

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι η ενεργειακή μελέτη του παγοδρομίου του Μετσοβου και πιο συγκεκριμένα του κτιρίου του κολυμβητηρίου. Η μελέτη εκπονείται σύμφωνα με το θεσμικό πλαίσιο που διέπει την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης. Το πλαίσιο αυτό περιλαμβάνει την Ευρωπαϊκή Οδηγία, το νόμο 3661/08 που εξέδωσε το ελληνικό κράτος προκειμένου να συμμορφωθεί με τις διατάξεις της Ε.Ε. και τον Κανονισμό Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Για την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου μελέτης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό EPA-NR. Η Ελλάδα είναι μια από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που έχει επισήμως αποδεχτεί το παραπάνω λογισμικό για την διεξαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης. Πιο συγκεκριμένα, μελετάται διεξοδικά ο τρόπος λειτουργίας και χρήσης του προγράμματος και εξετάζονται σενάρια βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

## Περιεχόμενα

	<b>3</b>
<b>Κεφάλαιο 1: Νομοθετικό πλαίσιο στην Ευρώπη και Ελλάδα.....</b>	<b>6</b>
1.1 Ε.Ε Οδηγία 2002/91/ΕΚ.....	6
1.2 Ελλάδα: Εναρμόνιση με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ.....	7
1.3 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων & περιεχόμενο (Κ.Εν.Α.Κ).....	8
1.3.1 Βασικοί ορισμοί.....	8
1.3.2 Απαιτήσεις Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.....	9
1.3.3 Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.....	10
1.3.4 Υπολογιστικές Μέθοδοι.....	12
1.3.5 Κλιματικές Ζώνες.....	12
1.3.6 Κτίριο Αναφοράς.....	14
1.3.7 Ενεργειακή Βαθμολόγηση Κτιρίου.....	15
1.3.8.Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων.....	18
<b>Κεφάλαιο 2: Το λογισμικό ΕΡΑ – Nr.....</b>	<b>20</b>
2.1 Εισαγωγή στο ΕΡΑ - Nr.....	20
2.2 Υπολογιστική διαδικασία.....	21
2.3 Δεδομένα εισόδου / εξόδου.....	21
2.3 Βιβλιοθήκες.....	23
2.4 Θερμικές ζώνες κτιρίου.....	24
2.5. Συστήματα.....	35
3.1 Περιγραφή κτιρίου του κολυμβητηρίου Μετσόβου .....	39
3.2 Συντελεστές θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων.....	42
3.3 Υπολογισμός Συντελεστών Θερμοπερατότητας .....	45
3.5 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας επιφανειών.....	55
3.6. Συστήματα Θέρμανσης.....	64
3.7 Συστήματα Ψύξης.....	66
3.8 Σύστημα ψύξης κτιρίου αναφοράς.....	72
<b>Κεφάλαιο 4 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και ενεργειακών καταναλώσεων</b>	<b>74</b>
4.1 Ενεργειακές απαιτήσεις.....	74
4.2 Ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο Θέρμανσης.....	74
4.3 Ενεργειακές απαιτήσεις περιόδου θέρμανσης.....	75
4.4 Ενεργειακές καταναλώσεις.....	78
<b>Κεφάλαιο 5 Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.....</b>	<b>84</b>
5.1 Σενάριο 1 : Παρέμβαση στην τοιχοποιία.....	84
5.2 Σενάριο 2 : Παρέμβαση στην τοιχοποιία και ταυτόχρονα αλλαγή κουφωμάτων.....	90
5.3 Σενάριο 3: Αλλαγή καυσίμου.....	94
5.4 Σύγκριση σεναρίων.....	98
5.5 Οικονομοτεχνική μελέτη.....	103
<b>Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα .....</b>	<b>105</b>
<b>Βιβλιογραφία- Πηγές.....</b>	<b>107</b>
Ηλεκτρονικές πηγές.....	108
<b>Παράρτημα- Θερμομονωτικά υλικά.....</b>	<b>109</b>

## Κατάλογος Εικόνων

**Κατάλογος Πινάκων**

**Κατάλογος Σχημάτων**

**Κατάλογος Σχέσεων**

## Εισαγωγή

Είναι γεγονός ότι οι περιβαλλοντικές, οικονομικές, κοινωνικές και διεθνείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής γίνονται ολοένα και πιο πειστικές, οδηγώντας έτσι τη διεθνή κοινωνία και την Ευρωπαϊκή Ένωση στην αναζήτηση βασικών λύσεων για την καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου, που δεν είναι άλλες από την προώθηση των ΑΠΕ και την εξοικονόμηση ενέργειας. Σε εθνικό επίπεδο, η εξοικονόμηση ενέργειας και η προώθηση των ΑΠΕ αποτελούν πρωταρχικό μέτρο για την προστασία του περιβάλλοντος. Επιπλέον συμβάλλουν στον περιορισμό της εκροής συναλλάγματος από την εθνική οικονομία προς εξασφάλιση της απαιτούμενης ποσότητας ρυπογόνων ορυκτών καυσίμων και κύρια του πετρελαίου, έτσι ώστε η Ελλάδα να μπορέσει να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις που έχει αναλάβει με βάση το Πρωτόκολλο του Κιότο απέναντι στην Ευρωπαϊκή Ένωση και τη διεθνή κοινωνία.

Στην Ελλάδα η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είναι πολύ εμφανής στα ελληνικά κτίρια του οικιακού και τριτογενούς τομέα, όπου η χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και συσκευών καλύπτει ένα ποσοστό 30% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στη χώρα, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 4% από τα μέσα της δεκαετίας του '70. Επιπλέον, η λειτουργία των κτιριακών ενεργειακών συστημάτων προκαλεί το 40% περίπου των συνολικών εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, ενός αερίου που ευθύνεται για τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου στον πλανήτη. Όσον αφορά το βιομηχανικό τομέα, αν και η συνολική κατανάλωση ενέργειας τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει ελαφριά κάμψη (κυρίως λόγω της ύφεσης σε ενεργοβόρους βιομηχανικούς κλάδους), η συνεισφορά του στην τελική κατανάλωση ενέργειας είναι σημαντική (~ 25%).

Κατά συνέπεια, η ανάγκη για επίτευξη του στόχου περιορισμού των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα απαιτεί ένα ολοκληρωμένο θεσμικό πλαίσιο κινήτρων και κανονισμών ενεργειακού σχεδιασμού κτιρίων, όπως και ένα ρεαλιστικό, εθνικό πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας, που θα αποσκοπούν στην βελτίωση της ποιότητας κατασκευής των κτιρίων και την ευαισθητοποίηση του χρήστη σε ενεργειακά θέματα.

## Κεφάλαιο 1: Νομοθετικό πλαίσιο στην Ευρώπη και Ελλάδα

### 1.1 Ε.Ε Οδηγία 2002/91/ΕΚ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αποφάσισε να εφαρμόσει πιλοτικά την εμπορία εκπομπών εντός της κοινότητας πριν από την επίσημη έναρξη του διεθνούς συστήματος και να ενσωματώσει το Πρωτόκολλο του Κιότο στην κοινοτική νομοθεσία μέσα από τις *Οδηγίες 2003/87/ΕΚ* και *2004/101/ΕΚ*. Σύμφωνα με αυτές η πρώτη περίοδος του ευρωπαϊκού συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών είναι η τριετία 2005-2007, ενώ οι επόμενες περίοδοι εμπορίας ταυτίζονται με τις πενταετείς περιόδους που προβλέπονται από το Πρωτόκολλο του Κιότο. Έτσι η Ε.Ε. παρουσιάζει μείωση των συνολικών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από το 1990 έως το 2005. Η μείωση αυτή είναι της τάξης του 4.3% και κυρίως οφείλεται στην εντυπωσιακή μείωση των εκπομπών των δύο μεγάλων ρυπαντών χωρών της Ευρώπης: της Γερμανία (-21.3%) και του Ηνωμένου Βασιλείου (-7.4%). Όσον αφορά στη χώρα μας, παρόλο που η συνολική συνεισφορά μας στις συνολικές εκπομπές αερίων ρύπων της Ένωσης είναι μικρή, η εικόνα των ελληνικών εκπομπών δεν ακολουθεί της αντίστοιχη της Ε.Ε. αλλά παρουσιάζει αύξηση κατά 27.5%.

Δεδομένου του μεγάλου ποσοστού κατανάλωσης ενέργειας στον κτιριακό τομέα (40%) καθώς και της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου και ειδικότερα CO<sub>2</sub>, η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε την οδηγία 2002/91/ΕΚ (EPBD) για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων την οποία έπρεπε τα κράτη μέλη να θέσουν σε εφαρμογή μέχρι τον Ιανουάριο του 2006. Η EPBD αποτελεί το εργαλείο της Ένωσης για μια αποτελεσματική προσέγγιση στη βελτίωση της χρήσης ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Ο κύριος στόχος της οδηγίας είναι η βελτίωση των συνολικών ενεργειακών επιδόσεων των κτιρίων. Οι διατάξεις της καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση χώρων, παραγωγή ζεστού νερού, ψύξη, αερισμό και φωτισμό για νέα και υφιστάμενα κτίρια κατοικιών και μη. Οι περισσότερες από τις υφιστάμενες διατάξεις εφαρμόζονται σε όλα τα κτίρια ανεξαρτήτως μεγέθους, είτε χρησιμοποιούνται ως κατοικίες είτε όχι. Ορισμένες διατάξεις εφαρμόζονται μόνο σε συγκεκριμένους τύπους κτιρίων. Εξαιρούνται της υποχρεωτικής εφαρμογής ανοιχτά κτίρια, κτίρια στα οποία δεν προβλέπεται μόνιμη ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση θέρμανσης ή ψύξης (αποθήκες, κτίρια στάθμευσης, αγροτικοί οικισμοί), θρησκευτικά κτίρια, κτίρια χαρακτηρισμένα ως διατηρητέα για τα οποία η εφαρμογή της οδηγίας θα επέφερε αλλοίωση της φυσιογνωμίας τους και νέες μικρές κατοικίες με ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη των 50 m<sup>2</sup>. Σχετικά με το τριτογενή τομέα εξαιρούνται κτίρια βιοτεχνιών ή βιομηχανιών που θερμαίνονται ή ψύχονται αποκλειστικά μέσω δικτύων των παραγωγικών τους διαδικασιών και κτίρια εξειδικευμένης χρήσης τα οποία υπόκεινται σε ειδικές προδιαγραφές που επιβάλλονται από ειδική νομοθεσία, όπως χειρουργεία, χώροι μνημείων, νοσοκομεία και ειδικοί χώροι συναθροίσεως. Η οδηγία συνδυάζει σε ένα νομικό κείμενο διάφορα μέσα κανονιστικής φύσεως (όπως η υποχρέωση των κρατών μελών να καθορίζουν απαιτήσεις για τις ενεργειακές επιδόσεις νέων και μεγάλων υφιστάμενων κτηρίων που υποβάλλονται σε ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας)

καθώς και πληροφοριακής φύσεως (όπως τα πιστοποιητικά ενεργειακών επιδόσεων και οι απαιτήσεις για επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού).

Η EPBD δεν καθορίζει επίπεδα για ολόκληρη την Ε.Ε., αλλά υποχρεώνει τα κράτη μέλη να θεσπίσουν τις συγκεκριμένες απαιτήσεις και συναφείς μηχανισμούς. Συνεπώς η οδηγία λαμβάνει πλήρως υπόψη τις εθνικές/ περιφερειακές συνθήκες όπως το εξωτερικό κλίμα και τις μεμονωμένες παραδόσεις κατασκευής κτηρίων. Τα κράτη μέλη μπορούν να υπερβούν τις ελάχιστες απαιτήσεις που καθορίζονται στην οδηγία και να είναι πιο φιλόδοξα. Αν και είχε σημειωθεί καθυστέρηση στην εφαρμογή της EPBD, σήμερα 22 κράτη μέλη δηλώνουν ότι την έχουν ενσωματώσει πλήρως. Παράλληλα με τα ενεργειακά οφέλη νέες θέσεις εργασίας θα προκύψουν λόγω της ανάγκης για προϊόντα, δομικά στοιχεία και υλικά που χρησιμοποιούνται ή εγκαθίστανται σε κτήρια για καλύτερες επιδόσεις. Με την πλήρη εφαρμογή της κοινοτικής οδηγίας εκτιμάται ότι τα νέα κτίρια θα εξασφαλίσουν εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας 9 εκατομμύρια TITP ως το 2010.

### **1.2 Ελλάδα: Εναρμόνιση με την Οδηγία 2002/91/EK**

Η εισαγωγή στην έννοια της ενεργειακής οικονομίας έγινε πρώτη φορά με το νόμο-πλαίσιο Ν40/75 "Περί λήψεως μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας". Ανάλογο θέμα δεν υπήρξε ποτέ ξανά στην Ελληνική νομοθεσία και ως εκ τούτου καμία νομοθετική ρύθμιση δε μπορούσε να την επικαλεστεί. Από τη στιγμή εκείνη και μετά θεσπίστηκε μια σειρά νόμων και κανονισμών στη διάρκεια των ετών που είχε κοινή κατεύθυνση την εξοικονόμηση ενέργειας.

Στις 17 Ιανουαρίου 2008 η Ελλάδα και αφού χρειάστηκε να καταδικαστεί από το Δικαστήριο Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΔΕΚ) (C-342/07) για την παράλειψή της επί χρόνια να εναρμονίσει τη νομοθεσία της προς την Οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, θεσπίζει στις 19 Μαΐου 2008 τον νόμο, 3661/2008. Ο νόμος αυτός, ο οποίος στηρίζεται σε παλαιότερες προσπάθειες και νόμους (Αριθ.21475/4707 και Αριθ.Δ6/Β/οικ.11038), αποσκοπεί στη λήψη μέτρων για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων, στη ρύθμιση δηλαδή της ενεργειακής τους απόδοσης. Σύμφωνα με το νόμο 3661/2008 ορίζεται η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοσή τους, ο τύπος και το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων καθώς και τα αρμόδια για την εκπόνησή της πρόσωπα, η διαδικασία και η συχνότητα διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, των λεβήτων, των εγκαταστάσεων θέρμανσης και των συστημάτων κλιματισμού. Παράλληλα προβλέπεται ο τύπος και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, η διαδικασία έκδοσής του, ο έλεγχος αυτής, τα προς τούτο αρμόδια όργανα, το ύψος της δαπάνης έκδοσής του και ο τρόπος υπολογισμού της.

Με τον Νόμο 3661 "Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων" ΦΕΚ 89/19 Μαΐου 2008, εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2002/91 /EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 «Για την ενεργειακή απόδοση των

κτιρίων» (ΕΕ 11 της 4.1.2003). Ο Νόμος 3661 ενσωματώνει όλες τις διατάξεις της Οδηγίας, προβλέπει την έκδοση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων και διακρίνει πέντε βασικές θεματικές ενότητες, οι οποίες αφορούν στον καθορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης και στη μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης (άρθρο 3) νέων και υφιστάμενων κτιρίων (άρθρα 4 και 5), στην έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (άρθρο 6), στις επιθεωρήσεις των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού (άρθρα 7 και 8) και στην πρόβλεψη ειδικευμένων και διαπιστευμένων ενεργειακών επιθεωρητών (άρθρο 9).

Τέλος με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) που εγκρίθηκε με την Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 Κοινή Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΦΕΚ Β΄4 07), ολοκληρώνεται το πλαίσιο των αναγκαίων κανονιστικών ρυθμίσεων για την πλήρη εφαρμογή του Ν.3661/2008 (ΦΕΚ Α΄8 9), για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Με τον ΚΕΝΑΚ ενσωματώνεται πλέον η έννοια του ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού στη μελέτη των κτιρίων, που θα συμβάλλει ιδιαίτερα στη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης, στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προστασία του περιβάλλοντος.

### **1.3 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων & περιεχόμενο (Κ.Εν.Α.Κ)**

Σύμφωνα με την Υπουργό Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με τις προτεινόμενες ρυθμίσεις του Κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων - ΚΕΝΑΚ γίνεται δυνατή η εφαρμογή του Νόμου 3661/08 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις», με τον οποίο εναρμονίστηκε η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 «Για την Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων» (ΕΕ 11 της 4.1.2003).

#### **1.3.1 Βασικοί ορισμοί**

Στον Κανονισμό Ενεργειακής Αποδοτικότητας των κτιρίων εμπεριέχονται κάποιοι βασικοί ορισμοί που πρέπει να γνωρίζουμε προτού προχωρήσουμε στην περαιτέρω ανάλυση της ενεργειακής μελέτης κτιρίων.

##### ***«Ενεργειακή απόδοση κτιρίου»***

Η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται ή εκτιμάται ότι ικανοποιεί τις διάφορες ανάγκες που συνδέονται με τη συνήθη χρήση του κτιρίου οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη θέρμανση, την παραγωγή θερμού νερού, την ψύξη, τον εξαερισμό και το φωτισμό. Η ποσότητα αυτή εκφράζεται με έναν ή περισσότερους αριθμητικούς δείκτες, οι οποίοι έχουν υπολογισθεί λαμβάνοντας υπόψη τη μόνωση, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, το σχεδιασμό και τη θέση του κτιρίου σε σχέση με κλιματολογικούς παράγοντες, την έκθεση στον ήλιο και την επίδραση γειτονικών κατασκευών, την παραγωγή ενέργειας του ίδιου του κτιρίου και άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση, στους οποίους περιλαμβάνονται και οι κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό του κτιρίου.

#### *«Ενεργειακή επιθεώρηση»*

Η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν, καθώς και των μεθόδων βελτίωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα.

#### *«Ενεργειακός επιθεωρητής»*

Φυσικό ή νομικό πρόσωπο που διενεργεί ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων ή λεβήτων και/ή κλιματιστικών. Διακρίνονται σε:

- Α τάξης για κτίρια < 1000 τ.μ.
- Β τάξης για κτίρια > 1000 τ.μ.

#### *«Κτίριο αναφοράς»*

Κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς πληροί ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη ΟΨΚ των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ΖΝΧ και το φωτισμό.

#### *«Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου»*

Το άθροισμα των επιμέρους υπολογιζόμενων ενεργειακών καταναλώσεων ενός κτιρίου για τη ΟΨΚ, παραγωγή ΖΝΧ και φωτισμό, εκφραζόμενο σε ενέργεια ανά μονάδα μικτής επιφάνειας των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου το έτος [ $kWh/m^2\text{-έτος}$ ]. Ειδικά για τα κτίρια κατοικίας στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση δε συνυπολογίζεται ο φωτισμός.

#### *«Συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου»*

Το άθροισμα των προαναφερόμενων επιμέρους ενεργειακών καταναλώσεων, μετά από την αναγωγή τους σε μεγέθη πρωτογενούς ενέργειας σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής (πρωτογενής προς τελική ενέργεια).

#### *«Μελέτη ενεργειακής απόδοσης»*

Η μελέτη που αναλύει και αξιολογεί την απόδοση του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων.

### **1.3.2 Απαιτήσεις Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων**

Στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίου θα πρέπει να περιγράφονται αναλυτικά τα συστήματα που έχουν ενταχθεί στη μελέτη του κτιρίου και τα οποία συμβάλλουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής του, καθώς και η μέθοδος, οι παραδοχές και τα αποτελέσματα του υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης για Θέρμανση, Ψύξη, Φωτισμό και Ζεστό Νερό Χρήσης.

#### *Αποτελέσματα Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων*

Τα αποτελέσματα που θα πάρουμε από την εκπόνηση μιας τέτοιας μελέτης αφορούν τις ενεργειακές απώλειες/ κέρδη του κτιρίου σαν κέλυφος και συστήματα, την ενεργειακή ζήτηση και κατανάλωση που έχει το κτίριο καθώς και τις εκπομπές ρύπων σε ετήσια βάση.



Για τον υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων κτιρίων σε θέρμανση και ψύξη απαιτούνται τα εξής δεδομένα:

- Γνώση των χαρακτηριστικών του κτιρίου (γεωμετρία, προσανατολισμός, δομικά υλικά, στοιχεία επιφανειών).
- Καθορισμός θέσης, προσανατολισμού και εξωτερικής σκίασης του κτιρίου.
- Γνώση μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής και εκτίμηση εξωτερικών συνθηκών σχεδιασμού
- Επιλογή εσωτερικών συνθηκών σχεδιασμού (θερμοκρασία, ρυθμός ανανέωσης αέρα).
- Γνώση της λειτουργίας των χώρων.
- Υπολογισμός των διαφόρων συνιστωσών των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη των χώρων, δηλαδή των:
  1. Θερμικών απωλειών λόγω μεταφοράς θερμότητας από τις επιφάνειες των στοιχείων (εξωτερικοί τοίχοι, οροφή, δάπεδο, παράθυρα).
  2. Θερμικών απωλειών χώρων λόγω μηχανικά ελεγχόμενου αερισμού και φυσικού αερισμού ή διείσδυσης αέρα (μη ελεγχόμενου αερισμού)
    3. Εσωτερικών θερμικών κερδών.
    4. Ηλιακών θερμικών κερδών από υαλοστάσια κελύφους.
    5. Ηλιακών θερμικών κερδών από παθητικά ηλιακά συστήματα.

### **1.3.3 Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων**

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης εκπονείται κατά την αρχική φάση της σχεδίασης του κτιρίου και συνδέεται άμεσα με την αρχιτεκτονική μελέτη και τη μελέτη των Η/Μ εγκαταστάσεων. Διασφαλίζει έτσι την ορθότητα και τη συμβατότητα των μελετών, τη μείωση της πιθανότητας αστοχίας της κατασκευής και τη βελτίωση της ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης. Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης θα πρέπει να συνάδει με τον επιδιωκόμενο από το Νόμο στόχο για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Αναλυτικότερα, η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης εκπονείται τόσο για νέα όσο και για υφιστάμενα ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, του οικιακού και του τριτογενή τομέα και αποτελεί πρόσθετη μελέτη επί των μελετών: Αρχιτεκτονικής, Διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου, Θέρμανσης, Ψύξης, Ζεστού νερού Χρήσης καθώς και Τεχνητού Φωτισμού. Επίσης περιλαμβάνεται στο φάκελο που υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία και πρέπει να τεκμηριώνει ότι το κτίριο ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις.

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων προσδιορίζεται βάση της μεθοδολογία υπολογισμού της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας και περιλαμβάνει τουλάχιστον κάποια στοιχεία, όπως τη χρήση του κτιρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος, τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό χρηστών. Ακόμα πρέπει να περιλαμβάνει τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού

κελύφους σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων. Άλλα σημαντικά στοιχεία είναι τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους, τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων και της εγκατάστασης ψύξης/ κλιματισμού χώρων. Επίσης τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενή τομέα καθώς και τα παθητικά ηλιακά συστήματα αν τυχόν υπάρχουν. Κατά περίπτωση, συνεκτιμάται στη μεθοδολογία η θετική επίδραση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ΑΠΕ, ενέργεια παραγόμενη με τεχνολογίες ΣΗΟ, κεντρικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου καθώς και ο φυσικός φωτισμός.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων επανεξετάζεται κατά τακτά χρονικά διαστήματα. Η πρώτη επανεξέταση επιβάλλεται να πραγματοποιηθεί δύο έτη από την έναρξη ισχύος της αρχικής. Όσον αφορά την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου, με το νέο κανονισμό εισάγεται μια νέα έννοια, αυτή της «συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου». Στον όρο αυτό συμπεριλαμβάνονται όλες οι ενεργειακές καταναλώσεις που αναφέρονται πιο πάνω με τη διαφορά ότι κάθε είδος ενέργειας μετατρέπεται σε μέγεθος πρωτογενούς ενέργειας μετά από αναγωγή με τη βοήθεια των συντελεστών μετατροπής που αναφέρονται στο πίνακα 1.1. Ουσιαστικά μετατρέπουμε τις ενεργειακές καταναλώσεις σε ένα κοινό είδος ενέργειας, την πρωτογενή (*Πρωτογενής Κατανάλωση = Τελική Κατανάλωση x Συντελεστή μετατροπής*), χωρίς να μας ενδιαφέρει η πηγή ενέργειας (φυσικό αέριο, πετρέλαιο, ηλεκτρική, βιομάζα) της κάθε κατανάλωσης. Ο συντελεστής μετατροπής ουσιαστικά εκφράζει την ενεργειακή αξία της κάθε πηγής ενέργειας και οι τιμές του μας παραδίδονται έτοιμες, από τον ΚΕΝΑΚ (*Εικόνα 1.1*)

*Εικόνα 1 1: Συντελεστής μετατροπής της τελικής κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια*

Πηγή Ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας
Φυσικό Αέριο	1.05	0.196
Πετρέλαιο Θέρμανσης	1.1	0.264
Ηλεκτρική ενέργεια	2.9	0.989
βιομάζα		1

*Πηγή: ΚΕΝΑΚ*

Το τεύχος της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου θα πρέπει να περιέχει συγκεκριμένες πληροφορίες για τη τοποθεσία, τη χρήση, το πρόγραμμα λειτουργίας, τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες και τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου. Ο μελετητής οφείλει να περιγράψει και να τεκμηριώσει τον ενεργειακό σχεδιασμό του κτιρίου όσον αφορά στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους, το σχεδιασμό Η/Μ εγκαταστάσεων και τέλος στα προτεινόμενα συστήματα Εξοικονόμησης

Ενέργειας/Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας και ΑΠΕ. Επιπλέον πρέπει να γίνεται αναφορά στο λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε καθώς και στις παραδοχές του για την εφαρμογή της μεθοδολογίας. Στην περίπτωση λογισμικών όπως το EPA-Nr όπου για την εκπόνηση της μελέτης απαιτείται ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες πρέπει όλα τα δεδομένα και οι παραδοχές (εκτός των κλιματικών) να αναφέρονται ανά ζώνη.

#### **1.3.4 Υπολογιστικές Μέθοδοι**

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων της 30/03/2010 για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790. Για τους παραπάνω υπολογισμούς χρησιμοποιούνται λογισμικά τα οποία αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), η οποία συστάθηκε με το άρθρο 6 του νόμου 3818/2010 (ΦΕΚ 17/16-02-2010) στην Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ). Οι παράμετροι υπολογισμού καθορίζονται από τα στοιχεία της αρχιτεκτονικής και ηλεκτρομηχανολογικής μελέτης του κτιρίου και σύμφωνα με τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ), οι οποίες εγκρίνονται με Απόφαση Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΠΕΚΑ) και επικαιροποιούνται, κατά περίπτωση, σύμφωνα με τις εθνικές απαιτήσεις και εξελίξεις.

Επιπλέον οι πρότυπες εσωτερικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός εσωτερικών χώρων, φωτισμός κ.α.) των κτιρίων προσδιορίζονται με σχετικές ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής τους με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ καθώς επίσης και για τους υπολογισμούς. Για την κατάταξη του υπό μελέτη κτιρίου σε κάποια ενεργειακή κατηγορία είναι απαραίτητη η αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης καυσίμου σε πρωτογενή όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας εφαρμόζεται η ίδια μεθοδολογία, τόσο στο υπό μελέτη κτίριο, όσο και στο αντίστοιχο κτίριο αναφοράς.

#### **1.3.5 Κλιματικές Ζώνες**

Η Ελληνική Επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοήμερες θέρμανσης. Παρακάτω (Εικόνα 2.2) προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των παρακάτω ζωνών. Τα όρια των κλιματικών ζωνών δύνανται να καθοριστούν με μεγαλύτερη ανάλυση, σύμφωνα με σχετική οδηγία ΤΟΤΕΕ.

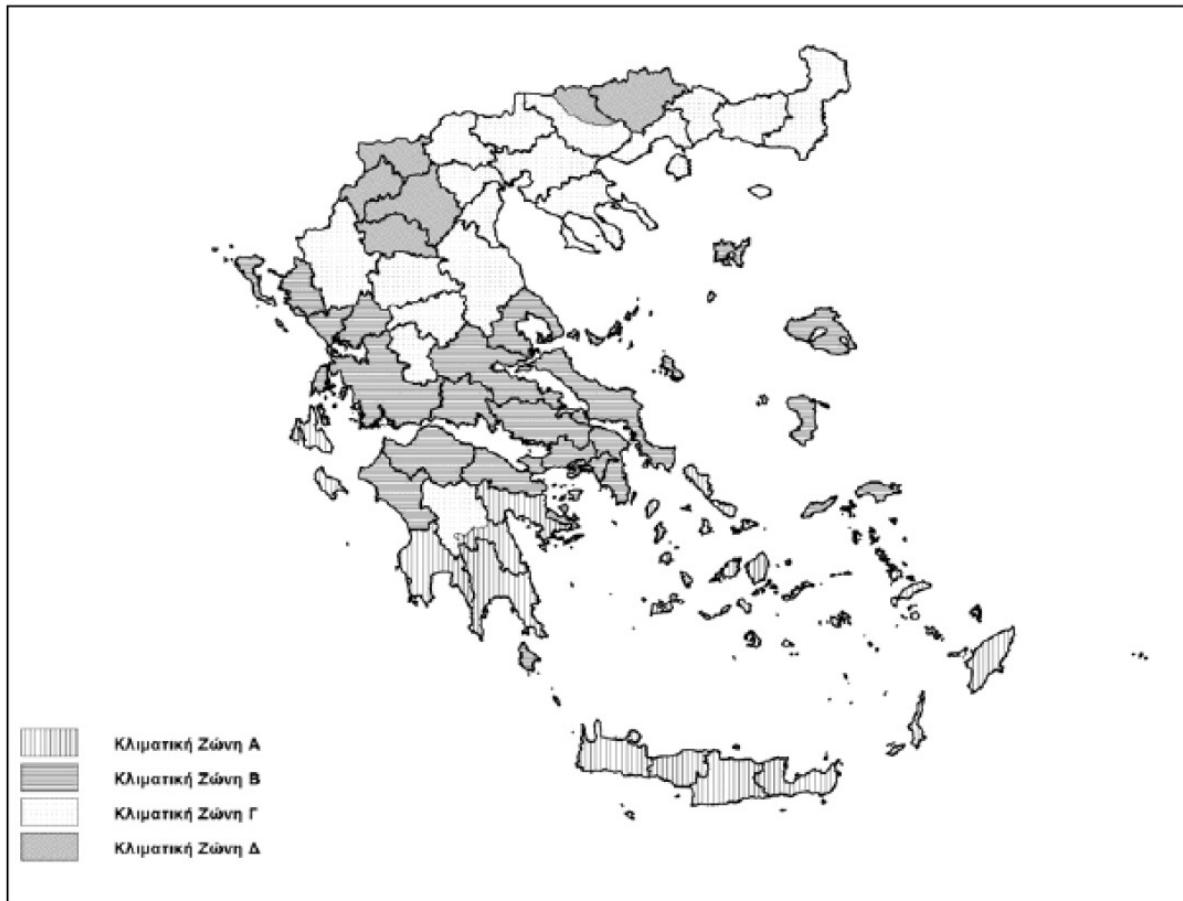
Εικόνα 1 2: Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
<b>ΖΩΝΗ Α</b>	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
<b>ΖΩΝΗ Β</b>	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώπιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
<b>ΖΩΝΗ Γ</b>	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
<b>ΖΩΝΗ Δ</b>	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

Πηγή: "ΚΕΝΑΚ"

Σε κάθε νομό οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω

Εικόνα 1 3: Απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας



Πηγή: "Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης

### **1.3.6 Κτίριο Αναφοράς**

Κεντρικό ρόλο στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης παίζει το λεγόμενο Κτίριο Αναφοράς. Το κτίριο αναφοράς έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Τα Παθητικό Ηλιακό Συστήματα (ΠΗΣ) που πιθανώς ενσωματώνονται στο εξεταζόμενο κτίριο, δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης για το κτίριο αναφοράς, εκτός από το σύστημα όψεως ηλιακού κέρδους. Στην περίπτωση αυτή, στο κτίριο αναφοράς τα ιδιαίτερα δομικά στοιχεία των ΠΗΣ αντικαθίστανται με αντίστοιχα συμβατικό δομικό μη διαφανή στοιχεία με θερμικό χαρακτηριστικό. Κάθε νέο κτίριο καθώς και κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικό πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ικανοποιούνται όταν το κτίριο πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές που περιγράφονται παραπάνω και

- είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου είναι μικρότερη ή ίση από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς, όπως αυτό περιγράφεται παρακάτω.

- είτε το εξεταζόμενο κτίριο έχει τα ίδια τεχνικό χαρακτηριστικό με το κτίριο αναφοράς τόσο ως προς το κτιριακό κέλυφος όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις στο σύνολό τους.

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται ο υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας με ενεργειακή μελέτη.

### **1.3.7 Ενεργειακή Βαθμολόγηση Κτιρίου**

Σκοπός της εκπόνησης της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου και της διαδικασίας της ενεργειακής επιθεώρησης είναι πρωτίστως η μείωση της κατανάλωσης καθώς και η ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Πέρα από αυτό όμως σημαντικός είναι και ο καθορισμός των κατηγοριών για την κατάταξη των κτιρίων, βάσει της ενεργειακής τους κατανάλωσης.

Προκειμένου να ορισθούν τα όρια των ενεργειακών κατηγοριών σε απόλυτες τιμές, ανά χρήση κτιρίου και ανά κλιματική ζώνη συλλέχθηκαν στοιχεία από υπάρχουσες ενεργειακές μελέτες, επιθεωρήσεις και καταγραφές. Από αυτό προέκυψε ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού αποθέματος  $R_s$  της χώρας, ανά χρήση κτιρίων και κλιματική ζώνη. Ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κανονισμού  $R_r$  λήφθηκε ως το 75% του  $R_s$ . Οι κατηγορίες χρήσης κτιρίων είναι τυποποιημένες βάση του Νόμου 3661 και παρουσιάζονται παρακάτω

*Εικόνα 1 4: Κατηγορίες χρήσεις κτιρίων*

No	Χρήση κτιρίου
1	Γραφείο
2	Εκπαιδευτικό κτίριο Πρωτοβάθμιας ή/και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
3	Εκπαιδευτικό κτίριο Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης
4	Νοσοκομείο - Κλινική
5	Διαγνωστικό κέντρο - Ιατρείο
6	Ξενοδοχείο
7	Εμπορικό κατάστημα
8	Αθλητική εγκατάσταση : Κλειστό γυμναστήριο
9	Αθλητική εγκατάσταση : Κλειστό κολυμβητήριο
10	Μονοκατοικία
11	Πολυκατοικία
12	Αεροδρόμιο

*Πηγή : “ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ”*

Λαμβάνοντας υπόψη τις τέσσερις κλιματικές ζώνες της χώρας προέκυψαν τα όρια ενεργειακών κατηγοριών και για τις δώδεκα χρήσεις κτιρίων. Ακολουθώς παραθέτουμε ενδεικτικά δυο πίνακες οι οποίοι αφορούν ισάριθμες κατηγορίες χρήσεις κτιρίων. Οι κατηγορίες αυτές μας ενδιαφέρουν ιδιαίτερα καθώς αφορούν την παρούσα διπλωματική. Σε αυτούς δίνεται η κλίμακα ενεργειακής

βαθμολόγησης του κτιρίου με βάση την ενεργειακή του κατανάλωση ανά κλιματική ζώνη.

Εικόνα 1 5: Μέγιστες και ελάχιστες τιμές ενεργειακής κατανάλωσης σε κλειστό κολυμβητήριο

ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ: ΚΛΕΙΣΤΟ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟ												
Μέγιστες και ελάχιστες τιμές ενεργειακής κατανάλωσης [(kWh/(m <sup>2</sup> *έτος))]												
Κλιματική Ζώνη												
	Α			Β			Γ			Δ		
<b>A+</b>		EK <	50		EK <	65		EK <	90		EK <	95
<b>A</b>	50	≤ EK <	75	65	≤ EK <	95	90	≤ EK <	135	95	≤ EK <	145
<b>B+</b>	75	≤ EK <	110	95	≤ EK <	145	135	≤ EK <	200	145	≤ EK <	215
<b>B</b>	110	≤ EK <	145	145	≤ EK <	190	200	≤ EK <	265	215	≤ EK <	285
<b>Γ</b>	145	≤ EK <	170	190	≤ EK <	220	265	≤ EK <	310	285	≤ EK <	335
<b>Δ</b>	170	≤ EK <	190	220	≤ EK <	255	310	≤ EK <	355	335	≤ EK <	380
<b>E</b>	190	≤ EK <	240	255	≤ EK <	315	355	≤ EK <	440	380	≤ EK <	475
<b>Z</b>	240	≤ EK <	285	315	≤ EK <	380	440	≤ EK <	530	475	≤ EK <	570
<b>H</b>	285	≤ EK		380	≤ EK		530	≤ EK		570	≤ EK	

Πηγή: «ΚΕΝΑΚ»

Εικόνα 1 6: Μέγιστες και ελάχιστες τιμές ενεργειακής κατανάλωσης σε εμπορικό κατάστημα

ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ												
Μέγιστες και ελάχιστες τιμές ενεργειακής κατανάλωσης [(kWh/(m <sup>2</sup> *έτος))]												
Κλιματική Ζώνη												
	Α			Β			Γ			Δ		
<b>A+</b>		EK <	60		EK <	65		EK <	70		EK <	75
<b>A</b>	60	≤ EK <	90	65	≤ EK <	100	70	≤ EK <	110	75	≤ EK <	115
<b>B+</b>	90	≤ EK <	135	100	≤ EK <	150	110	≤ EK <	165	115	≤ EK <	170
<b>B</b>	135	≤ EK <	180	150	≤ EK <	200	165	≤ EK <	215	170	≤ EK <	225
<b>Γ</b>	180	≤ EK <	210	200	≤ EK <	230	215	≤ EK <	255	225	≤ EK <	265
<b>Δ</b>	210	≤ EK <	240	230	≤ EK <	265	255	≤ EK <	290	265	≤ EK <	300
<b>E</b>	240	≤ EK <	300	265	≤ EK <	330	290	≤ EK <	360	300	≤ EK <	375
<b>Z</b>	300	≤ EK <	360	330	≤ EK <	395	360	≤ EK <	435	375	≤ EK <	450
<b>H</b>	360	≤ EK		395	≤ EK		435	≤ EK		450	≤ EK	

Πηγή: «ΚΕΝΑΚ»

Πρέπει να τονίσουμε ότι όλα τα νέα κτίρια καθώς και τα υφιστάμενα κτίρια που υφίστανται ριζική ανακαίνιση οφείλουν να βρίσκονται τουλάχιστον εντός του εύρους της ενεργειακής κατηγορίας Β.

Σύμφωνα με το πρότυπο prEN 15217:2006 [2ε] ορίζονται νέες κατηγορίες ενεργειακών ορίων από το Α έως το Η, με βάση την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου εκφρασμένης σε kWh/(m<sup>2</sup>\*έτος). Οι κατηγορίες αυτές ορίζονται συναρτήσει των εξής δεικτών:

- του δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού αποθέματος  $R_s$ , ο οποίος αντιστοιχεί στην ενεργειακή κατανάλωση του 50% του κτιριακού αποθέματος.
- του δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κανονισμού  $R_r$ , δηλαδή τη μέγιστη επιτρεπόμενη από τον κανονισμό ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων.

Οι δείκτες  $R_r$  και  $R_s$  αφορούν στο σύνολο των ενεργειακών απαιτήσεων (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ΖΝΧ). Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης της 30/03/2010 ο καθορισμός των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης κτιρίων αλλάζει. Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτιρίων προκύπτουν βάσει του δείκτη  $AA$  και του λόγου  $T$  οι οποίοι

ορίζονται ως εξής:

- $RR$ : λαμβάνεται ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς.
- $T$ : είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου ( $EP$ ) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και αποτελεί βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης.

Και οι δύο είναι εκφρασμένοι σε  $kWh/(m^2 \cdot \acute{\epsilon}τος)$ . Βάσει του προτύπου prEN 15217:2006, το μέγιστο όριο της κατηγορίας B είναι ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κανονισμού ( $R_r$ ), ενώ το μέγιστο όριο της κατηγορίας Δ είναι ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού αποθέματος ( $R_s$ ). Για την περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων που κατατάσσονται στις κατηγορίες A και B, θεσπίστηκαν οι κατηγορίες A+ και B+.

Οι κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων με βάση το νέο κανονισμό παρουσιάζονται παρακάτω:

Εικόνα 1 7: Όρια ενεργειακών κατηγοριών

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0.33R_R$	$T \leq 0.33$
A	$0.33R_R \leq EP \leq 0.50R_R$	$0.33 \leq T \leq 0.50$
B+	$0.50R_R \leq EP \leq 0.75R_R$	$0.50 \leq T \leq 0.75$
B	$0.75R_R \leq EP \leq 1.00R_R$	$0.75 \leq T \leq 1.00$
Γ	$1.00R_R \leq EP \leq 1.41R_R$	$1.00 \leq T \leq 1.41$
Δ	$1.41R_R \leq EP \leq 1.82R_R$	$1.41 \leq T \leq 1.82$
E	$1.82R_R \leq EP \leq 2.27R_R$	$1.82 \leq T \leq 2.27$
Z	$2.27R_R \leq EP \leq 2.73R_R$	$2.27 \leq T \leq 2.73$
H	$2.73R_R < EP$	$2.73 < T$

Πηγή : «**KENAK**»

Παρατηρούμε από τον πίνακα ότι το άνω όριο της κατηγορίας B λαμβάνεται ίσο με τον δείκτη AA. Είναι δηλαδή ίσο με την ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Βλέπουμε δηλαδή ότι σύμφωνα με τον καινούριο κανονισμό τα κτίρια κατατάσσονται σε κάποια κατηγορία ενεργειακής απόδοσης ανάλογα με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας που παρουσιάζουν σε σχέση με την αντίστοιχη κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς. Κτίρια με χαμηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται σε καλύτερη ενεργειακή κατηγορία (B+ και άνω), ενώ κτίρια με μεγαλύτερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται σε χειρότερη κατηγορία (B και κάτω). Τα όρια είναι ρευστά και προκύπτουν με



βάση την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας η οποία είναι διαφορετική για το εκάστοτε κτίριο και κτίριο αναφοράς.

### 1.3.8. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) είναι το έγγραφο που απεικονίζει την ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου. Σε αυτό αναφέρονται τα γενικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, η υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτιρίου, η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση, η πραγματική ετήσια συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας, οι υπολογιζόμενες και πραγματικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Με σχετική ΤΟΤΕΕ και κατόπιν έγκρισης της με απόφαση του υπουργού ΠΕΚΑ, η οριστική μορφή και το περιεχόμενο του ΠΕΑ κτιρίου φαίνεται στους παρακάτω πίνακες.

Εικόνα 1 8: Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Σελίδα 1/2)

<b>ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ</b>	Αρ. Πρωτ.: .....	
	ΧΡΗΣΗ: <input type="checkbox"/> Κτίριο <input type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου) .....	
	Κλιματική Ζώνη: ..... Διεύθυνση: ..... Τ.Κ. ....	
	(Φωτογραφία κτιρίου)	
	Πόλη: ..... Έτος κατασκευής: ..... Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> ): ..... Όνομα ιδιοκτήτη: .....	
	<b>ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ</b>	
	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (ως ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς)	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος)]
	ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
	<b>A+ ≤ 0,33·RR</b>	
	<b>0,33·RR &lt; A ≤ 0,5·RR</b>	
<b>0,5·RR &lt; B+ ≤ 0,75·RR</b>		
<b>0,75·RR &lt; B ≤ 1,0·RR</b>	←	
<b>1,0·RR &lt; F ≤ 1,41·RR</b>		
<b>1,41·RR &lt; A ≤ 1,82·RR</b>		
<b>1,82·RR &lt; E ≤ 2,27·RR</b>		
<b>2,27·RR &lt; Z ≤ 2,73·RR</b>		
<b>2,73·RR ≤ H</b>		
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ		
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ [kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος)]: .....	<b>B</b>	
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m <sup>2</sup> θερμαινόμενης επιφάνειας [kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος)]: .....		
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m <sup>2</sup> θερμαινόμενης επιφάνειας [kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> ·έτος)]: .....		
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m <sup>2</sup> θερμαινόμενης επιφάνειας [kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος)]: .....		
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m <sup>2</sup> θερμαινόμενης επιφάνειας [kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος)]: με βάση την αξιολόγηση της λειτουργίας .....		
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m <sup>2</sup> θερμαινόμενης επιφάνειας [kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> ·έτος)]: .....		

Πηγή: Κ.Ε.ν.Α.Κ.

Εικόνα 1 9: Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Σελίδα 2/2)

		ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ με βάση τους υπολογισμούς			
Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση		Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)	
Ηλεκτρική		Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> Αερισμός	
		Φωτισμός	<input type="checkbox"/> Συσκευές	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	
	Άλλο (προσδιορίστε)	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> Φωτισμός	
		Συσκευές	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	<input type="checkbox"/>	
	Βιομάζα	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	
	Γεωθερμία	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	
	Άλλο (προσδιορίστε)	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> Φωτισμός	
	Σύνολο	Συσκευές	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	<input type="checkbox"/>	
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος)] ανά χρήση με βάση τους υπολογισμούς:					
Θέρμανση					
Ψύξη					
Αερισμός					
Φωτισμός					
Συσκευές					
Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ)					
<b>ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ</b>					
1. ....					
2. ....					
3. ....					
Αριθμός σύστασης	Αρχικό εκτιμώμενο κόστος επένδυσης (€)	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας*		Εκτιμώμενη μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [kg/(m <sup>2</sup> ·έτος)]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)
		(kWh/m <sup>2</sup> ·έτος)	(%)		
1					
2					
3					
* Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.					
Ημερομηνία έκδοσης Πιστοποιητικού: .....					
Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή: .....					
Α.Μ. Επιθεωρητή: .....					
Υπογραφή:			Σφραγίδα:		

Πηγή: Κ.Ε.ν.Α.Κ.

