh/(m<sup>2</sup>Projected a) ενέργειας. Αυτή η παραγωγή ενέργειας βασίζεται στην επιφάνεια που καλύπτεται από το κτίριο ή στην προβολή του κτιρίου στο έδαφος. Η πιο αποδοτική/φιλόδοξη κατηγορία είναι η Premium Passive House. Εδώ η μέγιστη απαίτηση ενέργειας είναι 30 kWh/(m<sup>2</sup>TFAa), ενώ η παραγωγή ενέργειας πρέπει να είναι τουλάχιστον 120 kWh/(m<sup>2</sup>Projected a). Μέσα σε ορισμένα όρια, μια χαμηλότερη απαίτηση μπορεί να αντισταθμίσει τη χαμηλότερη παραγωγή ενέργειας και αντίστροφα. Έτσι, ένα Passive House Premium μπορεί επίσης να έχει απαίτηση Πρωτογενούς Ενέργειας από Ανανεώσιμες πηγές 45 kWh/(m<sup>2</sup>a) εάν παράγεται αρκετή ενέργεια. Με τον ίδιο τρόπο, ένα κτίριο με απαίτηση Πρωτογενούς Ενέργειας από Ανανεώσιμες πηγές 75 kWh/(m<sup>2</sup>a) μπορεί να πιστοποιηθεί ως Κτίριο Passive House Classic εάν η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι αρκετά υψηλή. Γενικά, είναι δυνατό να αντικατασταθεί μια απαίτηση Πρωτογενούς Ενέργειας από Ανανεώσιμες πηγές που είναι υψηλότερη κατά μέγιστο 15 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Μετά την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου, του οποίου κάθε πτυχή της παρουσιάστηκε ενδελεχώς στην παρούσα εργασία, το υπό μελέτη κτίριο στην αναβαθμισμένη του κατάσταση, ως Παθητικό Κτίριο, σύμφωνα με την Εικόνα 45, ταξινομείται στην ενεργειακή κατηγορία PLUS.



Εικόνα 75: Ταξινόμηση κτιρίου βάσει της παραγωγής και απαίτησης σε ΠΕ Αν.





## 6. Σχολιασμός εφαρμοσμένων επεμβάσεων και συστημάτων

Στο κεφάλαιο αυτό, θα γίνει μία συγκεντρωτική σύνοψη και σχολιασμός για τις επεμβάσεις που θα πραγματοποιηθούν στο υπό μελέτη κτίριο και θα αναφερθούν τα συστήματα που θα χρησιμοποιηθούν για ψύξη, θέρμανση και αερισμό. Οι επιλογές που έχουν γίνει συμβαδίζουν πλήρως με τις πιο πρόσφατες τεχνικές οδηγίες του TOTEE KENAK.

### Θερμομόνωση

Η εφαρμογή της θερμομόνωσης ποικίλει τόσο στο πάχος της, όσο και στην επιφάνεια τοποθέτησής αυτής. Επιλέχθηκε εξωτερική θερμομόνωση σημαντικού πάχους στους εξωτερικούς τοίχους και οροφή που έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό αέρα προς μείωση των απωλειών όλο το χρόνο. Στους τοίχους των υπογείων που έρχονται σε επαφή με το έδαφος εφαρμόστηκε εσωτερική μόνωση μειωμένου πάχους, ενώ στην εδαφόπλακα δεν εφαρμόστηκε μόνωση. Αυτή η επιλογή από τη μία αυξάνει τις θερμικές απώλειες του κτιρίου κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών, αλλά προσίδει στο κτίριο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες το απαραίτητο ψυκτικό φορτίο που χρειάζεται.

Σημειώνεται πως με την εφαρμογή εσωτερικής μόνωσης της πλάκας υπογείου με πάχος 50mm και μεν έχουμε στη απαίτηση θέρμανσης μείωση κατά 0.8 kWh/m<sup>2</sup>a, αλλά αφετέρου έχουμε αύξηση 4.9 kWh/m<sup>2</sup>a στις απαιτήσεις ψύξης.

### Υαλοπίνακες – Κουφώματα-Σκίαση

Η επιλογή των κουφωμάτων αποτελεί βασικό βήμα για το σωστό σχεδιασμό του κτιρίου. Επιλέχθηκαν μεταλλικά κουφώματα με θερμοδιακοπή για όλα τα ανοίγματα. Στο χώρο του κεντρικού εργαστηρίου τοποθετήθηκαν υαλοπετάσματα με εξαίρεση τα πάνω παράθυρα στη δυτική όψη και στα παράθυρα της ανατολικής όψης του χώρου, όπου είναι ανακλινόμενα ώστε να πραγματοποιείται αυτοποιημένος νυχτερινός αερισμός κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, με άνοιγμα ανάκλισης 0.3m. Στο χώρο της δεξαμενής επίσης επιλέχθηκαν ανακλινόμενα παράθυρα με τον ίδιο σκοπό. Σημειώνεται πως η επιλογή αυτή εξασφαλίζει την ασφάλεια του κτιρίου από παρεισακτους καθώς βρίσκονται σε μεγάλο ύψος το έδαφος αλλά και το εύρος της ανάκλισης είναι περιορισμένο. Στους χώρους των γραφείων επιλέχθηκαν συρόμενα παράθυρα. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως τα παράθυρα θα ικανοποιούν τους περιορισμούς προς την πυροπροστασία και όλα θα είναι πιστοποιημένα. Σε χώρους των διαδρόμων τα παράθυρα θα είναι σταθερά, ώστε να αποτρέπεται και η ανεξέλεκτη χρήση τους από τους επισκέπτες.

Για τη σκίαση των μεγάλων ανοιγμάτων στη δυτική όψη πραγματοποιείται η τοποθέτηση εξωτερικών κάθετων περσιδών, με αυτοποιημένο σύστημα λειτουργίας ενώ στα παράθυρα των γραφείων, εσωτερικές οριζόντιες περσίδες. Ομοίως και για τα μεγάλα ανοίγματα στη νότια όψη τοποθετούνται εξωτερικές κάθετες περσίδες.

### Φωτοβολταϊκά

Για την περεταίρω ελαχιστοποίηση του κόστους των καταναλώσεων, τοποθετούνται μονοκρυσταλλικά πανέλα πυριτίου φωτοβολταϊκών επί της οροφής του κτιρίου. Κατά την

τοποθετησή τους ικανοποιούνται οι περιορισμοί τοποθέτησης τους από τα άκρα της ταράτσας.

Περιορισμοί Τοποθέτησης:

- Απόσταση του πάνελ από τα άκρα της ταράτσας = 1 μέτρο
- Απόσταση μεταξύ των πάνελ =  $2 \cdot H$  μέτρα, όπου  $H$  το ύψος του πανέλο.

Σημειώνεται πως θα τοποθετηθεί ανεμοθραύστης στην οπίσθια πλευρά της τελευταίας συστοιχίας (ΒΑ όψη) ώστε να εμποδίζει την διείσδυση βορεινών και βορειοανατολικών ανέμων κάτω από τα ΦΒ πλαίσια που θα προκαλούσαν ανατροπή των βάσεων στήριξης.

Σε περιπτώσεις σφοδρής χιονόπτωσης ή υψηλής ανεμοπίεσης πρέπει να προβλεφθούν ειδικές κατασκευές με στόχο την ενίσχυση της κατακόρυφης δύναμης βάρους. [15]

### Φωτισμός

Η σύσταση βελτίωσης της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου, η οποία αφορά στο σύστημα φωτισμού είναι η αντικατάσταση των συμβατικών φωτιστικών με λαμπτήρες φθορισμού τύπου T8 (διάμετρος σωλήνα 25,4mm) και ισχύος 18W, 36W με φωτιστικά τεχνολογίας LED (120lumen/Watt). ίδιας μορφολογίας και χαμηλότερης ονομαστικής ισχύος (χαμηλότερης ηλεκτρικής κατανάλωσης). Το φορτίο φωτισμό της δεξαμενής και του υπογείου χρησιμοποιείται μηδενικό, καθώς χρησιμοποιείται σπάνια. Όσο αφορά το χώρο του μεγάλου εργαστηρίου έχει θεωρεί στάθμη φωτισμού, όπως ορίζεται απο το TOTEE KENAK, για κοινόχρηστους χώρους.

