

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΨΥΞΗΣ ΓΙΑ ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

**ΜΠΑΡΑΚΟΥ ΜΑΡΙΑ
ΤΣΙΡΚΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΓΙΑΝΝΑΔΑΚΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ**

ΠΑΤΡΑ 2017

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στις μέρες μας η ανάπτυξη της τεχνολογίας, έχει σαφώς βελτιώσει το βιοτικό μας επίπεδο, όμως ταυτόχρονα έχει δημιουργήσει σοβαρότατες επιβαρύνσεις και παρενέργειες στο φυσικό μας περιβάλλον. Με αποτέλεσμα το πρόβλημα της ενέργειας έχει μπει πλέον στο προσκήνιο για την αντιμετώπισή του όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και σε όλον τον κόσμο.

Με αφορμή το νομικό πλαίσιο που διέπει την χώρα μας αλλά και όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση για ελάχιστες ενεργειακές καταναλώσεις των κτιρίων, δημιουργήθηκε η ιδέα της παρούσας πτυχιακής εργασίας η οποία αφορά την αξιολόγηση διαφορετικών συστημάτων θέρμανσης-ψύξης-Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX) για κτίριο κατοικίας.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε για το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών με έδρα την Πάτρα, του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας.

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας, αρχικά σε θεωρητικό επίπεδο θα αναλυθούν τα παθητικά και ενεργητικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για την εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων. Θα ακολουθήσει η μελέτη ενεργειακής απόδοσης μιας κατοικίας στις τέσσερις (4) κλιματικές ζώνες της Ελλάδος και για τρεις (3) διαφορετικούς συνδυασμούς συστημάτων θέρμανσης-ψύξης-ZNX. Τέλος, μετά από την αξιολόγηση της ενεργειακής καταάλωσής τους καθώς και του συνολικού ετήσιου κόστους, θα γίνει εξαγωγή συμπερασμάτων για την αποτίμηση μελλοντικών επενδύσεων κάθε κατοικίας στους διαφορετικούς συνδυασμούς θέρμανσης-ψύξης-ZNX.

Για την άρτια ανάπτυξη της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Επιβλέποντα Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., Δρ. Αθανάσιο Γιανναδάκη, για την αμέριστη βοήθεια που μας προσέφερε καθώς και τις πολύτιμες συμβουλές του που συντέλεσαν στην υλοποίηση της εργασίας.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι Σπουδαστές

ΜΠΑΡΑΚΟΥ

ΜΑΡΙΑ

ΤΣΙΡΚΑΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, αναφέρεται στην αξιολόγηση του ενεργειακού-οικονομικού κόστους της εγκατάστασης και της λειτουργίας τριών διαφορετικών τρόπων θέρμανσης, κλιματισμού και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ZNX), για μία τυπική ισόγεια κατοικία σε όλες τις κλιματικές ζώνες της Ελλάδος, κατά τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.

Σκοπός της εργασίας είναι να γίνει η επιλογή του οικονομικότερου συστήματος θέρμανσης, κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης για κάθε κλιματική ζώνη, λαμβάνοντας υπόψιν το κόστος της εγκατάστασης και της λειτουργίας σε συνάρτηση με την πάροδο του χρόνου.

Στο 1^ο Κεφάλαιο, αναλύεται η ενεργειακή κατάσταση των κτιρίων στην Ελλάδα, το νομικό πλαίσιο που την διέπει και αναφέρονται τα βασικά σημεία του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης.

Στο 2^ο Κεφάλαιο, προσδιορίζονται οι βασικές αρχές του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων και περιγράφονται τα παθητικά και τα ενεργητικά συστήματα.

Στο 3^ο Κεφάλαιο, παρουσιάζεται το αντικείμενο της μελέτης και περιγράφονται τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση του μελετητικού τμήματος της παρούσας εργασίας.

Στο 4^ο Κεφάλαιο, υπολογίζονται οι ενεργειακές καταναλώσεις της υπό μελέτης κατοικίας για τρία διαφορετικά συστήματα θέρμανσης, κλιματισμού και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης στις τέσσερις κλιματικές ζώνες του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης.

Στο 5^ο Κεφάλαιο, αναλύονται τα ενεργειακά και οικονομικά αποτελέσματα της εγκατάστασης και λειτουργίας των συστημάτων και παρουσιάζονται γραφικά για κάθε κλιματική ζώνη.