## Κεφάλαιο 2: Το λογισμικό EPA – Nr

### 2.1 Εισαγωγή στο EPA - Nr

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (EPBD) απαιτεί από το 2006 την έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης για όλες σχεδόν τις κατηγορίες κτιρίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Με το πιστοποιητικό αποδίδεται στο κτίριο ένας αριθμητικός δείκτης για τη συγκριτική αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Παράλληλα συνοδεύεται από συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, οι οποίες θα έχουν και οικονομικά οφέλη.

Για την υλοποίηση της συγκεκριμένης οδηγίας, αναπτύχθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Intelligent Energy—Europe» (IEE) η μεθοδολογία και τα αντίστοιχα λογισμικά EPA-Ed και EPA-Nr τα οποία μπορούν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των μηχανικών, μελετητών και εμπειρογνομόνων. Τα αποτελέσματα τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης. Επίσης οι μεθοδολογίες και τα λογισμικά αυτά παρέχουν τη δυνατότητα αξιολόγησης προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

Έχουμε την παρακάτω κατηγοριοποίηση:

•Κτίρια Κατοικίας ([www.epa-ed.org](http://www.epa-ed.org))

Η συγκεκριμένη έκδοση χρησιμοποιείται σε κτίρια κατοικίας με απλούστερη αρχιτεκτονική και μικρότερα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα και κατά συνέπεια σε μονοζωνικά κτίρια.

•Κτίρια Τριτογενή τομέα ([www.epa-nr.org](http://www.epa-nr.org))

"Energy Performance Assessment for existing Non-Residential buildings"

Χρησιμοποιείται σε κτίρια του τριτογενή τομέα με πολύπλοκη αρχιτεκτονική, κατασκευή, χρήση χώρων, υψηλότερες απαιτήσεις ποιότητας στο εσωτερικό τους περιβάλλον και πιο σύνθετες ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, δηλαδή σε πολυζωνικά κτίρια. Οι βασικές λειτουργίες του συγκεκριμένου λογισμικού παρουσιάζονται παρακάτω καθώς είναι αυτό που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και με το οποίο θα ασχοληθούμε με τα δεδομένα του και την διαδικασία που χρησιμοποιεί προκειμένου να μας δώσει τα αποτελέσματα που αναζητούμε.

Το EPA-Nr είναι ένα λογισμικό που παρέχει μια υπολογιστική μέθοδο για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης υφιστάμενων κτιρίων του τριτογενή τομέα. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει είναι πως διαχωρίζει την υπολογιστική διαδικασία από τα δεδομένα εισόδου, συμβαδίζει με τα ευρωπαϊκά πρότυπα και διαθέτει έναν πυρήνα υπολογισμού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί διεθνώς. Επίσης προσφέρει μια ολοκληρωμένη παρουσίαση, εύκολη προσαρμογή σε τυχόν τροποποιήσεις των προτύπων καθώς και ηλεκτρονική αρχειοθέτηση και οργάνωση μελετών. Η μεθοδολογία του μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, προσαρμοζόμενη κάθε φορά στις διαφορετικές προδιαγραφές της κάθε χώρας. Εφαρμόζεται στα κτίρια του τριτογενή τομέα αλλά μπορεί να προσαρμοστεί και σε κατοικίες. Τέλος, προσφέρει ένα περιβάλλον κατάλληλο ώστε η επιθεώρηση και η αξιολόγηση της

ενεργειακής απόδοσης δύναται να ολοκληρωθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα με τα αποτελέσματα να είναι αξιόπιστα και ακριβή.

## **2.2 Υπολογιστική διαδικασία**

Η υπολογιστική διαδικασία του λογισμικού EPA-Nr βασίζεται στην υπολογιστική διαδικασία που προβλέπει το πρότυπο IBO 13790. Το πρότυπο αυτό δημιουργήθηκε από την τεχνική επιτροπή I30/Τί 163, «Thermal performance and energy use in the built environment», και την υποεπιτροπή 3i2 «Calculation methods» σε συνεργασία με τη CEN. Υποστηρίζει τις απαραίτητες προϋποθέσεις της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/91/EC για την Ενεργειακή Απόδοση των κτιρίων και κύριος στόχος του είναι η παρουσίαση υπολογιστικών μεθόδων για τη σχεδίαση και την αποτίμηση της θερμικής και ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Συγκεκριμένα οι μέθοδοι υπολογισμού που προβλέπει η υπολογιστική διαδικασία του IBO 13790 είναι τρεις: η μηνιαία/εποχική ημισταθερή μέθοδος, η απλή ωριαία δυναμική μέθοδος (simple hourly method) και η λεπτομερής δυναμική μέθοδος (dynamic method). Η απόφαση για τη μέθοδο που θα χρησιμοποιηθεί έγκειται σε εθνικό επίπεδο, καθώς επίσης και η προέλευση των δεδομένων των μεθόδων εφόσον δεν είναι διαθέσιμα.

Ανεξάρτητα από την επιλογή της μεθόδου κατά την υπολογιστική διαδικασία θα πρέπει να γίνει καθορισμός κλιματιζόμενων και μη κλιματιζόμενων χώρων και διαίρεση του εσωτερικού χώρου σε θερμικές ζώνες. Ο χωρισμός του κτιρίου σε πολλαπλές ζώνες όταν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας πάνω από τέσσερεις βαθμούς Κελσίου, όταν υπάρχουν διαφορετικά συστήματα θέρμανσης/ψύξης ή/και διαφορετικό προφίλ λειτουργίας. Απαραίτητα είναι πλέον στοιχεία για τη σύζευξη μεταξύ των πολλαπλών ζωνών. Παράλληλα πρέπει να γίνεται προσδιορισμός εσωτερικών και εξωτερικών συνθηκών και άλλων απαραίτητων κλιματικών δεδομένων, υπολογισμός ενεργειακών αναγκών για ψύξη και θέρμανση και υπολογισμός καταναλισκόμενης ενέργειας λαμβάνοντας υπόψη τις απώλειες.

## **2.3 Δεδομένα εισόδου / εξόδου**

Για να επιτευχθεί η ολοκλήρωση της υπολογιστικής διαδικασίας και να οδηγήσει σε σωστά αποτελέσματα είναι απαραίτητο να εισάγουμε στο πρόγραμμα ορισμένα δεδομένα τα οποία αφορούν :

- Ιδιότητες εξαερισμού και μεταφοράς θερμότητας.
- Κέρδη θερμότητας εσωτερικών πηγών καθώς και ηλιακά κέρδη.
- Κλιματικά δεδομένα.
- Δεδομένα υγρασίας.
- Δεδομένα εξωτερικών θερμοκρασιών.
- Γενικότερα δεδομένα κλίματος της περιοχής.
- Περιγραφή του κτιρίου, συστήματος και χρήσης.

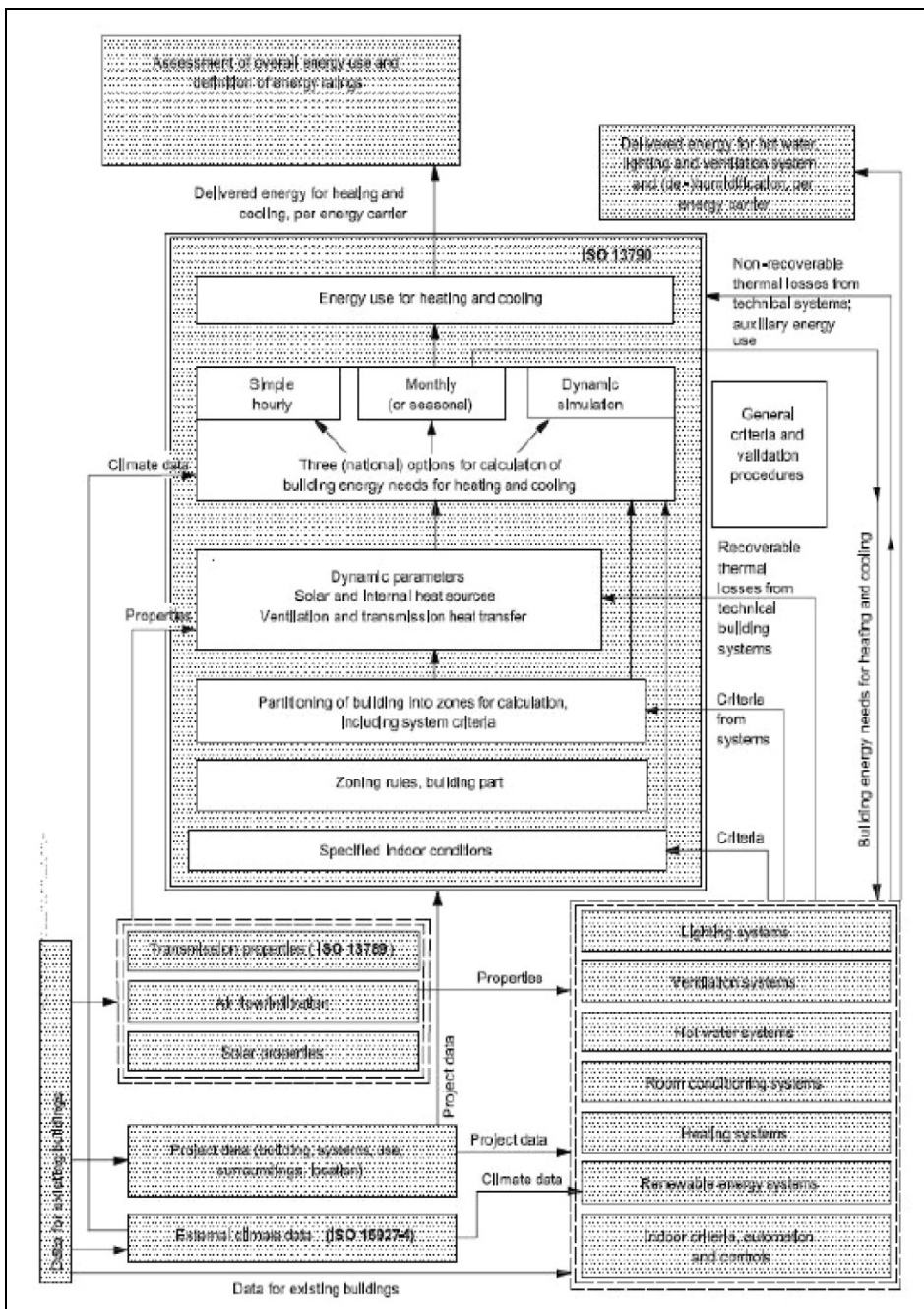
- Απαιτήσεις θερμικής άνεσης του εκάστοτε κτιρίου.
- Δεδομένα για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης ,φωτισμό.
- Διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες.
- Καθορισμός ανακτώμενων και μη ανακτώμενων απωλειών.
- Στοιχεία που αφορούν την κυκλοφορία αέρα στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου.

Συγκεντρώνουμε και εισάγουμε τα προαναφερθέντα δεδομένα σε ένα λογισμικό πακέτο όπως το EPA-Nr. Εν συνεχεία ακολουθώντας συγκεκριμένη μεθοδολογία που προβλέπεται από το πρότυπο IBO 13790 προκύπτουν τα σχετικά με τη μελέτη αποτελέσματα όσον αφορά τις ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις του κτιρίου. Από τα αποτελέσματα αυτά αποτιμάται η ενεργειακή του απόδοση.

Οι κύριες έξοδοι συνοψίζονται ως:

- Ετήσιες ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση/ψύξη.
- Διάρκεια περιόδων θέρμανσης/ψύξης και βοηθητική ενέργεια.
- Μηνιαίες ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση/ψύξη.
- Θερμικά κέρδη ηλιακών παθητικών συστημάτων.
- Ανακτώμενες απώλειες στο κτίριο (από θέρμανση, ψύξη, ΖΝΧ, αερισμό και φωτισμό).

Όλα τα παραπάνω μπορούν να συνοψιστούν σε ένα διάγραμμα ροής που μας παρουσιάζει τη συνολική εικόνα της διαδικασίας την οποία ακολουθεί το λογισμικό EPA-Nr χρησιμοποιώντας το πρότυπο IBO 13790.



Πηγή: ISO 13790

### 2.3 Βιβλιοθήκες

Οι βιβλιοθήκες του λογισμικού EPA-Nr αποτελούνται από συγκεκριμένα δεδομένα της υπό μελέτη περιοχής ή πρότυπα δεδομένα για τα δομικά στοιχεία των κτιρίων. Κάθε βιβλιοθήκη του λογισμικού αφορά διαφορετικά δεδομένα σε εθνικό επίπεδο. Στην αρχική σελίδα του προγράμματος (Εικόνα 3.2) οι βιβλιοθήκες διαχωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Εθνικές σταθερές;

Περιλαμβάνει διάφορες σταθερές, συντελεστές διόρθωσης και άλλους συντελεστές.

2. Κλιματικά δεδομένα:

- γεωγραφικό μήκος / πλάτος, ζώνη ώρας (LOCATION).
- μήνας έναρξης και λήξης περιόδων θέρμανσης/ψύξης (3ΕΑ3ΟΝ).
- μήνας (Ιανουάριος= 1 κτλ), μέση μηνιαία θερμοκρασία εξωτερικού ξηρού αέρα, μέση μηνιαία εξωτερική υγρασία, μέση μηνιαία οριζόντια ακτινοβολία και ακτινοβολία για διάφορες κλίσεις.

3. Καύσιμα:

Περιλαμβάνει για τους διάφορους τύπους καυσίμου:

- συντελεστή μετατροπής μονάδων (από *MJ/year* σε *unit/year*).
- συντελεστή μετατροπής του καυσίμου εισόδου σε πρωτογενή ενέργεια (*MJ/year*)
- συντελεστή μετατροπής από *MJ* σε *kgCO2/year*.
- κόστος ενέργειας εισόδου (*currency/MJ*).

Bottle gas
Coal
Disrtict heating
Electricity
Fuel Oil
Gas Oil
Natural Gas

4. Δομικά στοιχεία:

Περιλαμβάνει κατασκευαστικά δεδομένα. Ο χρήστης μπορεί να φτιάξει ένα πρότυπο αρχείο μελέτης με όλα τα κατασκευαστικά δεδομένα που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα κτίριο και να τα χρησιμοποιεί ανάλογα τον τύπο του υπό μελέτη κτιρίου. Η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη περιλαμβάνει πληροφορίες που αφορούν διαφανείς, αδιαφανείς επιφάνειες, το δάπεδο και εσωτερικά χωρίσματα του κτιρίου.

#### 2.4 Θερμικές ζώνες κτιρίου

Χωρίζουμε τον υπό μελέτη χώρο σε θερμικές ζώνες σύμφωνα με τα κριτήρια που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ:

- Εάν η επιθυμητή θερμοκρασία θέρμανσης στους εσωτερικούς χώρους διαφέρει περισσότερο από 4 °K.
- Εάν οι χώροι ψύχονται μηχανικά και η επιθυμητή θερμοκρασία διαφέρει κατά 4 K.
- Εάν υπάρχουν διαφορετικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης για διαφορετικές περιοχές του κλιματιζόμενου χώρου.
- Εάν υπάρχουν χώροι όπου εμφανίζονται μεγάλες διαφορές σε σχέση με κέρδη/απώλειες (π.χ. παθητικά ηλιακά συστήματα ή χώροι με μεγάλη συγκέντρωση ατόμων κοντά σε χώρους με πολύ μικρή συγκέντρωση).
- Εάν υπάρχουν χώροι με διαφορετικό προφίλ λειτουργίας.

Όλα τα στοιχεία που περιλαμβάνει το δομικό αλλά και λειτουργικό κομμάτι ενός υφιστάμενου κτιρίου (ανά θερμική ζώνη) λαμβάνονται υπόψη στην υπολογιστική διαδικασία του λογισμικού EPA-Nr

Εικόνα 2 2: Οθόνη εισαγωγής δεδομένων για τις Θερμαινόμενες ζώνες

Ζώνη			
κοιμβητήριο	18	Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης, °C	
700,45	Ολική επιφάνεια ζώνης, m <sup>2</sup>	25	Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης, °C
260	Ειδική θερμοχωρητικότητα, kJ/m <sup>2</sup> K		
9,2	<input type="checkbox"/> Συνολικές απώλειες από κτιριακό κέλυφος και αερισμό, W/m <sup>2</sup> K		
Φωτισμός			
3852,475	Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού, W	<input type="checkbox"/> Φωτισμός ασφαλείας	
2000	Χρόνος χρήσης φυσικού φωτισμού, h	<input type="checkbox"/> Σύστημα εφεδρείας	
2000	Χρόνος μη χρήσης φυσικού φωτισμού, h		
1	Συντελεστής επίδρασης του φυσικού φωτισμού, -		
1	Συντελεστής επίδρασης χρηστών, -	0	Κάστος επένδυσης,
0	Θερμότητα φωτισμού που παραμένει στη ζώνη, -		
Εσωτερικά κέρδη / Συντελεστής χρόνου			
90	Χρήστες, W/m <sup>2</sup>	0,58	Συντελεστής παρουσίας χρηστών, -
0	Συσκευές, W/m <sup>2</sup>	0	Συντελεστής συσκευών σε λειτουργία, -
Κυκλοφορία αέρα			
0,135	Διάδοση αέρα, m <sup>3</sup> /s		
6,56	Φυσικός αερισμός, m <sup>3</sup> /s	0,58	Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού, -
Ζεστό νερό χρήσης (ZNX)			
10,92	Μέση κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /year		
14,5	Θερμοκρασία δεξαμενής, °C	14,5	Θερμοκρασία νερού δικτύου, °C

Πηγή: EPA- Nr

## Ζώνη

### Όνομα ζώνης

Καταγράφεται το χαρακτηριστικό όνομα της ζώνης προκειμένου να διευκολύνει το χρήστη. Το όνομα πρέπει να έχει άμεση σχέση με τη ζώνη που εξετάζεται και να παραπέμπει εύκολα στο χώρο που αφορά.

### Συνολική επιφάνεια ζώνης

Είναι η συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια της ζώνης σε m<sup>2</sup>. Οι απαιτούμενες διαστάσεις προκειμένου να υπολογιστεί η επιφάνεια των επιμέρους ζωνών παρουσιάζονται στα σχέδια του κτιρίου που μας παραχώρησε η Τεχνική Υπηρεσία.

### Ειδική Θερμοχωρητικότητα

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τυπικές τιμές ειδικής θερμοχωρητικότητας για την υπό μελέτη ζώνη. Όπως προκύπτει η ειδική θερμοχωρητικότητα έχει άμεση σχέση με τα υλικά δόμησης του εξεταζόμενου κτιρίου (Πίνακας 2.1).



Πίνακας 2 1: Θερμοχωρητικότητα κτιρίου

Τύπος Κτιρίου	Ειδική Θερμοχωρητικότητα κτιρίου , cm σε $[KJ/m^2K]$
Πολύ ελαφριά	80
Ελαφριά κατασκευή	110
Μέτρια κατασκευή	165
Βαριά κατασκευή	260
Πολύ βαριά κατασκευή	270

Πηγή: Κ.Ε.ν.Α.Κ

#### Ειδική Θερμοχωρητικότητα κτιρίου

Σε εθνικό επίπεδο συνηθισμένη κατασκευή με οπλισμένο σκυρόδεμα και πλινθοδομή χαρακτηρίζεται ως βαριά κατασκευή, ενώ μια λιθοδομή χαρακτηρίζεται ως πολύ βαριά κατασκευή.

#### Μέση εσωτερική Θερμοκρασία Θέρμανσης

Είναι η καλύτερη εκτίμηση της πραγματικής μέσης εσωτερικής θερμοκρασίας κατά την περίοδο θέρμανσης λαμβάνοντας υπόψη τις θερμοκρασιακές ρυθμίσεις εκτός ωραρίου λειτουργίας, θερινές διακοπές (π.χ. σε σχολεία, πανεπιστημιακά κτίρια κλπ). Οι ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση υπολογίζονται σε αυτή τη θερμοκρασία, η οποία θεωρείται σταθερή σε όλη την διάρκεια της περιόδου.

#### Μέση εσωτερική Θερμοκρασία ψύξης

Είναι η καλύτερη εκτίμηση της πραγματικής μέσης εσωτερικής θερμοκρασίας κατά την περίοδο ψύξης. Οι ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη υπολογίζονται σε αυτήν τη θερμοκρασία, η οποία θεωρείται σταθερή σε όλη τη διάρκεια της περιόδου ψύξης.

#### **Φωτισμός**

##### Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού

Είναι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για το φωτισμό στη συγκεκριμένη ζώνη. Η ισχύς αυτή προκύπτει από τον αριθμό των φωτιστικών σωμάτων σε κάθε ζώνη καθώς και το είδος τους που καθορίζει και την ισχύ τους.

Ο χρόνος χρήσης φυσικού φωτισμού λαμβάνεται ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου και τις ώρες που χρησιμοποιείται.

##### Συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού (Fd)

Είναι ο συντελεστής μείωσης της ενέργειας για φωτισμό (Πίνακας 2.2) εξαιτίας της χρήσης αυτοματισμών αξιοποίησης φυσικού φωτισμού (1=καμία μείωση, 0=πλήρης μείωση).

Πίνακας 2 2: Συντελεστής μείωσης της ενέργειας για φωτισμό

Τύπος Κτιρίου	Τύπος ελέγχου	Fd
Γραφεία, αθλητικές εγκαταστάσεις	χειροκίνητος	1
	Αυτόματος	0.9
Εστιατόρια, ξενοδοχεία, εμπορικά καταστήματα	χειροκίνητος	1
	Αυτόματος	0.9
Εκπαιδευτικά κτίρια, νοσοκομεία	χειροκίνητος	1
	Αυτόματος	0.7-0.9

Πηγή: Κ.Ε.ν.Α.Κ

Συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού

Συντελεστής επίδρασης χρηστών (F<sub>0</sub>)

Είναι ο συντελεστής μείωσης της ενέργειας για φωτισμό εξαιτίας της χρήσης αυτοματισμών ανίχνευσης κίνησης (1=καμία μείωση, 0=πλήρης μείωση). Στην περίπτωση που μελετάται ο συντελεστής αυτός λαμβάνει τιμή μονάδα (δεν υπάρχει αυτοματισμός ανίχνευσης κίνησης). Στη γενική περίπτωση λαμβάνει τιμές από τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2 3: Συντελεστής επίδρασης χρηστών

Τύπος κτιρίου	Τύπος ελέγχου	
Γραφεία, εκπαιδευτικά κτίρια	Χειροκίνητος	1
	Αυτόματος	0.9
Αθλητικές εγκαταστάσεις, εστιατόρια, εμπορικά καταστήματα	Χειροκίνητος	1
Ξενοδοχεία	Χειροκίνητος	0.7
Νοσοκομεία	Χειροκίνητος ( μερικώς αυτόματος)	0.8

Πηγή: Κ.Ε.ν.Α.Κ

Θερμότητα φωτισμού που παραμένει στη ζώνη

Είναι το ποσοστό της θερμότητας που εκπέμπεται από το σύστημα φωτισμού το οποίο δεν απομακρύνεται άμεσα μέσω κάποιου συστήματος τεχνητού εξαερισμού. Όταν απομακρύνεται όλη η θερμότητα από το χώρο ο συντελεστής είναι μηδέν ενώ για μη απομάκρυνση της θερμότητας από τη ζώνη ο συντελεστής είναι μονάδα.

Φωτισμός ασφαλείας είναι ένας δείκτης ύπαρξης συστήματος φωτισμού ασφαλείας.

Σύστημα εφεδρείας είναι ένας δείκτης ύπαρξης εφεδρικού συστήματος για φωτισμό.

Εσωτερικά κέρδη συντελεστή/ χρόνου

Η παραγόμενη θερμότητα από τους χρήστες και τις ηλεκτρικές συσκευές επηρεάζει την εσωτερική θερμοκρασία του χώρου και τα απαιτούμενα θερμικά φορτία. Το θερμικό φορτίο (εσωτερικά θερμικά κέρδη) υπολογίζεται από το γινόμενο της παραγόμενης θερμότητας (από

χρήστες και ηλεκτρικές συσκευές) με το ποσοστό του χρόνου που είναι παρόντες οι χρήστες ή που είναι αναμμένες οι συσκευές.

#### Χρήστες

Είναι η εκπεμπόμενη θερμότητα από τους χρήστες στην ζώνη. Η τιμή πρέπει να αντιστοιχεί στο μέγιστο αριθμό χρηστών κατά τη διάρκεια του έτους. Η θερμότητα που εκλύουν οι χρήστες κυμαίνεται με κριτήριο την ένδυση αλλά και τη δραστηριότητά τους.

#### Συντελεστής παρουσίας χρηστών

Είναι το ποσοστό του χρόνου (για όλη την διάρκεια του έτους) κατά το οποίο είναι παρόντες οι χρήστες στη ζώνη.

#### Συσκευές

Είναι η εκπεμπόμενη θερμότητα από τις ηλεκτρικές συσκευές στη ζώνη. Η τιμή πρέπει να αντιπροσωπεύει τη μέγιστη τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στο υπό εξέταση κτίριο, σε αντιστοιχία με την ισχύ που καταναλώνουν.

Πίνακας 2 4: Συντελεστής συσκευών σε λειτουργία

Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές	330 W
Οθόνες υπολογιστών	60 W
A/C	2630 W
Εκτυπωτές	30 W
UPS	390 W
Λοιπές συσκευές	850 W

Πηγή: Κ.Ε.ν.Α.Κ

#### Συντελεστής συσκευών σε λειτουργία

Είναι το ποσοστό του χρόνου (για όλη την διάρκεια του έτους) κατά το οποίο οι ηλεκτρικές συσκευές της ζώνης βρίσκονται σε λειτουργία.

#### **Κυκλοφορία αέρα**

##### Διείσδυση αέρα

Είναι ο ρυθμός διείσδυσης του εξωτερικού αέρα στη ζώνη σε  $[m^3/s]$  από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων. Για σύγχρονα ανοιγόμενα κουφώματα, η διείσδυση του αέρα λαμβάνεται ίση με  $5,5 [m^3/h/m^2 \text{ επιφάνειας ανοίγματος}]$ . Για συρόμενα κουφώματα (επάλληλα ή μη) με ενσωματωμένες ψήκτρες για αεροστεγάνωση, η διείσδυση του αέρα λαμβάνεται ίση με  $7.5 [m^3/h/m^2 \text{ επιφάνειας ανοίγματος}]$ . Για παλιά ανοίγματα ανεξαρτήτου τύπου κουφώματος διείσδυση του αέρα λαμβάνεται ίση με  $12 [m^3/h/m^2 \text{ επιφάνειας ανοίγματος}]$  επιφάνειας ανοίγματος.

Σε κάθε περίπτωση ο συντελεστής διείσδυσης αερισμού πολλαπλασιάζεται με το συντελεστή θωράκισης ο οποίος λαμβάνεται ως εξής:

- 0.4 για ανοίγματα προς αίθριο χώρο.
- 0.8 για ανοίγματα προς ημιυπαίθριο χώρο.
- 1.0 για κτίρια με μέσο ύψος (15 έως 50 m) στο κέντρο πόλης, κτίρια σε δασικές περιοχές.
- 1.2 για κτίρια στην ύπαιθρο με δένδρα γύρω τους ή για τα περιχώρα πόλης.
- 1.6 για κτίρια στην ύπαιθρο ή για πολυώροφα κτίρια (με ύψος > 50 m) στο κέντρο πόλης.

Η διείσδυση αέρα θα δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

Σχέση 2 1: Διείσδυση αέρα

$$\delta.α. [m^3 / s] = \frac{\sigma_{\theta} \sigma_{\deltaεισδ} \left[ \frac{m^3 / h}{m^2} \right] A_{\alphaνοιγμάτων} [m^2]}{3600 [s / h]}$$

Όπου :

$\sigma_{\theta}$	: συντελεστής θωράκισης
$\sigma_{\deltaεισδ}$	: συντελεστής διείσδυσης
$A_{\alphaνοιγμάτων}$	: επιφάνεια των ανοιγμάτων

### Φυσικός αερισμός

Είναι ο αερισμός των χώρων μέσω της χρήσης των υφιστάμενων ανοιγμάτων, σε  $[m^3/s]$ . Κυρίως εξαρτάται από τον ανθρώπινο παράγοντα. Κατά τη μελέτη ενός κτιρίου που δε διαθέτει μηχανικό αερισμό (μέσω κλιματιστικής μονάδας ή άλλο σύστημα), ως φυσικός αερισμός λαμβάνονται υπόψη τα κατώτερα απαιτούμενα όρια νωπού αέρα στο χώρο (βάσει κανονισμών). Όταν υπάρχει μηχανικό σύστημα αερισμού σε έναν χώρο, συνυπολογίζεται για την εκτίμηση του φυσικού αερισμού. Για τον υπολογισμό του φυσικού αερισμού για την κάθε ζώνη ξεχωριστά, χρησιμοποιήθηκε η σχέση:

Σχέση 2 2: Φυσικός αερισμός

$$Q = \frac{NV}{3600}$$

Όπου :

$Q$	: φυσικός αερισμός $[m^3/s]$
$N$	: αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα $[ach]$
$V$	: όγκος ζώνης $[m^3]$

### Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού

Είναι το μέσο ποσοστό του χρόνου (για όλη τη διάρκεια του έτους) κατά το οποίο εφαρμόζεται φυσικός αερισμός. Ο χρόνος αυτός είναι ίσος με το χρόνο που είναι παρόντες οι χρήστες του χώρου. Επομένως ο συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού είναι ίσος με το συντελεστή παρουσίας χρηστών.

### **Κέλυφος**

#### Μη διαφανείς επιφάνειες

Ως μη διαφανείς επιφάνειες ορίζονται όλες οι δομικές κατασκευές, δοκάρια, κολώνες, τοιχοποιίες, οροφές, στέγες και δάπεδα που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Εικόνα 2 3: Οθόνη εισαγωγής δεδομένων για τις μη διαφανείς επιφάνειες της ζώνης που έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον

Μη διαφανείς επιφάνειες	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός	Κλίση, d/λ, W/m <sup>2</sup> K	Alpha, -	R <sub>se</sub> , m <sup>2</sup> K/W	Συντελεστής	F <sub>h</sub> , -	F <sub>o</sub> , -	F <sub>f</sub> , -	Κόστος επένδυσης
Part (1)	0									
+1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										

**Πηγή: EPA- Nr**

**Επιφάνεια [m<sup>2</sup>]**

Το εμβαδόν της μη διαφανούς επιφάνειας του κτιρίου (δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα). Όλες οι επιφάνειες αναφέρονται σε εξωτερικές διαστάσεις.

**Προσανατολισμός [deg]**

Είναι ο προσανατολισμός της συγκεκριμένης επιφάνειας. Ο προσανατολισμός ορίζεται ως η κατεύθυνση της καθέτου στην επιφάνεια. (Για προσανατολισμό προς Νότο, η τιμή είναι 180°, προς Δύση 270°, προς Βορά 0° και προς Ανατολή 90°).

**Κλίση [deg]**

Είναι η κλίση της επιφάνειας, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ περιοχής). Για παράδειγμα ένας κατακόρυφος τοίχος έχει κλίση 90°.

**U [W/m<sup>2</sup>K]**

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U-value) της επιφάνειας. Ο συντελεστής U-value είναι μια μέση τιμή (για δοκάρια, κολώνες και τοιχοποιία), αντιπροσωπευτική για το εμβαδόν της επιφάνειας. Η θερμοπερατότητα αναφέρεται σε σύνθετες διατομές, διατομές δηλ. που αποτελούνται από πολλά και διαφορετικά υλικά. Υπολογίζεται ως το αντίστροφο του αθροίσματος των θερμικών αντιστάσεων των διαφορετικών στρώσεων. Στο τελικό σύνολο λαμβάνεται υπόψη κι η μεταφορά με αέρια ρεύματα. Μετριέται σε [W/(m<sup>2</sup>\*K)]. Η θερμική αντίσταση μπορεί να υπολογισθεί από το πηλίκο d/λ, όπου d είναι το πάχος της συγκεκριμένης στρώσης και λ είναι ο συντελεστής ειδικής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού. Ο συντελεστής ειδικής θερμικής αγωγιμότητας δίνεται σε έτοιμους πίνακες για κάθε υλικό.

**Alpha [-]**

Ο συντελεστής απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας. Το εύρος τιμών για το συντελεστή alpha είναι μεταξύ μηδέν (καθόλου απορρόφηση) και μονάδας (100% απορρόφηση). Για συνήθεις ανοιχτόχρωμες επιφάνειες ο συντελεστής απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας κυμαίνεται μεταξύ 0,65-0,75.

R\_se [m<sup>2</sup>K/W]

Είναι ο συντελεστής θερμικής αντίστασης της εξωτερικής επιφάνειας. Ο συγκεκριμένος συντελεστής καθορίζεται σε εθνικό (ή τοπικό) επίπεδο και εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες και την έκθεση της επιφάνειας. Για την Ελλάδα τυπική τιμή είναι 0,05 [m<sup>2</sup>K/W].

Em\_th [-] ονομάζεται ο συντελεστής εκπομπής για τη θερμική ακτινοβολία.

Fsh ορίζεται ο συντελεστής σκίασης. Οφείλεται στη σκίαση που προκαλούν άλλα κτίρια, στοιχεία τοπογραφίας, προεξοχές και άλλα στοιχεία. Υπολογίζεται από τη σχέση :

Σχέση 2 3: Συντελεστής σκίασης

$$F_{sh,O} = \frac{I_{s,ps}}{I_s}$$

όπου  $I_{s,ps}$  είναι η συνολική ηλιακή ακτινοβολία με την επιφάνεια σκιασμένη από κάποιο εμπόδιο [MJ/m<sup>2</sup>] και  $I_s$  είναι η συνολική ηλιακή ακτινοβολία χωρίς σκίαση [MJ/m<sup>2</sup>].

Επίσης  $F_{sh,O} = F_h F_o F_f$  όπου φαίνεται ότι ο συντελεστής αυτός είναι το αποτέλεσμα του γινομένου των συντελεστών σκίασης για τον ορίζοντα, για οριζόντιους προβόλους και για πλευρικά κατακόρυφα σκίαστρα.

#### Διαφανείς επιφάνειες

Εικόνα 2 4: Οθόνη εισαγωγής δεδομένων για τις διαφανείς επιφάνειες της ζώνης που έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον

	Διαφανείς επιφάνειες	Επιφάνεια	Προσανατολ.	Κλίση, γ	U, W/m <sup>2</sup> K	U_s, W/m <sup>2</sup> K	G_g, -	G_g_s, -	F_s, -	F_with, -	F_h, -	F_o, -	F_f, -	Κόστος επέν.
Part (1)		0												
+1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														

**Πηγή: EPA- Nr**

U [W/m<sup>2</sup>K]

Ως U ορίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U-value) της επιφάνειας. Ο συντελεστής U-value είναι μια μέση τιμή (για την διαφανή επιφάνεια και το πλαίσιο), αντιπροσωπευτική για το εμβαδόν της επιφάνειας.

U\_s [W/m<sup>2</sup>K]

Ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του ανοίγματος, συμπεριλαμβανομένου και του εξώφυλλου προστασίας (παντζούρια, ρολά, κ.α.) σε κλειστή θέση, όπου υπάρχει. Όταν δεν υπάρχει εξώφυλλο τότε το U s είναι ίσο με το U. Τα εξώφυλλα των ανοιγμάτων λειτουργούν σαν μόνωση τον χειμώνα, και ο συνολικός συντελεστής U s σχετίζεται με το ποσοστό F s.

G\_g [-]

Ορίζεται ο συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία της διαφανούς (γυάλινης) επιφάνειας του ανοίγματος.

### G\_g\_s[-]

Είναι ο συνολικός συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία της διαφανούς (γυάλινης) επιφάνειας του ανοίγματος και του εξωτερικού κινητού σκιάστρου αν υπάρχει. Το  $G_g_s$  σχετίζεται και με το ποσοστό  $F_{with}$ .

### F\_s[-]

Είναι το ποσοστό του χρόνου (ώρες χρήσης του εξώφυλλου του ανοίγματος, π.χ. νυχτερινές ώρες / 8760 ώρες ετησίως) για το οποίο το παράθυρο έχει το εξωτερικό σκιάστρο. Χρησιμοποιείται για τη μείωση των θερμικών απωλειών κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης.

### F\_with [-]

Είναι το ποσοστό του χρόνου (ώρες χρήσης του κινητού σκιάστρου, π.χ. ώρες σκιασμού παραθύρου/ώρες διάρκειας ηλιοφάνειας) για το οποίο το άνοιγμα καλύπτεται από το εξωτερικό κινητό σκιάστρο (τέντα, περσίδα, κ.α.) στη διάρκεια των ωρών ηλιοφάνειας. Χρησιμοποιείται για τη μείωση των ηλιακών κερδών κατά τη διάρκεια της περιόδου ψύξης. Το ποσοστό αυτό πρέπει να αντιπροσωπεύει τις συνθήκες κατά την περίοδο ψύξης.

### **Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος**

#### B\_g\_h

Ός  $B_g_h$  ορίζεται ο διορθωτικός συντελεστής για τη μετάδοση θερμότητας προς το έδαφος για την περίοδο θέρμανσης. Για θερμοκρασία εδάφους ίση με την εξωτερική θερμοκρασία αέρα, ο συντελεστής  $B_g_h$  παίρνει τιμή μονάδα, ενώ για θερμοκρασία εδάφους ίση με την εσωτερική θερμοκρασία της ζώνης (μη θερμαινόμενος χώρος) έχουμε  $B_g_h = 0$ . Σε θερμαινόμενους υπόγειους χώρους, για δάπεδα που εφάπτονται με το έδαφος, ο συντελεστής  $B_g_h$  στην περίπτωση που υπάρχει ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης θα είναι μεγαλύτερος  $B_g_h = 1$ , από ότι στην περίπτωση δαπέδων χωρίς ενδοδαπέδιο σύστημα  $B_g_h = 0,5$  (για ζώνη Α και Β) και  $0,7$  (για ζώνη Γ και Δ). Για τους τοίχους που εφάπτονται με το έδαφος ο διορθωτικός συντελεστής θα είναι  $B_g_h = 0,5-0,7$  για θερμαινόμενο χώρο και  $B_g_h = 0-0,3$  για μη θερμαινόμενο.

#### B\_g\_c

Ός  $B_g_c$  ορίζεται ο διορθωτικός συντελεστής για τη μετάδοση θερμότητας προς το έδαφος για την περίοδο ψύξης. Για θερμοκρασία εδάφους ίση με την εξωτερική θερμοκρασία, ο συντελεστής λαμβάνει τιμή μονάδα. Ο διορθωτικός συντελεστής μπορεί να είναι αρνητικός (-) στην περίπτωση που η εξωτερική θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη και η θερμοκρασία εδάφους είναι χαμηλότερη από την εσωτερική θερμοκρασία, ενώ μπορεί να είναι μεγαλύτερος του 1 στην περίπτωση που η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από την εσωτερική θερμοκρασία και η θερμοκρασία εδάφους είναι χαμηλότερη από την εξωτερική θερμοκρασία. Ενδεικτικά, για δάπεδο στο επίπεδο του εδάφους ο συντελεστής  $B_g_c = 0,7$  για κλιματιζόμενο χώρο και  $B_g_c = 0,4$  για μη κλιματιζόμενο χώρο. Αντίστοιχα για δάπεδο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους (τουλάχιστον ένα μέτρο βάθος), ο συντελεστής για κλιματιζόμενο χώρο  $B_g_c = 0$  και για μη κλιματιζόμενο

χώρο  $B_{g_c} = -0,4$  (για ζώνη Α και Β) και  $-0,7$  (για ζώνη Γ και Δ). Για τους τοίχους που εφάπτονται με το έδαφος (τουλάχιστον 1 μέτρο βάθος) ο διορθωτικός συντελεστής θα είναι  $B_{g_c} = 0$  έως  $0,2$  για κλιματιζόμενο χώρο και  $B_{g_c} = -0,3$  έως  $-0,5$  για μη κλιματιζόμενο.

Εικόνα 2 5: Οθόνη εισαγωγής δεδομένων για τις επιφάνειες δαπέδων ή τοίχων της ζώνης που εφάπτονται με το έδαφος

	Επιφάνειες σε επαφή με το Έδαφος	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	U, W/m <sup>2</sup> K	B <sub>g_h</sub> , -	B <sub>g_c</sub> , -
	Part (1)	0			
+1					
2					
3					
4					

Πηγή: EPA- Nr

### Εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες

Στο τμήμα "Εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες" περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο συνδέονται οι θερμικές ζώνες του κτιρίου και οι μη θερμαινόμενοι χώροι, οι ηλιακοί χώροι, καθώς και ποιες παράμετροι χρησιμοποιούνται. Κάθε χώρος του κτιρίου έχει ένα κέλυφος, το οποίο απαρτίζεται από διάφορους τύπους στοιχείων, το καθένα με διαφορετικές ιδιότητες.

Εικόνα 2 6: Οθόνη εισαγωγής δεδομένων για τις διαχωριστικές επιφάνειες

Εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες Συντελεστής μείωσης b

Διαχωρισμός με ζώνη  Κυκλοφορία αέρα, m<sup>3</sup>/s

Μη διαφανείς επιφάνειες	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός	Κλίση, deg	U, W/m <sup>2</sup> K	Alpha, -	R <sub>se</sub> , m <sup>2</sup> K/W
	0					
+1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Διοφανείς επιφάνειες	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός	Κλίση, deg	U, W/m <sup>2</sup> K	G <sub>g</sub> , -	F <sub>s</sub> , -
	0					
+1						
2						
3						
4						

Πηγή: EPA- Nr

### Κυκλοφορία αέρα

Ο ρυθμός της κυκλοφορίας του αέρα μεταξύ της ζώνης και του συγκεκριμένου εφαιπτόμενου μη θερμαινόμενου χώρου ή ηλιακού χώρου.

### Συντελεστής μείωσης b

Με χρήση του αντίστοιχου πλήκτρου, το λογισμικό εκτελεί υπολογισμό του συντελεστή μείωσης b για τη συγκεκριμένη εσωτερική διαχωριστική επιφάνεια.



Στο τμήμα "Μη διαφανείς επιφάνειες" ορίζονται όλες οι μη διαφανείς επιφάνειες οι οποίες διαχωρίζουν το μη θερμαινόμενο χώρο ή ηλιακό χώρο από τη θερμαινόμενη ζώνη του κτιρίου.

#### Επιφάνεια [m<sup>2</sup>]

Είναι το εμβαδόν της μη διαφανούς επιφάνειας του κτιρίου (δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα, δηλαδή τα παράθυρα και οι πόρτες που έρχονται επαφή με τον εξωτερικό αέρα). Όλες οι επιφάνειες αναφέρονται σε εξωτερικές διαστάσεις σε

#### Προσανατολισμός

Είναι ο προσανατολισμός της συγκεκριμένης επιφάνειας. Ο προσανατολισμός ορίζεται ως η κατεύθυνση της καθέτου στην επιφάνεια. Για προσανατολισμό:

- προς Βορά η τιμή είναι 00
- προς Νότο η τιμή είναι 180°
- προς Δύση η τιμή είναι 270°
- προς Ανατολή η τιμή είναι 90°

#### Κλίση [deg]

Είναι η κλίση της επιφάνειας, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ περιοχής). Για παράδειγμα ένας κατακόρυφος τοίχος έχει κλίση 90°.

#### U [W/m<sup>2</sup>K]

Είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U-value) της συγκεκριμένης εσωτερικής μη διαφανούς διαχωριστικής επιφάνειας.

#### Alpha

Είναι ο συντελεστής απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας στην εξωτερική πλευρά της διαχωριστικής μη διαφανούς επιφάνειας (αυτή που βλέπει το μη θερμαινόμενο ή ηλιακό χώρο).

#### R<sub>se</sub> [m<sup>2</sup>K/W]

Είναι ο συντελεστής θερμικής αντίστασης της εξωτερικής πλευράς της επιφάνειας (αυτή που βλέπει το μη θερμαινόμενο ή ηλιακό χώρο). Συνήθως, ο συγκεκριμένος συντελεστής έχει την ίδια τιμή όπως καθορίζεται σε εθνικό επίπεδο για την εσωτερική πλευρά της επιφάνειας 0,05 m<sup>2</sup>K/W.

#### Διαφανείς επιφάνειες

Σε αυτό το τμήμα ορίζονται όλες οι διαφανείς επιφάνειες οι οποίες διαχωρίζουν το μη θερμαινόμενο ή ηλιακό χώρο από τη θερμαινόμενη ζώνη του κτιρίου:

Επιφάνεια [m<sup>2</sup>] είναι το εμβαδόν της διαφανούς επιφάνειας, συμπεριλαμβανομένου και του πλαισίου.

Με τον όρο *προσανατολισμός* νοείται ο προσανατολισμός της συγκεκριμένης επιφάνειας. Ο προσανατολισμός ορίζεται ως η κατεύθυνση της καθέτου στην επιφάνεια.

#### U [W/m<sup>2</sup>K]

Είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U-value) της μη διαφανούς επιφάνειας. Ο συντελεστής U-value είναι μια μέση τιμή (για την διαφανή επιφάνεια και το πλαίσιο), αντιπροσωπευτική για το εμβαδόν της επιφάνειας.

## G<sub>g</sub>

Είναι ο συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία της διαφανούς (γυάλινης) επιφάνειας του ανοίγματος.

## F<sub>s</sub>

Είναι ο ολικός συντελεστής σκίασης για τη διαφανή διαχωριστική επιφάνεια που περιλαμβάνει και τη σκίαση από το μη θερμαινόμενο ή ηλιακό χώρο. Ο συντελεστής σκίασης υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο όπως και ο συντελεστής σκίασης για διαφανείς επιφάνειες προς το εξωτερικό περιβάλλον. Ολικός συντελεστής σκίασης 0 σημαίνει πλήρη σκίαση της εσωτερικής διαχωριστικής επιφάνειας.