### Αερισμός- Ψύξη-Θέρμανση

Η σωστή σχεδίαση του συστήματος αερισμό εξασφαλίζει την θερμική άνεση των ενοίκων και επαληθεύει το πρότυπο του ΠΚ. Θα τοποθετηθούν 2 συστήματα αερισμού συνολικής παροχής  $21,000 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $V_{\text{σχεδιασμού}}=16,567 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Η πρώτη μηχανή θα εξυπηρετεί το υπόγειο και την βόρεια πτέρυγα των γραφείων, ενώ η δεύτερη το χώρο των εργαστηρίων και την νότια πτέρυγα γραφείων.

Έτσι επιτυγχάνεται η βέλτιστη θερμοκρασιακή στάθμη των χώρων και πρωτίστως εκμετλλεούμαστε τη ροή θερμότητας της αμόνωντης πλάκας υπογείου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

**Σημειώνεται προς το σύστημα αερισμού καλύπτει πλήρως τις ανάγκες του κτιρίου, αλλά είναι ικανό να εξυπηρετήσει και φορτίο 40% περισσότερο από το μελετημένο, όπως σε περίπτωση μελλοντικής αξιοποίησης συγκεκριμένων χώρων ή αυξημένου πληθυσμού.**

Το φορτίο ψύξης και θέρμανσης θα καλυφθεί με τη τοποθέτηση δύο αντλιών θερμότητας συνολικής ισχύς 120 Kw για θέρμανση και 120 KW για ψύξη, με χώρους κάλυψης ίδιους με αυτών των συστημάτων αερισμού. Προσαγωγή θα υπάρχει στους χώρους των γραφείων και αιθουσών διδασκαλίας, όπου χρησιμοποιούνται από τους ενοίκους. Δεδομένου της

ικανότητας του ΠΚ να διατηρεί την εσωτερική του θερμοκρασία σε σταθερή τιμή (διακύμανση εσωτερικής θερμοκρασίας = 0.7 K) , με τη ισορροπημένη λειτουργία του αερισμού με ΑΘ, η τοποθέτηση περισσότερων στομιών προσαγωγής κρίνεται περιττή.

Είναι σημαντικό να σημειώσουμε πως με τη παρούσα χρήση του κτιρίου, τα ήδη υπάρχοντα κλιματιστικά αρκούν για να ψύξουν και να θερμάνουν όλον τον χώρο. Ωστόσο στη μελέτη διερευνάται η αντικατάσταση αυτών με υδρόψυκτη αντλία η οποία μπορεί να καλύψει έως και το διπλάσιο φορτίο, σε περίπτωση μελλοντικής χρήσης, με την εγκατάσταση στομιών προσαγωγής στους χώρους των εργαστηρίων να μην κρίνεται δύσκολη.

Παράλληλα στα πλαίσια μιας εναλλακτικής μελέτης για την αναβάθμιση του κτιρίου, που πραγματοποιήθηκε από συνάδελφο, σημειώνεται πως τα συστήματα που έχουν επιλεγεί για τη ψύξη-θέρμανση των 2,100 m<sup>2</sup>, αρκούν και για τη παρούσα μελέτη (8,000 m<sup>2</sup>).

## 7. Αποτελεσμάτα ενεργειακής απόδοσης κτιρίου και μελλοντική εργασία

### Ενεργειακή απόδοση

Παρατηρώντας τα ενεργειακά ισοζύγια για την περίοδο θέρμανσης και την περίοδο ψύξης αμφότερων των καταστάσεων του υπό μελέτη κτιρίου, γίνονται σαφείς οι σημαντικές βελτιώσεις ενεργειακής απόδοσης που επιτυγχάνονται στην απαίτηση θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου με την εφαρμογή των αρχών του Παθητικού Κτιρίου, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα πιστοποίησης του ΠΚ.

|  | Κλιματιζόμενη επιφάνεια m <sup>2</sup>   | 8623.8 |   | Εναλλακτικά κριτήρια |                      | Πληρούνται; <sup>2</sup> |
|--|--|--------|---|----------------------|----------------------|--------------------------|
|  |  |        |   | Κριτήρια             | Εναλλακτικά κριτήρια |                          |
| Θέρμανση χώρου                                     | Απαίτηση θέρμανσης kWh/(m <sup>2</sup> a)  | 6      | ≤ | 15                   | -                    | Vαι                      |
|  | Φορτίο θέρμανσης W/m <sup>2</sup>  | 6      | ≤ | -                    | -                    |                          |
| Ψύξη χώρου   | Απαίτηση ψύξης και αφύγρανσης kWh/(m <sup>2</sup> a)   | 6      | ≤ | 15                   | 15                   | Vαι                      |
|  | Φορτίο ψύξης W/m <sup>2</sup>  | 7      | ≤ | -                    | 10                   |                          |
|  | Συχνότητα υπερθέρμανσης (> 25 °C) %  | -      | ≤ | -                    | -                    | -                        |
|  | Συχνότητα υπερβολικά υψηλής υγρασίας (> 12 g/kg) %   | 0      | ≤ | 10                   | -                    | Vαι                      |
| Αεροστεγανότητα                                    | ροτέλεσμα ελέγχου συμπίεσης n <sub>50</sub> 1/h  | 0.8    | ≤ | 1.0                  | -                    | Vαι                      |
| Πρωτογενής Ενέργεια από μη Ανανεώσιμες Πηγές (ΠΕ)  | Απαίτηση ΠΕ kWh/(m <sup>2</sup> a)   | 88     | ≤ | -                    | -                    | -                        |
| Πρωτογενής Ενέργεια από Ανανεώσιμες πηγές (ΠΕ Αν.) | Απαίτηση ΠΕ Αν. kWh/(m <sup>2</sup> a)   | 45     | ≤ | 60                   | 60                   | Vαι                      |
|  | Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας (σε σχέση με την kWh/(m <sup>2</sup> a) προβολή του κτιρίου στο έδαφος) | 48     | ≥ | -                    | -                    |                          |

<sup>2</sup> Κενό πεδίο: Λείπουν δεδομένα; "-": Καμία απαίτηση

EnerPHit Classic?

Vαι

Εικόνα 76: Ενεργειακή κατηγορία κτιρίου

Το κτίριο κατατάσσεται στην κατηγορία EnerPHit Classic και καταναλώνει:

- 7 kWh/m<sup>2</sup> το χρόνο για θέρμανση
- 6 kWh/m<sup>2</sup> το χρόνο για θέρμανση
- 88 kWh/m<sup>2</sup> το χρόνο πρωτογενή ενέργεια με το 54% να καλύπτεται από τις εγκατεστημένες ανανεώσιμες πηγές

Οι υπολογιζόμενες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα του αναθεωρημένου κτιρίου ανέρχονται στα 18 kg/m<sup>2</sup> το χρόνο.

Οι σημαντικές αυτές διαφορές στην απαίτηση θέρμανσης και ψύξης που χαρακτηρίζουν το αναβαθμισμένο Παθητικό Κτίριο έχουν άμεση επίδραση στο λειτουργικό κόστος της πολυκατοικίας, αλλά και στην ποιότητας ζωής των κατοίκων, αφού εξασφαλίζονται σταθερές και ιδανικές συνθήκες διαβίωσης.