Στο 6^ο Κεφάλαιο, περιέχονται τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας, για κάθε κλιματική ζώνη, σύμφωνα με τα οποία, μπορεί να επιλεγεί το κατάλληλο σύστημα που εξυπηρετεί τις ανάγκες του.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	iv
Κεφάλαιο 1: Νομικό πλαίσιο.....	7
1.1 Ενεργειακή κατάσταση.....	7
1.2 Κ.Εν.Α.Κ. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης.....	8
Κεφάλαιο 2: Παράμετροι ενεργειακής απόδοσης.....	11
2.1 Ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων.....	11
2.2 Παθητικά Συστήματα.....	12
2.2.1. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης.....	13
2.2.2. Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικής ψύξης-δροσισμού.....	20
2.2.3. Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού.....	31
Υλικά και συστήματα νέας τεχνολογίας.....	33
2.3 Ενεργητικά Συστήματα.....	35
2.3.1. Συστήματα θέρμανσης.....	35
2.3.2. Συστήματα Ψύξης.....	45
2.3.3. Συστήματα μηχανικού αερισμού - εξαερισμού.....	46
2.3.4. Συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.....	47
2.3.5. Συνδυασμός συστημάτων - Νέες τεχνολογίες.....	50
Κεφάλαιο 3: Παρουσίαση αντικειμένου μελέτης.....	56
3.1. Παρουσίαση μελέτης.....	56
3.2 Χρήση λογισμικών (software) για την ανάλυση της μελέτης.....	57
Κεφάλαιο 4: Μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίου.....	59
4.1 Παρουσίαση μελέτης.....	60
4.2 Περιγραφή κτιρίων.....	61
4.2.2 Τοπογραφία οικοπέδου.....	61
4.2.3 Τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού.....	62
4.2.4 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο.....	63
4.2.5 Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτίριο.....	63
4.2.6 Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων.....	63
4.2.7 Φυσικός φωτισμός.....	63
4.2.8 Φυσικός δροσισμός.....	63
4.2.9 Παθητικά ηλιακά συστήματα.....	63
4.2.10 Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.....	64
4.3 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων και κτιρίου.....	64
4.3.1 Γενικά στοιχεία κτιριακού κελύφους.....	68

4.3.2 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων	69
4.3.3 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων	71
4.3.4 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου	73
4.4 Τεκμηρίωση ελάχιστων προδιαγραφών και σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων	75
4.4.1 Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού.....	76
4.4.1.1 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος θέρμανσης.....	77
4.4.1.2 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος ψύξης	78
4.4.2 Σχεδιασμός συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης – ZNX.....	79
4.4.2.1 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος για την παραγωγή ZNX	81
4.4.2.2 Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών	83
4.4.3 Σκοπιμότητα εφαρμογής εναλλακτικών λύσεων σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων	89
4.5. Ενεργειακή απόδοση κτιρίου	90
4.5.1 Κλιματικά δεδομένα.....	90
4.5.2 Χρήσεις κτιρίου.....	91
4.5.3 Τμήμα με χρήση Κατοικία	92
4.5.3.1 Θερμικές ζώνες	92
4.5.3.2 Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας	93
4.5.3.3 Κέλυφος	95
4.6 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.....	97
4.6.1 Σύστημα θέρμανσης.....	97
4.6.1.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1.....	97
4.6.1.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2.....	98
4.6.1.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3.....	99
4.6.2 Σύστημα ψύξης	101
4.6.2.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1.....	101
4.6.2.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2.....	102
4.6.2.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3.....	103
4.6.3 Σύστημα αερισμού.....	104
4.6.4. Σύστημα ZNX.....	104
4.6.5 Σύστημα ηλιακών συλλεκτών	107
4.6.6 Δεδομένα κτιρίου αναφοράς	108
4.7 Αποτελέσματα υπολογισμών	108
4.7.1 Κλιματική ζώνη Α: Κατανάλωση ενέργειας	110
4.7.1.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1.....	110
4.7.1.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2.....	111
4.7.1.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3.....	113
4.7.2 Κλιματική ζώνη Β: Κατανάλωση ενέργειας	115
4.7.2.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1.....	115

4.7.1.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2.....	116
4.7.1.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3.....	118
4.7.3 Κλιματική ζώνη Γ: Κατανάλωση ενέργειας τμήματος με χρήση: Κατοικίας	120
4.7.1.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1.....	120
4.7.1.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2.....	121
4.7.1.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3.....	123
4.7.4 Κλιματική ζώνη Δ: Κατανάλωση ενέργειας τμήματος	125
4.7.1.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1.....	125
4.7.1.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2.....	126
4.7.1.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3.....	128
4.7.5 Ενεργειακή κατάταξη Κλιματική ζώνη Α.....	130
4.7.6 Ενεργειακή κατάταξη Κλιματική ζώνη Β.....	132
4.7.7 Ενεργειακή κατάταξη Κλιματική ζώνη Γ	134
4.7.8 Ενεργειακή κατάταξη Κλιματική ζώνη Δ.....	136
4.8. Βιβλιογραφία, πρότυπα, κανονισμοί	138
Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα	139
5.1 Αποτελέσματα ενεργειακής μελέτης.....	139
5.1.1. ΖΩΝΗ Α.....	139
5.1.2. ΖΩΝΗ Β.....	140
5.1.3. ΖΩΝΗ Γ	141
5.1.4. ΖΩΝΗ Δ.....	142
5.2 Οικονομοτεχνική ανάλυση	143
5.2.1. ΖΩΝΗ Α.....	145
5.2.2. ΖΩΝΗ Β.....	147
5.2.3. ΖΩΝΗ Γ	149
5.2.4. ΖΩΝΗ Δ.....	151
5.3 Αποτελέσματα οικονομολογικής ανάλυσης.....	153
5.3.1 Ζώνη Α.....	154
5.3.2 Ζώνη Β.....	155
5.3.3 Ζώνη Γ	156
5.3.4 Ζώνη Δ.....	157
Κεφάλαιο 6: Γενικά συμπεράσματα	158
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	159
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	160
i) Αρχιτεκτονική μελέτη κατοικίας	161
ii) Πιστοποιητικά Υλικών	166