## 2.5. Συστήματα

### Συστήματα Θέρμανσης

Εικόνα 2 7: Οθόνη εισαγωγής δεδομένων για Σύστημα Θέρμανσης

Σύστημα θέρμανσης		Ηλιακός συλλέκτης		Επισήμανση														
Νέο σύστημα θέρμανσης		<input type="checkbox"/> Εφαρμογή		Ctrl+Click για επιλογή καυσίμου Μεταφορά συστήματος σε άλλη ζώνη με μετακίνηση του ποντικίου Ctrl+μετακίνηση για χρήση και σε άλλη ζώνη														
0		Συντελεστής κατανάλωσης καυσίμου λόγω συστήματος διαχείρισης ενέργειας (BMS), -																
	Βοηθητική ενέργεια και σ	p_rupr,	Wl	f_cont,	-	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	
+0	Βοηθητική ενέργεια θέρμ	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Τύπος συστήματος	Απόδοση	COP, -	Καύσιμα	Κόστος ετ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	
+0																		
1																		
2																		
3																		
	Διανομή	Απόδοση, -							Κόστος επένδυσης, Euro									
+0																		
	Τερματικά συστήματα εκπομπής ενέργειας	Απόδοση, -							Κόστος επένδυσης, Euro									
+0																		

### Πηγή: EPA- Nr

Σε κάθε σύστημα θέρμανσης πρέπει να δίνεται χαρακτηριστικό όνομα για περαιτέρω αναγνώριση, π.χ. λέβητας φυσικού αερίου.

### Συντελεστής κατανάλωσης καυσίμου λόγω BMS

Είναι ο συντελεστής διόρθωσης κατανάλωσης καυσίμου λόγω της χρήσης Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίων (Building Management Building-BMS). Εάν υπάρχει σύστημα BMS τότε η τιμή του συντελεστή θα είναι μικρότερη της μονάδας. Αν δεν είναι γνωστή η απόδοση του BMS, τότε επιλέγεται η τιμή 1. Για ένα καλά σχεδιασμένο κτίριο με αυτοματισμούς και κεντρικό σύστημα BMS που ελέγχει το σύστημα θέρμανσης χώρων, ο συντελεστής αυτός μπορεί να λαμβάνει την τιμή 0,85.

### Ηλιακός συλλέκτης

Δηλώνει ότι υπάρχει συνεισφορά ενός ηλιακού συστήματος στη θέρμανση χώρων της ζώνης. Στο κτίριο μας δεν υπάρχει αναφορά για τέτοιου είδους εγκατάσταση.

"Βοηθητικά συστήματα και συντελεστής χρόνου": Στο τμήμα αυτό εισάγονται πληροφορίες σχετικά

με τη βοηθητική ενέργεια που καταναλώνεται από τα επιμέρους βοηθητικά συστήματα για την παραγωγή θερμότητας στην παρούσα ζώνη του κτιρίου.

#### Ειδική εγκατεστημένη ισχύς ( $\rho_{\text{rump}}$ )

Είναι η ειδική εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς των βοηθητικών συστημάτων κυκλοφορίας ζεστού νερού και διανομής στους χώρους της ζώνης. Αυτή η ισχύς αφορά τις αντλίες, κυκλοφορητές, συστήματα ελέγχου, καυστήρες, ανεμιστήρες και οτιδήποτε άλλο χρησιμοποιείται για το σύστημα θέρμανσης.

#### Συντελεστής βαρύτητας ( $f_{\text{contr}}$ )

Είναι ο συντελεστής βαρύτητας λόγω ύπαρξης αυτοματισμών ρύθμισης λειτουργίας των αντλιών ανάλογα τη διακύμανση του φορτίου θέρμανσης (π.χ. inverters, νυχτερινή ρύθμιση, ρυθμιστής πίεσης κτλ.). Σε περίπτωση εγκατάστασης κάποιας μονάδας ρύθμισης λειτουργίας ή ελέγχου η τιμή είναι μικρότερη από 1.0, αλλιώς είναι μονάδα.

#### Μήνες

Ο λόγος του μέσου μηνιαίου χρόνου λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων του δικτύου διανομής θερμότητας. Η τιμή μονάδα αναφέρεται σε λειτουργία των βοηθητικών συστημάτων για 24 ώρες κάθε μέρα για τον εκάστοτε μήνα. Οι υπόλοιποι συντελεστές ανά μήνα προκύπτουν αναλογικά με το χρόνο λειτουργίας όπως επιβάλλεται από την κάθε εποχή.

#### Τύπος συστήματος

##### Απόδοση

Είναι η μέση απόδοση του κάθε συστήματος παραγωγής θερμότητας για όλη την περίοδο θέρμανσης. Αυτή η τιμή δείχνει τη μέση ετήσια απόδοση του εκάστοτε συστήματος συμπεριλαμβανομένου της απόδοσης συστήματος αποθήκευσης. Τυπική τιμή απόδοσης του λέβητα φυσικού αερίου είναι 0,88.

##### COP

Είναι ο μέσος συντελεστής απόδοσης της αντλίας θερμότητας για όλη την περίοδο θέρμανσης που λειτουργεί, λαμβάνοντας υπόψη και την επίδραση της απόδοσης του συστήματος αποθήκευσης μακράς διάρκειας (θερμική αδράνεια δεξαμενής) αν υπάρχει.

##### Καύσιμο

Στην στήλη καυσίμου θα πρέπει να επιλεγεί το καύσιμο που χρησιμοποιείται από τη διαθέσιμη βιβλιοθήκη. Στο παλαιό κτίριο Φυσικής χρησιμοποιείται φυσικό αέριο.

##### Μήνες

Είναι το μηνιαίο ποσοστό κάλυψης της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για τη θέρμανση της ζώνης από το συγκεκριμένο σύστημα παραγωγής θερμότητας.

"*Διανομή*": πρόκειται για το σύστημα που είναι εγκατεστημένο στο κτίριο και αναλαμβάνει να διανείμει την παραγόμενη θερμότητα στους επιμέρους χώρους.

##### Απόδοση

Η απόδοση διανομής εξαρτάται σημαντικά από τις απώλειες, ανακτώμενες ή μη. Στο λογισμικό

EPA-Nr στους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη μόνο οι μη ανακτώμενες απώλειες: από σωλήνες σε μη θερμαινόμενους χώρους και απώλειες σωληνώσεων σε κλιματιζόμενους χώρους όταν δεν υπάρχει η ανάγκη κλιματισμού.

*"Τερματικά συστήματα εκπομπής ενέργειας"*: Το σύστημα εκπομπής υποδεικνύει τα τερματικά συστήματα εκπομπής ψύξης ή θέρμανσης (καλοριφέρ, υποδαπέδια θέρμανση, ψυχόμενη οροφή, κτλ.) στις διάφορες ζώνες του κτιρίου. Η απόδοση δείχνει τις μέσες ετήσιες απώλειες από τα τερματικά συστήματα εκπομπής θερμότητας.

### **Συστήματα Ψύξης**

Σε κάθε σύστημα ψύξης πρέπει να δίνεται χαρακτηριστικό όνομα για περαιτέρω αναγνώριση.

#### Συντελεστής κατανάλωσης καυσίμου λόγω BMS

Είναι ο συντελεστής διόρθωσης κατανάλωσης καυσίμου λόγω της χρήσης Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίων (Building Management Building-BMS). Εάν υπάρχει σύστημα BMS τότε η τιμή του συντελεστή θα είναι μικρότερη της μονάδας. Αν δεν είναι γνωστή η απόδοση του BMS, τότε επιλέγεται η τιμή 1. Για ένα καλά σχεδιασμένο κτίριο με αυτοματισμούς και κεντρικό σύστημα BMS που ελέγχει το σύστημα ψύξης χώρων, ο συντελεστής αυτός μπορεί να λαμβάνει την τιμή 0.85.

#### Ειδική εγκατεστημένη ισχύς ( $\rho_{\text{rump}}$ )

Είναι η ειδική εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς των βοηθητικών συστημάτων κυκλοφορίας ψυχρού μέσου και διανομής του συστήματος ψύξης της ζώνης. Αυτή η ισχύς αφορά τις αντλίες, κυκλοφορητές, συστήματα ελέγχου, πύργους ψύξης ανεμιστήρες και οτιδήποτε άλλο χρησιμοποιείται για το σύστημα ψύξης.

#### Συντελεστής βαρύτητας ( $f_{\text{contr}}$ )

Είναι ο συντελεστής βαρύτητας λόγω ύπαρξης αυτοματισμών ρύθμισης λειτουργίας των αντλιών ανάλογα την διακύμανση του φορτίου ψύξης (π.χ. inverters, νυχτερινή ρύθμιση, ρυθμιστής πίεσης κτλ.). Σε περίπτωση εγκατάστασης κάποιας μονάδας ρύθμισης λειτουργίας ή ελέγχου η τιμή είναι μικρότερη από 1.0, αλλιώς είναι μονάδα.

#### Μήνες

Ο λόγος του μέσου μηνιαίου χρόνου λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων ψύξης. Η τιμή μονάδα αναφέρεται σε λειτουργία των βοηθητικών συστημάτων για 24 ώρες κάθε μέρα για τον εκάστοτε μήνα. Οι υπόλοιποι συντελεστές ανά μήνα προκύπτουν αναλογικά με το χρόνο λειτουργίας όπως επιβάλλεται από την κάθε εποχή.

#### Τύπος συστήματος

##### *Απόδοση*

Είναι η μέση απόδοση του κάθε συστήματος παραγωγής ψυκτικής ενέργειας για όλη την περίοδο ψύξης.

##### *COP*

Είναι ο μέσος συντελεστής απόδοσης της αντλίας θερμότητας για όλη την περίοδο θέρμανσης

που λειτουργεί, λαμβάνοντας υπόψη και την επίδραση της απόδοσης του συστήματος αποθήκευσης μακράς διάρκειας.

### Καύσιμο

Στην στήλη καυσίμου θα πρέπει να επιλεγεί το καύσιμο που χρησιμοποιείται από τη διαθέσιμη βιβλιοθήκη.

### Μήνες

Είναι το μηνιαίο ποσοστό διανομής ψύξης για ένα σύστημα διανομής (s) από το εκάστοτε σύστημα παραγωγής ψύξης. Ο όρος "Διανομή" αναφέρεται στο σύστημα που είναι εγκατεστημένο στο κτίριο και αναλαμβάνει να διανείμει την παραγόμενη ψυκτική ενέργεια στους επιμέρους χώρους.

### Απόδοση

Η απόδοση δείχνει τις μέσες ετήσιες απώλειες από τα τερματικά συστήματα εκπομπής ψύξης οι οποίες δεν ανακτώνται.

**Τερματικά συστήματα εκπομπής ενέργειας:** Το σύστημα εκπομπής υποδεικνύει τα τερματικά συστήματα εκπομπής ψύξης ( ψυχόμενη οροφή, κτλ.) στις διάφορες ζώνες του κτιρίου.

Εικόνα 2 8: Οθόνη εισαγωγής δεδομένων για Σύστημα Ψύξης

Σύστημα ψύξης				Επισήμανση															
Νέο σύστημα ψύξης				Ctrl+Click για επιλογή καυσίμου Μεταφορά συστήματος σε άλλη ζώνη με μετακίνηση του ποντικού Ctrl+μετακίνηση για χρήση και σε άλλη ζώνη															
0	Συντελεστής κατανάλωσης καυσίμου λόγω συστήματος διαχείρισης ενέργειας (BMS), -																		
	Boηθητική ενέργεια και ο	p_rump, W	f_contr, -	Jan	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ				
+0	Boηθητική ενέργεια ψύξ:	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
	Τύπος συστήματος	Απόδοση	COP, -	Καύσιμα	Κόστος ετ	Jan	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ		
+0																			
1																			
2																			
3																			
	Διανομή	Απόδοση, -						Κόστος επένδυσης, Euro											
+0																			
	Τερματικά συστήματα εκπομπής ενέργειας	Απόδοση, -						Κόστος επένδυσης, Euro											
+0																			

Πηγή: EPA- Nr

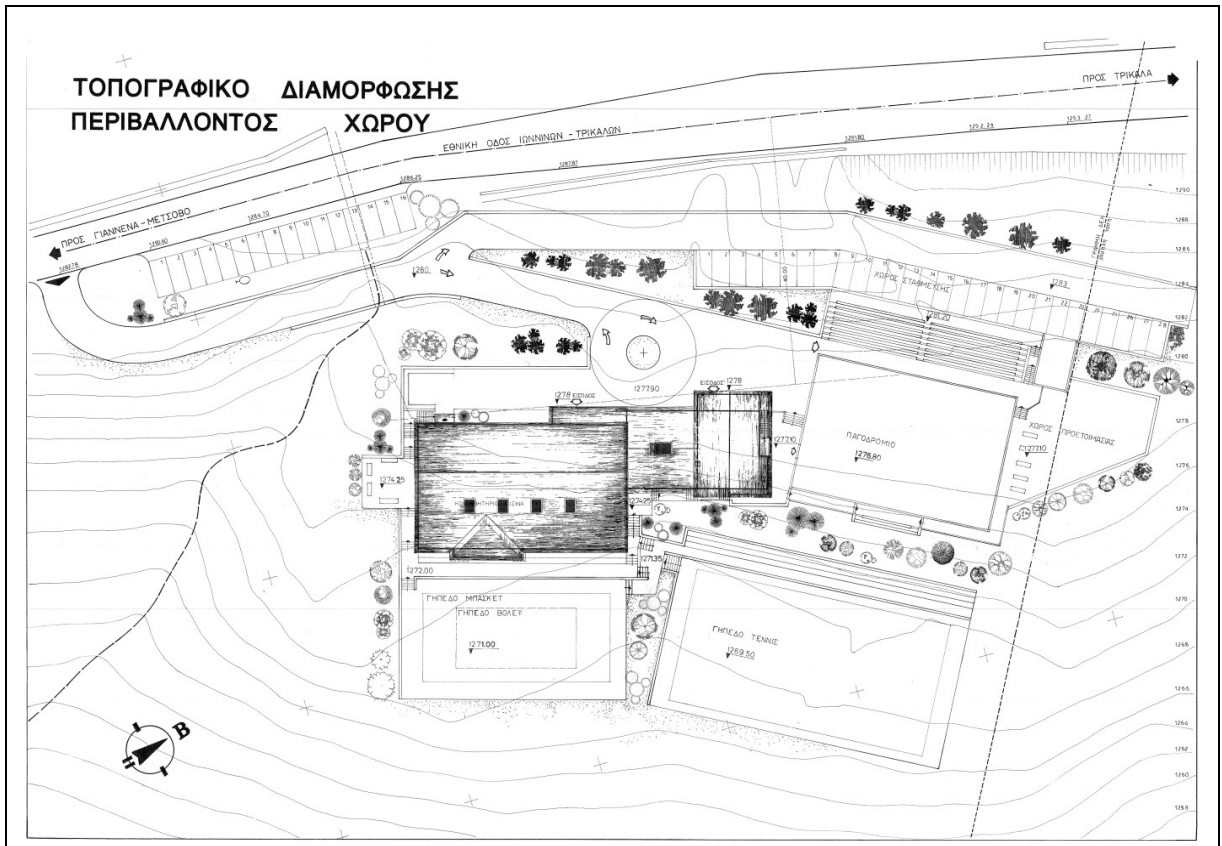
## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου παγοδρομίου Μετσόβου**

### ***3.1 Περιγραφή κτιρίου του κολυμβητηρίου Μετσόβου***

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο να μελετήσει την ενεργειακές ανάγκες του νέου κτιρίου του κολυμβητηρίου του Μετσόβου. Το εν λόγω κτίριο βρίσκεται ακόμα στη φάση της κατασκευής. Η σχετική οικοδομική άδεια έχει εκδοθεί εδώ και πάρα πολλά χρόνια αλλά λόγω της έλλειψης χρημάτων θα είναι σε θέση να ολοκληρώσει την κατασκευή του μόλις στα επόμενα χρόνια.

Το κτίριο αποτελεί τμήμα ενός συνόλου εγκαταστάσεων που περιλαμβάνουν επίσης χώρο παγοδρομίου καθώς και υπαίθρια γήπεδα τένις, μπάσκετ, και βόλει. Το σύνολο αυτών των εγκαταστάσεων βρίσκονται πλησίον της κύριας εισόδου που οδηγεί στον οικισμό του Μετσόβου και η πρόσβαση σε αυτές θα γίνεται από την εθνική οδό Ιωαννίνων – Τρικάλων.

*Εικόνα 3 1: Τοπογραφική αποτύπωση που απεικονίζει τις εγκαταστάσεις*

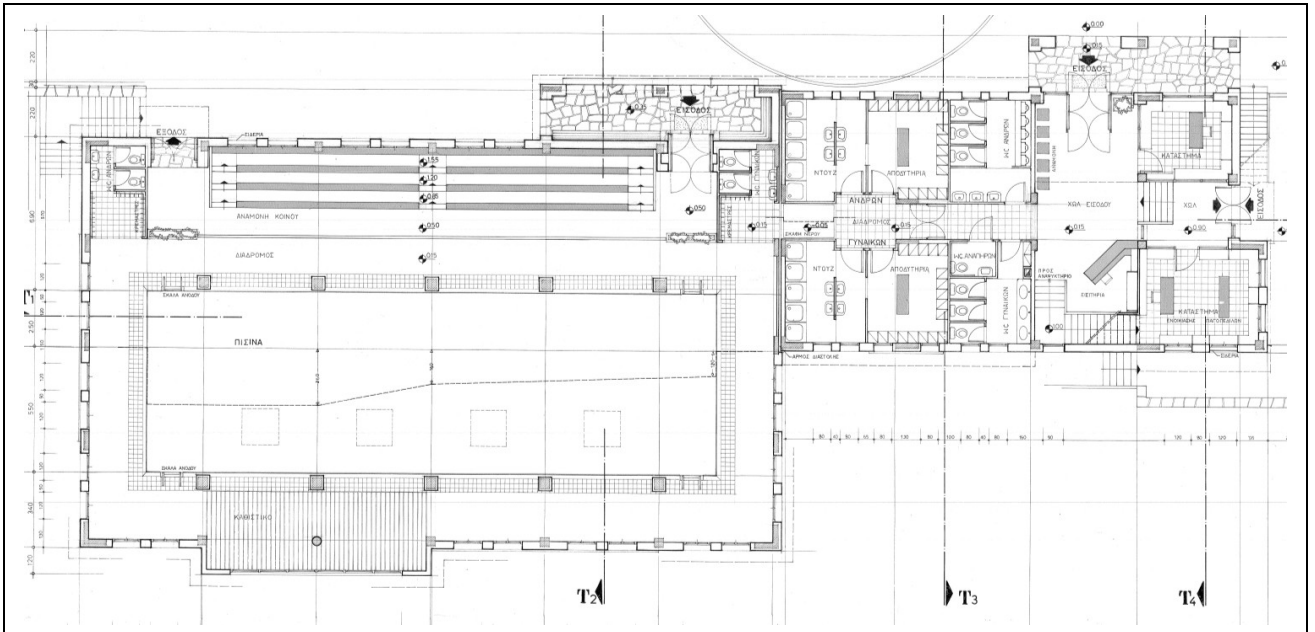


Πηγή: Μελέτη παγοδρομίου Μετσόβου, Περιφέρεια Ηπείρου

Το κτίριο του κολυμβητηρίου βρίσκεται στο νότιο άκρο του χώρου των εγκαταστάσεων και αποτελείται από τα εξής μέρη :

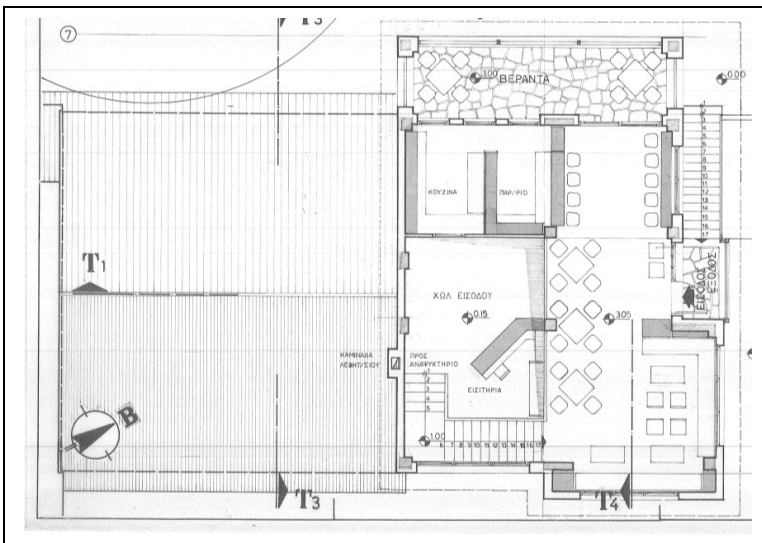
1. αίθουσα πισίνας
2. αποδυτήρια - τουαλέτες
3. χωλ εισόδου – εκδοτήριο εισιτηρίων
4. δύο καταστήματα ενοικίασης παγοπέδινων και άλλων προϊόντων
5. αναψυκτήριο 1<sup>ου</sup> ορόφου με κουζίνα και παρασκευαστήριο
6. υπόγειο χώρο μηχανοστασίου – λεβητοστασίου και λοιπών εγκαταστάσεων

Εικόνα 3 2: Κάτοψη ισογείου κτιρίου κολυμβητηρίου



Πηγή: Μελέτη παγοδρομίου Μετσόβου, Περιφέρεια Ηπείρου

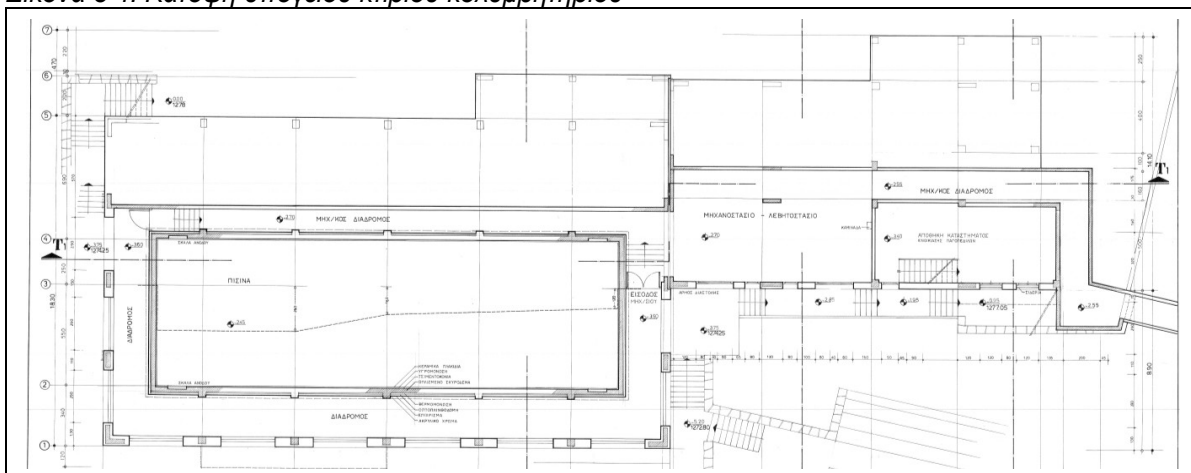
Εικόνα 3 3: Κάτοψη ορόφου κτιρίου κολυμβητηρίου



Πηγή: Μελέτη παγοδρομίου Μετσόβου, Περιφέρεια Ηπείρου



Εικόνα 3 4: Κάτοψη υπογείου κτιρίου κολυμβητηρίου



Πηγή: Μελέτη παγοδρομίου Μετσόβου, Περιφέρεια Ηπείρου

Τα εμβαδά των επί μέρους χώρων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα

Πίνακας 3 1: Εμβαδά εγκαταστάσεων

ΧΩΡΟΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ (τ.μ.)
ΠΙΣΙΝΑΣ	575,76
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΙΣΟΓΕΙΟΥ	113,30
ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ - ΤΟΥΑΛΕΤΕΣ	124,70
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΟΡΟΦΟΥ	117,94
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ	551,64

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

### 3.2 Συντελεστές θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Όπως αναφέραμε κατά την περιγραφή μια μεταβλητή που θα πρέπει να υπολογίσουμε και στη συνέχεια να εισάγουμε στο λογισμικό EPA-Nr είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U-value) της επιφάνειας. Ο συντελεστής U-value είναι μια μέση τιμή (για δοκάρια, κολώνες και τοιχοποιία) αντιπροσωπευτική για το εμβαδόν της επιφάνειας. Η θερμοπερατότητα αναφέρεται σε σύνθετες διατομές, διατομές δηλαδή που αποτελούνται από πολλά και διαφορετικά υλικά και μετριέται σε  $W/m^2K$ . Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας είναι απαραίτητο να υπολογιστεί η θερμική αντίσταση μιας στρώσης υλικού συγκεκριμένου πάχους καθώς επίσης να είναι γνωστός και ο συντελεστής ειδικής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$ .

Η αντίσταση που προβάλλει μια ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας υπολογίζεται από το γενικό τύπο :

Σχέση 3 1: Θερμική αντίσταση

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

Όπου  $d$  : είναι το πάχος της στρώσης

$\lambda$  : είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του αντίστοιχου υλικού της στρώσης

Το σύνολο των θερμικών αντιστάσεων όλων των στρώσεων ενός πολυστρωματικού δομικού στοιχείου, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζει την αντίσταση θερμοδιαφυγής ( $R_{ss}$ ) και προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους αντιστάσεων της κάθε στρώσης κατά τη σχέση:

Σχέση 3 2: Αντίσταση θερμοδιαφυγής

$$R_{ss} = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_j R_j$$

Η συνολική θερμική αντίσταση που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζεται από το άθροισμα των αντιστάσεων των επί μέρους στρώσεων και των αντιστάσεων του στρώματος αέρα εκατέρωθεν των όψεων του κατά την εξίσωση:

Σχέση 3 3: Συνολική θερμική αντίσταση

$$R_T = R_i + R_{ss} + R_a$$

όπου  $R_T$  : η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό στοιχείο .

$R_i$  : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο.

$R_a$  : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Πίνακας 3 2: Τιμές συντελεστών αντιστάσεων Θερμικής μετάβασης

A/A	Δομικό στοιχείο	R <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> K/W)
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα ( προς τον εξωτερικό αέρα)	0.13	0.04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη Θερμαινόμενο χώρο	0.13	0.13
3	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.13	0.00
4	Στέγαση ,δώμα (ανερχόμενη ροή Θερμότητας)	0.10	0.04
5	Οροφή που συνορεύει με μη Θερμαινόμενο χώρο	0.10	0.10
6	Δάπεδο πάνω από ανοιχτή διάβαση (πιλοτή)	0.17	0.04
7	Δάπεδο επάνω από μη Θερμαινόμενο χώρο	0.17	0.17
8	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.17	0.00

Πηγή : ΚΕΝΑΚ

Οι θερμικές απώλειες μέσω ενός δομικού στοιχείου προσδιορίζονται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U), που ορίζεται από τη σχέση:

Σχέση 3 4: Συντελεστής θερμοπερατότητας

$$U = \frac{1}{R_T} \quad [W / m^2 K]$$

Στη πρώτη φάση, για κάθε δομικό στοιχείο υπολογίζεται ο συντελεστής θερμικής αντίστασης. Αυτός υπολογίζεται ως εξής. Αρχικά καταγράφεται το υλικό που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε δομικό στοιχείο, καθώς και το πάχος στρώσεως του d. Επιπλέον για το συγκεκριμένο υλικό καταγράφεται και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ, που προέρχεται από δοθέντες πίνακες. Το πηλίκο d/λ δίνει το συντελεστή θερμικής αντίστασης. Στη συνέχεια υπολογίζεται η αντίσταση θερμοδιαφυγής του στοιχείου R<sub>ss</sub> ως άθροισμα των επιμέρους αντιστάσεων. Στην αντίσταση θερμοδιαφυγής προστίθενται οι δύο συντελεστές θερμικής μετάβασης R<sub>i</sub> και R<sub>a</sub>, και έτσι υπολογίζεται η αντίσταση θερμοπερατότητας του στοιχείου 1/U. Από την αντίσταση θερμοπερατότητας που υπολογίσαμε, με αντιστροφή, βρίσκουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του στοιχείου U.

Στο δεύτερο στάδιο , καταγράφονται τα δομικά στοιχεία που συναποτελούν το αντίστοιχο τμήμα του κελύφους της κάθε ζώνης. Για καθένα από τα στοιχεία αυτά μεταφέρεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του, που είχε υπολογιστεί στο αρχικό στάδιο και υπολογίζεται η επιφάνεια που το στοιχείο αυτό καταλαμβάνει στο αντίστοιχο τμήμα της συγκεκριμένης ζώνης. Τα ίδια επαναλαμβάνονται και για τα ανοίγματα που συναντώνται με τη βοήθεια του πίνακα που περιέχει τους αντίστοιχους συντελεστές U για κάθε υαλοπίνακα.

Το τελικό στάδιο περιλαμβάνει τον υπολογισμό της συνολικής θερμομονωτικής ικανότητας της επιφάνειας της ζώνης του κτιρίου. Σε αυτό το στάδιο, οι τελικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας μεταφέρονται στα αντίστοιχα κελιά του προγράμματος.

### 3.3 Υπολογισμός Συντελεστών Θερμοπερατότητας

Σε πρώτη φάση παρουσιάζονται τα υλικά της τοιχοποιίας, το πάχος κάθε υλικού  $d$  και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  του υλικού, όπως προκύπτει από τον αντίστοιχο πίνακα. Στη φάση αυτή πρέπει να τονιστεί πως δεν αναφέρονται διαχωριστικοί τοίχοι προς μη θερμαινόμενο χώρο, διότι όλοι οι όροφοι και χώροι πλην του υπογείου θερμαίνονται. Επομένως υπολογίζεται μόνο το δάπεδο του ισόγειου ως διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων.

Εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με εξωτερικό αέρα

Ως τοιχοποιία ορίζουμε τη γενική δομή της κατακόρυφης τοιχοποιίας σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα του κελύφους. Τα υλικά και οι υπολογισμοί φαίνονται πιο κάτω

Πίνακας 3 3: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  τοιχοποιίας

	$d$ [m]	$\lambda$ [W/mK]	$r$ [ $m^2K/W$ ]
επίχρισμα εσωτερικό - ασβεστοκονίαμα	0.035	0.750	0.047
οπτοπλινθοδομή	0.060	0.450	0.133
μονωτικό υλικό	0.060	0.035	1.714
οπτοπλινθοδομή	0.090	0.450	0.200
επίχρισμα εξωτερικό - ασβεστοκονίαμα	0.020	0.750	0.027

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Προσθέτοντας τους αντίστοιχους συντελεστές θερμικής αντίστασης λαμβάνουμε την αντίσταση θερμοδιαφυγής ( $R_{ss}$ ) όπως προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους αντιστάσεων της κάθε στρώσης, σύμφωνα με τη σχέση

Σχέση 3 5: Υπολογισμός συντελεστή θερμικής αντίστασης

$$\Lambda = \sum_{i=1}^n r_i$$

$$\Lambda = 2.121 [m^2K/W]$$

Καθώς αναφερόμαστε σε εξωτερική κατακόρυφη επιφάνεια προς τον εξωτερικό αέρα, έχουμε  $R_i = 0.13$  και  $R_a = 0.04$ . Επομένως για τη συνολική θερμική αντίσταση που προβάλλει το συγκεκριμένο πολυστρωματικό δομικό υλικό δίνεται από τη σχέση:

Σχέση 3 6: Υπολογισμός συνολικής θερμικής αντίστασης

$$R_T = R_i + \Lambda + R_a$$

$$R_T = 2.304 [m^2K/W]$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U-value προκύπτει από το τύπο  $U=1 /R_T$  και ισούται με

$$U = 0.434 W/m^2K$$

Εξωτερική τοιχοποιία μη θερμαινόμενου χώρου

Για αυτό το δομικό στοιχείο ισχύουν :

Πίνακας 3 4: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  τοιχοποιίας επαφή με εξωτερικό αέρα (μη Θερμαινόμενου χώρου

	$d [m]$	$\lambda[W/mK]$	$r [m^2K/W]$
επίχρισμα εσωτερικό - ασβεστοκονίαμα	0.035	0.750	0.047
οπτοπλινθοδομή	0.150	0.450	0.333
επίχρισμα εξωτερικό - ασβεστοκονίαμα	0.020	0.750	0.027

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με την ίδια διαδικασία με πιο πάνω προκύπτει

$$U= 1.733 W/m^2K.$$

Εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο/αέρα (πισίνα)

Για αυτό το δομικό στοιχείο ισχύουν :

Πίνακας 3 5: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  τοιχοποιίας επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο (πισίνα)

	$d [m]$	$\lambda[W/mK]$	$r [m^2K/W]$
κεραμικά πλακάκια	0.010	1.840	0.005
υγρομόνωση	0.010	0.330	0.030
τσιμεντοκονία	0.010	1.400	0.007
οπλισμένο σκυρόδεμα	0.250	1.750	0.143
θερμομονωτικό υλικό	0.060	0.035	1.714
οπτοπλινθοδομή	0.060	0.450	0.133
επίχρισμα εξωτερικό	0.020	0.750	0.027

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με την ίδια διαδικασία με πιο πάνω προκύπτει

$$U= 0.431 W/m^2K.$$

Κατακόρυφοι δοκοί (θερμαινόμενων χώρων)

Για αυτό το δομικό στοιχείο ισχύουν :

Πίνακας 3 6: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  κατακόρυφων δοκών θερμαινόμενων χώρων

	$d [m]$	$\lambda[W/mK]$	$r [m^2K/W]$
επίχρισμα εσωτερικό - ασβεστοκονίαμα	0.025	0.750	0.033
οπλισμένο σκυρόδεμα	0.200	1.750	0.114
μονωτικό υλικό	0.050	0.035	1.429
επίχρισμα εξωτερικό-ασβεστοκονίαμα	0.025	0.750	0.033

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με την ίδια διαδικασία με πιο πάνω προκύπτει

$$U= 0.558 W/m^2K.$$

Κατακόρυφοι δοκοί (μη θερμαινόμενων χώρων)

Για αυτό το δομικό στοιχείο ισχύουν :

Πίνακας 3 7: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  κατακόρυφων δοκών μη θερμαινόμενων χώρων

	$d [m]$	$\lambda [W/mK]$	$r [m^2K/W]$
επίχρισμα εσωτερικό - ασβεστοκονίαμα	0.025	0.750	0.033
οπλισμένο σκυρόδεμα	0.200	1.750	0.114
επίχρισμα εξωτερικό-ασβεστοκονίαμα	0.025	0.750	0.033

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με την ίδια διαδικασία με πιο πάνω προκύπτει

$$U = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}.$$

Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο

Για αυτό το δομικό στοιχείο ισχύουν :

Πίνακας 3 8: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο

	$d [m]$	$\lambda [W/mK]$	$r [m^2K/W]$
πλακίδια πορσελάνης	0.010	1.840	0.005
τσιμεντοκονία	0.010	1.400	0.007
γαρμπιλόδεμα	0.050	0.640	0.078
οπλισμένο σκυρόδεμα	0.150	2.300	0.065
μονωτικό υλικό	0.060	0.035	1.714
επίχρισμα εξωτερικό - ασβεστοκονίαμα	0.020	0.870	0.023

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με την ίδια διαδικασία με πιο πάνω προκύπτει

$$U = 0.448 \text{ W/m}^2\text{K}.$$

Δάπεδο σε επαφή με εξωτερικό αέρα

Για αυτό το δομικό στοιχείο ισχύουν :

Πίνακας 3 9: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο

	$d [m]$	$\lambda [W/mK]$	$r [m^2K/W]$
πλακίδια πορσελάνης	0.010	1.840	0.005
τσιμεντοκονία	0.010	1.400	0.007
γαρμπιλόδεμα	0.050	0.640	0.078
οπλισμένο σκυρόδεμα	0.150	2.300	0.065
μονωτικό υλικό	0.060	0.035	1.714
επίχρισμα εξωτερικό - ασβεστοκονίαμα	0.020	0.870	0.023

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με την ίδια διαδικασία με πιο πάνω προκύπτει

$$U = 0.448 \text{ W/m}^2\text{K}.$$

Δάπεδο επάνω από έδαφος θερμαινόμενων χώρων αίθουσας κολυμβητηρίου

Για αυτό το δομικό στοιχείο ισχύουν :

Πίνακας 3 10: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  διαχωριστικών επιφανειών αίθουσα κολυμβητηρίου

	$d [m]$	$\lambda [W/mK]$	$r [m^2K/W]$
κεραμικά πλακάκια	0.010	1.840	0.005
υδρομόνωση	0.010	0.330	0.030
τσιμεντοκονία	0.010	1.400	0.007
οπλισμένο σκυρόδεμα	0.250	1.750	0.143
θερμομονωτικό υλικό	0.060	0.035	1.714
σκυρόδεμα	0.150	1.150	0.130

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με την ίδια διαδικασία με πιο πάνω προκύπτει

$$U = 0.455 \text{ W/m}^2\text{K}.$$

Οριζόντια διαχωριστική επιφάνεια (έδαφος - μη θερμαινόμενος χώρος)

Για αυτό το δομικό στοιχείο ισχύουν :

Πίνακας 3 11: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  δαπέδου μη Θερμαινόμενο χώρο

	$d [m]$	$\lambda [W/mK]$	$r [m^2K/W]$
σχιστόπλακες σκυρόδεμα	0.050	2.200	0.023
τσιμεντοκονία	0.050	1.400	0.036
γαρμπιλόδεμα	0.050	0.640	0.078
σκυρόδεμα	0.150	1.150	0.130

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με την ίδια διαδικασία με πιο πάνω προκύπτει

$$U = 2.288 \text{ W/m}^2\text{K}.$$

Οριζόντιες επιφάνειες και οροφές που χωρίζουν θερμαινόμενο χώρο από τον ελεύθερο αέρα (στέγη)

Για αυτό το δομικό στοιχείο ισχύουν :

Πίνακας 3 12: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  στέγης

	$d [m]$	$\lambda [W/mK]$	$r [m^2K/W]$
κεραμίδια	0.015	0.500	0.030
πέτσωμα ελάτης	0.015	0.120	0.125
μονωτικό υλικό	0.075	0.035	2.140
πέτσωμα ελάτης	0.015	0.120	0.125

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με την ίδια διαδικασία με πιο πάνω προκύπτει

$$U = 0.390 \text{ W/m}^2\text{K}.$$

### 3.4 Υπολογισμός Ενεργειακών Απαιτήσεων

Για να υπολογίσουμε τις ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου που μελετάμε με τη βοήθεια του λογισμικού EPA-Nrg, θα πρέπει αρχικά να δώσουμε δεδομένα που αφορούν στοιχεία του κελύφους του κτιρίου, όπως αυτά αναλύθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο. Αυτά τα δεδομένα φυσικά θα πρέπει να δοθούν ανά θερμική ζώνη. Σύμφωνα λοιπόν με τα κριτήρια διαίρεσης του εσωτερικού χώρου σε διαφορετικές θερμικές ζώνες έχουμε τις παρακάτω τρεις ζώνες :

Ζώνη 1 : Αίθουσα πισίνας - αποδυτήρια – τουαλέτες

Ζώνη 2 : Χώρος εισόδου – καταστημάτων – αναψυκτηρίου

Ζώνη 3 : Υπόγειος χώρος εγκαταστάσεων (μη θερμαινόμενος)

#### Ζώνη 1

Η συγκεκριμένη ζώνη έχει εμβαδόν  $700.45 \text{ m}^2$  και ειδική θερμοχωρητικότητα σύμφωνα με KENAK  $260 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ .

Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης

Είναι η καλύτερη εκτίμηση της πραγματικής μέσης εσωτερικής θερμοκρασίας κατά την περίοδο θέρμανσης λαμβάνοντας υπόψη τις θερμοκρασιακές ρυθμίσεις εκτός ωραρίου λειτουργίας. Οι ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση υπολογίζονται σε αυτήν τη θερμοκρασία, η οποία θεωρείται σταθερή σε όλη τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης.

Για κτίρια με 24ωρη λειτουργία η εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης είναι ίση με την επιθυμητή.

Για κτίρια με 8ωρη, ή δεκάωρη πενθήμερη λειτουργία έχουμε τις εξής περιπτώσεις:

- κτίρια καλά μονωμένα και με καλή αεροστεγάνωση, η εσωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται ίση με  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  χαμηλότερη από την επιθυμητή.
- κτίρια μερικώς μονωμένα με μέτρια αεροστεγάνωση, η εσωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται ίση με  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  χαμηλότερη από την επιθυμητή.
- κτίρια χωρίς μόνωση και με κακή αεροστεγάνωση, η εσωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται ίση με  $7 \text{ }^\circ\text{C}$  χαμηλότερη από την επιθυμητή.

Για κτίρια με 12ωρη 6ήμερη λειτουργία έχουμε τις εξής περιπτώσεις:

- κτίρια καλά μονωμένα και με καλή αεροστεγάνωση, η εσωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται ίση με  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  χαμηλότερη από την επιθυμητή.
- κτίρια μερικώς μονωμένα με μέτρια αεροστεγάνωση, η εσωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται με  $3 \text{ }^\circ\text{C}$  χαμηλότερη από την επιθυμητή.
- κτίρια χωρίς μόνωση και με κακή αεροστεγάνωση, η εσωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται ίση με  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  χαμηλότερη από την επιθυμητή.



Ακολουθεί πίνακας που απεικονίζει τις επιθυμητές θερμοκρασίες θέρμανσης των χώρων του κτιρίου:

Πίνακας 3 13: Επιθυμητές Θερμοκρασίες Χώρων για Θέρμανση

Κολυμβητήριο κλειστο	18 °C
Καταστήματα	20 °C
Καφενείο, Ζαχαροπλαστείο	20 °C

Πηγή: Κ.Ε.ν.Α.Κ

Το κτίριο που εξετάζεται θεωρείται καλά μονωμένο κτίριο με καλή αεροστεγάνωση. Αναμένεται να λειτουργεί 14 ώρες την ημέρα και 7 μέρες την εβδομάδα για όλο το χρόνο. Επομένως με βάση τα θεωρητικά δεδομένα επιλέγεται να ληφθεί η εσωτερική θερμοκρασία ίση με την επιθυμητή.

Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης

Είναι η καλύτερη εκτίμηση της πραγματικής μέσης εσωτερικής θερμοκρασίας κατά την περίοδο ψύξης. Οι ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη υπολογίζονται σε αυτήν τη θερμοκρασία, η οποία θεωρείται σταθερή σε όλη τη διάρκεια της περιόδου ψύξης. Για κτίρια με εικοσιτετράωρη λειτουργία η εσωτερική θερμοκρασία ψύξης είναι ίση με την επιθυμητή.

Για κτίρια με οκτάωρη, ή δεκάωρη πενήμερη λειτουργία έχουμε τις εξής περιπτώσεις:

- κτίρια καλά σκιασμένα και με καλή αεροστεγάνωση, η εσωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται ίση με 2 °C μεγαλύτερη από την επιθυμητή.
- κτίρια μερικώς μονωμένα με μέτρια αεροστεγάνωση, η εσωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται ίση με 3 °C μεγαλύτερη από την επιθυμητή.
- κτίρια χωρίς σκίαση και με κακή αεροστεγάνωση, η εσωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται ίση με 4 °C μεγαλύτερη από την επιθυμητή.

Για κτίρια με δωδεκάωρη εξαήμερη λειτουργία έχουμε τις εξής περιπτώσεις:

- κτίρια καλά μονωμένα και με καλή αεροστεγάνωση, η εσωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται ίση με 1 °C μεγαλύτερη από την επιθυμητή.
- κτίρια μερικώς σκιασμένα με μέτρια αεροστεγάνωση, η εσωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται ίση με 2 °C μεγαλύτερη από την επιθυμητή.
- κτίρια χωρίς σκίαση και με κακή αεροστεγάνωση, η εσωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται ίση με 3 °C μεγαλύτερη από την επιθυμητή.

Σε περίπτωση εγκατάστασης ανεμιστήρων οροφής, η επιθυμητή θερμοκρασία ψύξης λαμβάνεται ίση με 28 °C, ή εναλλακτικά 2-3 °C μεγαλύτερη από την επιθυμητή. Για το συγκεκριμένο κτίριο λαμβάνονται θερμοκρασίες ψύξης ίσες με τις επιθυμητές. Επομένως λαμβάνεται ως θερμοκρασία ψύξης η θερμοκρασία 29 °C.

Ακολουθεί πίνακας που απεικονίζει τις επιθυμητές θερμοκρασίες ψύξης χώρων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων :

Πίνακας 3 14: Επιθυμητές Θερμοκρασίες χώρων για ψύξη

Κολυμβητήριο κλειστο	25 °C
Καταστήματα	26 °C
Καφενείο, Ζαχαροπλαστείο	26 °C

Πηγή: Κ.Ε.ν.Α.Κ

### Φωτισμός

#### Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού

Είναι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για τον φωτισμό στη συγκεκριμένη ζώνη. Η ισχύς αυτή προκύπτει από τον αριθμό των φωτιστικών σωμάτων σε κάθε ζώνη καθώς και το είδος τους που καθορίζει και την ισχύ τους.

Στο κτίριο μελέτης ο φωτισμός δεν έχει εγκατασταθεί ακόμα. Είναι λοιπόν δύσκολο να προσδιοριστεί με ακρίβεια. Για τις ανάγκες της μελέτης θα ληφθούν τα συνιστώμενα μέσα ελάχιστα επίπεδα φωτισμό και εγκατεστημένης ισχύος ηλεκτροφωτισμού όπως δίδονται στον ΚΕΝΑΚ..