Παρακάτω πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ των καταναλώσεων του αναβαθμισμένου κτιρίου όπως μελετήθηκε με το λογισμικό PHPP και των καταναλώσεων του υπάρχων κτιρίου,

όπως παρουσιάζουν οι εν λειτουργία δύο εκ των τριών εγκατεστημένων μετρητών για τα έτη 2015-2016.

- Κατανάλωση ετήσιας πρωτογενούς ενέργειας για το υφιστάμενο κτίριο  
( $A_{\text{treated}}=2200 \text{ m}^2$ ):  
**276 KWh/m<sup>2</sup>a**
- Κατανάλωση ετήσιας πρωτογενούς ενέργειας για το αναβαθμισμένο κτίριο  
( $A_{\text{treated}}=8623,8 \text{ m}^2$ )  
**88 KWh/m<sup>2</sup>a**

### Μελλοντικές Εργασίες

Εφόσον το κτίριο θα ανακαινηθεί με το μοντέλο του “Παθητικού Κτιρίου” θα παρέχει άνεση στους χρήστες αυτού και οι μεταβολές στην εσωτερική θερμοκρασία θα είμαι μικρές. Είναι λοιπόν εύλογο να παρέχει τις περισσότερες δυνατών υπηρεσίες, και αυτό επιτυγχάνεται με το να αξιοποιηθούν όλοι οι χώροι του, ακόμα και αυτοί που ως τώρα θεωρούνταν μη κλιματιζόμενοι, αλλά ταυτόχρονα και η συχνότερη λειτουργία των αιθουσών διδασκαλίας. Επίσης ευνοείται η δημιουργία χώρων χρήσης στο χώρο των παλαιών μη κλιματιζόμενων, χωρίς επεμβάσεις στα νέα εγκατεστημένα συστήματα αερισμού, ψύξης και θέρμανσης.

Με σκοπό να υλοποιηθεί στη πραγματικότητα η πειραματική μελέτη, είναι σημαντικό να διεξαχθούν οι παρακάτω διεργασίες:

- Οικονομοτεχνική ανάλυση – Κύκλος ζωής του έργου.

Ο προσδιορισμός του κόστους εγκατάστασης των επεμβάσεων, αλλά και της συντήρησης των συστημάτων ψύξης και θέρμανσης, καθώς και των φωτοβολταϊκών παίζει καθοριστικό ρόλο στο αν η επένδυση μπορεί να θεωρηθεί βιώσιμη. Αναπόφευκτα το αρχικό κόστος των φωτοβολταϊκών είναι κάτι που δυσκολεύει την υλοποίηση κυρίως λόγω του δημοσίου χαρακτήρα του υπό μελέτη κτιρίου.

- Ανάλυση αιολικού δυναμικού της περιοχής.

Αναμένεται πως η ανεμοπίεση που θα δημιουργηθεί λόγω της τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών στην οροφή του κτιρίου ίσως να είναι μεγάλη. Άμεση συνέπεια αυτού αποτελεί η στατική και δυναμική μελέτη του φορτίου της κατασκευής στο κέλυφος του κτιρίου.

- Διαμόρφωση και τοποθέτηση συστήματος Φ/Β
- Τοποθέτηση μετρητών

Η συλλογή δεδομένων που περιγράφουν τις εσωτερικές συνθήκες και τις ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου είναι πρωταρχικό βήμα, καθώς έτσι θα επιτευχθεί η σύγκριση των θεωρητικών αποτελεσμάτων πρόβλεψης λειτουργίας του κτιρίου με τα πραγματικά δεδομένα λειτουργίας του.

- Επαλήθευση αεροστεγανότητας κτιρίου

Κάλυψη και γέμισμα οπών και τυχόν ατελειών στις επιφάνειες των τοίχων προς εξάλειψη του αθέλητου αερισμού, με στόχο την επαλήθευση του επιπέδου αεροστεγανότητας και πραγματοποίηση του Blower Test <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Το Blower Test είναι η εγκατάσταση ενός μηχανικού ανεμιστήρα σε ένα άνοιγμα μιας κατασκευής και η συμπίεση του χώρου αυτού για τη μέτρηση των απωλειών αέρα. Εάν χάνεται πάρα πολύς αέρας και δεν μπορεί να επιτευχθεί πίεση εντός του χώρου, η ενεργειακή απόδοση του χώρου θα τεθεί σε κίνδυνο. Οι δοκιμές με ανεμιστήρα πραγματοποιούνται μέσω της μπροστινής πόρτας, του ανοιχτού παραθύρου ή ακόμη και σε ανοίγματα που έχουν κατασκευαστεί ειδικά για τέτοιες δοκιμές. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ένας εξουσιοδοτημένος επαγγελματίας θα διεξάγει τη δοκιμή φυσητήρα για να επαληθεύσει το κριτήριο για την αεροστεγανότητα του κτιρίου.

## 8. Βιωσιμότητα Πολυτεχνειούπολης

### 8.1 Δράσεις για την προώθηση τη βιώσιμης κινητικότητας της πολυτεχνειούπολης

Τα τελευταία χρόνια, το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, έχοντας στο επίκεντρο τον όρο “βιωσιμότητα”, συμμετέχει ενεργά σε πρωτοβουλίες και πρακτικές βιωσιμότητας σε διάφορους κλάδους, τομείς και κλίμακες. Από τις επιχειρηματικές δραστηριότητες έως τις ερευνητικές συνεργασίες και τις νέες εγκαταστάσεις που προωθούν την ουδετερότητα ως προς τον άνθρακα αλλά και ενσωμάτωση της πράσινης ενέργειας στο χώρο του πολυτεχνείου, το Ε.Μ.Π. χτίζει μια ισχυρή φήμη για την κουλτούρα της βιωσιμότητάς του.

Μεριμνά τόσο για το δομημένο όσο και για το φυσικό περιβάλλον για να διασφαλίσει την υπεύθυνη και αποδοτική διαχείριση πόρων και αδιάλειπτα εργάζεται προς την κατεύθυνση της εξουδετέρωσης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των δραστηριοτήτων του. Οι κτιριακές εγκαταστάσεις, οι υποδομές και οι λοιπές δραστηριότητες είναι πρωταρχικής σημασίας για τις πανεπιστημιούπολεις του ΕΜΠ δεδομένου του πολυπαραγοντικού αντίκτυπου που έχουν συνολικά στη διαχείριση και εξοικονόμηση πόρων

Παράλληλα προωθεί τις νέες κοινοτομίες για μια βιώσιμη ανάπτυξη, όπως για παράδειγμα με το GreenTech Challenge | by ESU NTUA, το οποίο αποτελεί το μεγαλύτερο Εθνικό Πρόγραμμα Πράσινης Καινοτομίας, και απευθύνεται σε μαθητές, φοιτητές και ερευνητές, μώνοντας τους σε έναν διαφορετικό, πιο “πράσινο” τρόπο σκέψης

Παρακάτω παρατίθεται ένα προτεινόμενο σχέδιο με παιρεταίρω δράσεις ευαισθητοποίησης των ενοίκων – καθηγητές, προσωπικό αλλά και της πλειοψηφίας του campus, εμάς του φοιτητές, ερευνητές.

Θα ενσωματώσουμε την κουλτούρα της βιωσιμότητας στον καθημερινό ιστό της πανεπιστημιούπολης και της κοινότητάς μας. Θα φροντίσουμε τόσο για το δομημένο όσο και για το φυσικό περιβάλλον, ώστε να διασφαλίζεται η υπεύθυνη και αποτελεσματική διαχείριση των πόρων, με συνεχή προσπάθεια για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δραστηριοτήτων του.

Το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο θα φροντίζει τόσο το δομημένο όσο και το φυσικό περιβάλλον, ώστε να διασφαλίζει την υπεύθυνη και αποτελεσματική διαχείριση των πόρων-θα προσπαθούμε συνεχώς να ελαχιστοποιούμε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων μας.