Κεφάλαιο 1: Νομικό πλαίσιο

Εισαγωγή

1.1 Ενεργειακή κατάσταση

Με την πάροδο των χρόνων, έχει σαφώς βελτιωθεί το βιοτικό μας επίπεδο, γεγονός που ταυτόχρονα έχει δημιουργήσει σοβαρότατες επιβαρύνσεις και παρενέργειες στο φυσικό μας περιβάλλον. Η αλόγιστη χρήση των ορυκτών πόρων, η διατάραξη των οικοσυστημάτων και οι εκπομπές των ρύπων στην ατμόσφαιρα οδηγούν στην καταστροφή του περιβάλλοντος και στην κλιματική αλλαγή.

Οι ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων και των κατοικιών στην χώρα μας, καθώς και σε όλον τον κόσμο αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς τομείς κατανάλωσης ενέργειας, ο οποίος υπολογίζεται περίπου στο μισό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια. Τα κτίρια καταναλώνουν το 40% περίπου της ενέργειας τελικής χρήσης, δηλαδή της ενέργειας που φθάνει στον τελικό καταναλωτή, με αποτέλεσμα η θέρμανση-ψύξη να αντιστοιχεί περίπου στο 20% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας.

Όσον αφορά τον κτιριακό τομέα, τα κτίρια συμβάλουν σημαντικά και στην ρύπανση του περιβάλλοντος. Ευθύνονται για το 50% των εκπομπών του διοξειδίου του θείου, το 35% των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, το 25% των εκπομπών οξειδίων του αζώτου και το 10% των εκπεμπόμενων σωματιδίων. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση εκτιμάται ότι ο οικιακός τομέας καταναλώνει το 37% της συνολικής ενέργειας. Το μεγαλύτερο ποσοστό των κτιρίων που ευθύνονται για την κατανάλωση ενέργειας και την ρύπανση του περιβάλλοντος είναι οι παλιές κατοικίες άνω των 30 ετών, οι οποίες στερούνται θερμομονωτικής προστασίας.

Το πρόβλημα της ενέργειας έχει μπει πλέον στο προσκήνιο για την αντιμετώπισή του όχι μόνο στην Ελλάδα, αλλά και σε όλον τον κόσμο.

Ο στόχος της Ευρωπαϊκής Πολιτικής στον τομέα της ενέργειας έχει πλέον επικεντρωθεί στα θέματα εξοικονόμησης ενέργειας και στο να κάνει την Ευρώπη μια υψηλής ενεργειακής απόδοσης και χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, οικονομία.

Σύμφωνα με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ, η Ευρωπαϊκή Ένωση θέτει τους εξής στόχους:

1. Όλα τα νέα κτίρια που θα κατασκευάζονται μετά τις 31 Δεκεμβρίου 2020 θα αποτελούν κτίρια με σχεδόν «μηδενική κατανάλωση ενέργειας» και
2. Όλα τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους που θα κατασκευάζονται μετά τις 31 Δεκεμβρίου 2019 θα αποτελούν κτίρια με σχεδόν «μηδενική κατανάλωση ενέργειας».

Η Ευρωπαϊκή Ένωση πέραν της θεσπίσεως του νομικού πλαισίου για τα νέα κτίρια, σχεδιάζει μέσω χρηματοδοτικών προγραμμάτων της τάξεως των δεκάδων δις. Ευρώ, έως το τέλος του 2030 να έχει υλοποιηθεί μια «ανακαίνιση» των υφιστάμενων κτιρίων της, η οποία θα έχει επιφέρει μια εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 30 % σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Η «ανακαίνιση» των συστημάτων θέρμανσης-ψύξης των κτιρίων αποτελεί έναν από τους κεντρικότερους στόχους της «ανακαίνισης» αυτής.

Στόχος δηλαδή της πολιτικής αυτής, είναι τα σημερινά συστήματα θέρμανσης να αντικατασταθούν από νέα συστήματα υψηλής απόδοσης ή από εναλλακτικά συστήματα.

1.2 Κ.Εν.Α.Κ. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης

Η Ελλάδα, ενσωμάτωσε τις οδηγίες της ΕΕ καθυστερημένα το 2010 με μια σειρά μέτρων, μεταξύ των οποίων είναι ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ), που αντικαθιστά τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων του 1979.



Εικόνα 1- Βαθμίδες ενεργειακής κατάταξης βάσει του Κ.Εν.Α.Κ.