Πίνακας 3 15: Συνιστώμενα μέσα ελάχιστα επίπεδα φωτισμό και εγκατεστημένης ισχύος ηλεκτροφωτισμού

ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ / ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ [lx]	ΙΣΧΥΣ [W/m <sup>2</sup> ]
Κολυμβητήριο	300	5,5
Καταστήματα	500	9,1
Καφενείο	250	4,5

Πηγή: Κ.Ε.ν.Α.Κ

Από τη μελέτη του κτιρίου δεν έχει προβλεφθεί φωτισμός ασφαλείας.

«Συντελεστής επίδραση φυσικού φωτισμού» ορίζεται η μείωση της ενέργειας για φωτισμό εξαιτίας της χρήσης αυτοματισμών αξιοποίησης φυσικού φωτισμού. Παίρνει τιμή μονάδα για καμία μείωση ενώ για πλήρη μείωση λαμβάνει την τιμή μηδέν. Στη περίπτωση του κτιρίου, ο συντελεστής αυτός λαμβάνει την τιμή μονάδα, καθώς δεν υπάρχει αυτοματισμός αξιοποίησης φυσικού φωτισμού.

Συντελεστής επίδρασης χρηστών είναι ο συντελεστής μείωσης της ενέργειας για φωτισμό εξαιτίας της χρήσης αυτοματισμών ανίχνευσης κίνησης. Όπως και στη προηγούμενη περίπτωση παίρνει τιμή μονάδα για καμία μείωση ενώ για πλήρη μείωση λαμβάνει την τιμή μηδέν. Στην περίπτωση που μελετάται ο συντελεστής αυτός λαμβάνει τιμή μονάδα, καθώς δεν υπάρχει αυτοματισμός ανίχνευσης κίνησης.

Ως εσωτερικά κέρδη [W/m<sup>2</sup>], ορίζεται η παραγόμενη θερμότητα από τους χρήστες και τις ηλεκτρικές συσκευές και επηρεάζει την εσωτερική θερμοκρασία του χώρου και τα απαιτούμενα θερμικά φορτία. Το θερμικό φορτίο (εσωτερικά θερμικά κέρδη) υπολογίζεται από το γινόμενο της παραγόμενης θερμότητας από χρήστες και ηλεκτρικές συσκευές με το ποσοστό του χρόνου που

είναι παρόντες οι χρήστες ή που είναι αναμμένες οι συσκευές.

«Χρήστες» είναι η εκπεμπόμενη θερμότητα από τους χρήστες στη συγκεκριμένη ζώνη. Η τιμή πρέπει να αντιστοιχεί στον μέγιστο αριθμό χρηστών κατά τη διάρκεια του έτους. Η θερμότητα που εκλύουν οι χρήστες κυμαίνεται ανάλογα με την ένδυση αλλά και τη δραστηριότητά τους. Συντελεστή παρουσίας χρηστών ονομάζουμε το ποσοστό του χρόνου (για όλη την διάρκεια του έτους) κατά το οποίο είναι παρόντες οι χρήστες στη συγκεκριμένη ζώνη.

Το κτίριο δεν βρίσκεται ακόμη σε λειτουργία έτσι ώστε δεν υπάρχει τρόπος να προσεγγίσουμε τον αριθμό των χρηστών του και το χρόνο παραμονής τους. Καταφεύγουμε λοιπόν στις παραδοχές που δίνονται από τον ΚΕΝΑΚ.

Πίνακας 3 16: Εκτιμώμενη θερμότητα χρηστών ανά χρήση κτιρίου

ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ / ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ [W/ΑΤΟΜΟ]	ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ [W/m <sup>2</sup> ]	ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ
Κολυμβητήριο	120	90	0,58
Καταστήματα	90	13	0,32
Καφενείο	75	60	0,62

Πηγή: Κ.Ε.ν.Α.Κ

Με τον όρο «Συσκευές» στο ΕΡΑ-Νr λογισμικό ορίζεται η εκπεμπόμενη θερμότητα από τις ηλεκτρικές συσκευές στην ζώνη. Η τιμή πρέπει να αντιπροσωπεύει την μέγιστη τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

«Συντελεστής συσκευών σε λειτουργία» είναι το ποσοστό του χρόνου (για όλη τη διάρκεια του έτους) κατά το οποίο οι ηλεκτρικές συσκευές της ζώνης βρίσκονται σε λειτουργία.

Στο συγκεκριμένο κτίριο οι ηλεκτρικές συσκευές αναμένεται να είναι ελάχιστες. Θεωρείται λοιπόν ότι η επιρροή τους θα είναι αμελητέα και για αυτό δεν λαμβάνονται υπόψη για τους υπολογισμούς.

Ο όρος "διείσδυση αέρα" αναφέρεται στο ρυθμός διείσδυσης του εξωτερικού αέρα στη ζώνη [σε  $m^3/sec$ ] από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων. Για σύγχρονα ανοιγόμενα κουφώματα, η διείσδυση του αέρα λαμβάνεται ίση με  $5,5 [m^3/h/m^2 \text{ επιφάνειας ανοίγματος}]$ . Για συρόμενα κουφώματα (επάλληλα ή μη) με ενσωματωμένες ψήκτρες για αεροστεγάνωση, η διείσδυση του αέρα λαμβάνεται ίση με  $7.5 [m^3/h/m^2 \text{ επιφάνειας ανοίγματος}]$ . Για παλιά ανοίγματα ανεξαρτήτου τύπου κουφώματος διείσδυση του αέρα λαμβάνεται ίση με  $12 [m^3/h/m^2 \text{ επιφάνειας ανοίγματος}]$ . Σε κάθε περίπτωση ο συντελεστής διείσδυσης αερισμού πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή θωράκισης ο οποίος λαμβάνεται ως εξής:

- 0.4 για ανοίγματα προς αίθριο χώρο.
- 0.8 για ανοίγματα προς ημι-υπαιθριο χώρο.
- 1.0 για κτίρια με μέσο ύψος (15 έως 50 m) στο κέντρο πόλης, κτίρια σε δασικές περιοχές.

- 1.2 για κτίρια στην ύπαιθρο με δένδρα γύρω τους ή για τα περίχωρα πόλης.
- 1.6 για κτίρια στην ύπαιθρο ή για πολυώροφα κτίρια (με ύψος > 50 m) στο κέντρο πόλης.

Η διείσδυση αέρα δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\delta.α.[m^3 / sec] = \frac{\sigma_{\theta} \cdot \sigma_{\deltaεισδ} \left[ \frac{m^3 / h}{m^2} \right] \cdot A_{\alphaνοιγμάτων} [m^2]}{3600 [sec / h]}$$

Όπου  $\sigma_{\theta}$  : συντελεστής θωράκισης

$\sigma_{\deltaεισδ}$  : συντελεστής διείσδυσης

$A_{\alphaνοιγμάτων}$  : επιφάνεια των ανοιγμάτων

Στο κτίριο η διείσδυση του αέρα λαμβάνεται  $5,5 [m^3/h/m]$  επιφάνειας ανοίγματος. Επίσης εντάσσεται στη κατηγορία "κτίρια στην ύπαιθρο με δένδρα γύρω τους ή στα περίχωρα πόλης" και επομένως ο συντελεστής θωράκισης λαμβάνει τιμή 1,2. Η επιφάνεια των ανοιγμάτων μετρήθηκε ίση με  $73.66 m^2$ . Επομένως έχουμε διείσδυση αέρα ίση με  $0.135 m^3/sec$  για τη ζώνη του κολυμβητηρίου.

Φυσικός αερισμός είναι ο αερισμός των χώρων μέσω της χρήσης των υφιστάμενων ανοιγμάτων, σε  $[m^3/sec]$ . Κυρίως εξαρτάται από τον ανθρώπινο παράγοντα. Κατά την μελέτη ενός κτιρίου που δεν διαθέτει μηχανικό αερισμό (μέσω κλιματιστικής μονάδας, ή άλλο σύστημα), ο φυσικός αερισμός λαμβάνονται υπόψη τα κατώτερα απαιτούμενα όρια νωπού αέρα στο χώρο (βάσει κανονισμών). Όταν υπάρχει μηχανικό σύστημα αερισμού σε έναν χώρο, συνυπολογίζεται για την εκτίμηση του φυσικού αερισμού. Στο κτίριο λαμβάνονται τα κατώτερα απαιτούμενα όρια νωπού αέρα στο χώρο (βάσει κανονισμών).

Πίνακας 3 17: Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτιρίου

ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ / ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ	ΑΤΟΜΑ / 100 m <sup>2</sup> ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΔΑΠΕΔΟΥ	ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ [m <sup>3</sup> /h/άτομο]	ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
Κολυμβητήριο	75	45	33.75
Καταστήματα	14	22	3.08
Καφενείο	80	70	56.00

Πηγή: Κ.Ε.ν.Α.Κ

Ο συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού είναι το μέσο ποσοστό του χρόνου (για όλη τη διάρκεια του έτους) κατά το οποίο εφαρμόζεται φυσικός αερισμός. Ο χρόνος αυτός είναι ίσος με το χρόνο που είναι παρόντες οι χρήστες του χώρου. Επομένως ο συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού είναι ίσος με το συντελεστή παρουσίας χρηστών και για την κάθε ζώνη.

Για τον υπολογισμό του ζεστού νερού χρήσης υπολογίζονται τα παρακάτω μεγέθη.

Μέση κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης  $[m^3/m^2/έτος]$ . Είναι η μέση ετήσια κατανάλωση ζεστού

νερού χρήσης σε m<sup>3</sup> ανά m<sup>2</sup> θερμαινόμενης επιφάνειας ζώνης. Για το κτίριο λαμβάνεται η ετήσια κατανάλωση ανά δομημένη επιφάνεια του προβλέπεται από τον ΚΕΝΑΚ

Πίνακας 3 18: Τυπική κατανάλωση ανά χρήση κτιρίου

ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ / ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]
Κολυμβητήριο	10,92
Καταστήματα	0,04
Καφενείο	0,58

Πηγή: Κ.Ε.ν.Α.Κ

Θερμοκρασία δεξαμενής [°C] - είναι η θερμοκρασία της δεξαμενής αποθήκευσης του νερού, η οποία χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας για την θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης – ΖΝΧ. Για το κτίριο λαμβάνεται ίση με την θερμοκρασία νερού δικτύου αφού δεν προβλέπεται δεξαμενή για τις εγκαταστάσεις

Θερμοκρασία νερού δικτύου [°C] - είναι η μέση ετήσια θερμοκρασία του νερού δικτύου. Συνήθως, η μέση ετήσια θερμοκρασία του νερού δικτύου είναι περίπου ίση με την μέση ετήσια εξωτερική θερμοκρασία. Για το κτίριο λαμβάνεται ίση με 14,5 °C

**Ζώνη**

κολυμβητήριο  Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης, °C

700,45 Ολική επιφάνεια ζώνης, m<sup>2</sup>  Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης, °C

260 Ειδική θερμοχωρητικότητα, kJ/m<sup>2</sup> K

Συνολικές απώλειες απο κτιριακό κέλυφος και αερισμό, W/m<sup>2</sup> K

**Φωτισμός**

Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού, W  Φωτισμός ασφαλείας

Χρόνος χρήσης φυσικού φωτισμού, h  Σύστημα εφεδρείας

Χρόνος μη χρήσης φυσικού φωτισμού, h

Συντελεστής επίδρασης του φυσικού φωτισμού, -

Συντελεστής επίδρασης χρηστών, -  Κόστος επένδυσης,

Θερμότητα φωτισμού που παραμένει στη ζώνη, -

**Εσωτερικά κέρδη / Συντελεστής χρόνου**

Χρήστες, W/m<sup>2</sup>  Συντελεστής παρουσίας χρηστών, -

Συσκευές, W/m<sup>2</sup>  Συντελεστής συσκευών σε λειτουργία, -

**Κυκλοφορία αέρα**

Διείσοδος αέρα, m<sup>3</sup>/s

Φυσικός αερισμός, m<sup>3</sup>/s  Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού, -

**Ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ)**

Μέση κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης, m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/year

Θερμοκρασία δεξαμενής, °C  Θερμοκρασία νερού δικτύου, °C

Αντίστοιχα για τη Ζώνη 2 προκύπτει :

Ζώνη			
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ		20	Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης, °C
117,94	Ολική επιφάνεια ζώνης, m <sup>2</sup>	26	Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης, °C
260	Ειδική θερμοχωρητικότητα, kJ/m <sup>2</sup> K		
9,2	<input type="checkbox"/> Συνολικές απώλειες απο κτηριακό κέλυφος και αερισμό, W/m <sup>2</sup> K		
Φωτισμός			
1401,02	Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού, W	<input type="checkbox"/>	Φωτισμός ασφαλείας
2264	Χρόνος χρήσης φυσικού φωτισμού, h	<input type="checkbox"/>	Σύστημα εφεδρείας
1684,6	Χρόνος μη χρήσης φυσικού φωτισμού, h		
1	Συντελεστής επίδρασης του φυσικού φωτισμού, -		
1	Συντελεστής επίδρασης χρηστών, -	0	Κόστος επένδυσης,
0	Θερμότητα φωτισμού που παραμένει στη ζώνη, -		
Εσωτερικά κέρδη / Συντελεστής χρόνου			
32,76	Χρήστες, W/m <sup>2</sup>	0,446	Συντελεστής παρουσίας χρηστών, -
0	Συσκευές, W/m <sup>2</sup>	0	Συντελεστής συσκευών σε λειτουργία, -
Κυκλοφορία αέρα			
0,114	Διείσδυση αέρα, m <sup>3</sup> /s		
1,362	Φυσικός αερισμός, m <sup>3</sup> /s	0,446	Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού, -
Ζεστό νερό χρήσης (ZNX)			
0,267	Μέση κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /year		
14,5	Θερμοκρασία δεξαμενής, °C	14,5	Θερμοκρασία νερού δικτύου, °C

### Κέλυφος

Ως μη διαφανείς επιφάνειες ορίζονται όλες οι δομικές κατασκευές, δοκάρια, κολώνες, τοιχοποιίες, οροφές, στέγες και δάπεδα που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Συνετό είναι να αναφέρουμε το όνομα της επιφάνειας με βάση τον προσανατολισμό της:

- για επιφάνεια της οποίας το διάνυσμα ολοκληρώνει το βορρά, προσανατολισμό 0°
- για επιφάνεια της οποίας το διάνυσμα ολοκληρώνει το νότο, προσανατολισμό 180°
- για επιφάνεια της οποίας το διάνυσμα ολοκληρώνει τη δύση, προσανατολισμό 270°
- για επιφάνεια της οποίας το διάνυσμα ολοκληρώνει την ανατολή, προσανατολισμό 90°

Ο προσανατολισμός ορίζεται ως η κατεύθυνση της καθέτου στην επιφάνεια. Με βάση τα σχέδια και η κεντρική είσοδος του κτιρίου του κολυμβητηρίου βρίσκεται βορειοανατολικά. Το κτίριο παράλα αυτά είναι μακρόστενο και οι δύο μεγαλύτερες πλευρές του έχουν προσανατολισμό βορειοδυτικό και νοτιοανατολικό αντίστοιχα.

Η κλίση της επιφάνειας ορίζεται για ένα κατακόρυφο τοίχο 90°, ενώ για μια οριζόντια επιφάνεια θεωρείται 0°

### 3.5 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας επιφανειών

Σύμφωνα με παρατηρήσεις και με τα αρχιτεκτονικά/τοπογραφικά σχέδια υπολογίστηκε το εμβαδό που αντιστοιχεί σε κάθε τύπο τοιχοποιίας, όπως ορίστηκαν σε παραπάνω κεφάλαιο.

Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας τις τομές των τοίχων θα πρέπει να υπολογίσουμε τις θερμικές αντιστάσεις εν παραλλήλω:

$$R_{\Gamma} = \frac{R_{\Sigma 1}}{A_1} // \frac{R_{\Sigma 2}}{A_2} // \dots \Rightarrow \frac{1}{R_{\Gamma}} = \frac{A_1}{R_{\Sigma 1}} + \frac{A_2}{R_{\Sigma 2}} + \dots \quad [W / K]$$

Όπου  $A_i$  η συνολική επιφάνεια [ $m^2$ ] στην οποία αντιστοιχεί η θερμική αντίσταση σειράς  $i$ .

Αλλά ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  που αναζητάμε για τις παράλληλες συνδεσμολογίες των διαφόρων τοίχων είναι το αντίστροφο της θερμικής αντίστασης του τοίχου.

Δηλαδή :

$$U = \frac{1}{R_{\Gamma} \cdot A_{ζώνης}} \quad [W / m^2 K]$$

Με τον τρόπο αυτό και για τη ζώνη 1 για τις νοτιοανατολικές επιφάνειες προκύπτει :

$$U = 0,474 [W/m^2K]$$

Αντίστοιχα για τις υπόλοιπες επιφάνειες προκύπτει :

Βορειοδυτικές επιφάνειες :

$$U = 0,474 [W/m^2K]$$

Νοτιοδυτικές επιφάνειες :

$$U = 0,475 [W/m^2K]$$

Βορειοανατολικές επιφάνειες :

$$U = 0,480 [W/m^2K]$$

### **Συντελεστές απορρόφησης και εκπομπής**

Ένα ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που έχει απορροφηθεί από μία εξωτερική επιφάνεια εκπέμπεται προς το περιβάλλον με τη μορφή θερμικής ακτινοβολίας. Η ικανότητα εκπομπής της θερμικής ακτινοβολίας διαφοροποιείται ανάλογα με το υλικό και τη διαμόρφωση της τελικής του επιφάνειας. Για τα περισσότερα δομικά υλικά ο συντελεστής εκπομπής κυμαίνεται μεταξύ 0,80 και 0,90. Χαμηλές τιμές του συντελεστή εκπομπής των εξωτερικών επιφανειών του κελύφους συναντώνται σε σιλιπνές επιφάνειες από μέταλλο (αλουμίνιο, ορείχαλκο ή κασσίτερο). Για το σωστό υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων του κτιρίου, θα πρέπει σε κάθε μη διαφανή επιφάνεια να δώσουμε και το συντελεστή ηλιακής απορρόφησης ( $\alpha$ ) και το συντελεστή εκπομπής της ( $\epsilon$ ). Αυτοί οι συντελεστές χαρακτηρίζουν το υλικό που βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά της τοιχοποιίας και της οροφής. Υπάρχουν έτοιμοι σε πίνακες που παρατίθενται στον Κανονισμό Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων

Πίνακας 3 19: Απορροφητικότητα και ικανότητα εκπομπής επιφάνειας συνήθων δομικών υλικών

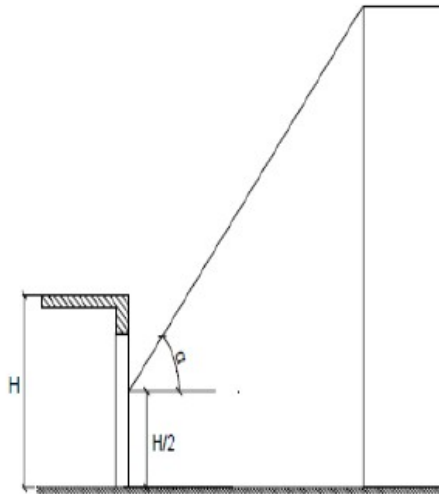
Υλικό και χρώμα επιφάνειας	Απορροφητικότητα ( $\alpha_{s,c}$ )	Ικανότητα εκπομπής, $\epsilon$
Σκυρόδεμα φυσικού χρώματος	0,65	0,92
Σκυρόδεμα χρώματος μαύρου	0,91	0,95
Οπτόπλινθος, χρώματος κόκκινου	0,88	0,92
Οπτόπλινθος κίτρινος	0,55	0,72
Επίχρισμα, χρώματος λευκού	0,10	0,91
Μαύρη βαφή	0,90	0,96
Σκούρα γκρίζα βαφή	0,91	0,87
Μέτρια καφέ βαφή	0,88	0,86
Μέτρια πράσινη βαφή	0,59	0,91
Μέτρια κίτρινη βαφή	0,57	0,90
Γαρμπίλι	0,29	0,28
Άμμος	0,76	0,76
Πηλός (ξηρή μορφή)	0,86	0,75
Μάρμαρο λευκό	0,58	0,93
Φύτευση	0,70	0,94
Πλάκες πεζοδρομίου	0,82	0,83
Άσφαλτος	0,85 (παλαιά) - 0,95 (καινούρια)	
Ξύλο, λείο, φυσικού χρώματος	0,78	0,87
Άλουμίνιο, χωρίς επικάλυψη	0,27	0,20

Πηγή: KENAK

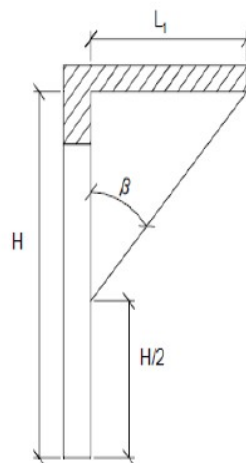
Επίσης όπως προαναφέρθηκε,  $R_{se}$  είναι ο συντελεστής θερμικής αντίστασης της εξωτερικής πλευράς της επιφάνειας (αυτή που βλέπει το μη θερμαινόμενο χώρο ή ηλιακό χώρο). Συνήθως, ο συγκεκριμένος συντελεστής έχει την ίδια τιμή η οποία καθορίζεται σε εθνικό επίπεδο για την εσωτερική πλευρά της επιφάνειας  $0,05 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Συντελεστής σκίασης ορίζοντα  $F_{hor}$  είναι ο συντελεστής που προσδιορίζει τη σκίαση που προκύπτει στις επιφάνειες του κτηρίου από την ύπαρξη φυσικών εμποδίων (π.χ. λόφων) ή τεχνητών (π.χ. υψηλών κτηρίων). Όταν ο ορίζοντας είναι ελεύθερος ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα ( $F_{hor} = 1$ ), ενώ για πλήρη σκίαση παίρνει την τιμή μηδέν ( $F_{hor} = 0$ ). Για τον προσδιορισμό του συντελεστή σκίασης ορίζοντα μιας επιφάνειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας  $\alpha$  του εμποδίου. Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης ορίζοντα για τα αδιαφανή στοιχεία του κτηρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σε αυτήν την περίπτωση η γωνία  $\alpha$  ορίζεται ως η γωνία που σχηματίζεται από το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το μέσο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της κατακόρυφης επιφάνειας με την ανώτερη παρειά του εμποδίου. Παρακάτω φαίνεται η γραφική απεικόνιση της γωνίας  $\alpha$  που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλούν σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο.



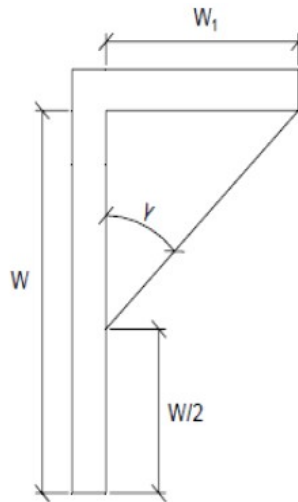


Αντίστοιχα, ορίζεται ο συντελεστής σκίασης οριζόντιων προστεγασμάτων ( $F_{ov}$ ), ο οποίος προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτηρίου λόγω ύπαρξης οριζόντιων προεξοχών (εξωστών, προστεγασμάτων, υπέρθυρων ανοιγμάτων). Στην περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα ( $F_{ov} = 1$ ), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν ( $F_{ov} = 0$ ). Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από προβόλους είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας  $\beta$  του προβόλου. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Κατά παραδοχή είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης προβόλου για τα αδιαφανή στοιχεία του κτηρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σ αυτήν την περίπτωση η γωνία  $\beta$  αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται από το οριζόντιο επίπεδο, που διέρχεται από το μέσο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της όψης με το πέρας του προβόλου. Παρακάτω φαίνεται η γραφική απεικόνιση της γωνίας  $\beta$ , που σχηματίζει πρόβολος με την κατακόρυφη επιφάνεια, για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο.



Τέλος ο συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές ( $F_{fin}$ ) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτηρίου λόγω ύπαρξης κατακόρυφων προεξοχών (πλευρικών προεξοχών,

τμημάτων του ίδιου του κτηρίου, διπλανών κτηρίων). Στην περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα ( $F_{fin} = 1$ ), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν ( $F_{fin} = 0$ ). Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας  $\gamma$  της πλευρικής προεξοχής. Κατά παραδοχή είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης πλευρικής προεξοχής για τα αδιαφανή στοιχεία του κτηρίου μιας όψης με ίδιο προσανατολισμό. Σ' αυτήν την περίπτωση η γωνία  $\gamma$  αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται από το κατακόρυφο επίπεδο που διέρχεται από το μέσο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της όψης με πλευρικής προεξοχής.



Και στις τρεις παραπάνω περιπτώσεις συντελεστών η τιμή τους, τόσο για την περίοδο θέρμανσης όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από αντίστοιχους πίνακες από αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Τιμές για ενδιάμεσες γωνίες εμποδίου και ενδιάμεσους προσανατολισμούς λαμβάνονται με τη χρήση γραμμικής παρεμβολής.

Εικόνα 3 5: Αδιαφανείς επιφάνειες Ζώνη 1

Μη διαφανείς επιφάνειες	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός,	Κλίση, deg	U, W/m <sup>2</sup> K	Alpha, -	R <sub>se</sub> , m <sup>2</sup> K/W	Συντελεστής εκποαι	F <sub>h</sub> , -	F <sub>o</sub> , -	F <sub>f</sub> , -
Part (1)	1377,8									
+1 ΝΔ	73,59	225	90	0,475	0,6	0,05	0,8	1	0,89	1
2 ΝΑ	283,175	135	90	0,474	0,6	0,05	0,8	0,75	0,89	1
3 ΒΔ	140,575	315	90	0,475	0,6	0,05	0,8	1	0,9	1
4 ΒΑ	28,235	45	90	0,48	0,6	0,05	0,8	1	0,9	0,7
5 ΟΡΟΦΗ	752,427	0	45	0,39	0,6	0,05	0,8	1	1	1
6 ΠΙΣΙΝΑ ΒΑ	7,8	45	90	0,431	0	0,05	0,8	0	0	0
7 ΠΙΣΙΝΑ ΝΔ	7,8	225	90	0,431	0	0,05	0,8	0	0	0
8 ΠΙΣΙΝΑ ΝΑ	52,1	135	90	0,431	0	0,05	0,8	0	0	0
9 ΠΙΣΙΝΑ ΒΔ	52,1	315	90	0,431	0	0,05	0,8	0	0	0
10										
11										

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Εικόνα 3 6: Αδιαφανείς επιφάνειες Ζώνη 2

	Μη διαφανείς επιφάνειες	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός	Κλίση, deg	U, W/m <sup>2</sup> K	Alpha, -	R <sub>se</sub> , m <sup>2</sup> K/W	Συντελεστής εκπο	F <sub>h</sub> , -	F <sub>o</sub> , -	F <sub>f</sub> , -
	Part (1)	305,088									
1	BA	51,25	45	90	0,485	0,6	0,050000	0,8	1	0,93	1
2	NA	60,27	135	90	0,479	0,6	0,050000	0,8	0,75	0,89	0,94
3	BΔ	48,71	315	90	0,487	0,6	0,050000	0,8	1	0,93	1
4	NΔ	12,54	225	90	0,469	0,6	0,050000	0,8	1	0,93	1
5	ΟΡΟΦΗ	132,318	0	45	0,390	0,6	0	0,8	1	1	1
6											

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

### Διαφανείς επιφάνειες

Αντίστοιχα με την περίπτωση αδιαφανών στοιχείων, το εμβαδόν των διαφανών στοιχείων ορίζει την επιφάνεια που καλύπτουν, ενώ ο προσανατολισμός και η κλίση, προσδιορίζονται όπως πιο πάνω. Αφού υπολογιστεί το εμβαδόν των διαφανών επιφανειών ακολουθεί ο προσδιορισμός του συντελεστής θερμοπερατότητας U

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος U εξαρτάται από το υλικό του πλαισίου, τον υαλοπίνακα που φέρει, το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος και το μήκος της θερμογέφυρας που σχηματίζεται στα σημεία ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο. Συνεπώς κουφώματα που αποτελούνται από τον ίδιο τύπο υαλοπίνακα και πλαισίου, αλλά είναι διαφορετικού μεγέθους μπορεί να έχουν διαφορετικό συντελεστή θερμοπερατότητας. Γι' αυτό το λόγο συστήνεται να υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε κουφώματος διαφορετικού μεγέθους ξεχωριστά. Ωστόσο για μεγάλο αριθμό ανοιγμάτων υπάρχουν τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων για την απλοποίηση των υπολογισμών του ενεργειακού επιθεωρητή. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας ανοιγμάτων.

Πίνακας 3 20: Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας ανοιγμάτων

Κατηγορία	Αρ. υαλίστων	Υαλοστάσια		Διάκενο		Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας $U_n$ [ $Wm^{-2}K^{-1}$ ]	Σύμβολο	
		Υλικό	Πάχος (mm)	Υλικό	Πλάτος (mm)			
<b>ΥΛΙΚΟ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ: ΞΥΛΟ</b>								
ΚΑΘΑΡΟ ΓΥΑΛΙ	ΑΠΛΟ, μονό	1	Καθαρό γυαλί	3	-	-	5,37	YA1
	>>	1	>>	6	-	-	5,27	YA2
	Κατηγορία	Αρ. υαλίστων	Υαλοστάσια		Διάκενο		Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας $U_n$ [ $Wm^{-2}K^{-1}$ ]	Σύμβολο
			Υλικό	Πάχος (mm)	Υλικό	Πλάτος (mm)		
	>>	1	>>	12	-	-	5,07	YA3
	ΑΠΛΟ, διπλό	2	Καθαρό γυαλί	3	Αέρας	12	2,79	YA4
						6	3,13	YA5
	>>	2	>>	6	Αέρας	12	2,75	YA6
						6	3,08	YA7
	ΑΠΛΟ, διπλό	2	Καθαρό γυαλί	3	Αργό	12	2,66	YA8
						6	2,91	YA9
	>>	2	>>	6	Αργό	12	2,63	YA10
						6	2,87	YA11
	ΑΠΛΟ, τριπλό	3	Καθαρό γυαλί	3	Αέρας	12	2,1	YA12
						6	2,38	YA13
>>	3	>>	6	Αέρας	12	2,07	YA14	
					6	2,35	YA15	

Πηγή: KENAK

Από την μελέτη προβλέπονται υαλοπίνακες διπλού πάχους 6 mm και διάκενο αέρα 12 mm. Το πλαίσιο του κουφώματος θα είναι ξύλινο ακολουθώντας τα παραδοσιακά πρότυπα. Όσον αφορά τον συντελεστή ηλιακών κερδών (ή συντελεστή διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας) ( $G_g$ ), όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα για το κτίριο μελέτης παίρνει την τιμή 0,75. Ο συντελεστής  $G_s$  είναι ίσος με τον  $G$  σε όσες περιπτώσεις δεν έχουμε εξωτερικά κλείστρα.

Πίνακας 3 21: Συντελεστής ηλιακών κερδών για διάφορους τύπους υαλοπίνακα

Τύπος υαλοπίνακα	Συντελεστής θερμικών ηλιακών κερδών ( $g_n$ )
Μονός υαλοπίνακας	0,85
Διπλός υαλοπίνακας	0,75
Διπλός υαλοπίνακας με επιλεκτική, χαμηλής εκπομπής επίστρωση	0,67
Τριπλός υαλοπίνακας	0,70
Τριπλός υαλοπίνακας με δύο επιλεκτικές, χαμηλής εκπομπής επιστρώσεις	0,60
Διπλό παράθυρο	0,75

Πηγή: KENAK

Οι τύποι σκιάστρων διακρίνονται σε δύο τύπους: τα σταθερά και κινητά καθώς και τα εσωτερικά και τα εξωτερικά σκιάστρα. Στα σταθερά σκιάστρα συμπεριλαμβάνονται οι

αρχιτεκτονικές προεξοχές οριζόντιες και κατακόρυφες. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται διάφοροι τύποι σκιάστρων και το ποσοστό ηλιασμού που το κινητό, εξωτερικό σκίαστρο επιτρέπει να εισέλθει στο χώρο.

Πίνακας 3 22: Πίνακας 3.22: Συντελεστής μείωσης ηλιακών Κερδών για κινητά σκίαστρα

Κινητά σκίαστρα	(1-συντελεστής σκίασης)	Σύμβολο
Κουρτίνες	0.95 Λευκές	ΣΚ21
Βενετικά Στόρια	0.45	ΣΚ22
Τέντες	0.6	ΣΚ23
Περσιδωτά ρολά	0.3 ημίκλειστα	ΣΚ24
Συρόμενα περσιδωτά παραθυρόφυλλα	0.3 ημίκλειστα	ΣΚ25

Πηγή : KENAK

Όπως και στην περίπτωση των αδιαφανών επιφανειών, έτσι και για τα ανοίγματα για κάθε ζώνη του υπό μελέτη κτιρίου θα πρέπει να οριστούν τρεις συντελεστές σκίασης. Οι συντελεστές αυτοί είναι λόγω σκίασης οριζοντα ( $F_{hor}$ ), σκίασης από προβόλους ( $F_{ov}$ ) καθώς και σκίασης από πλευρικές προεξοχές ( $F_{fin,}$ ) και ορίζονται όπως παραπάνω. Για τον προσδιορισμό των συντελεστών σκίασης οριζοντα μιας επιφάνειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της αντίστοιχης γωνίας που σχηματίζει με το εμπόδιο. Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για τα αδιαφανή στοιχεία του κτηρίου μιας όψης δηλαδή για στοιχεία με ίδιο προσανατολισμό.

Εικόνα 3 7: Διαφανείς επιφάνειες Ζώνη 1

Διαφανείς επιφάνειες	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός	Κλίση, deg	U, W/m <sup>2</sup> K	U_s, W/m <sup>2</sup> K	G_g, -	G_g_s, -	F_s, -	F_with, -	F_h, -	F_o, -	F_f, -
Part (1)	85,22											
+1 ΝΔ	13,68	225	90	2,75	2,75	0,75	0,75	0	0	1	0,97	1
2 ΒΑ	8,7	45	90	2,75	2,75	0,75	0,75	0	0	1	0,87	0,7
3 ΝΑ	31,32	135	90	2,75	2,75	0,75	0,75	0	0	0,77	0,89	1
4 ΒΔ	19,96	315	90	2,75	2,75	0,75	0,75	0	0	1	0,89	1
5 ΟΡΟΦΗ 1	7	135	45	2,75	2,75	0,75	0,75	0	0	1	1	1
6 ΟΡΟΦΗ 2	4,56	0	0	2,75	2,75	0,75	0,75	0	0	1	1	1
7												

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Εικόνα 3 8: Διαφανείς επιφάνειες Ζώνη 2

Διαφανείς επιφάνειες	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός	Κλίση, deg	U, W/m <sup>2</sup> K	U_s, W/m <sup>2</sup> K	G_g, -	G_g_s, -	F_s, -	F_with, -	F_h, -	F_o, -	F_f, -
Part (1)	62,45											
1 ΒΑ	21,71	45	90	2,75	2,75	0,75	0,75	0	0	1	0,75	1
2 ΝΑ	17,01	135	90	2,75	2,75	0,75	0,75	0	0	0,77	0,90	0,94
3 ΒΔ	23,73	315	90	2,75	2,75	0,75	0,75	0	0	1	0,62	1
4												

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

## Εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες

πρέπει να ορίσουμε σε κάθε κλιματιζόμενη ζώνη τις επιφάνειες που είναι διαχωριστικές με άλλη μη κλιματιζόμενη ζώνη. Οι επιφάνειες αυτές στο πρόγραμμα ονομάζονται «Εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες». Στο τμήμα αυτό, περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο συνδέονται οι ζώνες του κτιρίου και οι μη θερμαινόμενοι χώροι, ή ηλιακοί χώροι, καθώς και ποιες παράμετροι χρησιμοποιούνται.

Στο κτίριο τα μελέτης ο χώρος του υπογείου δεν θερμαίνεται. Συνεπώς προκύπτουν διαχωριστικές επιφάνειες μεταξύ των ζωνών 1 και 2 και του μη θερμαινόμενου χώρου του υπογείου.

Κάθε χώρος του κτιρίου έχει ένα κέλυφος, το οποίο απαρτίζεται από διάφορους τύπους στοιχείων, το καθένα με διαφορετικές ιδιότητες.

Στο κελί με όνομα "Διαχωρισμός με ζώνη" αρχικά γίνεται καθορισμός του μη θερμαινόμενου χώρου ή του ηλιακού χώρου με τον οποίο εφάπτεται η συγκεκριμένη εσωτερική διαχωριστική επιφάνεια της ζώνης. Επιλέγεται για το χώρο κάποιο χαρακτηριστικό όνομα.

Επίσης πρέπει να προσδιορίσουμε το εμβαδόν της εσωτερικής διαχωριστικής επιφάνειας, τον προσανατολισμό της συγκεκριμένης επιφάνειας (ορίζεται ως η κατεύθυνση της καθέτου στην επιφάνεια) καθώς και την κλίση της επιφάνειας, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου. Για οριζόντιες επιφάνειες θα έχει τιμή 0°. Τέλος θα πρέπει στο αντίστοιχο κελί να συμπεριλάβουμε το συντελεστής θερμοπερατότητας (U-value) της μη διαφανούς εσωτερικής επιφάνειας.

Εικόνα 3 9: Εσωτερική διαχωριστική επιφάνεια Ζώνη 1

Εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες		Συντελεστής μείωσης b					
Διαχωρισμός με ζώνη		ΥΠΟΓΕΟ	0	Κυκλοφορία αέρα, m <sup>3</sup> /s			
		Υπολογισμός					
Μη διαφανείς επιφάνειες	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός, deg	Κλίση, deg	U, W/m <sup>2</sup> K	Alpha, -	R_se, m <sup>2</sup> K/W	
1 ΔΑΠΕΔΟ/ΜΟΧ	110,94	0	0	0,448	0,6	0,050000	

Πηγή: Πρόγραμμα EPA- Nr

Εικόνα 3 10: Εσωτερική διαχωριστική επιφάνεια Ζώνη 2

Εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες		Συντελεστής μείωσης b					
Διαχωρισμός με ζώνη		ΥΠΟΓΕΟ	0	Κυκλοφορία αέρα, m <sup>3</sup> /s			
		Υπολογισμός					
Μη διαφανείς επιφάνειες	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός, deg	Κλίση, deg	U, W/m <sup>2</sup> K	Alpha, -	R_se, m <sup>2</sup> K/W	
1 ΔΑΠΕΔΟ/ΜΟΧ	68,4	0	0	0,448	0,6	0,050000	
2							
3							
4							
5							

Πηγή: Πρόγραμμα EPA- Nr

### **3.6. Συστήματα Θέρμανσης**

Το σύστημα ή τα συστήματα θέρμανσης που εξυπηρετούν ένα κτήριο ή τμήμα αυτού, σχεδιάζονται και διαστασιολογούνται έτσι, ώστε να καλύπτουν τις απαιτήσεις θέρμανσης στις δυσμενέστερες εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος (συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα), όπως αυτές προδιαγράφονται στους σχετικούς κανονισμούς και οδηγίες (τεχνική οδηγία του Τ.Ε.Ε. «Κλιματικά δεδομένα για ελληνικές περιοχές»). Κατά την πραγματική περίοδο θέρμανσης οι εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος μεταβάλλονται συνεχώς, τόσο σε ημερήσια όσο και σε ωριαία βάση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάθε σύστημα θέρμανσης να λειτουργεί για το μεγαλύτερο διάστημα της περιόδου θέρμανσης σε συνθήκες μερικού φορτίου, που συνεπάγεται μείωση της πραγματικής απόδοσής του σε σχέση με την ονομαστική. Ο σχεδιασμός του συστήματος θέρμανσης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την πραγματικότητα και να προβλέπει την κάλυψη των μερικών φορτίων με κατά το δυνατόν αυξημένο βαθμό απόδοσης λειτουργίας, ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου, το ωράριο λειτουργίας και τη διακύμανση των θερμικών αναγκών του κτηρίου. Για κάθε σύστημα θέρμανσης του κτηρίου ή μιας θερμικής ζώνης του κτηρίου, πρέπει να προσδιορίζονται τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά που εισάγονται ως δεδομένα στους υπολογισμούς της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων.

Στο κτίριο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών για θέρμανση χρησιμοποιείται πετρέλαιο. Για τη θέρμανση στην αίθουσα κολυμβητηρίου χρησιμοποιούνται δύο λέβητες, ένας κύριος κ ένας εφεδρικός, με ονομαστική ισχύ 200 KW. Για τη ζώνη 2 χρησιμοποιείται λέβητας ονομαστικής ισχύος 30 KW. Τέλος το νερό της πισίνας θερμαίνεται από λέβητα ισχύος 30KW. Ακόμη δεν είναι γνωστό για πόσες ώρες ημερησίως θα δουλεύει το σύστημα. Όμως λόγω των αυξημένων απαιτήσεων εξαιτίας των ειδικών χαρακτηριστικών της χρήσης τους και την τοποθεσία που βρίσκεται θεωρούμε ότι η θέρμανση θα χρησιμοποιείται καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του. Δηλαδή, όπως υπολογίστηκε πιο πάνω 14 ώρες την ημέρα και 7 ημέρες την εβδομάδα. Συντελεστής κατανάλωσης καυσίμου λόγω BMS ονομάζεται ο συντελεστής διόρθωσης κατανάλωσης καυσίμου λόγω της χρήσης συστήματος Διαχείρισης Κτιρίων (Building Management Building-BM5). Εάν υπάρχει σύστημα BMS τότε η τιμή του συντελεστή θα είναι μικρότερη της μονάδας. Αν δεν είναι γνωστή η απόδοση του BMS, όπως συμβαίνει στο υπό εξέταση κτίριο, τότε επιλέγεται η τιμή 1.

Ο ηλιακός συλλέκτης δηλώνει ότι υπάρχει συνεισφορά ενός ηλιακού συστήματος στην θέρμανση χώρων της ζώνης. Στο κτίριο μας δεν υπάρχει κάποια αναφορά για τέτοιου είδους εγκατάσταση.

Στο τμήμα "Βοηθητικά συστήματα και συντελεστής χρόνου" εισάγονται πληροφορίες σχετικά με τη βοηθητική ενέργεια που καταναλώνεται από τα επιμέρους βοηθητικά

συστήματα (π.χ. ανεμιστήρες, αντλίες, κ.α. ) για την παραγωγή θερμότητας στην παρούσα ζώνη του κτιρίου.

Ειδική εγκατεστημένη ισχύς ( $p_{\text{umpr}}$ ) είναι η ειδική εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς των βοηθητικών συστημάτων κυκλοφορίας ζεστού νερού και διανομής στους χώρους της ζώνης. Αυτή η ισχύς αφορά τις αντλίες, κυκλοφορητές, συστήματα ελέγχου, καυστήρες, ανεμιστήρες και οτιδήποτε άλλο χρησιμοποιείται για το σύστημα θέρμανσης. Στο κτίριο λαμβάνει την τιμή 10.

Συντελεστής βαρύτητας ( $f_{\text{contr}}$ ) είναι ο συντελεστής λόγω ύπαρξης αυτοματισμών ρύθμισης λειτουργίας των αντλιών ανάλογα την διακύμανση του φορτίου θέρμανσης (π.χ. Inverters, νυχτερινή ρύθμιση, ρυθμιστής πίεσης κτλ.). Σε περίπτωση εγκατάστασης κάποιας μονάδας ρύθμισης λειτουργίας ή ελέγχου η τιμή είναι μικρότερη από 1.0, αλλιώς είναι μονάδα. Στο εξεταζόμενο κτίριο λαμβάνεται 1.

Στο τμήμα "Μήνες", ορίζεται ο λόγος του μέσου μηνιαίου χρόνου λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων του δικτύου διανομής θερμότητας. Η τιμή μονάδα αναφέρεται σε λειτουργία των βοηθητικών συστημάτων για 24 ώρες κάθε μέρα για τον εκάστοτε μήνα. Συνεπώς για τους μήνες που απαιτείται θέρμανση ( 15/10 – 30/4) προκύπτει ότι ο συντελεστής είναι 0,29 για τον Οκτώβρη, 0,58 για Νοέμβριο έως Απρίλιο και για τους υπόλοιπους 0.

#### Τύπος συστήματος

Με τη παράμετρο "Απόδοση" ορίζεται η μέση απόδοση του κάθε συστήματος παραγωγής θερμότητας για όλη την περίοδο θέρμανσης. Αυτή η τιμή δείχνει τη μέση ετήσια απόδοση του εκάστοτε συστήματος συμπεριλαμβανομένου της απόδοσης συστήματος αποθήκευσης.

COP είναι ο μέσος συντελεστής απόδοσης της αντλίας θερμότητας για όλη την περίοδο θέρμανσης που λειτουργεί, λαμβάνοντας υπόψη και την επίδραση της απόδοσης του συστήματος αποθήκευσης μακράς διάρκειας (θερμική αδράνεια δεξαμενής) αν υπάρχει. Σε περίπτωση συστήματος εκτός αντλιών θερμότητας το  $COP_{\text{gen};H;c;i} = 1$

Στη στήλη καυσίμου θα πρέπει να επιλέξουμε το καύσιμο που χρησιμοποιείται από την διαθέσιμη βιβλιοθήκη. Στους "μήνες" συμπληρώνεται το μηνιαίο ποσοστό κάλυψης της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για τη θέρμανση της ζώνης από το συγκεκριμένο σύστημα παραγωγής θερμότητας

Το τμήμα Διανομής αναφέρεται στο σύστημα που είναι εγκατεστημένο στο υπό μελέτη κτίριο και αναλαμβάνει να διανείμει την παραγόμενη θερμότητα στους επιμέρους χώρους. Η απόδοση διανομής εξαρτάται σημαντικά από τις απώλειες, ανακτώμενες ή μη. Στο λογισμικό EPA-Nr στους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη μόνο οι μη ανακτώμενες απώλειες: από σωλήνες σε μη θερμαινόμενους χώρο και απώλειες



σωληνώσεων σε κλιματιζόμενους χώρους όταν δεν υπάρχει η ανάγκη κλιματισμού. Η διανομή στο κτίριο που μελετάται πραγματοποιείται με σωλήνες. Επίσης χρησιμοποιείται και η απόδοση των μονάδων παραγωγής θερμότητας, του δικτύου διανομής και των τερματικών μονάδων εκπομπής. Έχουμε απόδοση τερματικών συστημάτων μονάδα.