#### Ενέργεια και Ρύποι

Για να καταπολεμήσουμε τη σοβαρή απειλή της κλιματικής αλλαγής, στοχεύουμε στη δραστική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των συναφών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG).

### Στόχοι και προσδοκίες

- Κλιματική ουδετερότητα με στόχο τη μείωση των εκπομπών GHG κατά 30% έως το 2025 με έτος αναφοράς το 2021.
- Παραγωγή ή προμήθεια του 50% της ηλεκτρικής ενέργειας του ΕΜΠ από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έως το 2030.
- Υιοθέτηση των στόχων της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας για μείωση κατά 30% έως το 2030 και προσδιορισμός κατασκευαστικών προτύπων και επιχειρησιακών πρακτικών για την επίτευξη των εν λόγω στόχων. [16]

Ως πρώτη μεταξύ πολλών εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ΕΜΠ, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών (Φ/Β) συστημάτων στη Σχολή Χημικών Μηχανικών πραγματοποιήθηκε κατά το έτος 2011 και στην πρόσοψη του κτηρίου της Κεντρικής Βιβλιοθήκης του ΕΜΠ κατά το 2012. Προκειμένου να αξιοποιηθούν και στην έρευνα της επίδρασης της θέσης των Φ/Β στην παραγόμενη ισχύ, οι συλλέκτες τοποθετήθηκαν σε διαφορετικές κατευθύνσεις και γωνίες και συνέβαλαν με μετρήσιμα δεδομένα στην ανάδειξη των δυνατοτήτων βιώσιμης ανάπτυξης στην περιοχή.

Πρωτοπόρα συστήματα ηλιακής ψύξης έχουν σχεδιαστεί και εγκατασταθεί στη Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, στο Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής και στο Εργαστήριο Ατμοκινητών και Λεβήτων. [17]

### Μεταφορές & Κινητικότητα

Επιδιώκουμε την άνετη πολυτροπική πρόσβαση προς και μέσω της πανεπιστημιούπολης μας, δίνοντας προτεραιότητα σε τρόπους μεταφοράς χαμηλών εκπομπών άνθρακα και σε μια πανεπιστημιούπολη με δυνατότητα περιπάτου για την προώθηση της υγείας και της ασφάλειας της κοινότητάς μας και του περιβάλλοντος.

### Τοπία & Οικολογία

Θα καλλιεργήσουμε βιώσιμα τοπία που αυξάνουν τη βιοποικιλότητα και εμπλουτίζουν όλες τις υπηρεσίες του οικοσυστήματος, οι οποίες είναι ζωτικής σημασίας για την περιβαλλοντική και ανθρώπινη υγεία και ευημερία.

### Υλικά & Απόβλητα

Θα προσπαθήσουμε για βιώσιμες πρακτικές κατανάλωσης και εκτροπής, εξετάζοντας την προμήθεια, τη χρήση και την τελική διάθεση κατά την αγορά. Καθιέρωση διαδικασιών, πολιτικών, πρακτικών και εκπαιδευτικών εργαλείων για τη μείωση της ποσότητας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των υλικών που εισέρχονται και εξέρχονται από το Πανεπιστήμιο. Μείωση των αποβλήτων υγειονομικής ταφής και χρήση υγιεινών προϊόντων για το δομημένο περιβάλλον μας. Δημιουργία προγράμματος κομποστοποίησης αποβλήτων τροφίμων ώστε να κομποστοποιηθεί το σημαντικό μέρος των αποβλήτων τροφίμων.



### Συστήματα νερού

Θα επιδιώξουμε την υπεύθυνη κατανάλωση πόσιμου και μη πόσιμου νερού και θα χρησιμοποιήσουμε βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης και επαναχρησιμοποίησης των ομβρίων υδάτων στην πανεπιστημιούπολη.

Τέλος, αλλά εξίσου σημαντικό είναι η κινητοποίηση των φοιτητών και εκτός της πολυτεχνειούπολης. Ο αντίκτυπος συντονισμένων εθελοντικών δράσεων συμβάλλει δραστικά στην ευαισθητοποίηση, όχι μόνο των φοιτητών αλλά και τις ευρύτερης κοινωνίας.

## 8.2 Ένταξη σε δίκτυο πανεπιστημίων με αντίστοιχες πρωτοβουλίες

Πολλά πανεπιστήμια ανά την υφήλιο, έχουν δημιουργήσει ένα παγκόσμιο περιβαλλοντικό κίνημα με σκοπό να κάνουν μια μνημειώδη διαφορά από την ιεράρχηση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην τάξη μέχρι τον καθορισμό υψηλότερων δεσμεύσεων βιωσιμότητας. Η κοινότητα της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης έχει καθοριστική σημασία για τη δημιουργία της επόμενης γενιάς περιβαλλοντικών ηγετών που απαιτούνται για την προστασία του πλανήτη μας.

Το επωνομαζόμενο αυτό δίκτυο, MOBILIZEU, ενώνει αυτό το κοινό γύρω από την περιβαλλοντική δράση και ενισχύει τον συλλογικό αντίκτυπό του. Είναι σχεδιασμένο για να ενώσει τους φοιτητές και τους διοικητικούς υπαλλήλους των πανεπιστημίων σε μια κοινή απαίτηση για τη δράση για το κλίμα. Το διαρκώς αυξανόμενο διεθνές δίκτυο φοιτητών, πανεπιστήμια δημιουργεί αλλαγές στις τοπικές πανεπιστημιούπολεις τους, οι φωνές τους ενώνονται και ενισχύονται, σχηματίζοντας ένα παγκόσμιο κάλεσμα για δράση που δεν μπορεί να αγνοηθεί. [18]

Στο δίκτυο συμμετέχουν ενεργά, συνολικά, 53 πανεπιστήμια.

## 9. Συμπεράσματα

### ***Η πιο καθαρή ενέργεια είναι αυτή που δεν καταναλώνεται.***

Με οδηγό τη παραπάνω πρόταση, η εξοικονόμηση ενέργειας στα πλαίσια του κτιριακού τομέα, κρίνεται ως η αναγκαία λύση ενάντια στην ενεργειακή κρίση που πλήττει ολόκληρο τον πλάνητη. Θέτοντας σε εφαρμογή τις βασικές αρχές που διέπουν το πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου, οποιοδήποτε κτίριο μπορεί να μεταμορφωθεί σε ένα σύγχρονο, αποδοτικό και ασφαλές για την υγεία των χρηστών του κτίριο, ικανοποιώντας πλήρως τις διεθνείς και εθνικές απαιτήσεις περί κτιρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (NZEB).

Κατά επέκταση λοιπόν, προτείνεται η υιοθέτηση του παθητικού κτιρίου και στα υπόλοιπα κτίρια της πολυτεχνειούπολης, ώστε να δημιουργηθεί ένα δίκτυο “πράσινων” κτιρίων με ελάχιστο έως και μηδαμινό αποτύπωμα στο περιβάλλον. Η εφαρμογή του προτύπου λοιπόν και σε άλλα κτίρια με μικρότερο ή μεγαλύτερο εμβαδόν θα ωφελήσει στο έπακρον το χώρο του ΕΜΠ. Τα κτίρια θα μπορούν να συνεργάζονται παρέχοντας αμφίδρομα ενέργεια το ένα στο άλλο, ανάλογα τις απαιτήσεις τους.

Οι άνθρωποι αποτελούν έναν σημαντικό παράγοντα για την επίτευξη του στόχου μείωσης των εκπομπών. Είναι λοιπόν αναγκαίο να οργανωθούν εκστρατείες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των πολιτών και φοιτητών. Οι δράσεις αυτές θα πρέπει να έχουν επιμορφωτικό χαρακτήρα, καθώς επίσης να παρουσιάζουν και μέτρα εξοικονόμησης τα οποία είναι άμεσα εφαρμόσιμα προκειμένου να μειωθεί η σπατάλη ενέργειας. Τέλος θα πρέπει να ενημερώνονται και για τα οικονομικά οφέλη της εξοικονόμησης ενέργειας από παρεμβάσεις που προτείνονται τόσο υλικές όσο και αλλαγής της ενεργειακής τους συμπεριφοράς.