Στο πλαίσιο της Κοινοτικής Οδηγίας 91/2002/ΕΚ «για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων», η χώρα μας είχε την υποχρέωση να εναρμονιστεί μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 με την έκδοση και την εφαρμογή σχετικών νομοθετικών διατάξεων. Το πρώτο βήμα για την εναρμόνισή μας με την Κοινοτική Οδηγία ήταν η έκδοση του Ν.3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89) «Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτιρίων και άλλες διατάξεις». Βάσει του νόμου υπήρχε η υποχρέωση έκδοσης σχετικού «Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων» (Κ.Εν.Α.Κ.). Η οδηγία 91/2002/ΕΚ τροποποιήθηκε από την οδηγία 31/2010/ΕΚ και η εναρμόνισή μας με τη νέα οδηγία έγινε με την έκδοση του νέου νόμου Ν.4122/2013 (ΦΕΚ Α' 42) «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων- Εναρμόνιση με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) αποτελεί υποχρέωση της χώρας τόσο προς τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Κοινοτική Οδηγία), αλλά περισσότερο προς τους πολίτες της. Ο κτιριακός πλούτος της χώρας πρέπει, σύμφωνα με τις σύγχρονες απαιτήσεις διαβίωσης, να αποκτήσει καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά μέσω της σωστής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο, εκτός από την ασφάλεια και την αισθητική που μέχρι σήμερα ήταν τα κυριότερα στοιχεία ενός κτιρίου, προστίθεται και η μέριμνα, έτσι ώστε η κατανάλωση ενέργειας να είναι κατά το δυνατόν χαμηλότερη, με ταυτόχρονη εξασφάλιση άριστων συνθηκών για τους χρήστες. Η αποτελεσματική διαχείριση της ενέργειας προστατεύει άμεσα και έμμεσα το περιβάλλον, εξοικονομεί ενεργειακούς πόρους και επιπλέον συμβάλλει στην οικονομία όχι μόνο των χρηστών των κτηρίων, αλλά και της ίδιας της χώρας¹.

Με τον ΚΕΝΑΚ θεσμοθετείται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, με συγκεκριμένες δράσεις:

- Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων

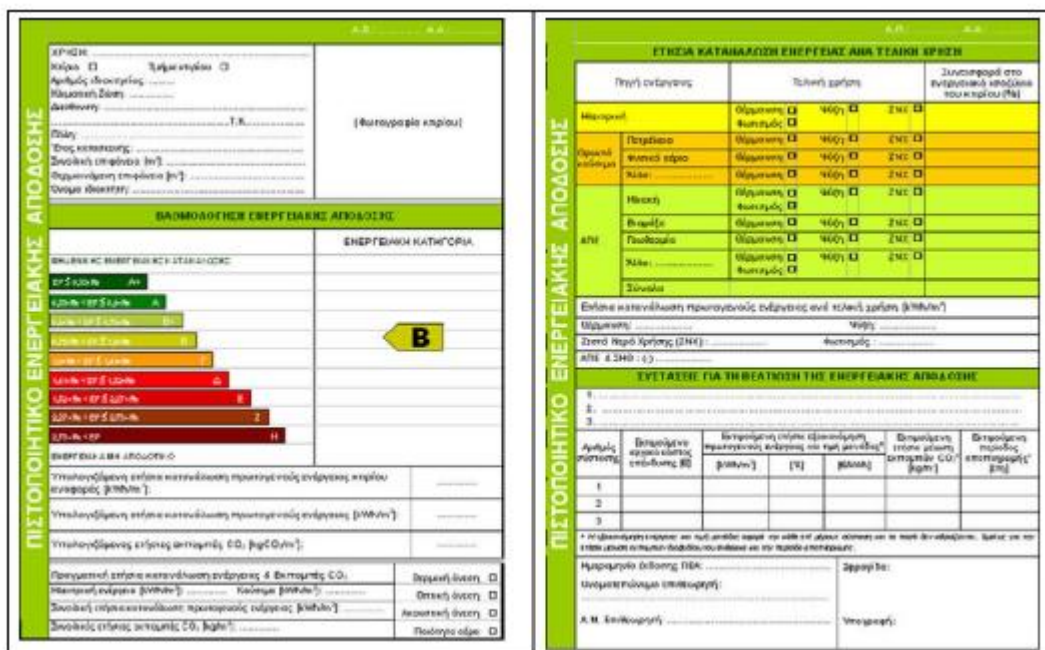
¹ http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak

- Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων
- Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης)
- Ενεργειακές Επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης και θα εκπονείται για κάθε κτίριο (άνω των 50 τ.μ.), νέο ή υφιστάμενο που ανακαινίζεται ριζικά και βασίζεται σε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία αναφέρεται:

- στην απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών του κτιρίου όσον αφορά στο σχεδιασμό του, το κτιριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις και
- στη σύγκρισή του με κτίριο αναφοράς. Ως κτίριο αναφοράς νοείται κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο που πληροί όμως ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ισχύει για δέκα χρόνια και στην περίπτωση αγοροπωλησίας και ενοικίασης τέθηκε σε εφαρμογή από 9 Ιανουαρίου 2011. Αρχικά αφορούσε σε όλα τα κτίρια, συνολικής επιφάνειας άνω των 50 τ.μ., σύμφωνα όμως με το άρθρο 12 του Ν. 4122/2015, από 1.1.2016 είναι πλέον υποχρεωτική η έκδοση του και για κτίσματα μικρότερα των 50 τ.μ., όταν αυτά ενοικιάζονται ή πωλούνται.