Εικόνα 3 11: Συστήματα θέρμανσης Ζώνη1

Σύστημα θέρμανσης		Ηλιακός συλλέκτης		Επισήμανση												
σύστημα θέρμανσης Z1		<input type="checkbox"/> Εφαρμογή		CBI+Click για επιλογή καυσίμου Μεταφορά συστήματος σε άλλη ζώνη με μετακίνηση του πομπικού CBI+μετακίνηση για χρήση και σε άλλη ζώνη												
1 Συντελεστής κατανάλωσης καυσίμου λόγω συστήματος διαχείρισης ενέργειας (BMS), -																
Βοηθητική ενέργεια και συντελεστής χρέη	$\rho_{pump}$ , W/m <sup>2</sup>	$f_{contr}$ , -	Jan	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ		
+0 Βοηθητική ενέργεια θέρμανσης	10	1	0,58	0,58	0,58	0	0	0	0	0	0	0,29	0,58	0,58		
Απόδοση συστήματος και ποσοστά	Απόδοση, -	COP, -	Καύσιμα	Κόστος επένδυση	Jan	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
+0 ΜΟΝΑΔΑ 1	0,9	3,4	Fuel oil	0	0,58	0,58	0,58	0,58	0	0	0	0	0	0,29	0,58	0,58
-1 ΜΟΝΑΔΑ ΕΦΕΔΡΚΗ	0,9	3,4	Fuel oil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2																
-3																
Διανομή																
+0 ΣΩΛΗΝΕΣ	Απόδοση, -															
	0,95															
	Κόστος επένδυσης, ΔKK															
	0															
Εκπομπή																
+0 ΠΑΡΟΧΕΙΣ ΖΕΣΤΟΥ ΑΕΡΑ	Απόδοση, -															
	0,95															
	Κόστος επένδυσης, ΔKK															
	0															

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Εικόνα 3 12: Συστήματα θέρμανσης Ζώνη 2

Σύστημα θέρμανσης		Ηλιακός συλλέκτης		Επισήμανση												
σύστημα θέρμανσης Z2		<input type="checkbox"/> Εφαρμογή		CBI+Click για επιλογή καυσίμου Μεταφορά συστήματος σε άλλη ζώνη με μετακίνηση του πομπικού CBI+μετακίνηση για χρήση και σε άλλη ζώνη												
1 Συντελεστής κατανάλωσης καυσίμου λόγω συστήματος διαχείρισης ενέργειας (BMS), -																
Βοηθητική ενέργεια και συντελεστής χρέη	$\rho_{pump}$ , W/m <sup>2</sup>	$f_{contr}$ , -	Jan	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ		
+0 Βοηθητική ενέργεια θέρμανσης	10	1	0,58	0,58	0,58	0,58	0	0	0	0	0	0,29	0,58	0,58		
Απόδοση συστήματος και ποσοστά	Απόδοση, -	COP, -	Καύσιμα	Κόστος επένδυση	Jan	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
+0 ΜΟΝΑΔΑ3	0,9	3,4	Fuel oil	0	0,58	0,58	0,58	0,58	0	0	0	0	0	0,29	0,58	0,58
-1																
-2																
-3																
Διανομή																
+0 ΣΩΛΗΝΕΣ	Απόδοση, -															
	0,95															
	Κόστος επένδυσης, ΔKK															
	0															
Εκπομπή																
+0 ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ	Απόδοση, -															
	0,95															
	Κόστος επένδυσης, ΔKK															
	0															

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Εικόνα 3 13: Σύστημα ΖΝΧ πισίνας

Σύστημα ζεστού νερού χρήσης		Ηλιακός συλλέκτης		Επισήμανση											
ΠΑΡΟΧΗ ΝΕΡΟΥ ΠΙΣΙΝΑΣ		<input type="checkbox"/> Εφαρμογή		CBI+Click για επιλογή καυσίμου Μεταφορά συστήματος σε άλλη ζώνη με μετακίνηση του πομπικού CBI+μετακίνηση για χρήση και σε άλλη ζώνη											
1 Συντελεστής κατανάλωσης καυσίμου λόγω συστήματος διαχείρισης ενέργειας (BMS), -															
Απόδοση συστήματος και ποσοστά	Απόδοση, -	Καύσιμα	Κόστος επένδυση	Jan	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
+0 ΛΕΒΗΤΑΣ	0,9	Fuel oil	0	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
-1															
-2															
-3															
Διανομή															
+0 ΣΩΛΗΝΕΣ	Απόδοση, -														
	0,95														
	Κόστος επένδυσης, ΔKK														
	0														
Εκπομπή															
+0 ΣΩΛΗΝΕΣ	Απόδοση, -														
	0,95														
	Κόστος επένδυσης, ΔKK														
	0														

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

### 3.7 Συστήματα Ψύξης

Το σύστημα ή τα συστήματα ψύξης χώρων, που καλύπτουν ένα κτίριο ή τμήμα αυτού, σχεδιάζονται και διαστασιολογούνται έτσι ώστε να καλύπτουν τις απαιτήσεις ψύξης σε δυσμενείς εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος (συνθήκες σχεδιασμού θέρους), όπως αυτές προδιαγράφονται στους σχετικούς κανονισμούς και στις σχετικές οδηγίες (τεχνική

οδηγία του Τ.Ε.Ε. «Κλιματικά δεδομένα για ελληνικές περιοχές»). Κατά την περίοδο ψύξης οι εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος μεταβάλλονται συνεχώς τόσο στη διάρκεια της ημέρας, όσο και από ημέρα σε ημέρα και αποκλίνουν σημαντικά από τις συνθήκες σχεδιασμού για κάθε κλιματική ζώνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάθε σύστημα ψύξης να λειτουργεί τον περισσότερο χρόνο της περιόδου ψύξης σε συνθήκες μερικού φορτίου και η πραγματική ενεργειακή απόδοσή του να είναι χαμηλότερη από την ονομαστική. Ο σχεδιασμός του συστήματος ψύξης θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να προβλέπεται η κάλυψη των μερικών φορτίων με τον κατά το δυνατόν καλύτερο βαθμό απόδοσης, ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου, το ωράριο λειτουργίας και τη διακύμανση των ψυκτικών αναγκών του κτηρίου. Για κάθε σύστημα ψύξης που χρησιμοποιείται για την εξυπηρέτηση όλου του κτηρίου ή μιας θερμικής ζώνης του πρέπει να προσδιορίζονται τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά που εισάγονται ως δεδομένα στους υπολογισμούς της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη ή/και κλιματισμό των χώρων. Οι παράμετροι που πρέπει να καθοριστούν για το σύστημα ψύξης των χώρων είναι η απόδοση των συστημάτων παραγωγής ψύξης, των εγκαταστάσεων διανομής και των τερματικών μονάδων εκπομπής (απόδοσης) ψύξης (μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου, κεντρικές μονάδες διαχείρισης αέρα - Κ.Κ.Μ. κ.ά.). Από τα στοιχεία της οικοδομικής μελέτης προκύπτει ότι δεν έχει πραγματοποιηθεί ειδική μελέτη κλιματισμού. Επίσης καθώς το κτίριο είναι υπό κατασκευή δεν μπορεί να προβλεφτεί αν θα εγκατασταθούν μονάδες ψύξεις καθώς και ο αριθμός τους και οι προδιαγραφές τους. Για τις ανάγκες της διπλωματικής εργασίας δεν εισηχθη στο λογισμικό κανένα σύστημα θέρμανσης.

#### Κτίριο αναφοράς

Σύμφωνα με το άρθρο 7 του Κ.Εν.Α.Κ., κάθε νέο καθώς και κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ικανοποιούνται όταν το κτήριο πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές που περιγράφονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και:

α) είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου είναι μικρότερη από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς ή ίση με αυτήν.

β) είτε το εξεταζόμενο κτίριο έχει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με το κτήριο αναφοράς τόσο ως προς το κτιριακό κέλυφος, όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις στο σύνολό τους.

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται ο υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας με την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναφέρεται στα άρθρα 4 και 5 του ΚΕΝΑΚ., προκειμένου να προσδιοριστεί η ενεργειακή απόδοση και η

κατάταξη του κτιρίου. Σύμφωνα με το άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ., οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτίρια αναφέρονται στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου, στη θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις. Αυτές οι ελάχιστες απαιτήσεις αναλύονται στην αντίστοιχη θεματική ενότητα της παρούσας τεχνικής οδηγίας. Το «κτίριο αναφοράς» καθορίζεται να είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτίριο. Συγκεκριμένα, θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό.

Η ειδική θερμοχωρητικότητα του κτιρίου αναφοράς είναι  $260 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ .

Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την εκτέλεση εργασιών, χωρίς φαινόμενα που δημιουργούν οπτική δυσφορία ή/και κόπωση. Με βάση τις προτεινόμενες τιμές του προτύπου για τα συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού δίνονται σε πίνακα οι τιμές για τη μέση ελάχιστη στάθμη φωτισμού ( $I_{\chi}$ ) ανά χρήση χώρου, και η εγκατεστημένη ισχύς ( $W/m^2$  δομημένης επιφάνειας) κτηρίου αναφοράς, για το οποίο η φωτιστική απόδοση (φωτεινή δραστηριότητα) καθορίστηκε στα  $55 \text{ lm/W}$ . Οι τιμές αυτές λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου αναφοράς

Κάθε άτομο ανάλογα με τη δραστηριότητα του εκλύει θερμότητα υπό τη μορφή αισθητού και λανθάνοντος φορτίου. Ωστόσο, για τους απλούς υπολογισμούς στο πλαίσιο της εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, η αναλογία αυτή δεν επηρεάζει ουσιαστικά και συνήθως δεν υπεισέρχεται στους υπολογισμούς. Ακόμη καλύτερα, σε αναλυτικότερους υπολογισμούς μπορούν να χρησιμοποιούνται «προφίλ» ετεροχρονισμού ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και την ώρα της ημέρας. Παρακάτω (Εικόνα 4.61) καθορίζονται οι μέσες τυπικές τιμές έκλυσης θερμότητας ανά άτομο, λαμβάνοντας υπόψη την αντίστοιχη μέση δραστηριότητα των χρηστών στις διάφορες κατηγορίες κτηρίων. Στον ίδιο πίνακα δίνεται και η εκπομπή θερμικής ισχύος ανά μονάδα μεικτής επιφάνειας κτηρίου ( $W/m^2$ ) και ο μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών ο οποίος ορίζεται ως το ποσοστό του χρόνου κατά το οποίο είναι παρόντες οι χρήστες στο χώρο (εκτιμάται από το χρόνο λειτουργίας του κτιρίου).

Πίνακας 3 23: Εκλυόμενη Θερμότητα χρηστών ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας [W/m <sup>2</sup> ]	Μέσος συντελεστής παρουσίας
Κολυμβητήριο	120	90	0,58
Καταστήματα	90	13	0,32
Καφενείο	75	60	0,62

**Πηγή: Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης**

Η εκλυόμενη με ακτινοβολία θερμική ισχύς από ηλεκτρικό εξοπλισμό αλλά και δευτερευόντως από άλλες συσκευές εξαρτάται από το είδος της συσκευής. Στη συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών αυτά τα κέρδη εισέρχονται στο χώρο υπό τη μορφή θερμότητας. Λόγω της αύξησης των εφαρμογών ηλεκτρικών συσκευών τα εσωτερικά κέρδη από συσκευές είναι ιδιαίτερα σημαντικά. Για το κτίριο μελέτης δεν συνυπολογίζεται αυτή η παράμετρος

Η διείσδυση αέρα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\delta.α.[m^3 / \text{sec}] = \frac{\sigma_{\theta} \cdot \sigma_{\delta\epsilon\iota\epsilon\sigma\delta} \left[ \frac{m^3 / h}{m^2} \right] \cdot A_{\text{ανοιγμάτων}} [m^2]}{3600 [\text{sec} / h]}$$

Ο φυσικός αερισμός παραμένει ίδιος. Το ίδιο ισχύει για το συντελεστή επίδρασης φυσικού φωτισμού, το συντελεστή χρήσης φυσικού φωτισμού το φωτισμό ασφαλείας, το σύστημα εφεδρείας και το ποσό θερμότητας φωτισμού που παραμένει στη ζώνη.

**Μη διαφανείς και διαφανείς Επιφάνειες**

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του ΚΕΝΑΚ., τόσο στην ενεργειακή μελέτη όσο και στην ενεργειακή επιθεώρηση ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κτηρίου αναφοράς ορίζεται ίσος με το μέγιστο επιτρεπόμενο ανά δομικό στοιχείο και κλιματική ζώνη. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας U (σε W/m<sup>2</sup>K) για τα δομικά στοιχεία και για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες.

Πίνακας 3 24: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα

Δομικό στοιχείο	Σύμβολα	Συντελεστής θερμοπερατότητας			
		Κλιματική ζώνη			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές).	$U_{V-D}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικά αέρα.	$U_{V-W}$	0,60	0,60	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικά αέρα (πυλωτή).	$U_{V-DL}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	$U_{V-G}$	1,20	0,90	0,75	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους	$U_{V-WE}$	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοιγμάτα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες κ.ά.)	$U_{V-F}$	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες.	$U_{V-GF}$	2.20	2,00	1,80	1,80

Πηγή: Κ.Ε.ν.Α.Κ.

Τόσο η ανακλαστικότητα όσο και η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία ενός αδιαφανούς υλικού ή μιας επιφάνειας εξαρτώνται κυρίως από τη διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας, δηλαδή από το χρώμα και την υφή της. Οι ιδιότητες αυτές των τελικών επιφανειών του κτιριακού κελύφους προσδιορίζουν ουσιαστικά τα ηλιακά κέρδη των αδιαφανών δομικών στοιχείων και μπορεί να έχουν σημαντικό ρόλο. Σύμφωνα με το άρθρο 9 του ΚΕΝΑΚ.(παράγραφος 2β) για το κτίριο αναφοράς, η απορροφητικότητα των εξωτερικών του επιφανειών λαμβάνεται ίση με:

- 0,40 για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία
- 0,40 για τα δώματα
- 0,60 για επικλινείς στέγες
- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των ανοιγμάτων λαμβάνεται ίσος με  $U=2.6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Ο συντελεστής διαπερατότητας των υαλοπινάκων στην ηλιακή ακτινοβολία είναι  $g=0.76$ .

Εικόνα 3 14: Παράδειγμα αδιαφανών επιφανειών κτιρίου αναφοράς Ζώνη 1

Μη διαφανείς επιφάνειες	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός	Κλίση, deg	U, W/m <sup>2</sup> K	Alpha, -	R <sub>se</sub> , m <sup>2</sup> K/W	Συντελεστής εκπολ	F <sub>h</sub> , -	F <sub>o</sub> , -	F <sub>f</sub> , -
Part (1)	1377,8									
1 ΝΔ	73,59	225	90	0,4	0,4	0,05	0,8	1	0,89	1
2 ΝΑ	263,175	135	90	0,4	0,4	0,05	0,8	0,75	0,89	1
3 ΒΔ	140,575	315	90	0,4	0,4	0,05	0,8	1	0,9	1
4 ΒΑ	28,235	45	90	0,4	0,4	0,05	0,8	1	0,9	0,7
5 ΟΡΟΦΗ	752,427	0	45	0,35	0,6	0,05	0,8	1	1	1
6 ΠΙΣΙΝΑ ΒΑ	7,8	45	90	0,7	0	0,05	0,8	0	0	0
7 ΠΙΣΙΝΑ ΝΔ	7,8	225	90	0,7	0	0,05	0,8	0	0	0
8 ΠΙΣΙΝΑ ΝΑ	52,1	135	90	0,7	0	0,05	0,8	0	0	0
9 ΠΙΣΙΝΑ ΒΔ	52,1	315	90	0,7	0	0,05	0,8	0	0	0
10										

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Εικόνα 3 15: Παράδειγμα διαφανών επιφανειών κτιρίου αναφοράς Ζώνη 1

Διαφανείς επιφάνειες	Επιφάνεια, m <sup>2</sup>	Προσανατολισμός	Κλίση, deg	U, W/m <sup>2</sup> K	U <sub>s</sub> , W/m <sup>2</sup> K	G <sub>g</sub> , -	G <sub>g_s</sub> , -	F <sub>s</sub> , -	F <sub>wth</sub> , -	F <sub>h</sub> , -	F <sub>o</sub> , -	F <sub>f</sub> , -
Part (1)	85,22											
1 ΝΔ	13,68	225	90	2,6	2,6	0,76	0,76	0	0	1	0,97	1
2 ΒΑ	8,7	45	90	2,6	2,6	0,76	0,76	0	0	1	0,87	0,7
3 ΝΑ	31,32	135	90	2,6	2,6	0,76	0,76	0	0	0,77	0,89	1
4 ΒΔ	19,96	315	90	2,6	2,6	0,76	0,76	0	0	1	0,89	1
5 ΟΡΟΦΗ 1	7	135	45	2,6	2,6	0,76	0,76	0	0	1	1	1
6 ΟΡΟΦΗ 2	4,56	0	0	2,6	2,6	0,76	0,76	0	0	1	1	1
7												

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

### Σύστημα Θέρμανσης κτιρίου αναφοράς

Τα γενικά χαρακτηριστικά του συστήματος θέρμανσης για το κτίριο αναφοράς, όπως ορίζονται στο άρθρο 9 του ΚΕΝΑΚ., είναι τα εξής:

Το κτίριο αναφοράς διαθέτει κεντρικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα πιστοποιημένο με βαθμό ενεργειακής απόδοσης τριών αστέρων (\*\*\*). Στο παρακάτω πίνακα καθορίζεται η απόδοση του λέβητα-καυστήρα στο κτίριο αναφοράς ανάλογα με την ονομαστική ισχύ της μονάδας.

Πίνακας 3 25: Θερμική απόδοση λέβητα - καυστήρα κτηρίου αναφοράς

Θερμική απόδοση (%) λέβητα - καυστήρα σε ονομαστική ισχύ P <sub>π</sub> , και μέση θερμοκρασία νερού του λέβητα 70° C για το κτήρια αναφοράς					
Ονομαστική ισχύς (kW)	>25 έως 50	>100 έως 200	>200 έως 300	>300 έως 400	> 400
Απόδοση λέβητα - καυστήρα	92,5	93,4	93,8	94,1	94,4

Πηγή : Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό Της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων Και Την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης

Στο κτίριο δραστηριοποιούνται δύο λέβητες πετρελαίου ονομαστικής ισχύος 200KW και δύο των 30KW. Σύμφωνα επομένως με τον πίνακα οι λέβητες του κτιρίου αναφοράς θα έχουν απόδοση 93,4 %, 95,2%.

- Το κτίριο αναφοράς διαθέτει θερμοστατικό έλεγχο της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη και συνεπώς ο συντελεστής κατανάλωσης καυσίμου λόγω συστήματος διαχείρισης ενέργειας BM3 είναι 0.85.
- Το κτίριο αναφοράς διαθέτει σύστημα αντιστάθμισης.

- Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτίριο τριτογενούς τομέα θερμαίνεται με τη χρήση αντλιών θερμότητας, θεωρείται ότι και το κτίριο αναφοράς διαθέτει τοπικά ή/και κεντρικά συστήματα θέρμανσης με συντελεστή συμπεριφοράς COP=3,2 για αερόψυκτα συστήματα και COP=4,3 για υδρόψυκτα. Για όλες τις άλλες περιπτώσεις που το εξεταζόμενο κτίριο θερμαίνεται με τη χρήση αντλιών θερμότητας άλλου τύπου (π.χ. γεωθερμική ή με θαλασσινό νερό), θεωρείται ότι το κτίριο αναφοράς διαθέτει αντλία θερμότητας με συντελεστή συμπεριφοράς COP=3,5.
- Επιπλέον, οι σωλήνες του συστήματος θέρμανσης είναι μονωμένοι, και έχουν βαθμό απόδοσης 0.98.

Εικόνα 3 16: Παράδειγμα συστήματος θέρμανσης κτιρίου αναφοράς

Σύστημα θέρμανσης		Ηλεκτρικός αεραγωγός		Επισημόνιση												
σύστημα θέρμανσης 21 (1)		<input type="checkbox"/> Εφαρμογή		Cst =Click για επιλογή καυσίμου Μεταφορά συστήματος σε άλλη ζώνη με μετακίνηση του ποτηριού Cst μετακίνηση για χρήση και σε άλλη ζώνη												
0,85	Συντελεστής καταπόλησης καυσίμου λόγω συστήματος διαχείρισης ενέργειας (BMS), -															
Βοηθητικά ενέργεια και συντελεστής χρήσης	$\rho_{pump}$	WHP	$f_{cont}$	Jan	Feb	Mar	Apr	Ma	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Δεκ	
+0) Βοηθητική ενέργεια θέρμανσης	10	1		0,58	0,58	0,58	0	0	0	0	0	0	0,29	0,58	0,58	
Απόδοση συστήματος και ποσοστό	Απόδοση, -	COP -	Καύσιμο	Κόστος επένδυσης	Jan	Feb	Mar	Apr	Ma	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Δεκ
+0) ΜΟΝΑΔΑ 1	0,934	3,2	Fuel oil	0	0,58	0,58	0,58	0,58	0	0	0	0	0	0,29	0,58	0,58
1) ΜΟΝΑΔΑ ΕΡΕΔΡΟΚΗ	0,934	3,2	Fuel oil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2)																
3)																
Διανομή	Απόδοση, -						Κόστος επένδυσης, DKK									
+0) ΣΥΛΛΗΨΗ	0,98						0									
Εκπομπή	Απόδοση, -						Κόστος επένδυσης, DKK									
+0) ΠΑΡΟΧΕΙΣ ΖΕΣΤΟΥ ΑΕΡΑ	1						0									

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

### 3.8 Σύστημα ψύξης κτιρίου αναφοράς

Τα γενικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτίριο αναφοράς όπως ορίζονται στον KENAK, είναι τα εξής:

- Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης/κλιματισμού ή διαθέτει για ένα τμήμα του κτιρίου τότε θεωρείται ότι κλιματίζεται όπως ακριβώς και το κτίριο αναφοράς.
- Το κτίριο αναφοράς για τον τριτογενή τομέα διαθέτει τοπικά ή/και κεντρικά συστήματα ψύξης που καλύπτουν όλους τους εσωτερικούς χώρους. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτίριο αναφοράς είναι τα εξής:
  - Μονάδες παραγωγής ψύξης, τοπικές ή κεντρικές (ψύκτες, αντλίες θερμότητας, τοπικά κλιματιστικά), με βαθμό ενεργειακής απόδοσης EER=2,8 όταν το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτίριο διαθέτει τοπικές ή κεντρικές αερόψυκτες μονάδες και EER=3,8 όταν το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο διαθέτει υδρόψυκτες μονάδες. Για όλες τις άλλες περιπτώσεις που το εξεταζόμενο κτίριο ψύχεται με άλλου τύπου μονάδες παραγωγής ψύξης (π.χ. γεωθερμική ή με θαλασσινό νερό), θεωρείται ότι το κτίριο αναφοράς διαθέτει αντλία θερμότητας με βαθμό ενεργειακής απόδοσης EER = 3,0.
  - Αερόψυκτες μονάδες παραγωγής ψύξης, τοπικές ή κεντρικές (ψύκτες, αντλίες

θερμότητας, τοπικά κλιματιστικά), με βαθμό ενεργειακής απόδοσης EER=2,8, όταν το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτίριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης ή διαθέτει για μικρότερο τμήμα του κτιρίου.



## Κεφάλαιο 4 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και ενεργειακών καταναλώσεων

### 4.1 Ενεργειακές απαιτήσεις

Με βάση τα στοιχεία τον κτιρίου τα οποία εισήχθησαν στο EPA-NR και αφορούν στο κέλυφος τον (μη διαφανείς και διαφανείς επιφάνειες), προκύπτουν οι ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο θέρμανσης και για την περίοδο ψύξης. Οι ενεργειακές απαιτήσεις συνδέονται μόνο με τις συνιστώσες τον κτιριακού κελύφους, και όπως φαίνεται παρακάτω μεταβάλλονται μόνο μετά από επεμβάσεις στο κέλυφος

Εικόνα 4 1: Ζώνη 1, Ενεργειακές απαιτήσεις περιόδου θέρμανσης

Επιλογή κατάστασης: Θέρμανση													
Ενεργειακές απαιτήσεις	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
1 Θέρμανση, kWh/m <sup>2</sup>													
1 Μεταφορά	24,47	21,52	20,73	15,08	9,14	2,87	2,08	1,67	6,36	11,72	16,82	22,15	154,59
2 Αερισμός	96,29	84,68	81,59	59,34	35,98	11,28	8,11	6,59	25,01	46,12	66,21	87,17	608,37
3 Συνολικές απώλειες	120,76	106,20	102,32	74,42	45,12	14,15	10,17	8,26	31,37	57,84	83,03	109,32	762,96
4 Ηλιακά κέρδη	1,04	1,88	3,34	5,33	7,40	7,29	7,08	6,00	4,08	2,37	1,16	0,59	47,57
5 Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 Εσωτερικά θερμικά κέρδη	38,88	35,12	38,88	37,63	38,88	37,63	38,88	38,88	37,63	38,88	37,63	38,88	457,78
7 Συνολικά κέρδη	39,92	37,00	42,22	42,95	46,28	44,92	45,96	44,88	41,71	41,25	38,79	39,47	505,35
8 Συντελεστής χρήσης	0,874	0,866	0,836	0,763	0,602	0,278	0,205	0,173	0,522	0,708	0,811	0,860	
9 Ενεργειακές απαιτήσεις	85,86	74,17	67,04	41,65	17,26	1,68	0,76	0,48	9,61	28,62	51,57	75,38	454,08
10													

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Εικόνα 4 2: Ζώνη 2, Ενεργειακές απαιτήσεις περιόδου θέρμανσης

Επιλογή κατάστασης: Θέρμανση													
Ενεργειακές απαιτήσεις	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
1 Θέρμανση, kWh/m <sup>2</sup>													
1 Μεταφορά	52,54	46,32	45,28	34,14	22,77	10,41	9,01	8,26	17,19	27,77	37,53	48,04	359,25
2 Αερισμός	115,74	102,05	99,76	75,21	50,15	22,94	19,84	18,19	37,87	61,18	82,67	105,82	791,42
3 Συνολικές απώλειες	168,28	148,38	145,04	109,34	72,92	33,35	28,85	26,44	55,06	88,95	120,20	153,86	1150,67
4 Ηλιακά κέρδη	2,36	4,06	7,59	12,63	17,54	17,40	16,92	13,89	9,45	5,18	2,59	1,47	111,08
5 Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 Εσωτερικά θερμικά κέρδη	10,90	9,84	10,90	10,55	10,90	10,55	10,90	10,90	10,55	10,90	10,55	10,90	128,31
7 Συνολικά κέρδη	13,26	13,91	18,48	23,18	28,44	27,95	27,82	24,79	20,00	16,08	13,14	12,37	239,40
8 Συντελεστής χρήσης	0,977	0,970	0,955	0,915	0,827	0,643	0,602	0,610	0,839	0,930	0,964	0,976	
9 Ενεργειακές απαιτήσεις	155,34	134,88	127,38	86,15	49,42	15,38	12,10	11,32	38,27	74,00	107,54	141,79	965,56
10													

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

### 4.2 Ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο θέρμανσης

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι το άθροισμα της μεταφοράς (transmission) και αερισμού (ventilation) μας δίνουν τις συνολικές θερμικές απώλειες του χώρου  $Q_{L,H}$ . Στη περίπτωση που έχουμε αρνητική τιμή απωλειών σημαίνει ότι έχουμε θερμικό κέρδος, δηλαδή ροή θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον προς τον εσωτερικό χώρο. Επίσης το άθροισμα των ηλιακών κερδών, των ηλιακών χώρων (αν υπάρχουν) και των εσωτερικών θερμικών κερδών μας δίνουν τα συνολικά κέρδη του χώρου  $Q_{G,H}$ . Οι συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο θέρμανσης, υπολογίζονται από την σχέση:

$$Q_{NH} = Q_{L,H} - \eta_{G,H} Q_{G,H}$$

Η οποία προκύπτει από το πρότυπο ISO 1790 [2β].

Όπου,

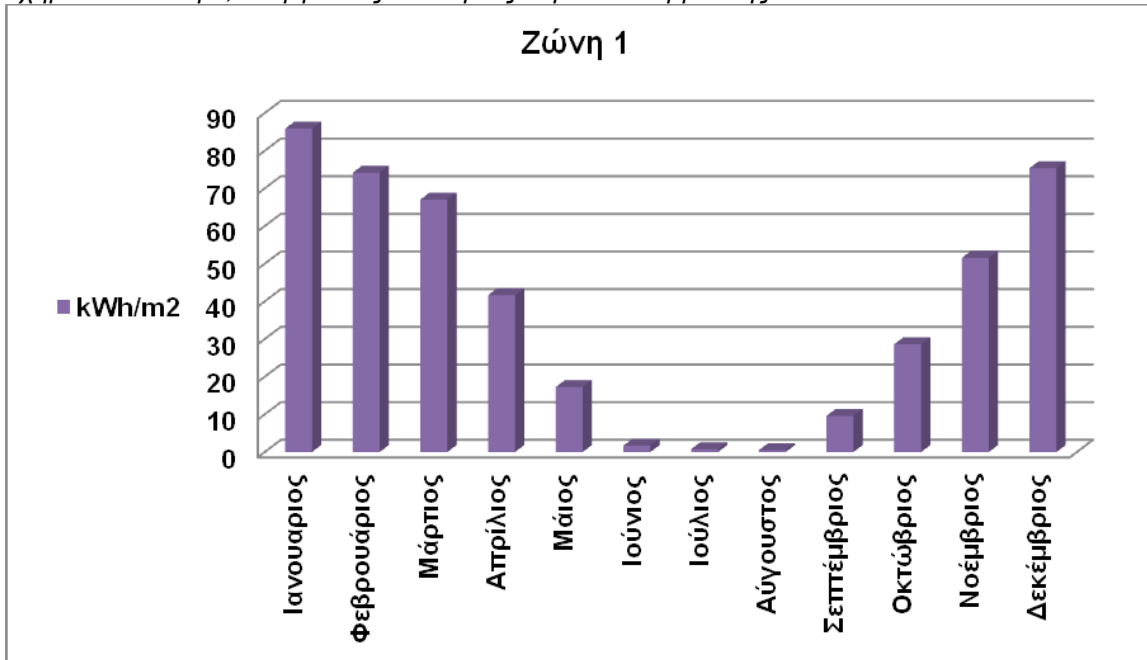
$Q_{L,H}$  είναι οι συνολικές απώλειες

$Q_{G,H}$  είναι τα συνολικά εσωτερικά θερμικά κέρδη

$\eta_{G,H}$  συντελεστής χρησιμοποίησης κέρδους

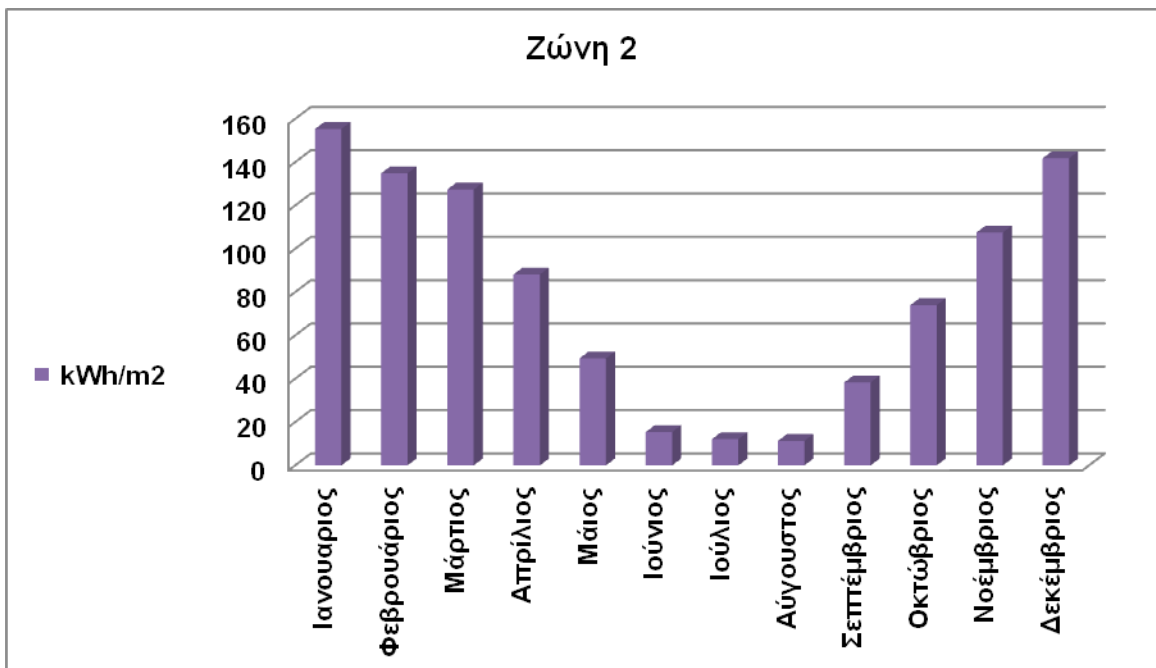
#### 4.3 Ενεργειακές απαιτήσεις περιόδου θέρμανσης

Σχήμα 4 1: Ζώνη 1, Ενεργειακές απαιτήσεις περιόδου θέρμανσης



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σχήμα 4 2: Ζώνη 2, Ενεργειακές απαιτήσεις περιόδου θέρμανσης



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο Θέρμανσης.

Οι συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο Θέρμανσης είναι 454,08 kWh/m<sup>2</sup> και 955,56 kWh/m<sup>2</sup> για τις δύο ζώνες αντίστοιχα.

Το κτίριο καλύπτει επιφάνεια 700,45 m<sup>2</sup> και 117,94 m<sup>2</sup>. Άρα σύμφωνα με τα αποτελέσματα τον προγράμματος απαιτεί για τη θέρμανσή του 454,08\*700,45 + 955,56\*117,94 = 430759,08 kWh

Αντίστοιχα οι ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο ψύξης είναι :

Εικόνα 4 3: Ζώνη 1, Ενεργειακές απαιτήσεις περιόδου ψύξης

Επιλογή κατάστασης: Ψύξη		Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μα	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
+-1	Ενεργειακές απαιτήσεις													
	Ψύξη, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	30,54	27,05	27,13	21,71	16,56	10,57	10,10	9,75	13,75	18,91	23,30	28,42	237,81
2	Αερισμός	131,76	116,72	117,07	93,67	71,46	45,61	43,58	42,06	59,34	81,59	100,54	122,64	1026,06
3	Συνολικές απώλειες	162,30	143,78	144,20	115,38	88,02	56,18	53,68	51,81	73,10	100,50	123,84	151,07	1263,86
4	Ηλιακά κέρδη	1,20	2,13	3,75	5,85	8,22	8,08	7,85	6,70	4,59	2,68	1,33	0,70	53,18
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά κέρδη	38,88	35,12	38,88	37,63	38,88	37,63	38,88	38,88	37,63	38,88	37,63	38,88	457,78
7	Συνολικά κέρδη	40,08	37,25	42,63	43,58	47,10	45,71	46,73	45,58	42,21	41,56	38,96	39,58	510,96
8	Συντελεστής χρήσης	0,228	0,235	0,264	0,322	0,419	0,547	0,589	0,572	0,442	0,346	0,278	0,238	
9	Ενεργειακές απαιτήσεις	3,43	3,40	4,61	6,38	10,23	14,95	16,21	15,95	9,93	6,77	4,56	3,68	100,08

Πηγή: EPA- Νr αποτελέσματα

Εικόνα 4 4: Ζώνη 2, Ενεργειακές απαιτήσεις περιόδου ψύξης

Επιλογή κατάστασης: Ψύξη		Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μα	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
+-1	Ενεργειακές απαιτήσεις													
	Ψύξη, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	68,47	58,93	59,33	47,89	37,18	24,54	23,63	22,90	31,21	42,10	51,22	62,04	527,44
2	Αερισμός	148,81	131,92	132,83	107,21	83,22	54,94	52,91	51,26	69,87	94,25	114,68	138,89	1180,78
3	Συνολικές απώλειες	215,28	190,85	192,16	155,10	120,40	79,48	76,55	74,15	101,08	136,35	165,90	200,93	1708,23
4	Ηλιακά κέρδη	2,69	4,62	8,60	14,30	19,85	19,70	19,16	15,72	10,71	5,88	2,95	1,69	125,86
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά κέρδη	10,90	9,84	10,90	10,55	10,90	10,55	10,90	10,90	10,55	10,90	10,55	10,90	128,31
7	Συνολικά κέρδη	13,59	14,46	19,49	24,85	30,75	30,24	30,06	26,62	21,25	16,77	13,50	12,59	254,17
8	Συντελεστής χρήσης	0,062	0,074	0,098	0,151	0,228	0,316	0,324	0,302	0,193	0,118	0,079	0,062	
9	Ενεργειακές απαιτήσεις	0,23	0,32	0,64	1,49	3,28	5,10	5,24	4,21	1,79	0,71	0,33	0,21	23,54

Πηγή: EPA- Νr αποτελέσματα

Για τα συνολικά θερμικά κέρδη και τις θερμικές απώλειες ισχύει κι εδώ ότι αποτελούνται αντίστοιχα από το άθροισμα των ηλιακών κερδών και των ηλιακών χώρων και το άθροισμα της μεταφοράς και τον αερισμού.

Οι ενεργειακές απαιτήσεις για την ψύξη υπολογίζονται από την σχέση:

$$Q_{NC} = Q_{G,H} - n_{L,C} - Q_{L,C}$$

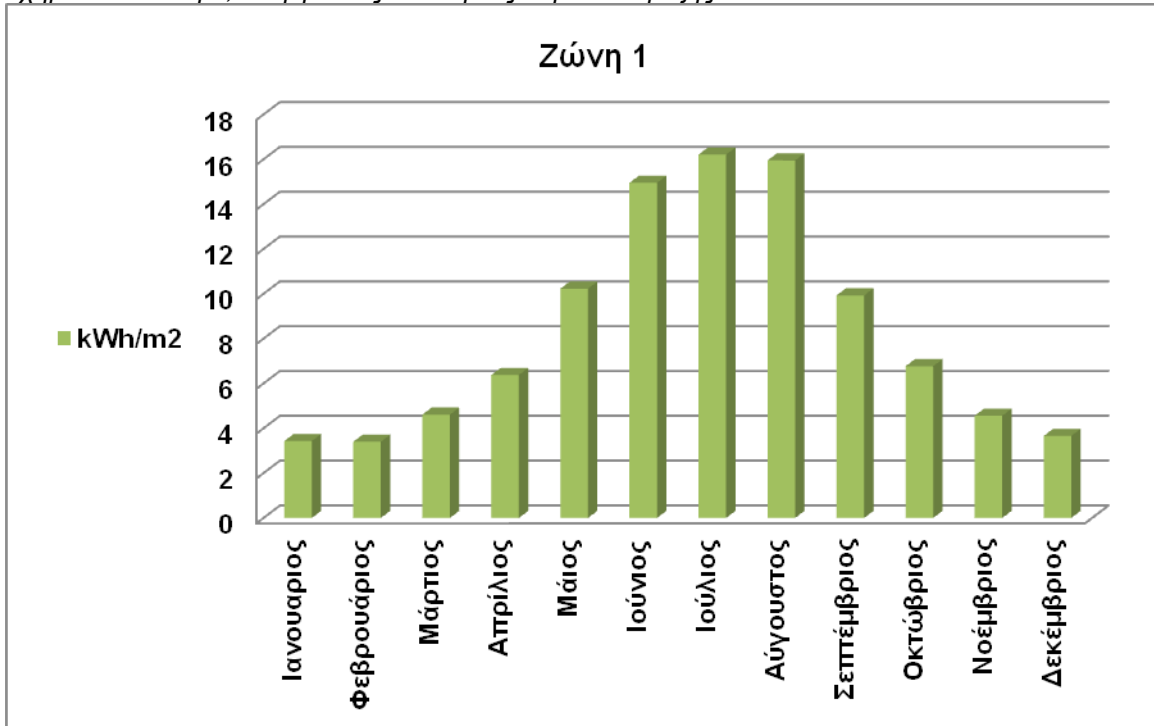
Όπου,

$Q_{NC}$  είναι οι συνολικές απώλειες

$Q_{G,H}$  είναι τα συνολικά εσωτερικά θερμικά κέρδη

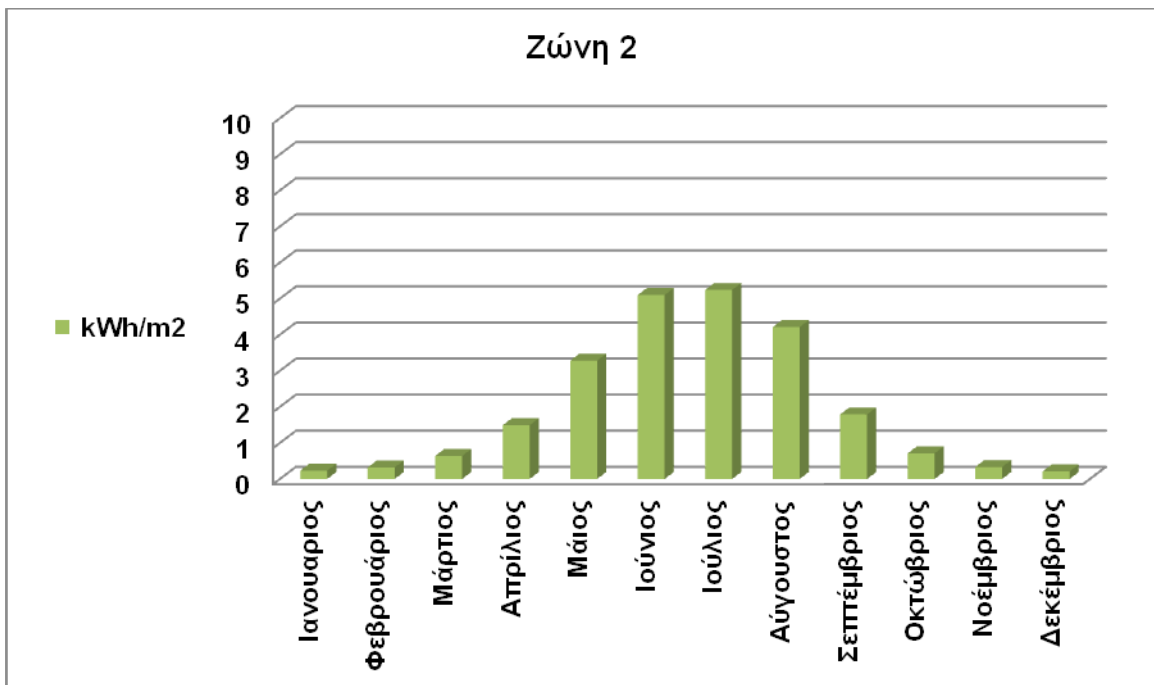
$n_{L,C}$  συντελεστής χρησιμοποίησης απωλειών

Σχήμα 4 3: Ζώνη 1, Ενεργειακές απαιτήσεις περιόδου ψύξης



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σχήμα 4 4: Ζώνη 2, Ενεργειακές απαιτήσεις περιόδου ψύξης



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ενεργειακές απαιτήσεις περιόδου Ψύξης είναι 100,08 kWh/m<sup>2</sup> και 23,54 kWh/m<sup>2</sup>

Οι συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο ψύξης είναι  $100,08 \cdot 700,45 + 117,94 \cdot 23,54 = 72877,34$  kWh/m<sup>2</sup>.

#### 4.4 Ενεργειακές καταναλώσεις

Οι ενεργειακές καταναλώσεις τον κτιρίου προκύπτουν από τα στοιχεία που εισάγαμε στο πρόγραμμα τα οποία αφορούν όχι μόνο το κέλυφος του κτιρίου αλλά και τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης.