Κλείνοντας ο φορέας διοίκησης του ΕΜΠ σε συνεργασία με εξωτερικούς οργανισμούς και εταιρείες, αλλά και με τους φοιτητές, οφείλει να αναζητήσει φιλόδοξες δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης εκπομπής ρύπων, με αφετηρία το συγκρότημα της Πολυτεχνειούπολης προωθώντας στην ευρύτερη κοινωνία έναν “πράσινο” τρόπο σκέψης.

## 10. Βιβλιογραφία

- [1] "European Commission," [Online]. Available: [https://ec.europa.eu/clima/index\\_en](https://ec.europa.eu/clima/index_en).
- [2] NAS. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://climate.nasa.gov/vital-signs>.
- [3] H. Y. Xi Chen\*, "Integrated energy performance optimization of a passively designed highrise," The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China, 2018.
- [4] "Ελληνική Στατιστική Αρχή," [Online]. Available: <https://www.statistics.gr>.
- [5] A. Pitts, "Passive House and Low Energy Buildings: Barriers," University of Huddersfield, Huddersfield, 2017.
- [6] "Passipedia," [Online]. Available: <https://passipedia.org>.
- [7] "langconsulting," [Online]. Available: <https://www.langconsulting.at/index.php/en/research/32-basic-research/222-trends-2010-2021>.
- [8] K. Chan, «Dailyhive,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://dailyhive.com>.
- [9] Κ. Ε. Τζιβανίδης Χρήστος, "Θερμική Συμπεριφορά Κτιρίων," in *Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών*, 2020.
- [10] ASHRAE, Advanced Energy Design Guide For K-12 School Buildings Achieving a Zero Energy Buiding, U.S. Department of Energy, 2014.
- [11] Δ. Παλλαντζάς, "«Ενεργειακή ανάλυση παθητικών συστημάτων σε Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης με χρήση των λογισμικών PHPP και DesignPH,»» 2019.
- [12] "ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ," [Online]. Available: <https://eipak.org>.
- [13] Passivhaus. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.passivhaus.org.uk>.
- [14] D. W. Feist, «Passive House Planning Package,» [Ηλεκτρονικό].
- [15] Ο. Α.Ε., "ΤΕΥΧΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΕΡΓΟΥ".
- [16] "University of Pittsburgh," [Online]. Available: <https://www.sustainable.pitt.edu/what-pitt-is-doing/campus-initiatives/>.
- [17] "EN ΒΙΩ ΕΜΠ," [Online]. Available: <http://envio.ntua.gr/v1/>.

- [18] "EARTH DAY," [Online]. Available: <https://www.earthday.org/green-campus-network/>.
- [19] Institute of Risk Management, «About Risk Management, Institute of Risk Management,» Institute of Risk Management - IRM, 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.theirm.org/about/risk-management>. [Πρόσβαση 6 2 2017].
- [20] Τ.Ε.Ε., "- Αναλυτικές Εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης," "Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701, Αθήνα, 2017.

## 11. Κατάλογος εικόνων

|   |    |
|---|----|
| Εικόνα 1: Μεταβολή επιπέδου CO <sub>2</sub> από το 2005 έως το 2021 [2].....  | 18 |
| Εικόνα 2: Μεταβολή της ετήσιας θερμοκρασίας από το 1880 έως το 2020 [2].....  | 18 |
| Εικόνα 3: Μεταβολή της στάθμης της θάλασσας απο το 1993 έως το 2021 [2].....  | 19 |
| Εικόνα 4: Οι 5 αρχές του παθητικού κτιρίου [6].....   | 22 |
| Εικόνα 5: Αριθμός Παθητικών Κτιρίων ανά έτος και χώρα [7] .....   | 23 |
| Εικόνα 6: Τύποι υάλωσης κουφωμάτων [9] .....  | 27 |
| Εικόνα 7: Διαφορετικές τοποθετήσεις ενός κουφώματος (το εσωτερικό του κτιρίου είναι στη δεξιά πλευρά και η μόνωση συμβολίζεται με το γαλάζιο χρώμα) ..... | 28 |
| Εικόνα 8: Εικόνα 9: Επαλήθευση της βέλτιστης τοποθέτησης του κουφώματος μέσω προγράμματος δυναμικής ανάλυσης [10].....                                    | 29 |
| Εικόνα 10: Τυπικές θερμογέφυρες [6].....  | 30 |
| Εικόνα 11: Κατασκευαστική θερμογέφυρα (αριστερά) και γεωμετρική (δεξιά). [6].....   | 31 |
| Εικόνα 12: Διαρροές αέρα μέσω του κελύφους του κτιρίου [11] .....   | 32 |
| Εικόνα 13: Συνέπειες της εισόδου υδρατμών υγρασίας μέσω μιας ρωγμής 1 mm [6].....   | 32 |
| Εικόνα 14: Επικόλληση της σύνδεσης του παραθύρου με τη μεμβράνη αεροστεγανότητας [12].....  | 33 |
| Εικόνα 15: Μηχανικός αερισμός σπιτιού [11] .....  | 34 |
| Εικόνα 16: Μηχανικός αερισμός και ροές αέρα [11].....   | 35 |
| Εικόνα 17: Μηχανικός αερισμός και ροές αέρα [11].....   | 35 |
| Εικόνα 18: Κλάσεις ενεργειακών σπιτιών [13].....  | 36 |
| Εικόνα 19: Αεροφωτογραφία κτιρίου ANYM .....  | 38 |
| Εικόνα 20: Αεροφωτογραφία συγκροτήματος Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου .....  | 39 |
| Εικόνα 21: Σειρά εισαγωγής για κτίρια τριτογενούς τομέα στο ΡΗΡΡ 9 [13] .....   | 47 |
| Εικόνα 22: Καθορισμός θερμοκρασίας, χρηστών και ειδικής θερμοχωρητικότητας .....  | 48 |
| Εικόνα 23: Επιλογή του ενεργειακού προτύπου του κτιρίου, μέθοδος πιστοποίησης του EnerPHit για την πρωτογενή ενέργεια.....                                | 49 |
| Εικόνα 24: Επιλογή τύπου κατοικίας και μεθόδου υπολογισμού ΕΘΚ.....   | 49 |
| Εικόνα 25: Φύλλο εργασίας Κλίμα.....  | 52 |
| Εικόνα 26: Αναβαθμισμένος εξωτερικός τοίχος κτιρίου σε επαφή με αέρα.....   | 53 |
| Εικόνα 27: Αναβαθμισμένος εξωτερικός τοίχος κτιρίου σε επαφή με έδαφος.....   | 54 |
| Εικόνα 28: Αναβαθμισμένη πλάκα οροφής κτιρίου. ....   | 55 |
| Εικόνα 29: Αναβαθμισμένη πλάκα υπογείου κτιρίου.....  | 55 |
| Εικόνα 30: Υπολογισμός των επιφανειών δομικών στοιχείων με την χρήση εξωτερικών διαστάσεων. [13] .....  | 57 |
| Εικόνα 31: Περιγραφή των ομάδων επιφανειών [13] .....   | 57 |
| Εικόνα 32: Περιγραφή ομάδων θερμογεφυρών [13] .....   | 58 |
| Εικόνα 33: Υπολογισμός της «Προβολής κτιρίου στο έδαφος» [13] .....   | 61 |
| Εικόνα 34: Εισαγωγή κελύφους μελέτης.....   | 61 |
| Εικόνα 35: Υπολογισμός της κλιματιζόμενης επιφάνειας για κτίρια τριτογενούς τομέα [13].....   | 63 |
| Εικόνα 36: Εισαγωγή κλιματιζόμενης επιφάνειας.....  | 65 |
| Εικόνα 37: Σύνοψη επιφανειών.....   | 67 |