Εικόνα 2-Μορφή ΠΕΑ

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (εικόνα 2) περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του ενεργειακού επιθεωρητή και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, ώστε οι καταναλωτές να είναι σε θέση να συγκρίνουν και να αξιολογήσουν την πραγματική τους κατανάλωση και τις τυχόν δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Η έκδοση του πιστοποιητικού είναι υποχρεωτική. Η ενεργειακή επιθεώρηση αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο διάγνωσης της ενεργειακής κατάστασης των υφιστάμενων κτιρίων και των δυνατοτήτων βελτίωσής της, αλλά και της εφαρμογής της νομοθεσίας για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων. Ο ιδιώτης Ενεργειακός Επιθεωρητής, επιθεωρεί το κτίριο και το κατατάσσει σε ενεργειακή κατηγορία, βάσει του λόγου της κατανάλωσης του κτιρίου προς την κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς.

Τα οφέλη από τον ΚΕΝΑΚ είναι οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά. Τα οικονομικά οφέλη αφορούν κυρίως στον περιορισμό των λειτουργικών εξόδων και εξόδων συντήρησης των κτιρίων, αλλά και στην αναθέρμανση της οικοδομικής δραστηριότητας. Τα κοινωνικά οφέλη αφορούν στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ενώ τα περιβαλλοντικά οφέλη αφορούν στον περιορισμό των εκπομπών ρύπων, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα, με σημαντική συμβολή στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην εξοικονόμηση ενέργειας².

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης ή ενεργειακό πιστοποιητικό είναι το έντυπο που αποτυπώνει την ετησία ενεργειακή κατανάλωση ενός χώρου, διαμερίσματος, σπιτιού πολυκατοικίας αλλά και την ενεργειακή του κλάση.

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κατατάσσει τα σπίτια σε 9 κατηγορίες (εικόνα 1) ως προς την ενεργειακή τους κλάση. Η καλύτερη και πιο αποδοτική κατηγορία είναι η Α+ και είναι και η πιο φιλική προς το περιβάλλον. Η κλίμακα του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κατεβαίνει από το Α+ και φτάνει στην κατηγορία Η που είναι τα σπίτια τα οποία είναι το λιγότερο ενεργειακά αποδοτικά.

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης μας δείχνει την ετησία κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης. Επίσης μέσα στο πιστοποιητικό αναγράφονται συστάσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του χώρου μέσα από προτάσεις πχ. Μόνωση εξωτερικών τοίχων με εκτιμώμενο κόστος επένδυσης, ετησία εξοικονόμηση και φυσικά χρόνο αποπληρωμής.

Για την αποτελεσματική εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ., το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ) κατάρτισε σε συνεργασία με την Πολιτεία τις απαραίτητες Τεχνικές Οδηγίες (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.), οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, στα Ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Μετά την έγκριση από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το Υ.Π.Ε.Κ.Α. εξέδωσε υπουργική απόφαση με αριθμό ΟΙΚ 2618/23.10.2014 (ΦΕΚ Β'2945) για την «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» στην οποία κοινοποιούνται σε παραρτήματα οι τελικές εκδόσεις των Τεχνικών Οδηγιών του ΤΕΕ. Συγκεκριμένα οι Τ.Ο.Τ.Ε.Ε είναι οι ακόλουθες:

- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010: Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010: Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010: Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010: Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού.
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010: Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας & Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε κτίρια.

² <http://www.ypeka.gr/?tabid=525>

Κεφάλαιο 2: Παράμετροι ενεργειακής απόδοσης

2.1 Ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων

Ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων στοχεύει στη μείωση της ενέργειας, των ρύπων αλλά και του φορτίου αιχμής για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό. Αφορά τον σχεδιασμό κτιρίων και εσωτερικών και εξωτερικών χώρων με βάση το μικροκλίμα της κάθε περιοχής, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος, την ηλιακή ενέργεια αλλά και τις άλλες ανανεώσιμες πηγές. Είναι ο σχεδιασμός ο οποίος αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων και έχει ως στόχους την μείωση των απωλειών θερμότητας τον χειμώνα και τον δροσισμό το καλοκαίρι, τον σωστό ηλιασμό αντίστοιχα για χειμώνα και καλοκαίρι, την ορθή χρήση οικολογικών δομικών υλικών και την εγκατάσταση των κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων για κάλυψη των αναγκών θέρμανσης – ψύξης – αερισμού – ηλεκτρισμού.