Εικόνα 4 5: Ενεργειακές καταναλώσεις

Επιλογή κατάστασης: Θέρμανση													
Ενεργειακές απαιτήσεις	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μα	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
Θέρμανση, kWh/m <sup>2</sup>													
1 Μεταφορά	28,51	25,09	24,27	17,83	11,11	3,95	3,06	2,62	7,92	14,03	19,81	25,88	184,08
2 Αερισμός	99,09	87,19	84,21	61,63	38,02	12,96	9,80	8,26	26,87	48,29	68,58	89,86	634,75
3 Συνολικές απώλειες	127,60	112,28	108,48	79,45	49,13	16,91	12,86	10,88	34,78	62,32	88,39	115,73	818,83
4 Ηλιακά κέρδη	1,23	2,19	3,95	6,38	8,86	8,75	8,50	7,14	4,86	2,78	1,37	0,72	56,72
5 Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 Εσωτερικά θερμικά κέρδη	34,85	31,48	34,85	33,72	34,85	33,72	34,85	34,85	33,72	34,85	33,72	34,85	410,30
7 Συνολικά κέρδη	36,08	33,67	38,80	40,10	43,71	42,47	43,35	41,99	38,58	37,62	35,09	35,56	467,02
8 Ενεργειακές απαιτήσεις	95,87	82,92	75,73	48,35	21,89	3,65	2,40	2,05	13,74	35,16	59,64	84,95	526,35
9													
10 Καταναλωόμενη ενέργεια, kWh/m <sup>2</sup>													
11 Θέρμανση	20,14	17,41	15,91	10,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	12,53	17,84	97,67
12 - Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13 Ψύξη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14 Ύγραση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15 Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16 - Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17 Φατισμός	2,19	1,97	2,19	2,12	2,19	2,12	2,19	2,19	2,12	2,19	2,12	2,19	26,74
18 Ηλεκτρισμός βοηθητικών συστημάτων	4,32	3,90	4,32	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16	4,18	4,32	23,78
19 - Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20 Σύνολο	26,64	23,29	22,41	12,87	2,19	2,12	2,19	2,19	2,12	8,04	18,82	24,34	147,18
21													
22 Κατανάλωση καυσίμων, kWh/m <sup>2</sup>													
+23 Electricity	6,50	5,87	6,50	2,72	2,19	2,12	2,19	2,19	2,12	4,34	6,29	6,50	49,52
24 Fuel oil	20,14	17,41	15,91	10,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	12,53	17,84	97,67
25 Σύνολο	26,64	23,29	22,41	12,87	2,19	2,12	2,19	2,19	2,12	8,04	18,82	24,34	147,18
26													
27 Χρήση πρωτογενούς ενέργειας, kWh/m <sup>2</sup>													
28 Electricity	16,25	14,68	16,25	6,79	5,46	5,29	5,46	5,46	5,29	10,86	15,73	16,25	123,79
29 Fuel oil	20,14	17,41	15,91	10,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	12,53	17,84	97,67
30 Σύνολο	36,39	32,09	32,16	16,95	5,46	5,29	5,46	5,46	5,29	14,55	28,25	34,09	221,46

Πηγή: EPA- Νr αποτελέσματα

Οι ενεργειακές καταναλώσεις και οι ενεργειακές απαιτήσεις συνδέονται μεταξύ τους με συγκεκριμένο τρόπο.

Οι ενεργειακές καταναλώσεις οι οποίες αφορούν στη θέρμανση, τη χρήση δηλαδή πετρελαίου προκύπτουν από τις ενεργειακές απαιτήσεις της περιόδου θέρμανσης διαιρεμένες με τον συντελεστή απόδοσης του συστήματος θέρμανσης η όπου:

$$\eta = (\text{συντελεστής απόδοσης λέβητα}) \times (\text{συντελεστής απόδοσης συστήματος διανομής}) = 0.90 \times 0.95 = 0.855$$

Το σύνολο των ενεργειακών καταναλώσεων είναι 147,18 kWh / m<sup>2</sup>.

Κτίριο αναφοράς

Τα αποτελέσματα για τις ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου αναφοράς προέκυψαν από την εφαρμογή του προγράμματος όπως περιγράφηκε πιο πάνω.

Για τη θέρμανση προκύπτει :

Εικόνα 4 6: Ζώνη 1, Ενεργειακές καταναλώσεις για τη θέρμανση

Επιλογή κατάστασης: Θέρμανση		Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαί	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
→1	Ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανση, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	25,57	22,49	21,66	15,76	9,55	3,00	2,15	1,75	6,64	12,25	17,58	23,15	161,54
2	Ακριαμός	96,29	84,68	81,59	59,34	35,98	11,28	8,11	6,59	25,01	46,12	66,21	87,17	608,37
3	Συνολικές απώλειες	121,86	107,17	103,26	75,10	45,54	14,28	10,26	8,34	31,65	58,36	83,79	110,31	769,91
4	Ηλιακά κέρδη	0,99	1,79	3,18	5,08	7,04	6,93	6,73	5,72	3,90	2,26	1,11	0,56	45,29
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά κέρδη	38,90	35,13	38,90	37,64	38,90	37,64	38,90	37,64	38,90	37,64	38,90	37,64	457,99
7	Συνολικά κέρδη	39,89	36,93	42,08	42,72	45,93	44,57	45,63	44,62	41,54	41,16	38,75	39,46	503,29
8	Συντελεστής χρήσης	0,875	0,867	0,837	0,766	0,607	0,281	0,207	0,176	0,525	0,710	0,812	0,861	
9	Ενεργειακές απαιτήσεις	86,96	75,16	68,02	42,39	17,68	1,74	0,79	0,50	9,84	29,12	52,31	76,35	460,67
10														

Πηγή: EPA- Νr αποτελέσματα

Εικόνα 4 7: Ζώνη 2, Ενεργειακές καταναλώσεις για τη θέρμανση

Επιλογή κατάστασης: Θέρμανση		Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαί	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
→1	Ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανση, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	51,81	45,69	44,66	33,67	22,45	10,27	8,88	8,14	16,95	27,39	37,01	47,37	354,30
2	Ακριαμός	115,74	102,05	99,76	75,21	50,15	22,94	19,84	18,19	37,87	61,18	82,67	105,82	791,42
3	Συνολικές απώλειες	167,56	147,74	144,42	108,87	72,61	33,20	28,72	26,33	54,82	88,57	119,68	153,19	1145,72
4	Ηλιακά κέρδη	2,31	3,97	7,40	12,31	17,10	16,97	16,50	13,54	9,21	5,05	2,54	1,45	108,35
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά κέρδη	10,91	9,85	10,91	10,56	10,91	10,96	10,91	10,91	10,56	10,91	10,56	10,91	128,45
7	Συνολικά κέρδη	13,22	13,82	18,31	22,87	28,01	27,53	27,41	24,44	19,77	15,96	13,10	12,36	236,81
8	Συντελεστής χρήσης	0,977	0,971	0,956	0,916	0,829	0,646	0,605	0,614	0,841	0,930	0,964	0,976	
9	Ενεργειακές απαιτήσεις	154,64	134,32	126,92	87,93	49,39	15,42	12,13	11,33	38,19	73,71	107,06	141,13	952,18
10														

Πηγή: EPA- Νr αποτελέσματα

Για την ψύξη προκύπτει :

Εικόνα 4 8: Ζώνη 1, Ενεργειακές καταναλώσεις για τη ψύξη

Επιλογή κατάστασης: Ψύξη		Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαί	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
→1	Ενεργειακές απαιτήσεις ψύξη, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	30,25	26,79	26,87	21,50	16,40	10,47	10,00	9,66	13,62	18,73	23,08	28,15	235,53
2	Ακριαμός	131,76	116,72	117,07	93,67	71,46	45,61	43,58	42,06	59,34	81,59	100,54	122,64	1026,06
3	Συνολικές απώλειες	162,01	143,52	143,94	115,18	87,86	56,08	53,59	51,72	72,96	100,32	123,62	150,79	1261,59
4	Ηλιακά κέρδη	1,15	2,05	3,60	5,71	7,87	7,73	7,51	6,43	4,40	2,58	1,28	0,67	50,99
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά κέρδη	38,90	35,13	38,90	37,64	38,90	37,64	38,90	38,90	37,64	38,90	37,64	38,90	457,99
7	Συνολικά κέρδη	40,05	37,18	42,50	43,36	46,77	45,37	46,41	45,33	42,05	41,47	38,92	39,57	508,99
8	Συντελεστής χρήσης	0,226	0,235	0,263	0,322	0,417	0,546	0,567	0,571	0,441	0,346	0,278	0,238	
9	Ενεργειακές απαιτήσεις	3,43	3,39	4,58	6,31	10,09	14,76	16,02	15,80	9,87	6,75	4,55	3,67	99,22
10														

Πηγή: EPA- Νr αποτελέσματα

Εικόνα 4 9: Ζώνη 2, Ενεργειακές καταναλώσεις για τη ψύξη

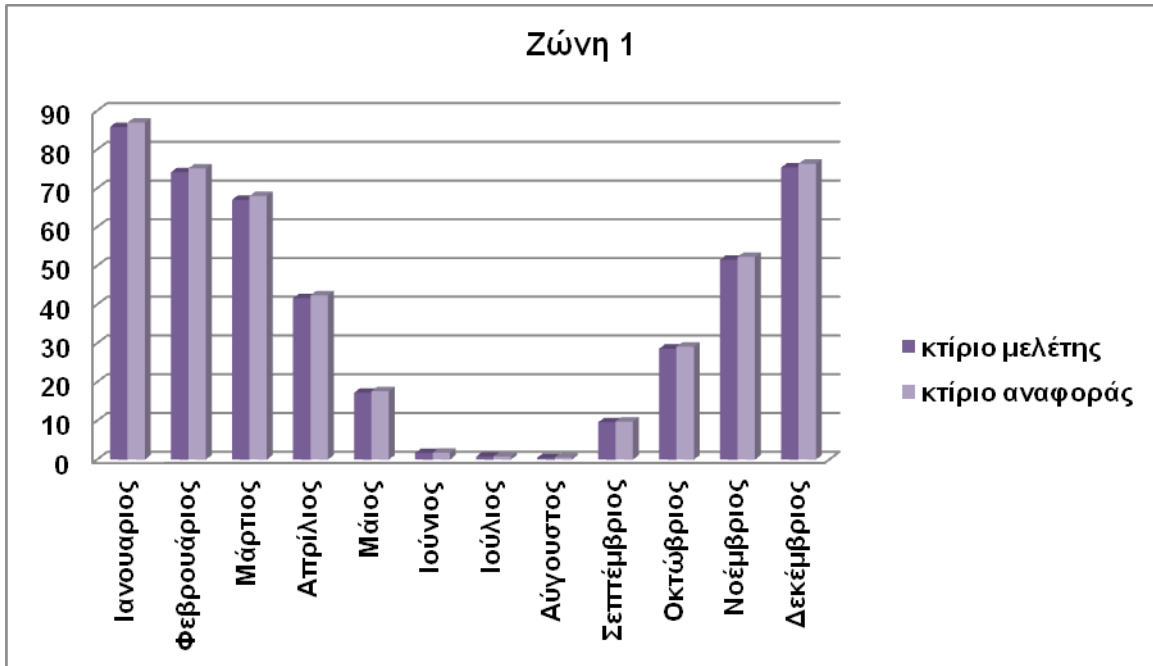
Επιλογή κατάστασης: Ψύξη		Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαί	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
→1	Ενεργειακές απαιτήσεις ψύξη, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	64,87	57,51	57,91	46,74	36,28	23,95	23,07	22,35	30,46	41,09	49,99	60,55	514,77
2	Ακριαμός	148,81	131,92	132,83	107,21	83,22	54,94	52,91	51,26	69,87	94,25	114,68	138,89	1180,78
3	Συνολικές απώλειες	213,69	189,43	190,73	153,95	119,51	78,89	75,98	73,60	100,33	135,33	164,67	199,44	1695,55
4	Ηλιακά κέρδη	2,65	4,53	8,42	14,01	19,44	19,30	18,77	15,39	10,49	5,76	2,91	1,67	123,34
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά κέρδη	10,91	9,85	10,91	10,56	10,91	10,56	10,91	10,56	10,91	10,56	10,91	10,56	128,45
7	Συνολικά κέρδη	13,56	14,38	19,33	24,56	30,35	29,85	29,68	26,30	21,04	16,67	13,46	12,58	251,79
8	Συντελεστής χρήσης	0,062	0,074	0,098	0,150	0,227	0,315	0,323	0,301	0,192	0,118	0,080	0,062	
9	Ενεργειακές απαιτήσεις	0,23	0,31	0,63	1,45	3,20	4,98	5,13	4,12	1,76	0,70	0,33	0,21	23,06
10														

Πηγή: EPA- Νr αποτελέσματα

Μετά τη σύγκριση αποτελεσμάτων του κτιρίου μελέτης και του κτιρίου αναφοράς προκύπτουν τα διαγράμματα :

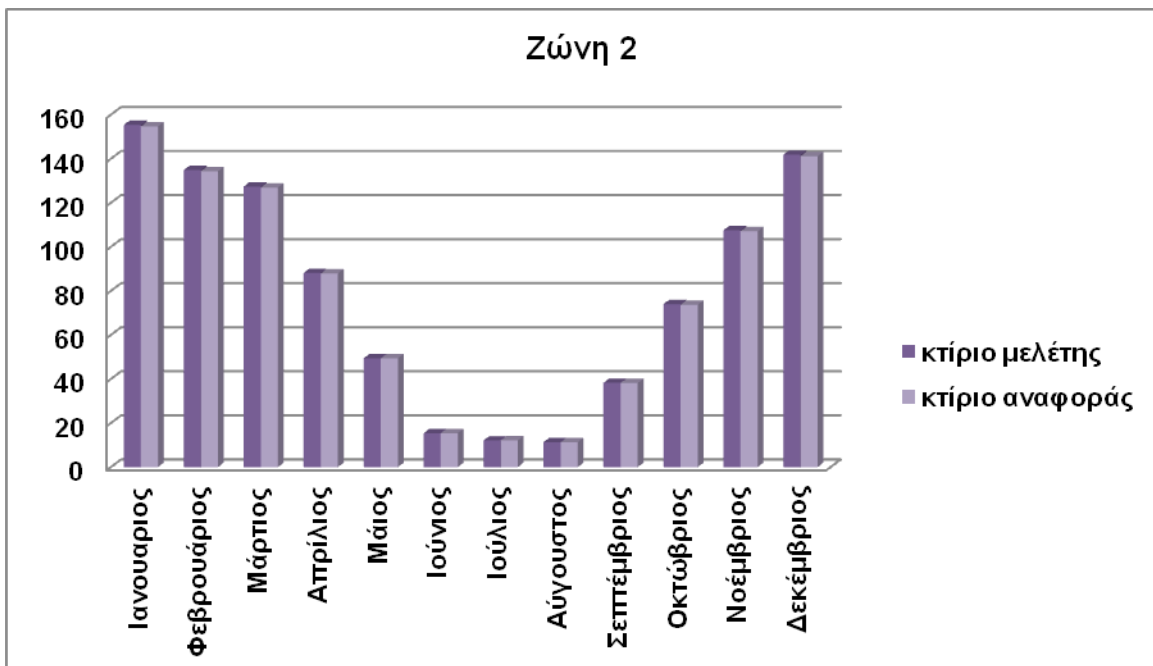
Για τη θέρμανση :

Σχήμα 4 5: Ζώνη 1, Σύγκριση αποτελεσμάτων μελέτης κτιρίου μελέτης και κτιρίου αναφοράς για τη θέρμανση



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

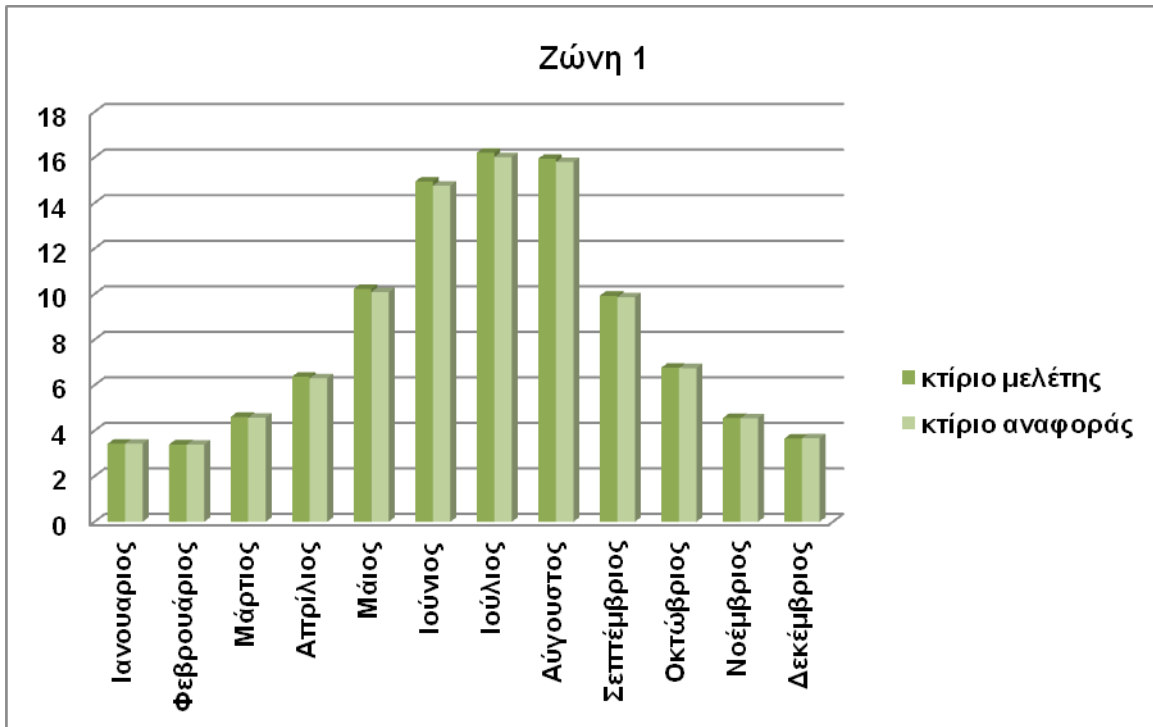
Σχήμα 4 6: Ζώνη 2, Σύγκριση αποτελεσμάτων μελέτης κτιρίου μελέτης και κτιρίου αναφοράς για τη θέρμανση



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

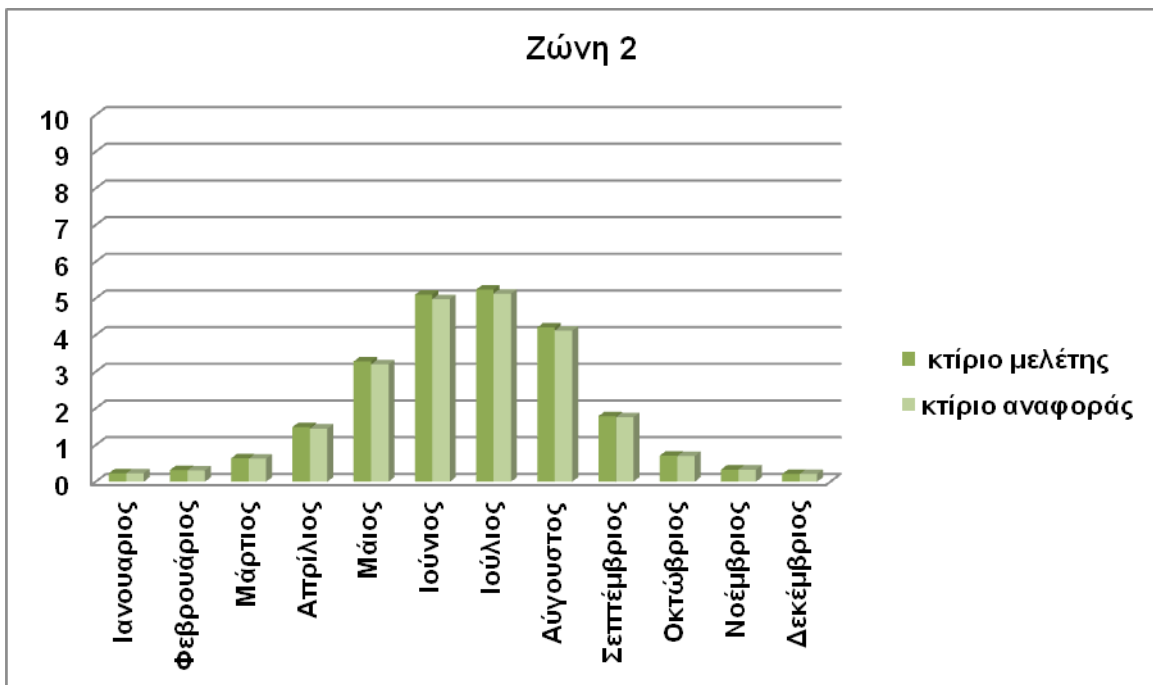
Για την ψύξη :

Σχήμα 4 7: Ζώνη 1, Σύγκριση αποτελεσμάτων μελέτης κτιρίου μελέτης και κτιρίου αναφοράς για τη ψύξη



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σχήμα 4 8: Ζώνη 2, Σύγκριση αποτελεσμάτων μελέτης κτιρίου μελέτης και κτιρίου αναφοράς για τη ψύξη



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από ότι φαίνεται και στα διαγράμματα οι ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου αναφοράς τίνουν να εξισώνονται με αυτές του κτιρίου μελέτης. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το κέλυφος του κτιρίου σχεδιάστηκε επαρκώς και οι προδιαγραφές που τέθηκαν κρίνονται αρχικώς



κατάλληλες από ενεργειακής πλευράς

Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου

Αφού έχου υπολογιστεί οι ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου μελέτης και του κτιρίου αναφοράς μπορούμε να κατατάξουμε ενεργειακά.

Εικόνα 4 10: Ενεργειακές απαιτήσεις κτιρίου μελέτης και κτιρίου αναφοράς

+/-1	Ενεργειακές απαιτήσεις kWh/m <sup>2</sup>	κτιριο μελετης	κτιριο αναφοράς
1	Θέρμανση	526,35	531,67
2	Ψύξη	89,05	88,24
3	Υγρανση	0,00	0,00
4	Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00
5			
6	Κατανάλωση ενέργειας		
7	Θέρμανση	97,67	79,21
8	- Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών	0,00	0,00
9	Ψύξη	0,00	0,00
10	Υγρανση	0,00	0,00
11	Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00
12	- Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών	0,00	0,00
13	Φωτισμός	25,74	25,80
14	Βοηθητική ηλεκτρική ενέργεια	23,78	23,78
15	- Συνεισφορά φωτοβολταϊκών	0,00	0,00
16	Σύνολο	147,18	128,79
17			
18	Οικονομοτεχνική ανάλυση		
19	Ενεργειακό κόστος, ΔΚΚ	966297,41	959931,69
20	Κόστος επένδυσης, ΔΚΚ	0,00	0,00
21	Περίοδος αποπληρωμής, ετη	0,00	0,00
22			

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Το κτίριο κατατάσσεται ενεργειακά σύμφωνα με τη θέση του στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4 1: Κτάταξη κτιρίου

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

Πηγή: Κ.Ε.ν.Α.Κ.

Ο δείκτης  $R_R$  λαμβάνεται ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς

ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και αποτελεί βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης.

Παρατηρούμε από τον πίνακα ότι το άνω όριο της κατηγορίας Β λαμβάνεται ίσο με τον δείκτη  $R_R$ . Είναι δηλαδή ίσο με την ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του EPA-NR η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς είναι  $219,16 \text{ kWh/ m}^2$ , ενώ η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου σύμφωνα με τα πραγματικά δεδομένα είναι  $221,46 \text{ kWh/ m}^2$ .

Συνεπώς ο λόγος  $T$  προκύπτει:

$$T = 221,46 / 219,16 = 1,01$$

Άρα το κτίριο κατατάσσεται στην **Ενεργειακή Κατηγορία Γ**.

## Κεφάλαιο 5 Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας

### 5.1 Σενάριο 1 : Παρέμβαση στην τοιχοποιία.

Το υπάρχον κτίριο έχει σχεδιαστεί και μελετηθεί σύμφωνα με το νόμο περί θερμομόνωσης κτιρίων που καταργήθηκε πρόσφατα. Σαν αποτέλεσμα το είδος και η ποσότητα των υλικών τοιχοποιίας δεν πληρούν τις προδιαγραφές του σημερινού ισχύοντος νόμου.

Στην προσπάθεια μείωσης των ενεργειακών αναγκών επιχειρείται η αλλαγή της τοιχοποιίας και πιο συγκεκριμένα η αύξηση του πάχους του θερμομονωτικού υλικού από 6 cm σε 8 cm.

Σε αυτή την περίπτωση για τις νέες τοιχοποιίες ισχύει :

Εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με εξωτερικό αέρα

Πίνακας 5 1: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  τοιχοποιίας

	$d [m]$	$\lambda [W/mK]$	$r [m^2K/W]$
επίχρισμα εσωτερικό - ασβεστοκονίαμα	0.035	0.750	0.047
οπτοπλινθοδομή	0.060	0.450	0.133
μονωτικό υλικό	0.080	0.035	2.286
οπτοπλινθοδομή	0.090	0.450	0.200
επίχρισμα εξωτερικό - ασβεστοκονίαμα	0.020	0.750	0.027

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$U = 0.349 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο/αέρα (πισίνα)

Πίνακας 5 2: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  τοιχοποιίας επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο (πισίνα)

	$d [m]$	$\lambda [W/mK]$	$r [m^2K/W]$
κεραμικά πλακάκια	0.010	1.840	0.005
υδρομόνωση	0.010	0.330	0.030
τσιμεντοκονία	0.010	1.400	0.007
οπλισμένο σκυρόδεμα	0.250	1.750	0.143
θερμομονωτικό υλικό	0.080	0.035	2.287
οπτοπλινθοδομή	0.060	0.450	0.133
επίχρισμα εξωτερικό	0.020	0.750	0.027

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$U = 0.346 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Κατακόρυφοι δοκοί (θερμαινόμενων χώρων)

Για αυτό το δομικό στοιχείο ισχύουν :

Πίνακας 5 3: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  κατακόρυφων δοκών θερμαινόμενων χώρων

	$d [m]$	$\lambda [W/mK]$	$r [m^2K/W]$
επίχρισμα εσωτερικό - ασβεστοκονίαμα	0.025	0.750	0.033
οπλισμένο σκυρόδεμα	0.200	1.750	0.114
μονωτικό υλικό	0.080	0.035	2.287
επίχρισμα εξωτερικό-ασβεστοκονίαμα	0.025	0.750	0.033

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$U = 0.379 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο

Για αυτό το δομικό στοιχείο ισχύουν :

Πίνακας 5 4: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο

	$d [m]$	$\lambda [W/mK]$	$r [m^2K/W]$
πλακίδια πορσελάνης	0.010	1.840	0.005
τσιμεντοκονία	0.010	1.400	0.007
γαρμπιλόδεμα	0.050	0.640	0.078
οπλισμένο σκυρόδεμα	0.150	2.300	0.065
μονωτικό υλικό	0.080	0.035	2.287
επίχρισμα εξωτερικό - ασβεστοκονίαμα	0.020	0.870	0.023

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$U = 0.356 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Δάπεδο σε επαφή με εξωτερικό αέρα

Για αυτό το δομικό στοιχείο ισχύουν :

Πίνακας 5 5: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο

	$d [m]$	$\lambda [W/mK]$	$r [m^2K/W]$
πλακίδια πορσελάνης	0.010	1.840	0.005
τσιμεντοκονία	0.010	1.400	0.007
γαρμπιλόδεμα	0.050	0.640	0.078
οπλισμένο σκυρόδεμα	0.150	2.300	0.065
μονωτικό υλικό	0.080	0.035	2.287
επίχρισμα εξωτερικό - ασβεστοκονίαμα	0.020	0.870	0.023

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$U = 0.374 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Δάπεδο επάνω από έδαφος θερμαινόμενων χώρων αίθουσας κολυμβητηρίου

Για αυτό το δομικό στοιχείο ισχύουν :

Πίνακας 5 6: Θερμικές Αντιστάσεις  $d/\lambda$  σε  $m^2K/W$  διαχωριστικών επιφανειών αίθουσα κολυμβητηρίου

	$d$ [m]	$\lambda$ [W/mK]	$r$ [m <sup>2</sup> K/W]
κεραμικά πλακάκια	0.010	1.840	0.005
υγρομόνωση	0.010	0.330	0.030
τσιμεντοκονία	0.010	1.400	0.007
οπλισμένο σκυρόδεμα	0.250	1.750	0.143
θερμομονωτικό υλικό	0.080	0.035	2.287
σκυρόδεμα	0.150	1.150	0.130

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

$$U = 0.361 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Με τον τρόπο αυτό και για τη ζώνη 1 για τις νοτιοανατολικές επιφάνειες προκύπτει :

$$U = 0,359 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

Αντίστοιχα για τις υπόλοιπες επιφάνειες προκύπτει :

Βορειοδυτικές επιφάνειες :

$$U = 0,359 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

Νοτιοδυτικές επιφάνειες :

$$U = 0,359 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

Βορειοανατολικές επιφάνειες :

$$U = 0,360 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

### Ενεργειακές απαιτήσεις

Μετά την εφαρμογή στο EPA-NR των αλλαγών στο κέλυφος προκύπτουν οι ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο θέρμανσης και ψύξης αντίστοιχα.

Εικόνα 5 1: Ζώνη 1, Ενεργειακές απαιτήσεις Θέρμανσης

Επιλογή κατάστασης		Θέρμανση												
±.1	Ενεργειακές απαιτ	Jan	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
	Θέρμανση, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	22,13	19,46	18,75	13,64	8,27	2,59	1,86	1,51	5,75	10,60	15,22	20,04	139,84
2	Αερισμός	96,29	84,68	81,59	59,34	35,98	11,28	8,11	6,59	25,01	46,12	66,21	87,17	608,37
3	Συνολικές απώλει	118,4	104,1	100,3	72,98	44,25	13,87	9,97	8,10	30,76	56,72	81,43	107,2	748,21
4	Ηλιακά κέρδη	1,03	1,85	3,26	5,20	7,23	7,14	6,93	5,86	3,99	2,33	1,15	0,59	46,57
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά	38,87	35,11	38,87	37,62	38,87	37,62	38,87	38,87	37,62	38,87	37,62	38,87	457,70
7	Συνολικά κέρδη	39,91	36,96	42,14	42,82	46,10	44,76	45,80	44,74	41,61	41,20	38,77	39,47	504,26
8	Συντελεστής χρήσι	0,873	0,864	0,834	0,761	0,599	0,274	0,202	0,171	0,518	0,705	0,809	0,858	
9	Ενεργειακές απαιτ	83,60	72,20	65,19	40,40	16,63	1,59	0,72	0,46	9,22	27,67	50,07	73,33	441,08
10														

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Εικόνα 5 2: Ζώνη 2, Ενεργειακές απαιτήσεις Θέρμανσης

Επιλογή κατάστασης		Θέρμανση												
+/-	Ενεργειακές απαιτ	Jan	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
	Θέρμανση, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	48,53	42,79	41,83	31,53	21,03	9,62	8,32	7,63	15,88	25,65	34,66	44,37	331,82
2	Αερισμός	115,7	102,0	99,76	75,21	50,15	22,94	19,84	18,19	37,87	61,18	82,67	105,8	791,42
3	Συνολικές απώλει	164,2	144,8	141,5	106,7	71,18	32,55	28,16	25,81	53,75	86,83	117,3	150,1	1123,24
4	Ηλιακά κέρδη	2,35	4,01	7,46	12,40	17,20	17,07	16,60	13,62	9,28	5,11	2,58	1,48	109,16
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά	10,89	9,84	10,89	10,54	10,89	10,54	10,89	10,89	10,54	10,89	10,54	10,89	128,26
7	Συνολικά κέρδη	13,24	13,85	18,35	22,94	28,09	27,61	27,49	24,52	19,83	16,00	13,12	12,38	237,42
8	Συντελεστής χρήσι	0,977	0,970	0,955	0,915	0,826	0,641	0,600	0,608	0,839	0,930	0,963	0,976	
9	Ενεργειακές απαιτ	151,3	131,4	124,0	85,76	47,97	14,85	11,66	10,90	37,12	71,96	104,7	138,1	929,80

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Οι συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο Θέρμανσης είναι 441,08 kWh/m<sup>2</sup> και 929,80 kWh/m<sup>2</sup> για τις δύο ζώνες αντίστοιχα.

Το κτίριο καλύπτει επιφάνεια 700,45 m<sup>2</sup> και 117,94 m<sup>2</sup>. Άρα σύμφωνα με τα αποτελέσματα τον προγράμματος απαιτεί για τη θέρμανσή του  $441,08 \cdot 700,45 + 929,80 \cdot 117,94 = 418615,10$  kWh. Σε σύγκριση με το αρχικό κτίριο οι απαιτήσεις μειώνονται κατά 2,82 %

Αντίστοιχα οι ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο ψύξης είναι :

Εικόνα 5 3: Ζώνη 1, Ενεργειακές απαιτήσεις ψύξης

Επιλογή κατάστασης		Ψύξη												
+/-	Ενεργειακές απαιτήσεις	Jan	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
	Ψύξη, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	27,96	24,77	24,84	19,88	15,16	9,68	9,25	8,93	12,59	17,32	21,34	26,03	217,75
2	Αερισμός	131,7	116,7	117,0	93,67	71,46	45,61	43,58	42,06	59,34	81,59	100,5	122,6	1026,06
3	Συνολικές απώλει	159,7	141,5	141,9	113,5	86,62	55,29	52,83	50,99	71,94	98,91	121,8	148,6	1243,81
4	Ηλιακά κέρδη	1,19	2,10	3,68	5,83	8,05	7,92	7,70	6,56	4,49	2,63	1,32	0,70	52,18
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά	38,87	35,11	38,87	37,62	38,87	37,62	38,87	38,87	37,62	38,87	37,62	38,87	457,70
7	Συνολικά κέρδη	40,06	37,21	42,55	43,45	46,93	45,54	46,57	45,44	42,11	41,51	38,94	39,57	509,88
8	Συντελεστής χρήσι	0,229	0,239	0,267	0,326	0,423	0,553	0,574	0,577	0,447	0,351	0,282	0,241	
9	Ενεργειακές απαιτ	3,46	3,42	4,63	6,40	10,25	14,99	16,26	16,00	9,98	6,82	4,59	3,69	100,49

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Εικόνα 5 4: Ζώνη 2, Ενεργειακές απαιτήσεις ψύξης

Επιλογή κατάστασης: Ψύξη

+/-1	Ενεργειακές απαιτήσεις	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
	Ψύξη, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	61,54	54,56	54,93	44,34	34,42	22,72	21,88	21,20	28,90	38,98	47,43	57,44	488,32
2	Αερισμός	148,8	131,9	132,8	107,2	83,22	54,94	52,91	51,26	69,87	94,25	114,6	138,8	1180,78
3	Συνολικές απώλειες	210,3	186,4	187,7	151,5	117,6	77,66	74,79	72,46	98,77	133,2	162,1	196,3	1669,11
4	Ηλιακά κέρδη	2,68	4,57	8,47	14,07	19,51	19,36	18,83	15,46	10,54	5,80	2,94	1,70	123,93
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά	10,89	9,84	10,89	10,54	10,89	10,54	10,89	10,89	10,54	10,89	10,54	10,89	128,26
7	Συνολικά κέρδη	13,58	14,41	19,36	24,61	30,41	29,90	29,73	26,35	21,08	16,70	13,48	12,59	252,19
8	Συντελεστής χρήσιμ	0,063	0,076	0,100	0,153	0,231	0,320	0,328	0,306	0,195	0,120	0,081	0,063	
9	Ενεργειακές απαιτ	0,23	0,32	0,63	1,47	3,24	5,05	5,19	4,18	1,78	0,71	0,33	0,21	23,35

Πηγή: EPA- Νr αποτελέσματα

Ενεργειακές απαιτήσεις περιόδου Ψύξης είναι 100,08 kWh/m<sup>2</sup> και 23,54 kWh/m<sup>2</sup>

Οι συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο ψύξης είναι  $100,08 \cdot 700,45 + 117,94 \cdot 23,54 = 72877,34$  kWh/m<sup>2</sup>.

### Ενεργειακές καταναλώσεις

Οι ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου προκύπτουν από τα στοιχεία που εισάγαμε στο πρόγραμμα τα οποία αφορούν όχι μόνο το κέλυφος του κτιρίου αλλά και τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης.

Εικόνα 5.5: Εικόνα 5.6: Ενεργειακές καταναλώσεις

Επιλογή κατάστασης: Θέρμανση ▼

+1	Ενεργειακές απαιτ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο	▲
	Θέρμανση, kWh/m <sup>2</sup>														
1	Συνολικές απώλειαι	25,94	22,83	22,08	16,22	10,11	3,60	2,79	2,40	7,21	12,77	18,02	23,54	167,50	
2	Αερισμός	99,09	87,19	84,21	61,63	38,02	12,96	9,80	8,26	26,87	48,29	68,58	89,86	634,75	
+3	Συνολικές απώλειαι	125,0	110,0	106,2	77,85	48,13	16,56	12,59	10,65	34,07	61,06	86,60	113,4	802,25	
4	Ηλιακά κέρδη	1,22	2,16	3,87	6,24	8,67	8,57	8,32	6,98	4,75	2,73	1,35	0,72	55,59	
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	Εσωτερικά θερμικά	34,84	31,47	34,84	33,72	34,84	33,72	34,84	34,84	33,72	34,84	33,72	34,84	410,22	
7	Συνολικά κέρδη	36,06	33,63	38,71	39,96	43,51	42,28	43,16	41,82	38,47	37,57	35,07	35,56	465,81	
8	Ενεργειακές απαιτ	93,36	80,73	73,67	46,93	21,15	3,50	2,30	1,96	13,24	34,05	57,94	82,67	511,51	
9															
10	Καταναλισκόμενη ε														
11	Θέρμανση	19,61	16,96	15,47	9,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,58	12,17	17,36	95,00	
12	- Ηλιακή ενέργεια γ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	Ψύξη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
14	Υγγραση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
15	Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
16	- Ηλιακή ενέργεια γ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
17	Φωτισμός	2,18	1,97	2,18	2,11	2,18	2,11	2,18	2,18	2,11	2,18	2,11	2,18	25,71	
18	Ηλεκτρισμός βοηθ	4,32	3,90	4,32	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16	4,18	4,32	23,78	
19	- Ενέργεια απο φω	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20	Σύνολο	26,11	22,83	21,97	12,57	2,18	2,11	2,18	2,18	2,11	7,92	18,46	23,86	144,49	
21															

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα



### Ενεργειακές καταναλώσεις

Το σύνολο των ενεργειακών καταναλώσεων όπως προκύπτει από το λογισμικό είναι 144,49 kWh/ m<sup>2</sup>.

Εικόνα 5 6: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου

+-1	Ενεργειακές απαιτήσεις kWh/m <sup>2</sup>	ΚΤΙΡΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑ	σεναριο 1
1	Θέρμανση	526,35	531,67	511,51
2	Ψύξη	89,05	88,24	89,38
3	Υγρανση	0,00	0,00	0,00
4	Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00
5				
6	Κατανάλωση ενέργειας			
7	Θέρμανση	97,67	79,21	95,00
8	- Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών	0,00	0,00	0,00
9	Ψύξη	0,00	0,00	0,00
10	Υγρανση	0,00	0,00	0,00
11	Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00
12	- Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών	0,00	0,00	0,00
13	Φωτισμός	25,74	25,80	25,71
14	Βοηθητική ηλεκτρική ενέργεια	23,78	23,78	23,78
15	- Συνεισφορά φωτοβολταϊκών	0,00	0,00	0,00
16	Σύνολο	147,18	128,79	144,49
17				
18	Οικονομοτεχνική ανάλυση			
19	Ενεργειακό κόστος, ΔΚΚ	966297,41	959931,69	964761,82
20	Κόστος επένδυσης, ΔΚΚ	0,00	0,00	0,00
21	Περίοδος αποπληρωμής, ετη	0,00	0,00	0,00
22				

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Αφού έχου υπολογιστεί οι ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου μελέτης και του κτιρίου αναφοράς μπορούμε να κατατάξουμε ενεργειακά.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του EPA-NR η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς είναι 219,16 kWh/ m<sup>2</sup> , ενώ η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου σύμφωνα με τα πραγματικά δεδομένα είναι 218,73 kWh/ m<sup>2</sup>.

Συνεπώς ο λόγος T προκύπτει:

$$T = 218,73 / 219,16 = 0,998$$

Άρα το κτίριο κατατάσσεται στην **Ενεργειακή Κατηγορία B**.

### 5.2 Σενάριο 2 : Παρέμβαση στην τοιχοποιία και ταυτόχρονα αλλαγή κουφωμάτων

Αντικατάσταση υπάρχουσών υαλοστασίων με διπλά υαλοστάσια χαμηλής εκπεμφιμότητας (low – e). Καθώς τα ανοίγματα παίζουν μεγάλο ρόλο στις θερμικές απώλειες του κελύφους είναι σημαντικό να εξετασθεί η βελτιστοποίηση της θερμοπερατότητας και αυτής της

συνιστώσας τον κτιριακού κελύφους, με μείωση της Θερμικής διαπερατότητας των ανοιγμάτων από 2,75 σε 1,8.

Με αυτό τον τρόπο προκύπτει :

### Ενεργειακές απαιτήσεις

Μετά την εφαρμογή στο EPA-NR των αλλαγών στο κέλυφος προκύπτουν οι ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο θέρμανσης και ψύξης αντίστοιχα.

Εικόνα 5 7: Ζώνη 1, Ενεργειακές απαιτήσεις Θέρμανσης

Επιλογή κατάστασης		Θέρμανση												
+1	ενεργειακές απαιτήσεις	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
	Θέρμανση, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	20,50	18,03	17,37	12,63	7,66	2,40	1,73	1,40	5,32	9,82	14,09	18,56	129,51
2	Αερισμός	96,29	84,68	81,59	59,34	35,98	11,28	8,11	6,59	25,01	46,12	66,21	87,17	608,37
3	Συνολικές απώλειε	116,7	102,7	98,96	71,98	43,64	13,68	9,83	7,99	30,34	55,93	80,30	105,7	737,88
4	Ηλιακά κέρδη	1,03	1,85	3,26	5,20	7,23	7,14	6,93	5,86	3,99	2,33	1,15	0,59	46,57
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά	38,87	35,11	38,87	37,62	38,87	37,62	38,87	38,87	37,62	38,87	37,62	38,87	457,70
7	Συνολικά κέρδη	39,91	36,96	42,14	42,82	46,10	44,76	45,80	44,74	41,61	41,20	38,77	39,47	504,27
8	Συντελεστής χρήση	0,872	0,863	0,833	0,759	0,596	0,272	0,200	0,169	0,514	0,703	0,807	0,857	
9	Ενεργειακές απαιτή	82,00	70,80	63,86	39,48	16,17	1,53	0,69	0,43	8,94	26,99	49,01	71,90	431,80

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Εικόνα 5 8: Ζώνη 2, Ενεργειακές απαιτήσεις Θέρμανσης

Επιλογή κατάστασης		Θέρμανση												
+1	Ενεργειακές απαιτή	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
	Θέρμανση, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	40,67	35,86	35,05	26,42	17,62	8,06	6,97	6,39	13,31	21,50	29,05	37,18	278,07
2	Αερισμός	115,7	102,0	99,76	75,21	50,15	22,94	19,84	18,19	37,87	61,18	82,67	105,8	791,42
3	Συνολικές απώλειε	156,4	137,9	134,8	101,6	67,78	30,99	26,81	24,58	51,18	82,67	111,7	143,0	1069,50
4	Ηλιακά κέρδη	2,35	4,01	7,46	12,40	17,20	17,07	16,60	13,62	9,28	5,11	2,58	1,48	109,16
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά	10,89	9,84	10,89	10,54	10,89	10,54	10,89	10,89	10,54	10,89	10,54	10,89	128,26
7	Συνολικά κέρδη	13,24	13,85	18,35	22,94	28,09	27,61	27,49	24,52	19,83	16,00	13,12	12,38	237,42
8	Συντελεστής χρήση	0,976	0,970	0,955	0,912	0,821	0,631	0,589	0,598	0,834	0,928	0,963	0,976	
9	Ενεργειακές απαιτή	143,4	124,4	117,2	80,70	44,71	13,57	10,61	9,93	34,64	67,83	99,09	130,9	877,25

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Οι συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο Θέρμανσης είναι 431,80 kWh/m<sup>2</sup> και 877,25 kWh/m<sup>2</sup> για τις δύο ζώνες αντίστοιχα.

Το κτίριο καλύπτει επιφάνεια 700,45 m<sup>2</sup> και 117,94 m<sup>2</sup>. Άρα σύμφωνα με τα αποτελέσματα τον προγράμματος απαιτεί για τη θέρμανσή του 431,80\*700,45 + 877,25\*117,94 =405917,175 kWh. Σε σύγκριση με το αρχικό κτίριο οι απαιτήσεις μειώνονται κατά 5,77 %

Εικόνα 5 9: Ζώνη 1, Ενεργειακές απαιτήσεις ψύξης

Επιλογή κατάστασης		Ψύξη												
+1	ενεργειακές απαιτήσεις	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
	Ψύξη, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	25,73	22,79	22,86	18,29	13,95	8,91	8,51	8,21	11,59	15,93	19,63	23,95	200,34
2	Αερισμός	131,7	116,7	117,0	93,67	71,46	45,61	43,58	42,06	59,34	81,59	100,5	122,6	1026,06
3	Συνολικές απώλειε	157,4	139,5	139,9	111,94	85,41	54,52	52,09	50,28	70,93	97,52	120,1	146,5	1226,40
4	Ηλιακά κέρδη	1,19	2,10	3,68	5,83	8,05	7,92	7,70	6,56	4,49	2,63	1,32	0,70	52,18
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά	38,87	35,11	38,87	37,62	38,87	37,62	38,87	38,87	37,62	38,87	37,62	38,87	457,70
7	Συνολικά κέρδη	40,06	37,21	42,55	43,45	46,93	45,54	46,57	45,44	42,11	41,51	38,94	39,57	509,88
8	Συντελεστής χρήση	0,232	0,242	0,271	0,330	0,428	0,558	0,579	0,583	0,452	0,355	0,285	0,245	
9	Ενεργειακές απαιτή	3,48	3,44	4,67	6,45	10,34	15,11	16,39	16,14	10,07	6,87	4,63	3,72	101,32

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Εικόνα 5 10: Ζώνη 2, Ενεργειακές απαιτήσεις ψύξης

Επιλογή κατάστασης		Ψύξη												
+1	Ενεργειακές απαιτή	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
	Ψύξη, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	51,44	45,60	45,91	37,06	28,77	18,99	18,29	17,72	24,15	32,58	39,64	48,01	408,14
2	Αερισμός	148,8	131,9	132,8	107,2	83,22	54,94	52,91	51,26	69,87	94,25	114,6	138,8	1180,78
3	Συνολικές απώλειε	200,2	177,5	178,7	144,2	111,94	73,93	71,20	68,97	94,02	126,8	154,3	186,9	1588,92
4	Ηλιακά κέρδη	2,68	4,57	8,47	14,07	19,51	19,36	18,83	15,46	10,54	5,80	2,94	1,70	123,93
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά	10,89	9,84	10,89	10,54	10,89	10,54	10,89	10,89	10,54	10,89	10,54	10,89	128,26
7	Συνολικά κέρδη	13,58	14,41	19,36	24,61	30,41	29,90	29,73	26,35	21,08	16,70	13,48	12,59	252,20
8	Συντελεστής χρήση	0,067	0,079	0,105	0,160	0,242	0,334	0,342	0,320	0,205	0,126	0,085	0,066	
9	Ενεργειακές απαιτή	0,23	0,32	0,64	1,50	3,33	5,20	5,35	4,30	1,83	0,72	0,33	0,22	23,98

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Ενεργειακές απαιτήσεις περιόδου Ψύξης είναι 101,32 kWh/m<sup>2</sup> και 23,98 kWh/m<sup>2</sup>  
 Οι συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για την περίοδο ψύξης είναι 101,32\*700,45 +  
 117,94\*23,98 = 73797,79 kWh/m<sup>2</sup>.