|  |     |
|--|-----|
| Εικόνα 38: Εισαγωγή θερμογεφυρών.....  | 67  |
| Εικόνα 39: Θερμική αγωγιμότητα και χωρητικότητα θερμότητας βάσει συγκεκριμένων όγκων για διαφορετικά είδη εδάφους. [13].....                         | 69  |
| Εικόνα 40: Χαρακτηριστικά εδάφους.....   | 69  |
| Εικόνα 41: Θέση των θερμογεφυρών σύμφωνα με τον αριθμό των ομάδων [13].....  | 70  |
| Εικόνα 42: Δεδομένα κτιρίου στο φύλλο εργασίας Έδαφος.....   | 71  |
| Εικόνα 43: Αποτελέσματα του φύλλου εργασίας Έδαφος.....  | 71  |
| Εικόνα 44: Υαλοπίνακες.....  | 72  |
| Εικόνα 45: Πλαίσια κουφωμάτων.....   | 73  |
| Εικόνα 46: Συστήματα αερισμού.....   | 73  |
| Εικόνα 47: Εισαγωγή Κουφωμάτων.....  | 75  |
| Εικόνα 48: Σύνοψη κουφωμάτων.....  | 75  |
| Εικόνα 49: Θερμικές απώλειες και θερμική κέρδη μέσω των κουφωμάτων.....  | 75  |
| Εικόνα 50: Μειωτικοί συντελεστές για τυπικές προσωρινές διατάξεις σκίασης με μονωμένα τριπλά και διπλά τζάμια σύμφωνα με το DIN V 18599-2. [13]..... | 76  |
| Εικόνα 51: Σύνοψη συντελεστών σκίασης.....   | 77  |
| Εικόνα 52: Συμπλήρωση φύλλου Αερισμού.....   | 78  |
| Εικόνα 53: Αερισμός χώρων.....   | 81  |
| Εικόνα 54: Διάγραμμα ενεργειακού ισοζυγίου. [13].....  | 82  |
| Εικόνα 55: Ενεργειακό ισοζύγιο μελέτης.....  | 83  |
| Εικόνα 56: Ειδική ενέργεια θέρμανσης (μηνιαία μέθοδος).....  | 84  |
| Εικόνα 57: Επαλήθευση απαίτησης θέρμανσης.....   | 85  |
| Εικόνα 58: Θερινός Αερισμός μελέτης.....   | 87  |
| Εικόνα 59: Δευτερεύοντες υπολογισμοί θερινού αερισμού μελέτης.....   | 88  |
| Εικόνα 60: Ποσοστό υπέρθέρμανσης θερμοκρασίας και θερμική άνεση [13].....  | 89  |
| Εικόνα 61: Χάρτης θερμοκρασίας μελέτης.....  | 89  |
| Εικόνα 62: Εισροές αερισμού μελέτης.....   | 90  |
| Εικόνα 63: Ημερήσια εσωτερική διακύμανση θερμοκρασίας.....   | 90  |
| Εικόνα 64: Ειδική ενέργεια ψύξης (μηνιαία μέθοδος).....  | 92  |
| Εικόνα 65: Ενεργειακό ισοζύγιο ψύξης μελέτης.....  | 93  |
| Εικόνα 66: Επιλογή μονάδας ψύξης και σύνοψη αποτελεσμάτων αισθητής και λανθάνουσας ψύξης μελέτης.....  | 94  |
| Εικόνα 67: Φορτία υγρασίας και απομάκρυνσης υγρασίας μελέτης.....  | 95  |
| Εικόνα 68: Εισαγωγή λειτουργιών χρήσης δωματίων.....   | 96  |
| Εικόνα 69: Βασικά χαρακτηριστικά ενός ποιοτικού φωτισμού σε ένα έργο φωτισμού.....   | 98  |
| Εικόνα 70: Ειδική κατανάλωση ρεύματος.....   | 100 |
| Εικόνα 71: Εσωτερικά κέρδη κτιρίου.....  | 101 |
| Εικόνα 72: Εισαγωγή & χαρακτηριστικά Φ/Β.....  | 101 |
| Εικόνα 73: Απόδοση Φ/Β συστημάτων ανά μήνα.....  | 102 |
| Εικόνα 74: Χωροταξική τοποθέτηση των Φ/Β στην οροφή του κτιρίου.....   | 102 |
| Εικόνα 75: Ταξινόμηση κτιρίου βάσει της παραγωγής και απαίτησης σε ΠΕ Αν.....  | 103 |
| Εικόνα 76: Ενεργειακή κατηγορία κτιρίου.....   | 108 |
| Εικόνα 79: Δυτική όψη.....   | 122 |

|   |     |
|---|-----|
| Εικόνα 80: Κάτοψη υπογείου .....  | 122 |
| Εικόνα 81: Κάτοψη ισογείου .....  | 122 |
| Εικόνα 82: Κάτοψη Α' ορόφου.....  | 123 |
| Εικόνα 83: Κάτοψη Β' ορόφου.....  | 123 |
| Εικόνα 84: Κάτοψη Γ' ορόφου .....   | 124 |
| Εικόνα 85: Κάτοψη Δ' ορόφου.....  | 124 |
| Εικόνα 86: Θερμογέφυρα εξωτερικού μονωμένου τοίχου σε επαφή με αέρα – εξωτερικά μονωμένης οροφής .....        | 125 |
| Εικόνα 87: Θερμογέφυρα εξωτερικά μονωμένου τοίχου σε επαφή με αέρα – εσωτερικά μονωμένου τοίχου υπογείου..... | 125 |

## 12. Κατάλογος Διαγραμμάτων

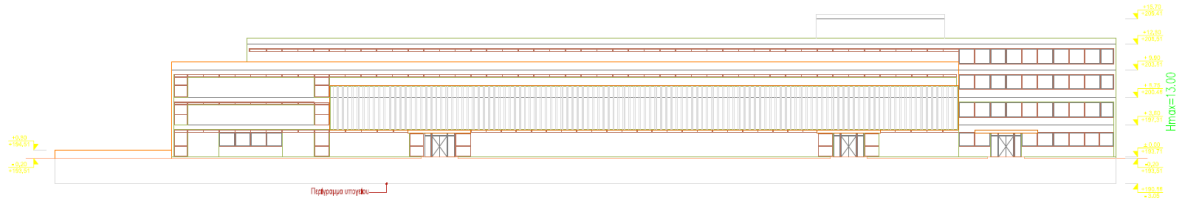
|   |    |
|---|----|
| Διάγραμμα 1: Διάγραμμα Ροής Εργασιών για την Υλοποίηση του Στόχου της Διπλωματικής Εργασίας. ....   | 15 |
| Διάγραμμα 2: Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης ενέργειας [4] .....                                    | 20 |
| Διάγραμμα 3: Μηνιαίες αθροιστικές καταναλώσεις καταγραφόμενων κτιρίων ΕΜΠ για τα έτη 2015-2016..... | 44 |