Τα κτίρια έχουν επιπτώσεις στην κατανάλωση ενέργειας ως συνέπεια θα πρέπει να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης προσαρμοσμένες στο τοπικό κλίμα. Οι ορθές πρακτικές στον τομέα αυτόν θα πρέπει να αποσκοπούν στην βέλτιστη χρήση των παραγόντων που έχουν σχέση με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Για την εφαρμογή του ενεργειακού σχεδιασμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα συστήματα, τα παθητικά, ενεργητικά και υβριδικά συστήματα.



Εικόνα 3-Τομή Κτιρίου Κατοικίας

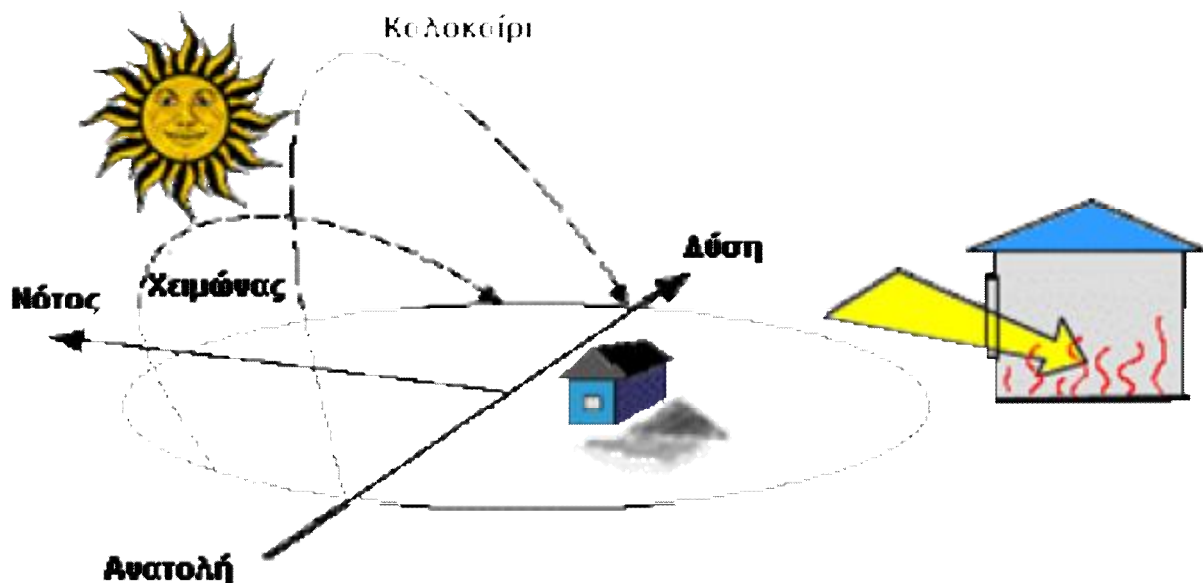
Παθητικά ονομάζονται τα συστήματα που δεν απαιτούν πρόσθετη παροχή ενέργειας και μηχανολογικά εξαρτήματα και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτήρια. Τα παθητικά συστήματα, βασίζονται στη φυσική ροή της θερμικής ενέργειας, εκμεταλλεύονται τις φυσικές ιδιότητες των υλικών του κτηρίου και χρησιμοποιούν, για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την αποθήκευση της θερμότητας, τα δομικά στοιχεία του κελύφους (τοίχους, δάπεδα, οροφές, δώμα),

Ενεργητικά ονομάζονται τα συστήματα τεχνολογίας μηχανικών μέσων - απλών μέχρι υψηλής τεχνολογίας (αντλίες θερμότητας, εναλλάκτες θερμότητας κλπ) τα οποία προϋποθέτουν σύνθετους μηχανισμούς συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης της θερμότητας που έχει προέλθει από την ηλιακή ακτινοβολία που δεσμεύτηκε. Αφορούν στο σύνολο των τεχνικών και τεχνολογιών, απλών ή εξειδικευμένων, που αποσκοπούν στη βελτίωση απόδοσης των συστημάτων θέρμανσης, κλιματισμού, αερισμού και ηλεκτρικών καταναλώσεων

Υβριδικά ονομάζονται τα συστήματα που συνδυάζουν τη φυσική και τη μηχανική ροή θερμότητας. Βασίζονται στην παθητική εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, παρεμβάλλοντας συγχρόνως μηχανικά συστήματα χαμηλής κατανάλωσης και απλής κατασκευής.

2.2 Παθητικά Συστήματα

Τα παθητικά συστήματα θερμαίνουν ή δροσίζουν τα κτήρια με φυσικό τρόπο χωρίς να απαιτείται πρόσθετη παροχή ενέργειας και λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα. Εντάσσονται στην έννοια του ενεργειακού-βιοκλιματικού σχεδιασμού διότι αποτελούν λύσεις που εξασφαλίζουν συνθήκες άνεσης στους χρήστες.



Εικόνα 4-Προσανατολισμός και Σκίαση Κτιρίου

Τα παθητικά συστήματα χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικής ψύξης-δροσισμού
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Στην παρούσα υπο-ενότητα θα αναλυθούν τα παθητικά συστήματα που αφορούν τις στρατηγικές Θέρμανσης, Ψύξης-Δροσισμού και του Φυσικού Φωτισμού.