## Ενεργειακές καταναλώσεις

Εικόνα 5 11: Ενεργειακές καταναλώσεις

Επιλογή κατάστασης		Θέρμανση												
+/-	Ενεργειακές απαιτήσεις	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
	Θέρμανση, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	23,40	20,60	19,92	14,62	9,10	3,22	2,48	2,12	6,47	11,50	16,25	21,24	150,92
2	Αερισμός	99,09	87,19	84,21	61,63	38,02	12,96	9,80	8,26	26,87	48,29	68,58	89,86	634,75
3	Συνολικές απώλειες	122,5	107,7	104,1	76,25	47,12	16,18	12,28	10,38	33,34	59,79	84,83	111,1	785,67
4	Ηλιακά κέρδη	1,22	2,16	3,87	6,24	8,67	8,57	8,32	6,98	4,75	2,73	1,35	0,72	55,59
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά	34,84	31,47	34,84	33,72	34,84	33,72	34,84	34,84	33,72	34,84	33,72	34,84	410,22
7	Συνολικά κέρδη	36,06	33,63	38,71	39,96	43,51	42,28	43,16	41,82	38,47	37,57	35,07	35,56	465,81
8	Ενεργειακές απαιτ	90,86	78,54	71,56	45,42	20,28	3,26	2,12	1,80	12,64	32,87	56,23	80,40	495,99
9														
10	Καταναλισκόμενη ε													
11	Θέρμανση	19,08	16,49	15,03	9,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,45	11,81	16,89	92,29
12	- Ηλιακή ενέργεια γ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Ψύξη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Υγρανση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	- Ηλιακή ενέργεια γ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	Φωτισμός	2,18	1,97	2,18	2,11	2,18	2,11	2,18	2,18	2,11	2,18	2,11	2,18	25,71
18	Ηλεκτρισμός βοηθ	4,32	3,90	4,32	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16	4,18	4,32	23,78
19	- Ενέργεια απο φω	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Σύνολο	25,58	22,36	21,53	12,25	2,18	2,11	2,18	2,18	2,11	7,79	18,10	23,39	141,79
21														
22	Κατανάλωση καυσ													
23	Electricity	6,50	5,87	6,50	2,72	2,18	2,11	2,18	2,18	2,11	4,34	6,29	6,50	49,49
24	Fuel oil	19,08	16,49	15,03	9,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,45	11,81	16,89	92,29
25	Σύνολο	25,58	22,36	21,53	12,25	2,18	2,11	2,18	2,18	2,11	7,79	18,10	23,39	141,79

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Το σύνολο των ενεργειακών καταναλώσεων όπως προκύπτει από το λογισμικό είναι 141,79 kWh/ m<sup>2</sup>.

Εικόνα 5 12: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου

+1	Ενεργειακές απαιτήσεις kWh/m <sup>2</sup>	ΚΤΙΡΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑ	σεναριο 1	σεναριο 2
1	Θέρμανση	526,35	531,67	511,51	495,99
2	Ψύξη	89,05	88,24	89,38	90,18
3	Υγρανση	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00
5					
6	Κατανάλωση ενέργειας				
7	Θέρμανση	97,67	79,21	95,00	92,29
8	- Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Ψύξη	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Υγρανση	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00
12	- Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Φωτισμός	25,74	25,80	25,71	25,71
14	Βοηθητική ηλεκτρική ενέργεια	23,78	23,78	23,78	23,78
15	- Συνεισφορά φωτοβολταϊκών	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Σύνολο	147,18	128,79	144,49	141,79
17					
18	Οικονομοτεχνική ανάλυση				
19	Ενεργειακό κόστος, ΔΚΚ	966297,41	959931,69	964761,82	963669,83
20	Κόστος επένδυσης, ΔΚΚ	0,00	0,00	0,00	0,00
21	Περίοδος αποπληρωμής, ετη	0,00	0,00	0,00	0,00
22					

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Και σε αυτή την περίπτωση το κτίριο κατατάσσεται στην **Ενεργειακή Κατηγορία B**.

### 5.3 Σενάριο 3: Αλλαγή καυσίμου

Προχωρώντας ακόμη περισσότερο την προσπάθεια για βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου επιχειρούμε να εξετάσουμε την περίπτωση της αλλαγής καυσίμου. Αντικαθιστούμε λοιπόν τη χρήση πετρελαίου με φυσικό αέριο.

Σε αυτή την περίπτωση τα αποτελέσματα του λογισμικού διαμορφώνονται ως εξής :

#### Ενεργειακές απαιτήσεις

#### Θέρμανση

Εικόνα 5 13: Ζώνη 1, Ενεργειακές απαιτήσεις Θέρμανσης

Επιλογή κατάστασης		Θέρμανση												
+1	Ενεργειακές απαιτή	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
	Θέρμανση, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	20,50	18,03	17,37	12,63	7,66	2,40	1,73	1,40	5,32	9,82	14,09	18,56	129,51
2	Αερισμός	96,29	84,68	81,59	59,34	35,98	11,28	8,11	6,59	25,01	46,12	66,21	87,17	608,37
3	Συνολικές απώλειε	116,7	102,7	98,96	71,98	43,64	13,68	9,83	7,99	30,34	55,93	80,30	105,7	737,88
4	Ηλιακά κέρδη	1,03	1,85	3,26	5,20	7,23	7,14	6,93	5,86	3,99	2,33	1,15	0,59	46,57
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά	38,87	35,11	38,87	37,62	38,87	37,62	38,87	38,87	37,62	38,87	37,62	38,87	457,70
7	Συνολικά κέρδη	39,91	36,96	42,14	42,82	46,10	44,76	45,80	44,74	41,61	41,20	38,77	39,47	504,27
8	Συντελεστής χρήση	0,872	0,863	0,833	0,759	0,596	0,272	0,200	0,169	0,514	0,703	0,807	0,857	
9	Ενεργειακές απαιτή	82,00	70,80	63,86	39,48	16,17	1,53	0,69	0,43	8,94	26,99	49,01	71,90	431,80

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Εικόνα 5 14: Ζώνη 2, Ενεργειακές απαιτήσεις Θέρμανσης

Επιλογή κατάστασης		Θέρμανση												
+1	Ενεργειακές απαιτή	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
	Θέρμανση, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	40,67	35,86	35,05	26,42	17,62	8,06	6,97	6,39	13,31	21,50	29,05	37,18	278,07
2	Αερισμός	115,7	102,0	99,76	75,21	50,15	22,94	19,84	18,19	37,87	61,18	82,67	105,8	791,42
3	Συνολικές απώλειε	156,4	137,9	134,8	101,6	67,78	30,99	26,81	24,58	51,18	82,67	111,7	143,0	1069,50
4	Ηλιακά κέρδη	2,35	4,01	7,46	12,40	17,20	17,07	16,60	13,62	9,28	5,11	2,58	1,48	109,16
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά	10,89	9,84	10,89	10,54	10,89	10,54	10,89	10,89	10,54	10,89	10,54	10,89	128,26
7	Συνολικά κέρδη	13,24	13,85	18,35	22,94	28,09	27,61	27,49	24,52	19,83	16,00	13,12	12,38	237,42
8	Συντελεστής χρήση	0,976	0,970	0,955	0,912	0,821	0,631	0,589	0,598	0,834	0,928	0,963	0,976	
9	Ενεργειακές απαιτή	143,4	124,4	117,2	80,70	44,71	13,57	10,61	9,93	34,64	67,83	99,09	130,9	877,25

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα  
Ψύξη

Εικόνα 5 15: Ζώνη 1, Ενεργειακές απαιτήσεις ψύξης

Επιλογή κατάστασης		Ψύξη												
+1	Ενεργειακές απαιτήσε	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
	Ψύξη, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	25,73	22,79	22,86	18,29	13,95	8,91	8,51	8,21	11,59	15,93	19,63	23,95	200,34
2	Αερισμός	131,7	116,7	117,0	93,67	71,46	45,61	43,58	42,06	59,34	81,59	100,5	122,6	1026,06
3	Συνολικές απώλειε	157,4	139,5	139,9	111,96	85,41	54,52	52,09	50,28	70,93	97,52	120,1	146,5	1226,40
4	Ηλιακά κέρδη	1,19	2,10	3,68	5,83	8,05	7,92	7,70	6,56	4,49	2,63	1,32	0,70	52,18
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά	38,87	35,11	38,87	37,62	38,87	37,62	38,87	38,87	37,62	38,87	37,62	38,87	457,70
7	Συνολικά κέρδη	40,06	37,21	42,55	43,45	46,93	45,54	46,57	45,44	42,11	41,51	38,94	39,57	509,88
8	Συντελεστής χρήση	0,232	0,242	0,271	0,330	0,428	0,558	0,579	0,583	0,452	0,355	0,285	0,245	
9	Ενεργειακές απαιτή	3,48	3,44	4,67	6,45	10,34	15,11	16,39	16,14	10,07	6,87	4,63	3,72	101,32

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Εικόνα 5 16: Ζώνη 2, Ενεργειακές απαιτήσεις ψύξης

Επιλογή κατάστασης		Ψύξη												
+1	Ενεργειακές απαιτήσε	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
	Ψύξη, kWh/m <sup>2</sup>													
1	Μεταφορά	51,44	45,60	45,91	37,06	28,77	18,99	18,29	17,72	24,15	32,58	39,64	48,01	408,14
2	Αερισμός	148,8	131,9	132,8	107,2	83,22	54,94	52,91	51,26	69,87	94,25	114,6	138,8	1180,78
3	Συνολικές απώλειε	200,2	177,5	178,7	144,2	111,99	73,93	71,20	68,97	94,02	126,8	154,3	186,9	1588,92
4	Ηλιακά κέρδη	2,68	4,57	8,47	14,07	19,51	19,36	18,83	15,46	10,54	5,80	2,94	1,70	123,93
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Εσωτερικά θερμικά	10,89	9,84	10,89	10,54	10,89	10,54	10,89	10,89	10,54	10,89	10,54	10,89	128,26
7	Συνολικά κέρδη	13,58	14,41	19,36	24,61	30,41	29,90	29,73	26,35	21,08	16,70	13,48	12,59	252,20
8	Συντελεστής χρήση	0,067	0,079	0,105	0,160	0,242	0,334	0,342	0,320	0,205	0,126	0,085	0,066	
9	Ενεργειακές απαιτή	0,23	0,32	0,64	1,50	3,33	5,20	5,35	4,30	1,83	0,72	0,33	0,22	23,98

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Όπως φαίνεται στους πίνακες οι ενεργειακές απαιτήσεις δεν αλλάζουν από το σενάριο 2 αφού οι ενεργειακές απαιτήσεις αφορούν μόνο την κατασκευή του κελύφους.

## Ενεργειακές καταναλώσεις

Εικόνα 5 17: Ενεργειακές καταναλώσεις

Επιλογή κατάστασης		Θέρμανση													
←-1	Ενεργειακές απαιτ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο	▲
	Θέρμανση, kWh/m <sup>2</sup>														
1	Μεταφορά	23,40	20,60	19,92	14,62	9,10	3,22	2,48	2,12	6,47	11,50	16,25	21,24	150,92	
2	Αερισμός	99,09	87,19	84,21	61,63	38,02	12,96	9,80	8,26	26,87	48,29	68,58	89,86	634,75	
3	Συνολικές απώλει	122,5	107,7	104,1	76,25	47,12	16,18	12,28	10,38	33,34	59,79	84,83	111,1	785,67	
4	Ηλιακά κέρδη	1,22	2,16	3,87	6,24	8,67	8,57	8,32	6,98	4,75	2,73	1,35	0,72	55,59	
5	Ηλιακός χώρος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	Εσωτερικά θερμικά	34,84	31,47	34,84	33,72	34,84	33,72	34,84	34,84	33,72	34,84	33,72	34,84	410,22	
7	Συνολικά κέρδη	36,06	33,63	38,71	39,96	43,51	42,28	43,16	41,82	38,47	37,57	35,07	35,56	465,81	
8	Ενεργειακές απαιτ	90,86	78,54	71,56	45,42	20,28	3,26	2,12	1,80	12,64	32,87	56,23	80,40	495,99	
9															
10	Καταναλισκόμενη ε														
11	Θέρμανση	19,08	16,49	15,03	9,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,45	11,81	16,34	91,75	
12	- Ηλιακή ενέργεια γ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	Ψύξη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
14	Υγρανση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
15	Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
16	- Ηλιακή ενέργεια γ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
17	Φωτισμός	2,18	1,97	2,18	2,11	2,18	2,11	2,18	2,11	2,18	2,11	2,18	2,11	25,71	
18	Ηλεκτρισμός βοηθ	4,32	3,90	4,32	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16	4,18	4,32	23,78	
19	- Ενέργεια απο φω	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20	Σύνολο	25,58	22,36	21,53	12,25	2,18	2,11	2,18	2,18	2,11	7,79	18,10	22,84	141,24	
21															
22	Κατανάλωση καυσ														
23	Electricity	6,50	5,87	6,50	2,72	2,18	2,11	2,18	2,11	4,34	6,29	6,50	49,49		
24	Natural gas, low er	19,08	16,49	15,03	9,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,45	11,81	16,34	91,75	
25	Σύνολο	25,58	22,36	21,53	12,25	2,18	2,11	2,18	2,11	7,79	18,10	22,84	141,24		

Πηγή: EPA- Νr αποτελέσματα

Το σύνολο των ενεργειακών καταναλώσεων όπως προκύπτει από το λογισμικό είναι 141,24 kWh/ m<sup>2</sup> . Βλέπουμε ότι μόνο με την αλλαγή καυσίμου και χωρίς άλλη παρέμβαση στη μορφολογία του κτιρίου οι ενεργειακές καταναλώσεις μειώνονται.

Εικόνα 5 18: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου

+/-1	Ενεργειακές απαιτήσεις	ΚΤΙΡΙΟ ΜΕΛΕΤΗ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟ	σεναριο 1	σεναριο 2	σεναριο 4
	kWh/m <sup>2</sup>					
1	Θέρμανση	526,35	531,67	511,51	495,99	495,99
2	Ψύξη	89,05	88,24	89,38	90,18	90,18
3	Υγρανση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5						
6	Κατανάλωση ενέργειας					
7	Θέρμανση	97,67	79,21	95,00	92,29	91,75
8	- Συνεισφορά ηλεκτών συλλεκτ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Ψύξη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Υγρανση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	- Συνεισφορά ηλεκτών συλλεκτ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Φωτισμός	25,74	25,80	25,71	25,71	25,71
14	Βοηθητική ηλεκτρική ενέργεια	23,78	23,78	23,78	23,78	23,78
15	- Συνεισφορά φωτοβολταϊκών	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Σύνολο	147,18	128,79	144,49	141,79	141,24
17						
18	Οικονομοτεχνική ανάλυση					
19	Ενεργειακό κόστος, ΔΚΚ	966297,41	959931,69	964761,82	963669,83	3854157,76
20	Κόστος επένδυσης, ΔΚΚ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	Περίοδος αποπληρωμής, ετη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22						
23						

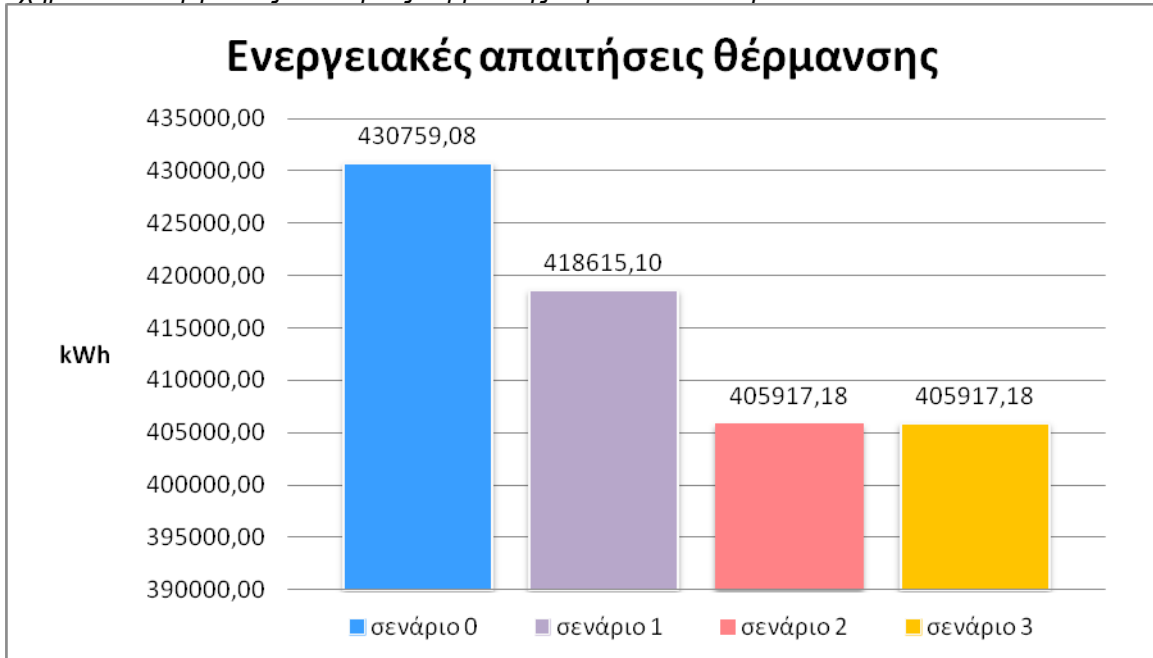
Πηγή: EPA- Νr αποτελέσματα



## 5.4 Σύγκριση σεναρίων

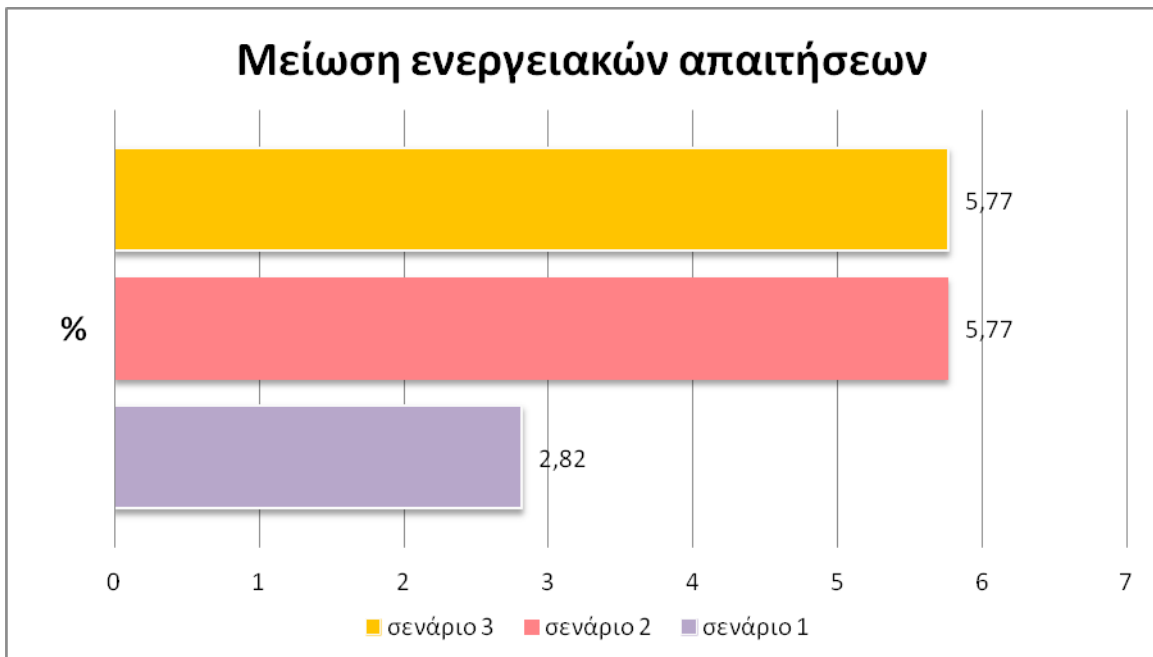
Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται γραφικά οι ενεργειακές απαιτήσεις και οι ενεργειακές καταναλώσεις για το αρχικό κτίριο (σενάριο 1) και για κάθε παρέμβαση που επιχειρείται στο κτίριο.

Σχήμα 5 1: Ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανσης κτιρίου ανά σενάριο



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

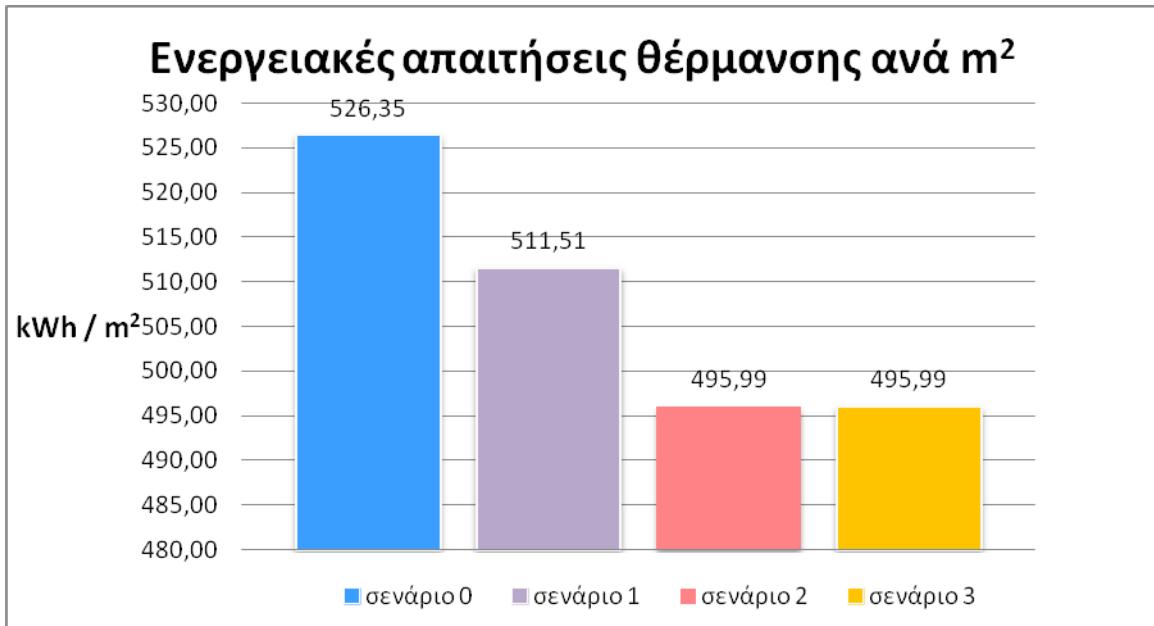
Σχήμα 5 2: Μείωση ενεργειακών απαιτήσεων ανά σενάριο



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

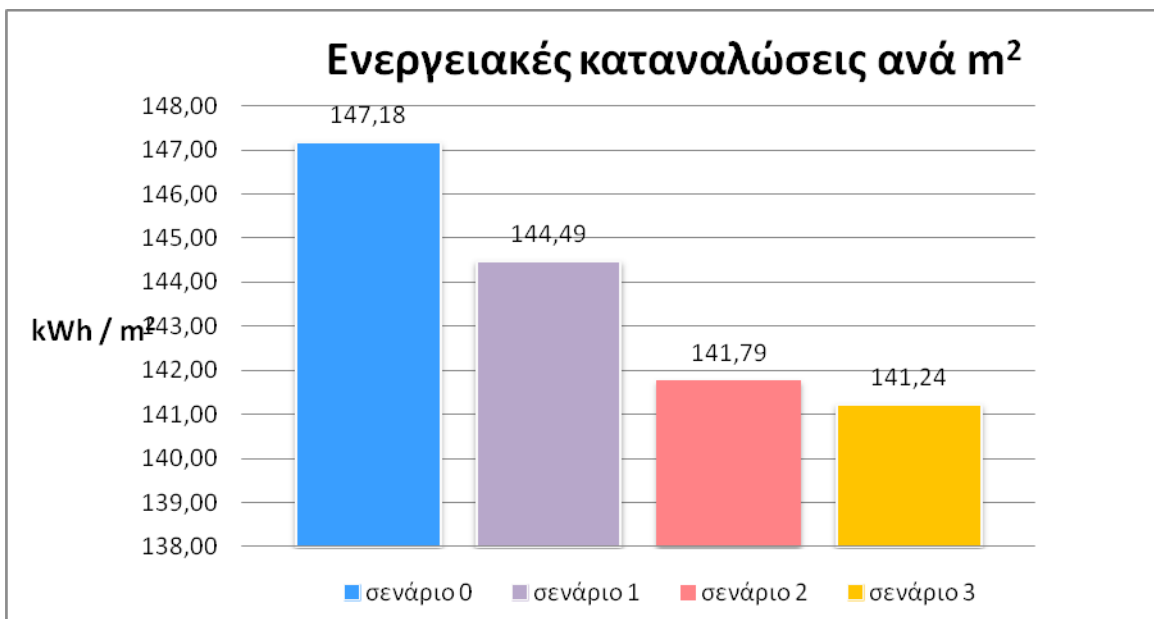
Ανά τ.μ. οι ενεργειακές απαιτήσεις προκύπτουν ως εξής :

Σχήμα 5 3: Ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανσης ανά  $m^2$  για κάθε σενάριο παρέμβασης



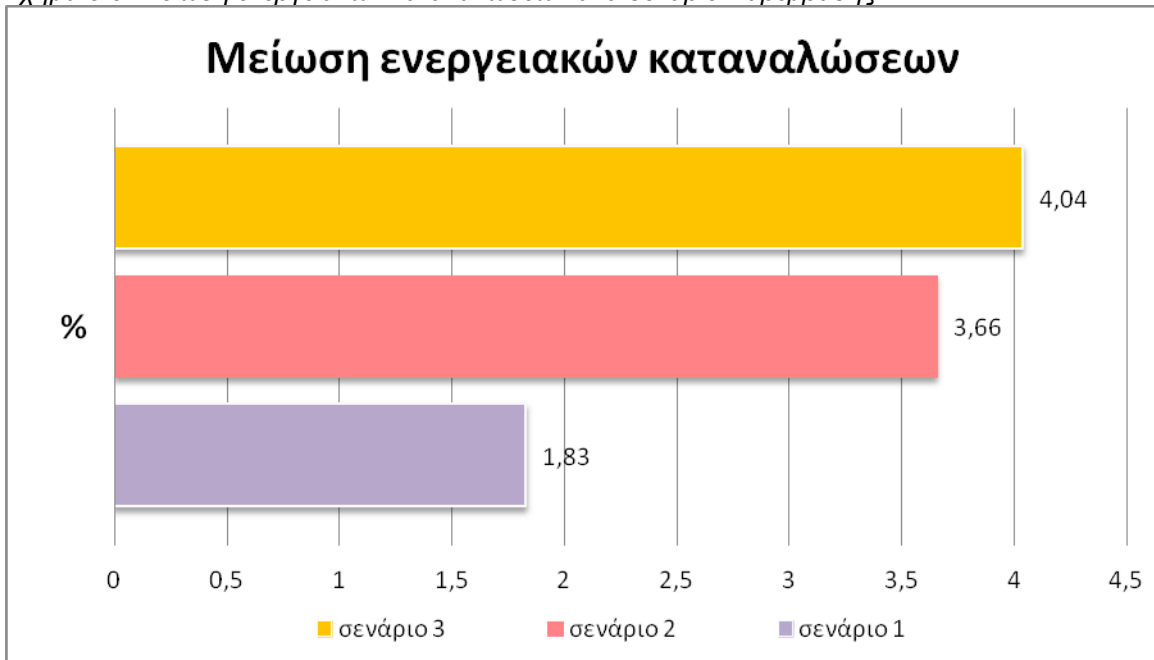
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σχήμα 5 4: Ενεργειακές καταναλώσεις ανά  $m^2$  για κάθε σενάριο παρέμβασης



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

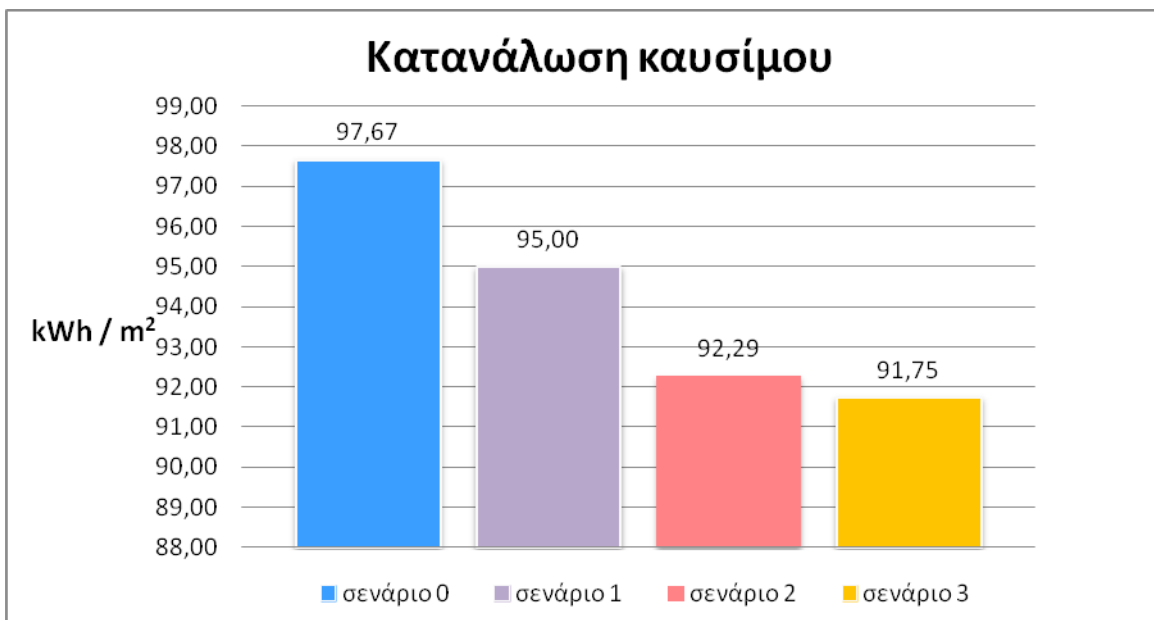
Σχήμα 5 5: Μείωση ενεργειακών καταναλώσεων ανά σενάριο παρέμβασης



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

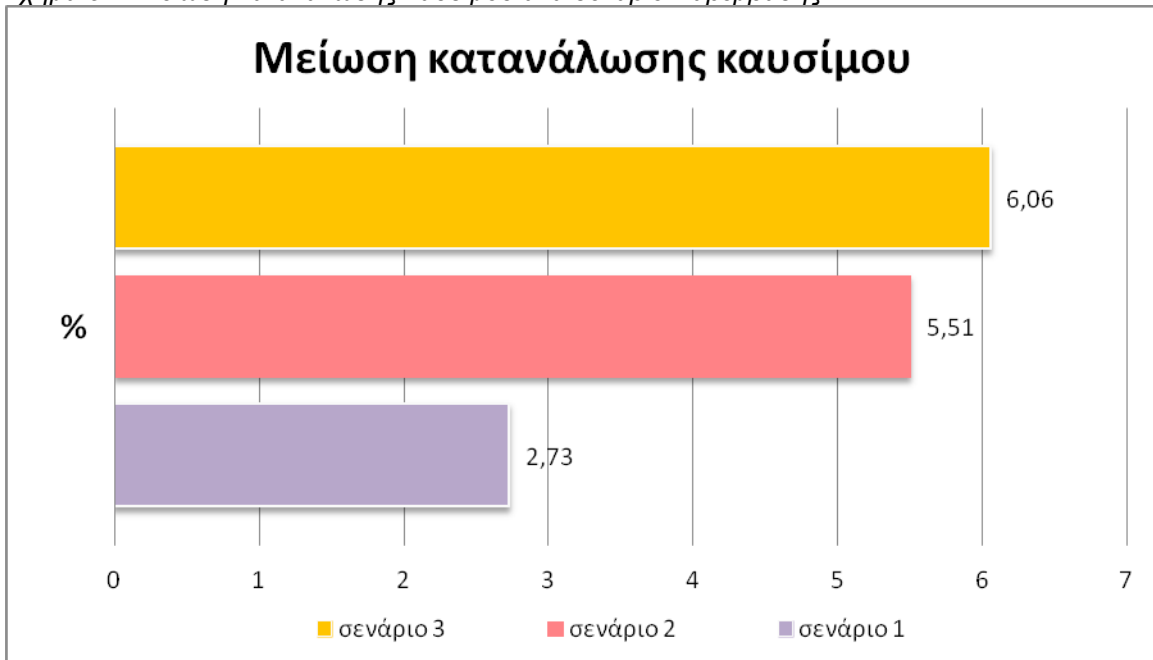
Συνεχίζοντας τη σύγκριση των αποτελεσμάτων εξετάζεται η ποσότητα του καυσίμου που απαιτείται για να καλυφθούν οι ανάγκες του κτιρίου σε κάθε σενάριο.

Σχήμα 5 6: Κατανάλωση καυσίμου ανά σενάριο παρέμβασης



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σχήμα 5 7: Μείωση κατανάλωσης καυσίμου ανά σενάριο παρέμβασης



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

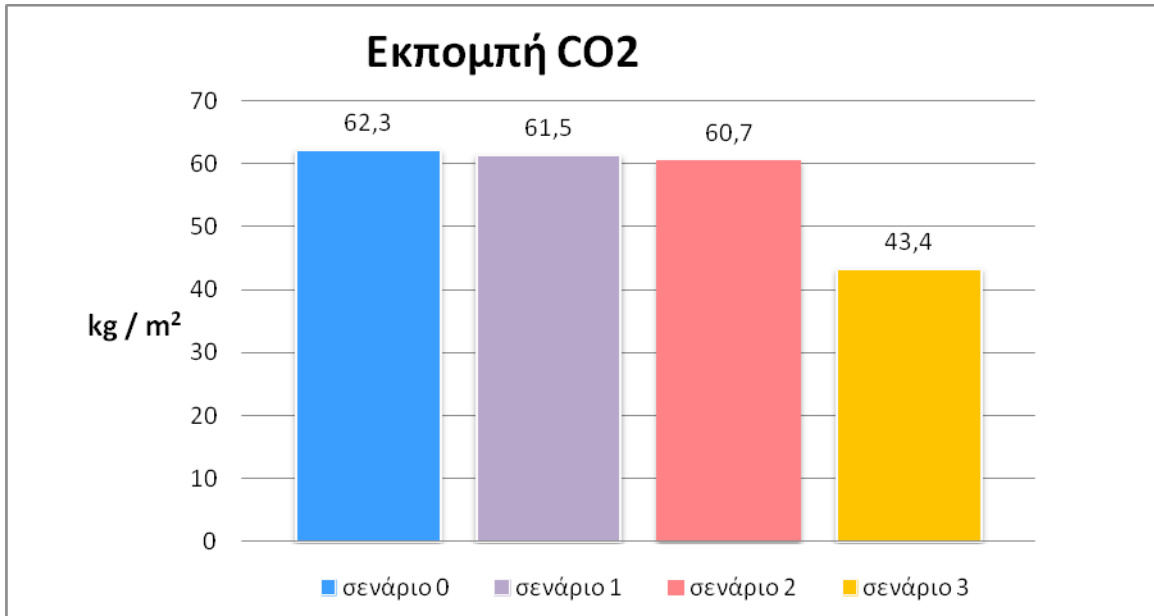
Η αύξηση της θερμομόνωσης κατά 2 cm μόνο μειώνει την κατανάλωση καυσίμου κατά 2,73 %. Φαίνεται επίσης ότι μια αλλαγή στα κουφώματα επιφέρει μείωση 2,78% επιπλέον στην κατανάλωση καυσίμου.

Επομένως η αποσβεση μιας τέτοιας επέμβασης μπορεί να επιτευχθεί στα πρώτα χρόνια λειτουργίας του κτιρίου.

Τέλος αποδεικνύεται ότι το φυσικό αέριο εκτός του χαμηλού κόστους προμήθειάς του προσφέρει και μεγαλύτερη οικονομία στην κατανάλωσή του.

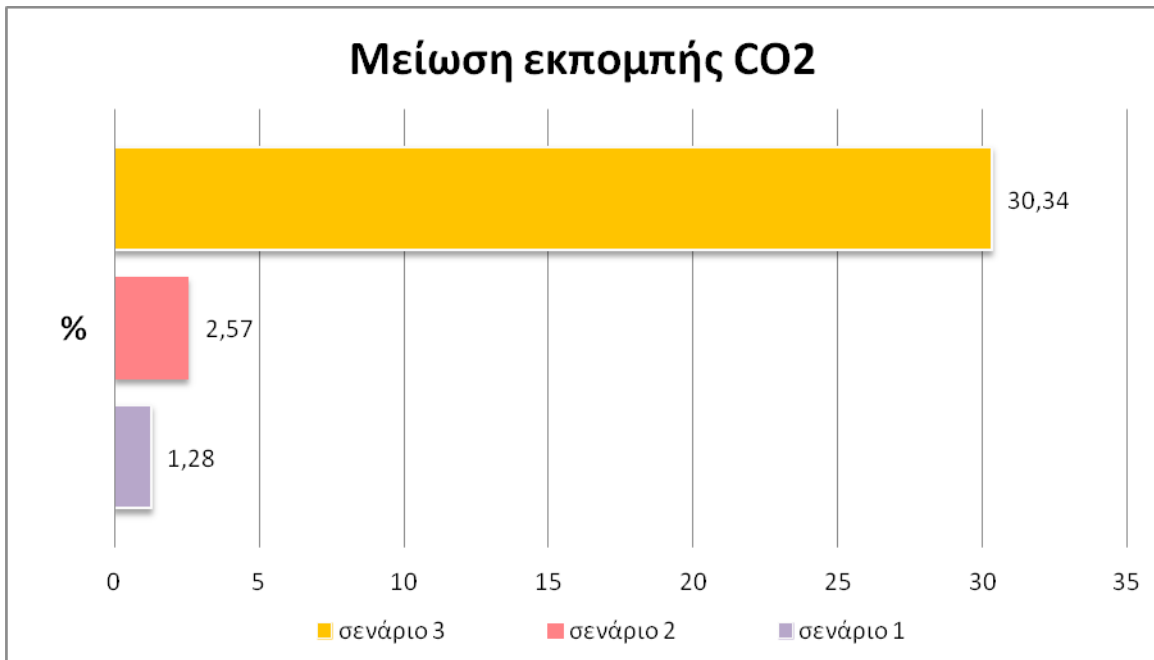
Όσον αφορά τα περιβαλλοντικά οφέλη αυτά συνοψίζονται στα διαγράμματα εκπομπής CO<sub>2</sub> για κάθε σενάριο.

Σχήμα 5 8: Διάγραμμα εκπομπής CO<sub>2</sub> για κάθε σενάριο



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σχήμα 5 9: Διάγραμμα μείωσης εκπομπής CO<sub>2</sub> για κάθε σενάριο



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ξεχωρίζει η εντυπωσιακή μείωση των εκπομπών από τη χρήση φυσικού αερίου κατά 27,77% περεταίρω από το αμέσως προηγούμενο σενάριο.

## 5.5 Οικονομοτεχνική μελέτη

Η οικονομοτεχνική ανάλυση των σεναρίων που ακολουθεί έγινε στην προσπάθεια ανάδειξης της πιο συμφέρουσας πρότασης για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου μελέτης.

Όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί το λογισμικό EPA-NR υπολόγισε ένα ενεργειακό κόστος, για τα σενάρια που δημιουργήθηκαν, πολλαπλάσιο του πραγματικού.

Αυτή η αδυναμία του προγράμματος κατά πάσα πιθανότητα οφείλεται σε παραλείψεις των βιβλιοθηκών του. Παρότι το γεγονός αυτό δεν συνεισφέρει στη μελέτη της περίπτωσης μας ανέδειξε ένα από τα πιθανά σημεία του λογισμικού που χρίζουν βελτίωσης.

Εικόνα 5 19: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου

+1	Ενεργειακές απαιτήσεις	ΚΤΙΡΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑ	σενاريو 1	σενاريو 2
	kWh/m <sup>2</sup>				
1	Θέρμανση	526,35	531,67	511,51	495,99
2	Ψύξη	89,05	88,24	89,38	90,18
3	Υγρανση	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00
5					
6	Κατανάλωση ενέργειας				
7	Θέρμανση	97,67	79,21	95,00	92,29
8	- Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Ψύξη	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Υγρανση	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00
12	- Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Φωτισμός	25,74	25,80	25,71	25,71
14	Βοηθητική ηλεκτρική ενέργεια	23,78	23,78	23,78	23,78
15	- Συνεισφορά φωτοβολταϊκών	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Σύνολο	147,18	128,79	144,49	141,79
17					
18	Οικονομοτεχνική ανάλυση				
19	Ενεργειακό κόστος, DKK	966297,41	959931,69	964761,82	963669,83
20	Κόστος επένδυσης, DKK	0,00	0,00	0,00	0,00
21	Περίοδος αποπληρωμής, ετη	0,00	0,00	0,00	0,00

Πηγή: EPA- Nr αποτελέσματα

Για να υπολογίσουμε το κόστος των παρεμβάσεων που προτάθηκαν και την περίοδο αποπληρωμής της επένδυσης έγινε έρευνα στις τιμές που ισχύουν στη σημερινή αγορά και αναζητήθηκαν στοιχεία για άλλα κτίρια κολυμβητηρίων. Όπως είναι φανερό οι τιμές είναι προσεγγιστικές και όχι απόλυτα ακριβείς.

Σενάριο 0: κόστος προμήθειας πετρελαίου 60.000 € / έτος

Σενάριο 1: κόστος προμήθειας πετρελαίου 58.362 € / έτος (μείωση 2,73%)

Κόστος επένδυσης  $2.468,03 \text{ m}^2 * 20 \text{ €/ m}^2 = 49.360,06 \text{ ευρώ}$

Διαφορά κόστους προμήθειας πετρελαίου 1.638 € / έτος

Περίοδος αποπληρωμής  $49.360,06 \text{ €} / 1.638 \text{ €} / \text{έτος} = 30, 13 \text{ έτη περίπου } 30 \text{ έτη}$

Αντιστοιχα για το Σενάριο 2 προκύπτει:

Σενάριο 2: κόστος προμήθειας πετρελαίου 56.694 € / έτος (μείωση 5,51%)

Κόστος επένδυσης (154,495 m<sup>2</sup> \* 60 € / m<sup>2</sup>) + 49.360,06 € = 58.629,76 ευρώ

Διαφορά κόστους προμήθειας πετρελαίου 3.306 € / έτος

Περίοδος αποπληρωμής 58.629,76 € / 3.306 € / έτος = 17, 73 έτη περίπου 18 έτη

Τα αποτελέσματα για το κόστος των προτεινόμενων παρεμβάσεων και το χρόνο αποπληρωμής τους συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

*Πίνακας 5 7: Κόστος προτεινόμενων παρεμβάσεων*

	Κόστος προμήθειας πετρελαίου (€ / έτος)	Κόστος επένδυσης (€ / m <sup>2</sup> )	Συνολικό κόστος επένδυσης (€)	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)
<b>Σενάριο 0</b>	60.000	-	-	-
<b>Σενάριο 1</b>	58.362	20	49.360,06	30
<b>Σενάριο 2</b>	56.694	20+60	58.629,76	18

*Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

## Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα

Μετα την ολοκλήρωση της διπλωματικής αυτής εργασίας, έχει δημιουργηθεί ένα πολύτιμο πληροφοριακό υπόβαθρο όσον αφορά στα χαρακτηριστικά του υπό μελέτη κτιρίου. Η μελέτη διεξήχθη σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ελληνικού Κανονισμού Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) και με βάση τα διεθνή στάνταρ που ορίζει το πρότυπο ISO 13790. Η τήρηση των προδιαγραφών αυτών σε συνδυασμό με τη συγκροτημένη και μεθοδική δουλειά εξασφαλίζει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

Το κτίριο του κολυμβητηρίου του Μετσόβου αν και σχεδιάστηκε και μελετήθηκε πριν αρκετά χρόνια, λόγω διαφόρων παραγόντων η κατασκευή του δεν έχει ολοκληρωθεί ακόμα.

Αξιίζει να αναφέρουμε ότι η συλλογή των στοιχείων δεν ήταν εύκολη και χρειάστηκε σε πολλές περιπτώσεις να παρακαμφθεί η γραφειοκρατία και να γίνουν παραδοχές κατά την εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό πρόγραμμα λόγω έλλειψης στοιχείων.

Για τη λειτουργία του κτιρίου έχει διεξαχθεί Μελέτη Θερμομόνωσης σύμφωνα με το νόμο περί οικοδομικών αδειών που ίσχυε μέχρι το 2010.

Η ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου κρίνεται καλή αλλά υπολείπεται σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ.

Δεδομένου ότι το κτίριο έχει αυξημένες ενεργειακές ανάγκες λόγω της χρήσης του και ότι βρίσκεται σε μια ορεινή περιοχή που οι καιρικές συνθήκες επιβάλλουν αυξημένες καταναλώσεις, κρίνεται αναγκαία η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς.

Αυτό το γεγονός ενισχύεται από την παγκόσμια προσπάθεια μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης προς όφελος του περιβάλλοντος και τη στροφή σε πιο καθαρές και λιγότερο βλαβερές μορφές ενέργειας.