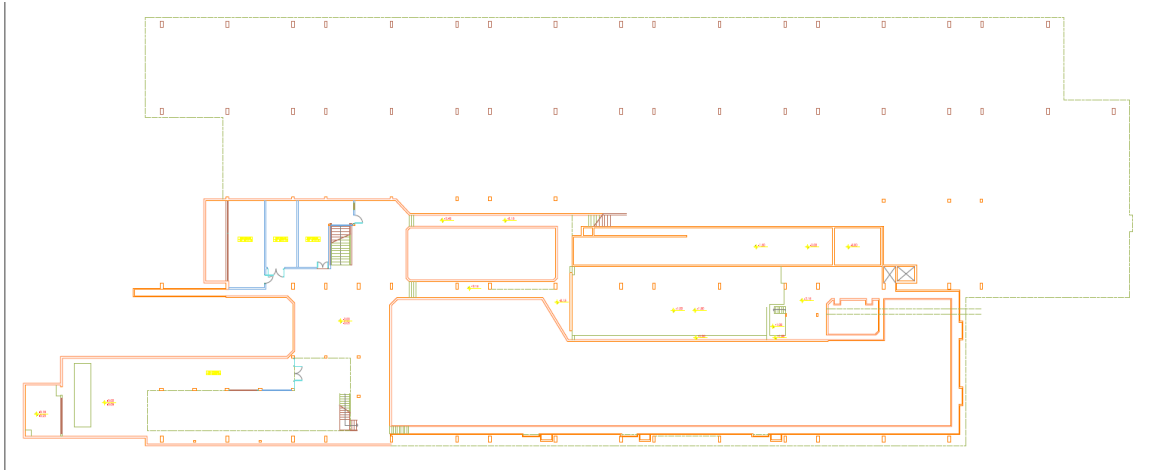
## 13. Κατάλογος Πινάκων

|  |    |
|--|----|
| Πίνακας 1: Περιοχές δημιουργίας θερμογεφυρών .....                               | 31 |
| Πίνακας 2: Επίπεδα, χώροι χρήσης και εμβαδόν επιπέδων .....                      | 40 |
| Πίνακας 3: Κτίρια που μετρήθηκαν οι καταναλώσεις τους για τα έτη 2015-2017 ..... | 45 |
| Πίνακας 4: Ηλεκτρικές καταναλώσεις κτιρίου για το έτος 2015-2016 .....           | 45 |
| Πίνακας 5: Απαίτηση φωτισμού ανά χώρο χρήσης .....                               | 99 |

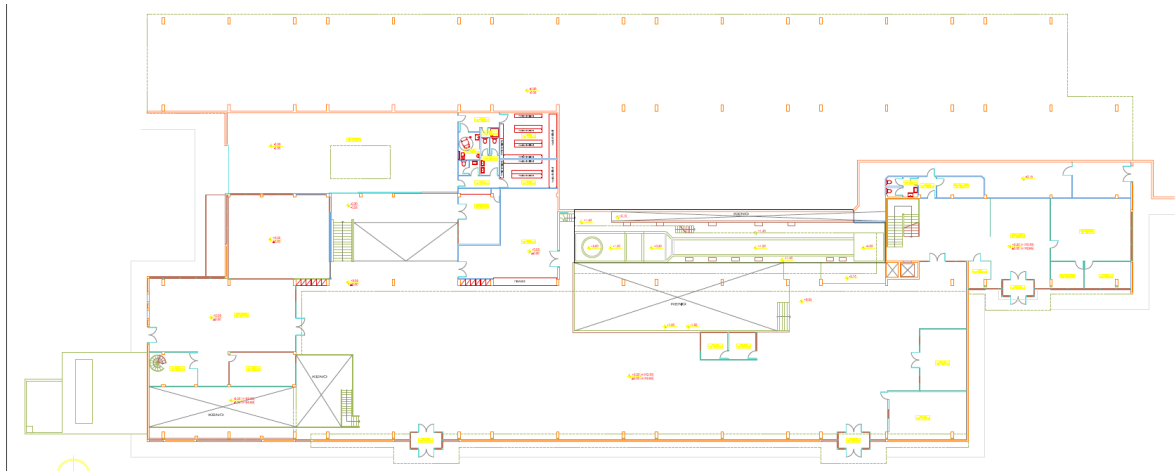
## 14. Παράρτημα Ι – Αρχιτεκτονικά σχέδια