2.2.1. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης

Η παθητική θέρμανση αφορά την εκμετάλλευση του ηλιασμού του κτιρίου κατά την διάρκεια των χειμερινών μηνών. Στόχος: η ενέργεια που προκύπτει να συλλεχθεί, να αποθηκευτεί και στο τέλος να διανεμηθεί, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα παθητικά συστήματα θέρμανσης αφορούν στη:

- Άμεσου ηλιακού κέρδους
- Έμμεσου ηλιακού κέρδους
- Διπλού κέρδους

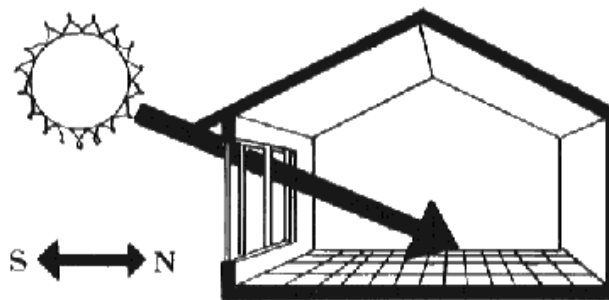
Η θέρμανση των κτιρίων με παθητικά ηλιακά συστήματα βασίζεται:

- Στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (συλλογή της ηλιακής ενέργειας και στη μετατροπή της σε χρήση)
- Τη θερμική υστέρηση υλικών (αποθήκευση της θερμικής ενέργειας)
- Αρχές μετάδοσης θερμότητας (διανομή της θερμότητας)

Στην πράξη, σε ένα παθητικό ηλιακό σύστημα οι τρεις παραπάνω διαδικασίες συμβαίνουν ταυτόχρονα.

Άμεσου ηλιακού κέρδους

Ως σύστημα άμεσου κέρδους ορίζεται το σύστημα το οποίο αξιοποιεί την συλλεγόμενη ηλιακή ενέργεια, από ανοίγματα κατάλληλου προσανατολισμού (νότιου) για θέρμανση των χώρων.



Εικόνα 5-Σύστημα Άμεσου Ηλιακού Κέρδους

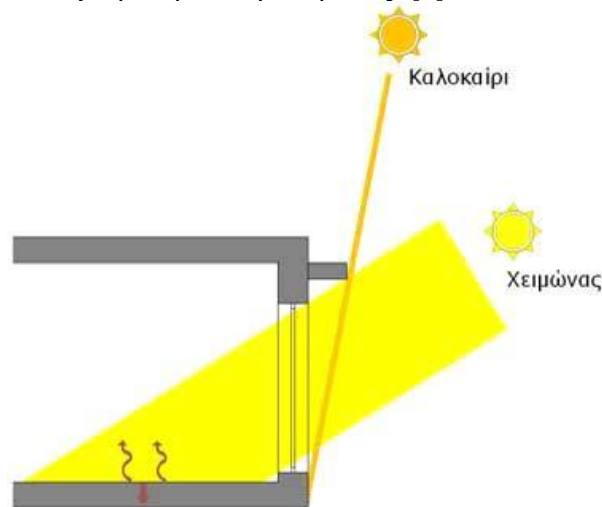
Η αποτελεσματικότητα ενός τέτοιου συστήματος επηρεάζεται από τον προσανατολισμό, τη θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων.

Εκτός από τα ανοίγματα το σύστημα θα πρέπει να αποτελείται από την απαιτούμενη θερμική μάζα (χρήση υλικών υψηλής θερμοχωρητικότητας), την κατάλληλη θερμική προστασία (μόνωση του περιβλήματος, διπλοί υαλοπίνακες, νυχτερινή μόνωση) και την απαιτούμενη ηλιοπροστασία κατά τους θερινούς μήνες.

Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από τους υαλοπίνακες και μέρος αυτής αποδίδεται σε μορφή θερμότητας άμεσα στον αέρα του χώρου, ενώ μέρος αποθηκεύεται στη μάζα του κτιρίου (τοίχοι, δάπεδα, οροφές, όταν αυτά έχουν επαρκή θερμοχωρητικότητα) και αποδίδεται στο χώρο με χρονική υστέρηση.

Η απαιτούμενη ηλιοπροστασία για αποφυγή της θερινής υπερθέρμανσης εξασφαλίζεται από τη σκίαση των ανοιγμάτων από σταθερά ή κινητά σκίαστρα. Κατά τη χειμερινή περίοδο,

για την αποφυγή των θερμικών απωλειών απαιτείται νυκτερινή προστασία των ανοιγμάτων με κινητά θερμομονωτικά παντζούρια, ρολά ή κουρτίνες. [8]



Εικόνα 6- Αρχή λειτουργίας ηλιακού παθητικού συστήματος άμεσου κέρδου

Έμμεσου ηλιακού κέρδους

Ως σύστημα έμμεσου κέρδους ορίζεται το σύστημα το οποίο εκμεταλλεύεται με έμμεσο τρόπο την ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση των κτιρίων.