Το γεγονός ότι το κτίριο παραμένει μέχρι αυτή τη στιγμή ημιτελές, φανερώνει την πολυετή καθυστέρηση, προφανώς λόγω έλλειψης χρηματοδοτήσεων, αλλά παράλληλα προσφέρει και μια μεγάλη ευκαιρία.

Κρίνεται σκόπιμο πριν την ολοκλήρωσή του και όσο υπάρχει ακόμα χρόνος να ξαναμελετηθεί ενεργειακά και να γίνουν οι απαραίτητες παρεμβάσεις ώστε να πληροί τις προδιαγραφές που ισχύουν σήμερα και να επιτευχθεί η οικονομικότερη λειτουργία του.

Αυτό εκτός από τα προφανή οφέλη στο ευαίσθητο περιβάλλον της περιοχής, θα επιφέρει και μείωση του κόστους λειτουργίας του πράγμα εξίσου σημαντικό δεδομένης της έλλειψης των χρημάτων που αντιμετωπίζει ο Δήμος Μετσόβου.

Αποδείχτηκε ότι μια απλή αύξηση της θερμομόνωσης κατά 2 cm μπορεί να μειώσει σημαντικά τις ενεργειακές καταναλώσεις.

Επιπλέον και μέσα από αυτή τη διπλωματική εργασία αποδεικνύονται για άλλη μια φορά τα πλεονεκτήματα της χρήσης του φυσικού αερίου αντί του πετρελαίου. Παρότι στην περιοχή δεν προβλέπεται η σύνδεση με αγωγό φυσικού αερίου η εξέταση ενός τέτοιου σεναρίου κάνει



φανερή την ανάγκη για στροφή της κοινωνίας σε άλλες πιο συμφέρουσες μορφές ενέργειας. Τέλος θα πρέπει να αναφέρουμε ορισμένα από τα συμπεράσματά μας, τα οποία αφορούν την χρηστικότητα του προγράμματος με το οποίο χρησιμοποιήθηκε. Αρχικά, μπορούμε να επιβεβαιώσουμε τις θετικές αξιολογήσεις που έχει λάβει σύμφωνα με τις διαδικασίες του προγράμματος “Building Energy Simulation Test” (BESTEST) του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας.

Σε γενικές γραμμές το πρόγραμμα αποδίδει καλά και δίνει ακριβή αποτελέσματα. Λαμβάνει υπόψη τα κλιματικά δεδομένα της κάθε περιοχής και μπορεί να εφαρμοστεί σε οπουδήποτε κτίριο. Προσφέρει ευελιξία σε τοπικό επίπεδο λόγω του τρόπου δόμησης και οργάνωσης του. Ωστόσο επιδέχεται πολλών βελτιώσεων. Η φιλικότητα του προς το χρήστη έχει αρκετά περιθώρια βελτίωσης, κυρίως στο κομμάτι που αφορά τη γραφική απεικόνιση των δεδομένων και του κτιρίου. Θα ήταν ακόμη πολύ χρήσιμο να μπορεί ο χρήστης να εισάγει έτοιμα σχέδια ηλεκτρονικής μορφής.

Παράλληλα οι βιβλιοθήκες, κυρίως των δομικών υλικών, με τις οποίες είναι εφοδιασμένο είναι ελλιπείς. Ωστόσο, το πρόβλημα αυτό είναι εύκολα επιλύσιμο καθώς ο χρήστης μπορεί να εισάγει τις δικές του βιβλιοθήκες.

## Βιβλιογραφία- Πηγές

1. Εγχειρίδιο του προγράμματος ΕΡΑ- Nr
2. Κανονισμός Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
3. Κ.Α.ΠΕ- Τμήμα Κτιρίων, Δ/ση Ενεργειακής Αποδοτικότητας, "Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής", Σεπτέμβριος 2002
4. Κ.Α.ΠΕ- Τμήμα Κτιρίων, Δ/ση Ενεργειακής Αποδοτικότητας, "Οδηγός ενεργειακού ελέγχου και καταγραφής"
5. Κ.Α.ΠΕ- Τμήμα Κτιρίων, Δ/ση Ενεργειακής Αποδοτικότητας, "Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας μέσω θερμομόνωσης", Δεκέμβριος 1999
6. Κ.Α.ΠΕ- Τμήμα Κτιρίων, Δ/ση Ενεργειακής Αποδοτικότητας, "Τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια"
7. Μαυρίδης Γρηγόρης, Μιχαηλίδης Χρήστος, "Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων σύμφωνα με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ", Διπλωματική εργασία τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΑΠΘ, 2008
8. Μπακόλα Ηλιάνα, "Μελέτη ενεργειακού σχεδιασμού νηπιαγωγείου στην Άρτα", Διπλωματική εργασία Δ.Π.Μ.Σ. Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιούνιος 2011
9. Οδηγία 2002/91/ΕΚ, Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων
10. Οδηγός Θερμομόνωσης Κτιρίων 2<sup>η</sup> έκδοση, Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου Βιομηχανίας και Τουρισμού
11. Πρότυπο ISO 13790
12. Τεχνική Οδηγία, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, "Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και της Έκδοσης Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης", Τεχνικό Επιμελητήριο
13. Τεχνική Οδηγία, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, "Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών και Έλεγχος της Θερμομονωτικής Επάρκειας των Κτιρίων", Τεχνικό Επιμελητήριο
14. Τεχνική Οδηγία, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, "Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών", Τεχνικό Επιμελητήριο
15. Τεχνική Οδηγία, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010, "Οδηγίες και Έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων Κτιρίων, Λεβήτων, εγκαταστάσεων Θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού", Τεχνικό Επιμελητήριο
16. Τοπρίσκα Ευαγγελία- Βασιλική, Τσίβου Μαρία, "Αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς πανεπιστημιακών κτιρίων- Το κτίριο της υδραυλικής του ΑΠΘ",

### **Ηλεκτρονικές πηγές**

1. Επίσημος δικτυακός τόπος Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου:  
[http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004\\_2009/documents/ad/633/633678/633678el.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/documents/ad/633/633678/633678el.pdf)
2. Επίσημος δικτυακός τόπος Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας:  
<http://eur-lex.europa.eu/el/index.htm>
3. Επίσημος δικτυακός τόπος Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης  
Ενέργειας: [http://www.cres.gr/kape/index\\_gr.htm](http://www.cres.gr/kape/index_gr.htm)
4. Επίσημος δικτυακός τόπος μεθοδολογίας EPA- Nr: [www.epa-nr.org](http://www.epa-nr.org)
5. Επίσημος δικτυακός τόπος Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας:  
[http://portal.tee.gr/portal/page/portal/TEE\\_HOME](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/TEE_HOME)
6. Επίσημος δικτυακός τόπος Υπουργείου Εμπορίου Βιομηχανίας και Τουρισμού:  
[http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/0/6E84927174274B7AC22575AD002C8BB7/\\$file/ODIGOS%20THERMOMONOSIS%20KTIRION%202h%20EKDOSI.pdf](http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/0/6E84927174274B7AC22575AD002C8BB7/$file/ODIGOS%20THERMOMONOSIS%20KTIRION%202h%20EKDOSI.pdf)
7. Επίσημος δικτυακός τόπος Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής  
Αλλαγής: <http://www.ypeka.gr/>

## Παράρτημα- Θερμομονωτικά υλικά

### Κριτήρια επιλογής θερμομονωτικών υλικών

Τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή θερμομονωτικών υλικών είναι:

#### α. Θερμοτεχνικά Χαρακτηριστικά

- Η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$ .
- Η εξάρτηση του  $\lambda$  από τη θερμοκρασία.
- Η εξάρτηση του  $\lambda$  από την υγρασία. Η τιμή του  $\lambda$  αυξάνει σημαντικά με τη συμπύκνωση υδρατμών μέσα στη μάζα του και αν διαβραχεί όλη η μάζα του τότε παύει να υπάρχει θερμομονωτική δράση.
- Η ειδική θερμότητα.
- Ο συντελεστής θερμικής διαστολής. Όσο χαμηλότερος είναι, τόσο απομακρύνεται ο κίνδυνος οικοδομικών μικροζημιών ή καταστροφής των στεγανώσεων.

#### β. Τρόπος Εφαρμογής

- Προκατασκευασμένα προϊόντα ή κατασκευή επί τόπου.
- Απαιτούμενα προστατευτικά μέτρα (για προστασία από μηχανικές βλάβες ή δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις).
- Δυνατότητα ελέγχου κατά την κατασκευή.

#### γ. Μηχανικές Ιδιότητες

- Αντοχή σε θλίψη, κάμψη και δονήσεις.
- Αλλοιώσεις με το χρόνο (γήρανση)
- Πυκνότητα
- Ελαστικότητα, ευθραυστότητα.

#### δ. Χημική συμπεριφορά - ανθεκτικότητα

- Αντίσταση στη διάβρωση, στους μικροοργανισμούς, έντομα, κ.λπ.
- Συμπεριφορά στην υγρασία (τυχόν μεταβολή των διαστάσεων, διαπερατότητα στους υδρατμούς, απορροφητικότητα νερού).
- Συμπεριφορά στη φωτιά και μέγιστες επιτρεπόμενες θερμοκρασίες λειτουργίας.
- Βαθμός ευαισθησίας σε υπεριώδη ακτινοβολία, σε διάφορα αέρια και σε διάφορους διαλύτες ή το θαλασσινό νερό, κ.λπ.

#### ε. Οικονομικά Στοιχεία

- Επιπρόσθετο κόστος προμήθειας και εγκατάστασης.
- Χρόνος απόσβεσης δαπάνης.
- Ποσοστό προστιθέμενης αξίας στην όλη κατασκευή.

## **Συνηθισμένα θερμομονωτικά υλικά**

Σήμερα στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία θερμομονωτικών υλικών όπως:

- Εξηλασμένη πολυστερίνη
- Διογκωμένη πολυστερίνη
- Υαλοβάμβακας
- Πολυουρεθάνη
- Αφρώδες Γυαλί
- Περλιτοειδή
- Πετροβάμβακας
- Φελλός
- PVC
- Κυψελωτό σκυρόδεμα
- Θερμομονωτικά τούβλα
- Πλάκες περλιτουΐαλου

## **Τυπικές περιπτώσεις θερμομόνωσης κελύφους κτιρίου**

Ένα κτίριο πρέπει να θερμομονώνεται σε όλες τις εξωτερικές επιφάνειές του, κατακόρυφες και οριζόντιες, που περικλείουν κλιματιζόμενους χώρους από τους οποίους είναι δυνατό να διαφύγει θερμική ενέργεια (επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με ατμοσφαιρικό αέρα ή μη κλιματιζόμενους χώρους). Ως εκ τούτου, τα πιο βασικά μέρη ενός κτιρίου τα οποία πρέπει να θερμομονώνονται είναι:

### **Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας - δοκών - υποστυλωμάτων**

Οι βασικοί τρόποι θερμομόνωσης της εξωτερικής τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων είναι οι ακόλουθοι:

Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας:

- Θερμομόνωση στην εσωτερική επιφάνεια
- Θερμομόνωση στην εξωτερική επιφάνεια
- Θερμομόνωση στον πυρήνα
- Χρήση θερμομονωτικών τούβλων

Στις περιπτώσεις θερμομόνωσης τοίχου, σε όποια θέση και να τοποθετηθεί η θερμομόνωση θα πρέπει:

- Να παρέχει επαρκή θερμική αντίσταση ώστε να πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης.
- Να παρέχει ένα συνεχές θερμομονωτικό στρώμα χωρίς θερμογέφυρες.
- Να αντιστέκεται στη διείσδυση νερού.

Θερμομόνωση Δοκών - Υποστυλωμάτων:

- Θερμομόνωση στην εσωτερική παρειά
- Θερμομόνωση στην εξωτερική παρειά

Ενίσχυση Θερμομόνωσης:

- Χρήση θερμοσοβά

Εσωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας, δοκών-υποστυλωμάτων

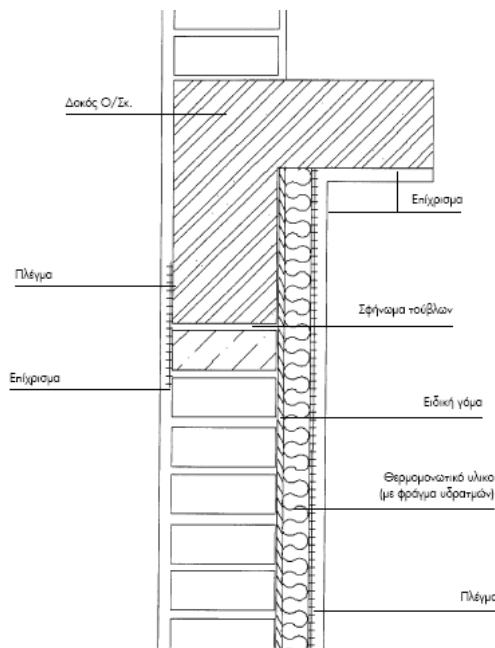
Η εσωτερική θερμομόνωση τοποθετείται σε κτίρια στα οποία μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ψύξης χωρίς χρονική καθυστέρηση, και δεν μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία μετά τη διακοπή του κλιματισμού, δηλαδή, παραθεριστικές κατοικίες, σχολεία, κτίρια γραφείων ημερήσιας λειτουργίας κ.λπ.

Η εσωτερική θερμομόνωση καλύπτεται με συνδυασμό πλέγματος και επιχρίσματος, με γυψοσανίδα κ.λπ. Τα πλεονεκτήματα της εσωτερικής θερμομόνωσης είναι:

- Απλή και γρήγορη κατασκευή
- Οικονομικότερη κατασκευή σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση
- Άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ψύξης
- Τα μονωτικά υλικά δεν χρειάζονται προστασία από εξωτερικές επιδράσεις (άνεμοι, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία κ.λπ.)

Τα μειονεκτήματά της είναι:

- Πρόβλημα θερμογεφυρών (κυρίως στα σημεία όπου υπάρχουν συναρμογές εξωτερικών και εσωτερικών τοίχων).
- Γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή της θέρμανσης.
- Αδυναμία προστασίας δομικών στοιχείων από συστολές - διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών.
- Πιθανότητα δημιουργίας επιφανειακής υγρασίας από συμπύκνωση υδρατμών που για να αποφευχθεί απαιτείται η τοποθέτηση φράγματος υδρατμών (φύλλα αλουμινίου, ασφαλτόπανο, νάιλον κ.λπ.) μπροστά από το μονωτικό υλικό και προς την κλιματιζόμενη πλευρά του χώρου.
- Δυσκολία, όχι αξεπέραστη, στο να κρεμαστούν ράφια, πίνακες κ.λπ. μεγάλου βάρους και τοποθέτηση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.
- Στην περίπτωση που εφαρμοστεί σε υφιστάμενα κτίρια εμποδίζει την ομαλή λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή και μειώνει το ωφέλιμο εμβαδόν του.



Σχήμα Π1 : Εσωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό με φράγμα υδρατμών (μπροστά από το μονωτικό και προς την κλιματιζόμενη πλευρά του χώρου).

#### Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας δοκών - υποστυλωμάτων

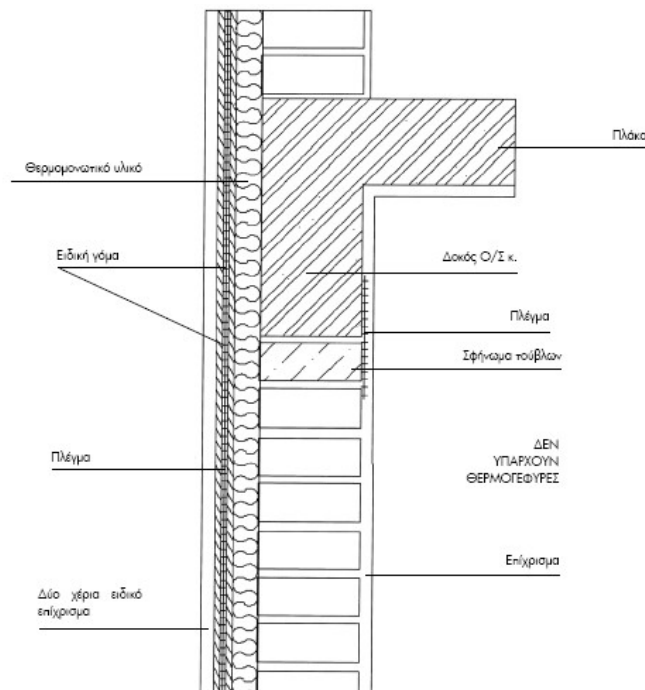
Τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δεν μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ ψύξης, ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του κλιματισμού, δηλαδή σε κατοικίες μόνιμης διαμονής, νοσοκομεία κ.λπ. Η χρήση της σε υφιστάμενα μη θερμομονωμένα κτίρια πρέπει να γίνεται με προσοχή, λόγω δυσκολίας κατασκευής, υψηλού κόστους και αύξησης περιμέτρου του κτιρίου που μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα συντελεστή δόμησης.

Τα πλεονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης

- Διατήρηση της θερμότητας στο χώρο και μετά τη διακοπή της θέρμανσης λόγω της θερμοχωρητικότητας των δομικών στοιχείων.
- Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω μικρότερης χρονικά χρήσης του συστήματος θέρμανσης/ψύξης εξαιτίας της αποθήκευσης ενέργειας στα νότια κυρίως δομικά στοιχεία από τον ήλιο εφόσον εξασφαλίζεται η απαιτούμενη θερμοχωρητικότητα με την κατασκευή τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων επαρκούς πάχους.
- Προστασία εξωτερικών επιφανειών τοίχων από συστολές και διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών.
- Ελαχιστοποίηση έως μηδενισμός των θερμογεφυρών.
- Σε περίπτωση που εφαρμοστεί σε υφιστάμενα κτίρια αφενός μεν δεν εμποδίζει τη λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή και αφετέρου δεν μειώνει το ωφέλιμο εμβαδόν του.
- Προστασία από καιρικές συνθήκες

Τα μειονεκτήματα της είναι:

- Αυξημένο κόστος κατασκευής.
- Απαιτείται προσοχή στην κατασκευή (ορθή επιλογή υλικών, ορθή τοποθέτηση) για αποφυγή δημιουργίας ρωγμών στην όψη.
- Δυσκολία/Αδυναμία εφαρμογής σε κτίρια με έντονες εξωτερικές μορφολογικές όψεις.



Σχήμα Π2 : Εξωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό

### Θερμομόνωση πυρήνα εξωτερικής τοιχοποιίας

Η εξωτερική τοιχοποιία με διάκενο, συνήθως αποτελείται από δύο επιμέρους τοίχους που ενώνονται μεταξύ τους. Ο εξωτερικός τοίχος είναι, συνήθως, από τούβλο όπως και ο εσωτερικός, παρόλο που χρησιμοποιούνται και κατασκευές τούβλου/μπλοκ και μπλοκ/μπλοκ. Για συμμόρφωση με τις ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης που ισχύουν, θα πρέπει να τοποθετηθεί θερμική μόνωση στο διάκενο.

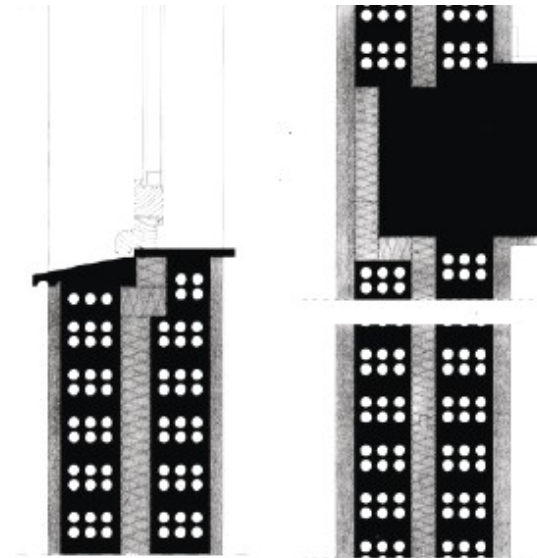
Ο εσωτερικός επιμέρους τοίχος από τούβλο θα απορροφήσει και θα συγκρατήσει τη θερμική ενέργεια ενώ το κτίριο θερμαίνεται. Ο τοίχος θα επιστρέψει τη θερμότητα αυτή στα δωμάτια όταν το κτίριο δεν θερμαίνεται, διατηρώντας έτσι μια πιο ομοιόμορφη εσωτερική θερμοκρασία.

Ο τοίχος από τούβλα είναι πορώδης. Σε μακρές περιόδους βροχοπτώσεων, το νερό της βροχής θα διεισδύσει από τον εξωτερικό τοίχο και μπορεί να τρέξει στο εσωτερικό μέτωπο του τοίχου αυτού. Για να αποφευχθεί το πέρασμα της υγρασίας από τον εξωτερικό τοίχο στο θερμομονωτικό υλικό, θα πρέπει να υπάρχει ένα σαφές διάκενο μεταξύ του εξωτερικού τοίχου και των θερμομονωτικών πλακών. Ένα καθαρό κενό πάχους 5 cm, είναι κατάλληλο για όλους τους βαθμούς έκθεσης. Για ορισμένες περιπτώσεις, ένα καθαρό κενό των 2,5 cm θα είναι



αρκετό για να αποτρέψει την είσοδο της υγρασίας στο θερμομονωτικό υλικό

Η χρήση θερμομονωτικών υλικών εντός ενός διακένου που δεν αερίζεται, δεν προδικάζει τις ιδιότητες πυραντοχής του τοίχου. Οι πλάκες του θερμομονωτικού υλικού είναι απίθανο να αναφλεγούν αν η φωτιά διεισδύσει σε ένα κενό που δεν αερίζεται. Η εξάπλωση της φλόγας θα είναι ελάχιστη αφού δεν θα υπάρχει αρκετός αέρας για να διατηρήσει την καύση.



Σχήμα Π3 : Θερμομόνωση τοιχοποιίας στο διάκενο μεταξύ των δύο τοίχων

#### Τοιχοποιία από θερμομονωτικά τούβλα

Στις περιπτώσεις αυτές δεν τοποθετούνται μονωτικά υλικά καθότι τα δομικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της τοιχοποιίας είναι ειδικά τούβλα που εμφανίζουν θερμομονωτικές ιδιότητες (τούβλα από κυψελωτό σκυρόδεμα, ειδικά θερμομονωτικά τούβλα), ή τούβλα που περιλαμβάνουν στην εργοστασιακή κατασκευή τους θερμομονωτικά υλικά. Δοκοί και υποστυλώματα μονώνονται εσωτερικά ή εξωτερικά.

Πλεονεκτήματα:

- Ευκολία κατασκευής
- Εξοικονόμηση ωφέλιμου εσωτερικού χώρου
- Ταυτόχρονη εξασφάλιση ικανοποιητικού επιπέδου ακουστικής άνεσης

Μειονεκτήματα:

- Δυσκολία κρεμάσματος πινάκων, ραφιών κ.λπ. σε κατασκευές με κυψελωτό σκυρόδεμα.
- Χρήση σε ελαφριές κατασκευές.
- Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που απαιτείται υψηλή θερμοχωρητικότητα.

#### Ενίσχυση θερμομόνωσης τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων με θερμοσοβά

Ο θερμοσοβάς κυρίως χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα της θερμομόνωσης.

## Θερμομόνωση Κουφωμάτων

Η τοποθέτηση, διαστασιολόγηση και τυπολογία των κουφωμάτων κατά τη διάρκεια του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού είναι ένα ιδιαίτερο πρόβλημα με πολλές παραμέτρους, όπως:

- Θέα
- Ηλιοφάνεια
- Σκιασμός
- Φωτισμός
- Αερισμός
- Δροσισμός
- Μορφή
- Ενεργειακά οφέλη
- Ενεργειακές απώλειες

Τα κουφώματα είναι παρειές του κτιρίου και μέσα επαφής με το περιβάλλον, άρα στοιχεία από τα οποία μπορεί να διαφύγει ενέργεια. Επομένως, ο ρόλος τους στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των χώρων είναι σημαντικός. Το χειμώνα χάνεται θερμότητα από μέσα προς τα έξω ενώ το καλοκαίρι εισέρχεται θερμότητα στον εσωτερικό χώρο από το ζεστό εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων, ενεργειακά αποδοτικών κουφωμάτων. Τα κουφώματα αυτά θα πρέπει να έχουν υαλοπίνακες και σκελετούς με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και επί πλέον, θα πρέπει να είναι αεροστεγανά, ώστε να εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας από χαραμάδες οι οποίες μπορούν να φέρουν σημαντικές απώλειες θερμότητας, όπως παρατηρείται σε παλαιά κτίρια ή κτίρια κακής κατασκευής.

Υπάρχουν κουφώματα ξύλινα, μεταλλικά, αλουμινίου και συνθετικά πλαστικά σε διάφορες τυπολογίες ανοίγματος (επάλληλα, συρόμενα εσωτερικά σε τοίχο ή εξωτερικά, ανοιγόμενα, περιστρεφόμενα περί οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα) και σταθερά. Από ενεργειακής πλευράς καλό είναι να αποφεύγονται τα εσωτερικά σε τοίχο συρόμενα κουφώματα λόγω αυξημένων θερμικών απωλειών.

### Πλαίσια:

Από πλευράς υλικού κατασκευής των πλαισίων των κουφωμάτων, τα πλαίσια αλουμινίου έχουν τις μεγαλύτερες θερμικές απώλειες, εκτός αν υπάρχει φράγμα ροής θερμότητας (thermal break) τοποθετημένο στον πυρήνα του προφίλ του αλουμινίου.

Τα ξύλινα και συνθετικά πλαστικά πλαίσια παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας και ως εκ τούτου εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας.

### Παντζούρια:

Τα παντζούρια που χρησιμοποιούνται στα παράθυρα, όποτε χρησιμοποιούνται, είναι ομοίως ξύλινα, αλουμινίου και πλαστικά συνθετικά σε τυπολογίες όπως εξωτερικά ή εσωτερικά ανοιγόμενα, συρόμενα και ρολά.

Τα κουτιά των ρολών καλό είναι να μονώνονται εσωτερικά και τα φύλλα των ρολών εάν είναι πλαστικά να έχουν γέμιση με μονωτικό αφρό.

Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στη θέση τους σε σχέση με το πάχος της τοιχοποιίας. Έτσι προτιμώνται παράθυρα τα οποία βρίσκονται σε συνέχεια με το θερμομονωτικό υλικό των τοίχων.

#### Υαλοστάσια:

Η χρήση των διπλών υαλοστασίων με ή χωρίς χαμηλό συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας ή/ και με θερμομονωτικό αέριο στο διάκενο, προσφέρουν εκτός από θερμομόνωση και ηχοπροστασία.

Πρέπει επιπλέον όμως να τονιστεί ότι η ορθολογική χρήση των κουφωμάτων και των παντζουριών από τους χρήστες μπορεί να συνεισφέρει πολλαπλάσια οφέλη στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, καθώς και στον δροσισμό τους σε συνδυασμό με διάφορα άλλα αρχιτεκτονικά στοιχεία του κτιρίου όπως πέργκολες, σκίαστρα κ.λπ.

### **Οροφές και στέγες**

#### Θερμομόνωση επίπεδης και κεκλιμένης οροφής από οπλισμένο σκυρόδεμα

Οροφή θεωρείται η κατασκευή η οποία είναι κεκλιμένη ή οριζόντια.

Το θερμομονωτικό υλικό μπορεί να τοποθετηθεί:

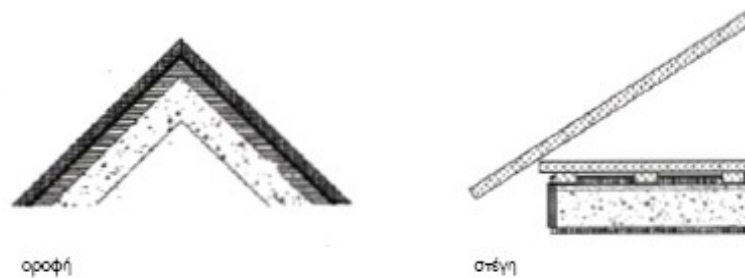
1. Κάτω από την πλάκα
2. Πάνω από την πλάκα

1. Θερμομόνωση κάτω από την πλάκα

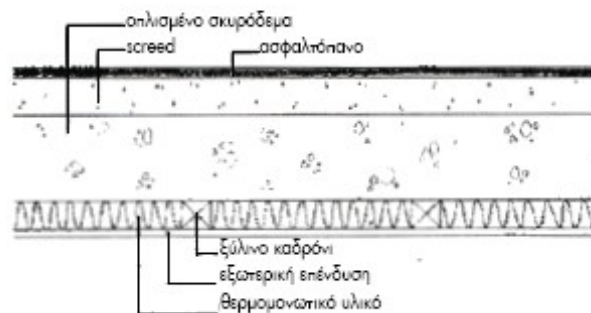
Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται σε περιπτώσεις κτιρίων στα οποία μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού (εξοχικές κατοικίες, γραφεία, καταστήματα κ.λπ.). Το μονωτικό υλικό τοποθετείται είτε πριν την σκυροδέτηση ή μετά. Καλύπτεται με συνδυασμό πλέγματος και επιχρίσματος ή με γυψοσανίδα ή με όποιου τύπου ψευδοροφή, εφόσον το επιτρέπει το ύψος του χώρου.

Πλεονεκτήματα:

- Άμεση απόδοση συστήματος κλιματισμού
- Τα μονωτικά υλικά δεν χρειάζονται προστασία από εξωτερικές επιδράσεις (άνεμοι, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία)
- Μειονεκτήματα:
  - Γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή της θέρμανσης
  - Πιθανότητα δημιουργίας υγρασίας και μούχλας στις γωνιές λόγω συμπύκνωσης των υδρατμών.



Σχήμα Π4 : Διάκριση μεταξύ οροφής και στέγης.



Σχήμα Π5 : Θερμομόνωση επίπεδης οροφής κάτω από την πλάκα οπλισμένου Σκυροδέματος

## 2. Θερμομόνωση πάνω από την πλάκα

Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δεν μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του κλιματισμού.

Το θερμομονωτικό υλικό, ανάλογα με τη συμπεριφορά του στην υγρασία, τοποθετείται κάτω από την στεγάνωση (περίπτωση κλασσικής μόνωσης) ή πάνω από αυτήν (ανεστραμμένη μόνωση). Στην πρώτη περίπτωση όποιο στεγανωτικό και να χρησιμοποιηθεί απαιτείται φράγμα υδρατμών πάνω από την πλάκα.

Πλεονεκτήματα:

- Διατήρηση της θερμότητας στο χώρο και μετά τη διακοπή της θέρμανσης λόγω της
- θερμοχωρητικότητας της πλάκας.
- Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω μικρότερης χρονικά χρήσης του συστήματος κλιματισμού, εξαιτίας της αποθήκευσης ενέργειας στην πλάκα.
- Προστασία εξωτερικής επιφάνειας πλάκας από συστολές και διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών.
- Στην περίπτωση που εφαρμοστεί σε υφιστάμενα κτίρια αφενός μεν δεν εμποδίζει τη λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή και αφετέρου δεν μειώνει το ωφέλιμο ύψος του.

Μειονεκτήματα:

- Απαιτείται προσοχή στην κατασκευή σε συνδυασμό με τη στεγάνωση.

### Θερμομόνωση στέγης

Στέγη θεωρείται η κατασκευή η οποία συνδυάζει κεκλιμένη και οριζόντια οροφή. Οι στέγες κάτω από τις οποίες συνήθως κατοικούν ή εργάζονται άτομα θεωρούνται θερμές στέγες. Σ' αυτή την περίπτωση η θερμομόνωση τοποθετείται εξωτερικά ή εσωτερικά στην κεκλιμένη επιφάνεια της στέγης.

Η πρώτη περίπτωση προτιμάται κυρίως κατασκευαστικά ενώ η δεύτερη επισκευαστικά. Και στις δύο περιπτώσεις πρέπει να εξασφαλίζεται η ύπαρξη αερισμού για αποφυγή συμπύκνωσης υδρατμών.

Σε περίπτωση που ο χώρος μεταξύ της κεκλιμένης και οριζόντιας οροφής έχει περιορισμένη επισκεψιμότητα, τότε η στέγη χαρακτηρίζεται ψυχρή. Σ' αυτή την περίπτωση η θερμομόνωση γίνεται επί της οριζόντιας πλάκας. Τα θερμομονωτικά υλικά που προορίζονται για τη θερμομόνωση στεγών πρέπει να έχουν ιδιότητες κατάλληλες για την εφαρμογή όπως:

- Χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  για να χρησιμοποιείται το μικρότερο δυνατό πάχος υλικού.
- Αντίσταση στη διαπερατότητα υδρατμών για να μειώνεται ο κίνδυνος συμπύκνωσης υδρατμών στην περιοχή επαφής στοιχείου από σκυρόδεμα και μονωτικού υλικού, όταν το τελευταίο τοποθετείται εσωτερικά.
- Ευκολία χειρισμού όσον αφορά το βάρος, τις διαστάσεις στις μηχανικές αντοχές και στον τρόπο στερέωσης του υλικού.
- Ευκολία κοπής, διαμόρφωσης στα σχήματα των στοιχείων της στέγης.
- Δυνατότητα καλής συναρμογής των τεμαχίων του μονωτικού υλικού, για να αποφεύγονται οι θερμογέφυρες και οι γραμμές συμπύκνωσης υδρατμών στους αρμούς του.

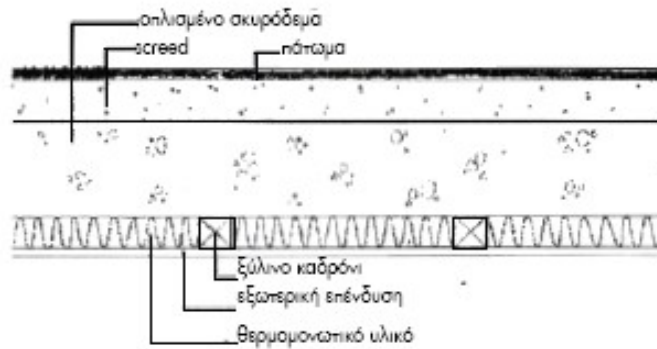
### **Θερμομόνωση δαπέδων εκτεθειμένων στο εξωτερικό περιβάλλον**

Η θερμομόνωση σε εκτεθειμένο δάπεδο τοποθετείται

- Στην κάτω πλευρά της πλάκας, ή
- Στην πάνω πλευρά της πλάκας

### Θερμομόνωση στην κάτω πλευρά της πλάκας

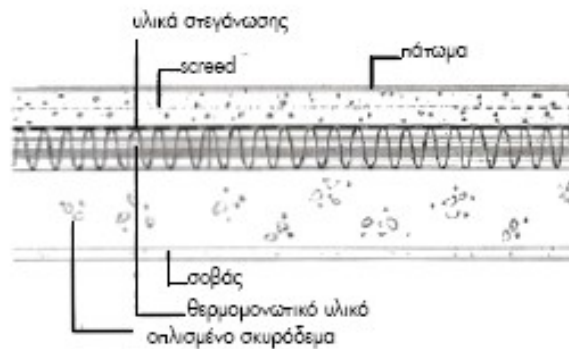
Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δεν μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του κλιματισμού (μόνιμες κατοικίες, νοσοκομεία κ.λπ.). Το μονωτικό υλικό τοποθετείται είτε πριν την σκυροδέτηση είτε μετά. Καλύπτεται κυρίως με συνδυασμό πλέγματος και επιχρίσματος.



Σχήμα Π6 : Θερμομόνωση δαπέδου εκτεθειμένου στο εξωτερικό περιβάλλον τοποθετημένη στην κάτω πλευρά της πλάκας

#### Θερμομόνωση στην πάνω πλευρά της πλάκας

Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται σε περιπτώσεις κτιρίων στα οποία μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού (εξοχικές κατοικίες, γραφεία, καταστήματα ημερήσιας χρήσης κ.λπ.).



Σχήμα Π7 : Θερμομόνωση δαπέδου εκτεθειμένου στο εξωτερικό περιβάλλον τοποθετημένη στην πάνω πλευρά της πλάκας

## **Κυριότερα υλικά θερμομόνωσης**

### **Διογκωμένη Πολυστερίνη EPS**

Η διογκωμένη πολυστερίνη ή εν συντομία EPS, είναι ένα ελαφρύ, άκαμπτο, πλαστικό και αφρώδες, υλικό που παράγεται από συμπαγείς σταγόνες πολυστυρολίου. Είναι οικονομική, εύχρηστη, ευέλικτη, ανθεκτική στην υγρασία και περιβαλλοντικά ασφαλής. Παράγεται από τη διάλυση πεντανίου σε ένα υλικό που έχει ως βάση την πολυστερίνη και το οποίο όταν θερμανθεί με ατμό, παράγει τέλεια κλειστές σφαιρικές κυψέλλες EPS.

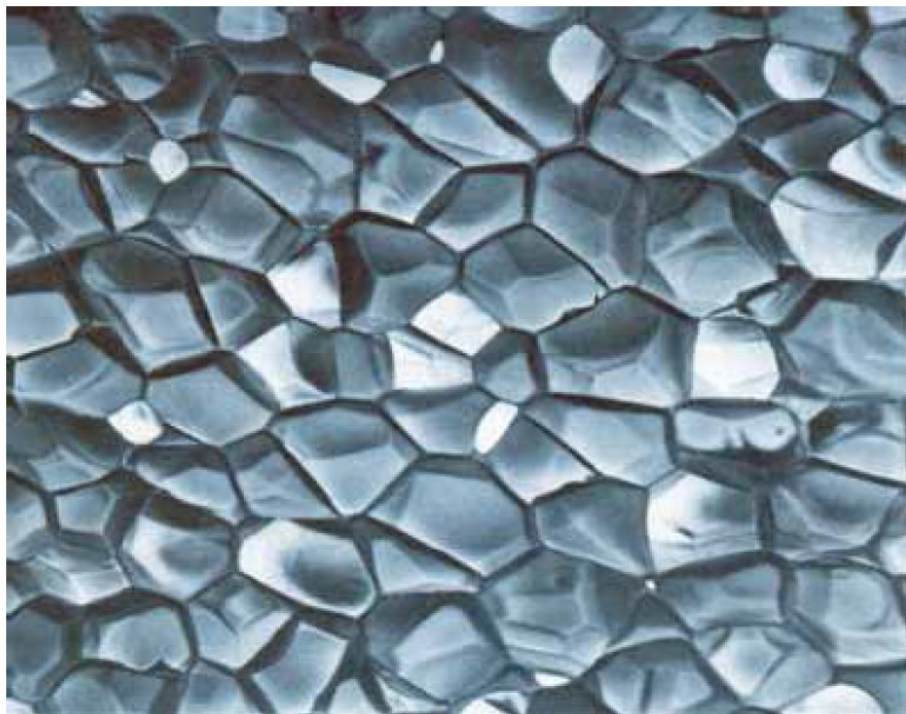
Η διαστολή επιτυγχάνεται λόγω των μικρών ποσοτήτων πεντανίου αερίου που απελευθερώνονται μέσα στο πολυστυρόλιο κατά τη διάρκεια της παραγωγής. Το αέριο διαστέλλεται με την ενέργεια της θερμότητας που χρησιμοποιείται σε μορφή ατμού και σχηματίζει ερμητικά κλειστές κυψέλες EPS. Αυτές οι κυψέλες καταλαμβάνουν περίπου 40 φορές τον όγκο της αρχικής σταγόνας της πολυστερίνης. Στη συνέχεια οι κυψέλες EPS τοποθετούνται μέσα σε κατάλληλες φόρμες (καλούπια) που είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε να παράγουν διάφορα προϊόντα όπως μονωτικές σανίδες, πρίσματα, κορνίζες ή σε διάφορες άλλες μορφές για τις κατασκευές και την βιομηχανία συσκευασίας.

### **Εξηλασμένη Πολυστερίνη XPS**

Η εξηλασμένη Πολυστερίνη, ή αλλιώς αφρώδες εξηλασμένο πολυστυρένιο είναι ένα από τα πιο αποτελεσματικά θερμομονωτικά προϊόντα. είναι ένα τυποποιημένο μονωτικό προϊόν σύμφωνο προς το πρότυπο EN 13164 και χρησιμοποιείται ευρέως και με επιτυχία σε αρκετές χώρες, σε εφαρμογές εξωτερικής επίχρσης, εδώ και δεκαετίες. Για το XPS έχουν εκδοθεί αρκετές ευρωπαϊκές τεχνικές εγκρίσεις, κυρίως για συστήματα ETICS [23ε].

Το XPS παράγεται μέσω της διαδικασίας συνεχούς εξέλασης: κόκκοι πολυστυρενίου χωρίς διογκωτικά τήκονται σε εξηλαστήρα, ενώ το διογκωτικό μέσο εγχύεται υπό συνθήκες υψηλής πίεσης στο εσωτερικό του εξηλαστήρα, όπου και διαλύεται μέσα στο τήγμα πολυστυρενίου. Το τήγμα με το διογκωτικό μέσο εξέρχεται από τον εξηλαστήρα μέσω ενός επίπεδου καλουπιού διαμόρφωσης. Η διόγκωση του μέσου προκαλεί την αφροποίηση του πολυστυρενίου μέσα σε μια πλάκα διαμόρφωσης με ομοιογενή δομή κλειστών κυψελών. Οι διάφοροι τύποι επίπεδου καλουπιού επιτρέπουν ένα πάχος πλάκας από 20 mm έως 200 mm. Αφού η πλάκα περάσει μέσα από τη ζώνη ψύξης, τα άκρα της διαμορφώνονται μέσω κοπής. Η μαλακή αφρώδης «επιδερμίδα» που προκύπτει από τη διαδικασία εξέλασης διατηρείται πάνω στις πλάκες ή αφαιρείται μηχανικά για την κατασκευή πλακών ειδικού τύπου με βελτιωμένη αντοχή πρόσφυσης, οι οποίες χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό, για παράδειγμα, με σκυρόδεμα, κονίαμα ή δομικές συγκολλητικές ουσίες.

Το βασικό χαρακτηριστικό για το οποίο προτιμάται η χρήση εξηλασμένης αντί για διογκωμένη πολυστερίνη είναι οι κλειστοί πόροι και η έλλειψη απορρόφησης νερού, κάτι που κάνει την εξηλασμένη πολυστερίνη κατάλληλη για εφαρμογές σε υψηλή υγρασία.



Σχήμα : Σύσταση Εξηλασμένης Πολυστερίνης ([www.diamorfosihoron.gr](http://www.diamorfosihoron.gr))

### **Υαλοβάμβακας**

Ο υαλοβάμβακας είναι ινώδες μονωτικό υλικό που χρησιμοποιείται ευρέως στην οικοδομή, τη βιομηχανία, τη ναυτιλία σε μορφή λαναρισμένου μαλλιού για μόνωση αλλά και για την ενίσχυση πλαστικών. Τα προϊόντα υαλοβάμβακα παράγονται σε τυποποιημένες μορφές, πυκνότητες και διαστάσεις (πλάκες, παπλώματα, κοχύλια) χωρίς επικαλύψεις ή με επικάλυψη όπως ενισχυμένο αλουμινόφυλλο, υαλοπίλημα, χαρτί.

### **Πετροβάμβακας**

Πετροβάμβακας ονομάζεται ένα ινώδες μονωτικό υλικό το οποίο χρησιμοποιείται στις οικοδομές αλλά και σε τεχνικές εφαρμογές. Ο πετροβάμβακας αποτελείται από ίνες οξειδίου πυριτίου - αλουμινίου και έχει θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες. Είναι άκαυστος και παράγεται με τήξη πετρωμάτων στους 1550-1600°C. Με τη βοήθεια ειδικών διατάξεων παίρνει τη μορφή ινών με διάμετρο 6-20 μm.

Ο πετροβάμβακας έχει θερμομονωτικές, ηχομονωτικές ιδιότητες καθώς επίσης και αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες. Αν και οι ίνες αυτές καθαυτές είναι αγωγοί της θερμότητας, ο συνδυασμός τους στον πετροβάμβακα περιέχει τόσο μεγάλο ποσοστό ελεύθερου χώρου (αέρα) που ακόμη και όταν συμπιέζονται σε ρολά ή σε πλάκες, ο πετροβάμβακας έχει εξαιρετικές μονωτικές ιδιότητες. Τα προϊόντα πετροβάμβακα έχουν συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda$ ) μεταξύ 0,03 και 0,04 W/mK σε θερμοκρασία περιβάλλοντος καθώς επίσης και ηχομονωτικές ιδιότητες (σε αντίθεση με άλλα οικοδομικά θερμομονωτικά υλικά που δεν έχουν τόσο καλές ηχομονωτικές ιδιότητες όπως η εξηλασμένη και η διογκωμένη πολυστερίνη).

Οι πετροβάμβακες δεν ελκύουν τα τρωκτικά. Αφήνουν την υγρασία να περάσει μέσα τους (στεγνώνουν εύκολα) και δεν αναπτύσσουν μούχλα, εκτός αν παραμείνουν σε υγρό περιβάλλον. Είναι άκαυστος και μπορεί να αντέξει σε θερμοκρασία μέχρι 1000°C. Λόγω της ιδιότητάς του αυτής ο



πετροβάμβακας χρησιμοποιείται σε διατάξεις πυροπροστασίας. Αν υποβληθεί σε θερμοκρασίες υψηλότερες των 1000 °C δεν καίγεται, αλλά αρχίζει και λιώνει. Η κυριότερη χρήση του πετροβάμβακα είναι σαν μονωτικό υλικό στις οικοδομές, αλλά χρησιμοποιείται και σε βιομηχανικές εφαρμογές. Μια σημαντική εφαρμογή είναι στη ναυπηγική βιομηχανία. Χρησιμοποιείται επίσης ως υπόστρωμα σε υδροπονικές εφαρμογές.