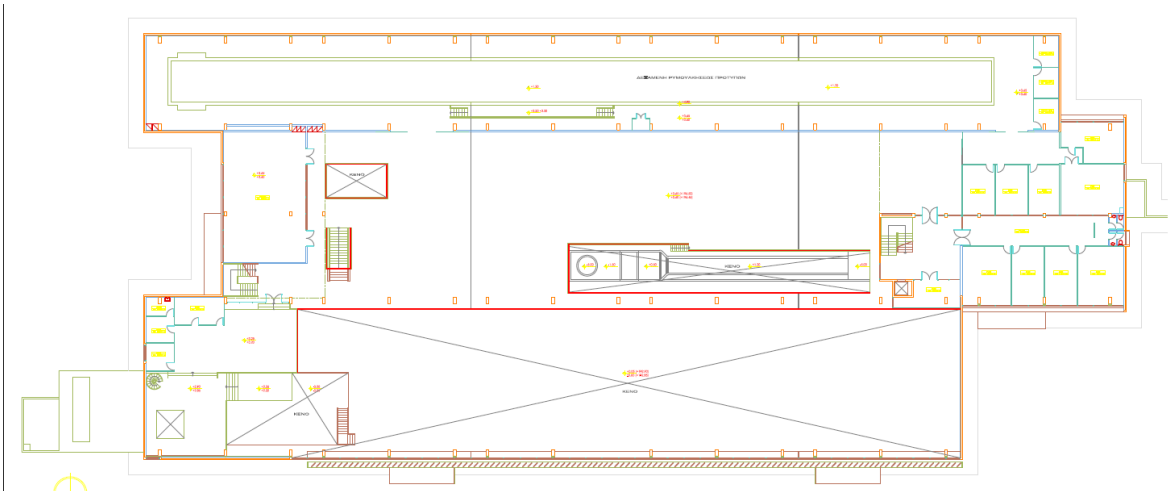
Εικόνα 77: Δυτική όψη



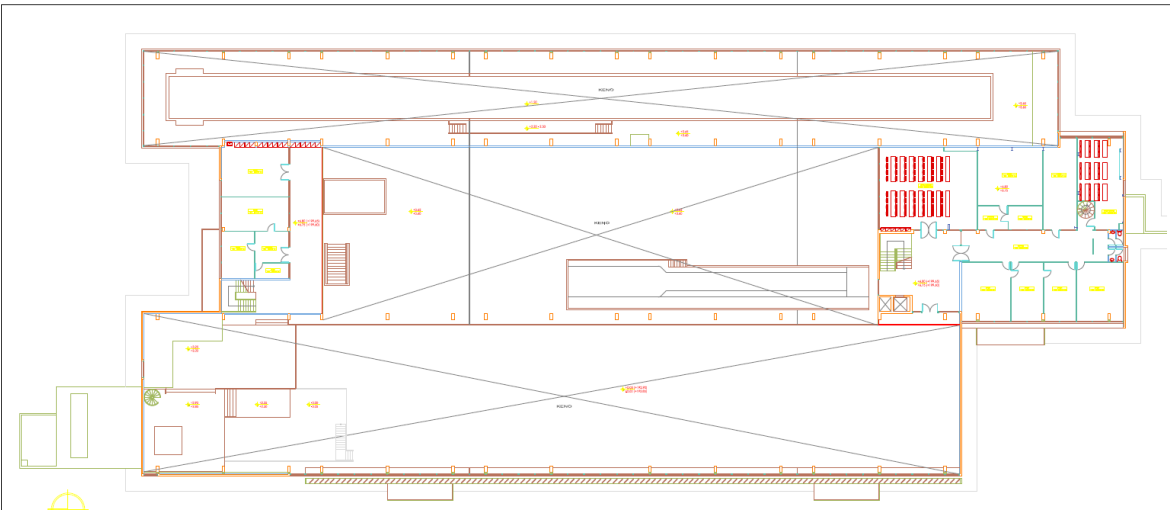
Εικόνα 78: Κάτοψη υπογείου



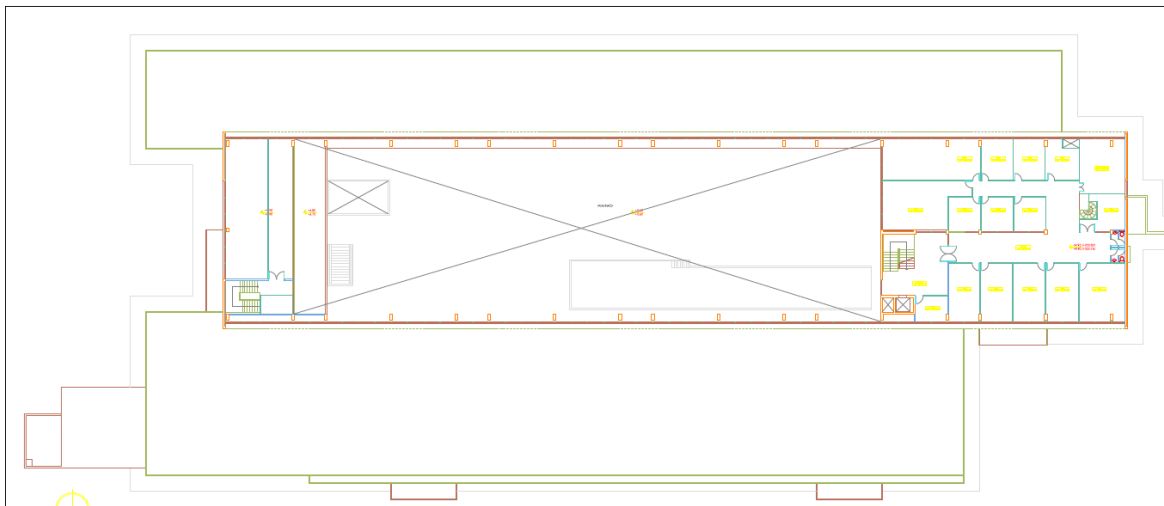
Εικόνα 79: Κάτοψη ισογείου



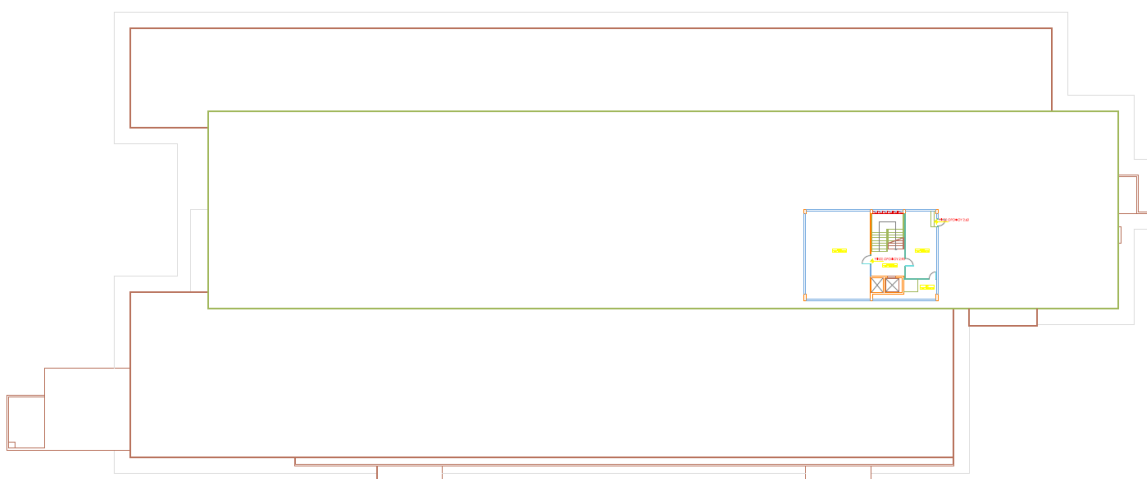
Εικόνα 80: Κάτοψη Α' ορόφου



Εικόνα 81: Κάτοψη Β' ορόφου

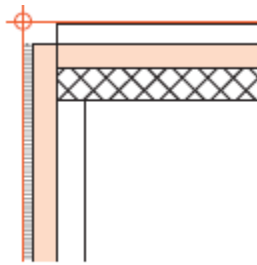


Εικόνα 82: Κάτοψη Γ' ορόφου



Εικόνα 83: Κάτοψη Δ' ορόφου

## 15. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II – Θερμογέφυρες



Einschränkungen

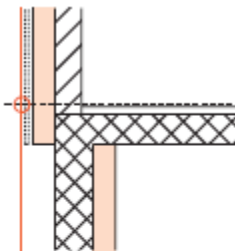
Wandtyp Kompaktfassade

| U-Wert Wand<br>in $W/(m^2 \cdot K)$ | U-Wert Dach in $W/(m^2 \cdot K)$ |       |       |       | ψ-Wert in $W/(m \cdot K)$ |       |
|-------------------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|---------------------------|-------|
|                                     | 0.15                             | 0.20  | 0.25  | 0.30  | 0.35                      | 0.40  |
| 0.15                                | -0.06                            | -0.07 | -0.07 | -0.08 | -0.09                     | -0.10 |
| 0.20                                | -0.06                            | -0.06 | -0.07 | -0.07 | -0.08                     | -0.09 |
| 0.25                                | -0.07                            | -0.07 | -0.07 | -0.07 | -0.08                     | -0.08 |
| 0.30                                | -0.08                            | -0.07 | -0.07 | -0.07 | -0.08                     | -0.08 |
| 0.35                                | -0.09                            | -0.08 | -0.07 | -0.07 | -0.08                     | -0.08 |
| 0.40                                | -0.09                            | -0.08 | -0.08 | -0.08 | -0.08                     | -0.08 |

Zuschläge

Wandtyp Hinterlüftung - 0.04  $W/(m \cdot K)$

Εικόνα 84: Θερμογέφυρα εξωτερικού μονωμένου τοίχου σε επαφή με αέρα – εξωτερικά μονωμένης οροφής



Einschränkungen

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Mauerfusselement     | ohne      |
| Kellerwanddicke      | 25 cm     |
| Mauerwerk Aussenwand | Backstein |
| Deckendämmeinlage    | keine     |
| Bodenheizung         | keine     |

| U-Wert Wand<br>in $W/(m^2 \cdot K)$ | U-Wert Kellerwand in $W/(m^2 \cdot K)$ |      |      |      | ψ-Wert in $W/(m \cdot K)$ |      |
|-------------------------------------|--|------|------|------|---------------------------|------|
|                                     | 0.15                                   | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.35                      | 0.40 |
| 0.15                                | 0.82                                   | 0.82 | 0.82 | 0.81 | 0.80                      | 0.78 |
| 0.20                                | 0.81                                   | 0.82 | 0.81 | 0.81 | 0.79                      | 0.78 |
| 0.25                                | 0.81                                   | 0.81 | 0.81 | 0.80 | 0.79                      | 0.78 |
| 0.30                                | 0.81                                   | 0.81 | 0.81 | 0.80 | 0.79                      | 0.78 |
| 0.35                                | 0.81                                   | 0.81 | 0.81 | 0.80 | 0.79                      | 0.78 |
| 0.40                                | 0.80                                   | 0.81 | 0.80 | 0.80 | 0.79                      | 0.77 |

Zuschläge

|                                 |                        |
|---------------------------------|------------------------|
| Mauerfusselement                | - 0.03 $W/(m \cdot K)$ |
| Kellerwanddicke 20 cm           | - 0.04 $W/(m \cdot K)$ |
| Kellerwanddicke 30 cm           | + 0.04 $W/(m \cdot K)$ |
| Mauerwerk Aussenwand Stahlbeton | + 0.16 $W/(m \cdot K)$ |
| Deckendämmeinlage (2 x 50 cm)   | - 0.09 $W/(m \cdot K)$ |
| Bodenheizung                    | + 0.04 $W/(m \cdot K)$ |

Εικόνα 85: Θερμογέφυρα εξωτερικά μονωμένου τοίχου σε επαφή με αέρα – εσωτερικά μονωμένου τοίχου υπογείου