Τα συστήματα αυτά συνδυάζουν τις διαδικασίες συλλογής, συσσώρευσης και διανομής της ηλιακής θερμότητας σε ένα μέρος του περιβλήματος του κτιρίου που περικλείει τους χώρους διαβίωσης.

Τα πιο διαδεδομένα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους³ αποτελούν:

- οι ηλιακοί τοίχοι,
- οι ηλιακοί χώροι,
- τα ηλιακά αίθρια,
- τα συστήματα απομονωμένου κέρδους (εκτός κτιρακού περιβλήματος).

Ηλιακοί Τοίχοι

Οι ηλιακοί τοίχοι, αποτελούνται από τοιχοποιίες συνδυαζόμενες με υαλοστάσια, τοποθετημένα εξωτερικά 5-15 cm. Η τοιχοποιία μπορεί να είναι αμόνωτος τοίχος μεγάλης θερμικής μάζας είτε τοίχος θερμομονωμένος. Τα υαλοστάσια μπορούν να είναι σταθερά ή ανοιγόμενα κατά περίπτωση με διπλούς υαλοπίνακες.

Οι ηλιακοί τοίχοι διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

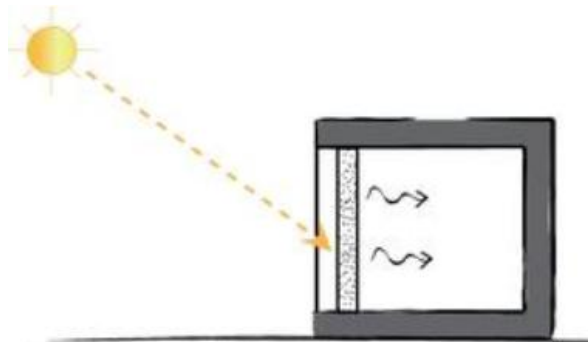
- ο ηλιακός τοίχος μη θερμοσιφωνικής ροής (τοίχος μάζης ή τοίχος νερού),
- ο ηλιακός τοίχος θερμοσιφωνικής ροής (τοίχος Trombe- -Michelle)
- θερμοσιφωνικό πάνελο (τοίχος Barra Constantini)
- οροφή νερού-ηλιακή λίμνη

³ http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos.htm

Ο *τοίχος μάζης*, αποτελείται από ένα σύστημα που περιλαμβάνει έναν τοίχο που δεν διαθέτει θερμομόνωση, ο οποίος έχει νότιο προσανατολισμό ή με απόκλιση έως 30°, προς την Ανατολή ή τη Δύση, κατασκευασμένο από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας που λειτουργεί ως αποθήκη και διανομέας της θερμότητας, και ένα διαφανές υλικό τοποθετημένο σε μια ελάχιστη απόσταση 10 εκ. προς την εξωτερική του πλευρά, που χρησιμεύει για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

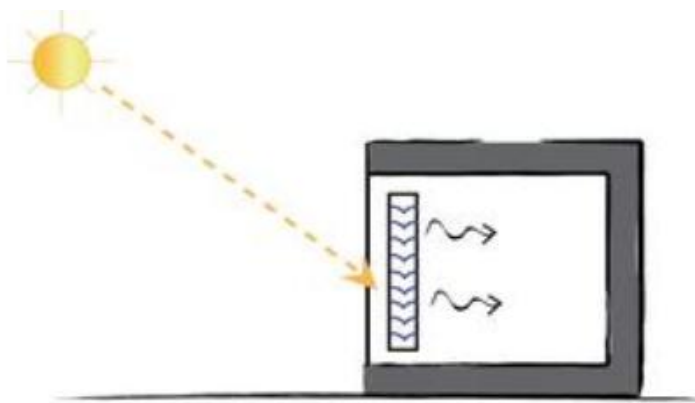
Η ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται από το διαφανές στοιχείο μετατρέπεται σε θερμότητα στο χώρο μεταξύ του υαλοστασίου και του τοίχου και αποθηκεύεται ως θερμική ενέργεια στον τοίχο. Έπειτα από εκεί δια μέσου της αγωγιμότητας, με ακτινοβολία ή και με μεταφορά, ανάλογα με την κατασκευή του συστήματος, στο χώρο. Ταυτόχρονα το διαφανές υλικό και, σε ορισμένες περιπτώσεις επιπρόσθετα και το ακίνητο στρώμα αέρα μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου λειτουργεί ως μονωτικό στρώμα για τη μείωση των θερμικών απωλειών από το θερμό τοίχο προς το εξωτερικό ψυχρό περιβάλλον.

Όσο μεγαλύτερη απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία εμφανίζει η εξωτερική παρειά του τοίχου π.χ. βαφή με σκούρο χρώμα και αδρή επιφάνεια, τόσο αυξάνεται η απόδοση του συστήματος.



Εικόνα 7-Τοίχος Μάζης

Ο *τοίχος νερού*, αποτελείται από ένα σύστημα που περιλαμβάνει έναν τοίχο κατασκευασμένο από πλαστικά ή μεταλλικά στεγανά δοχεία, σκούρου χρώματος που περιέχουν νερό, ο οποίος βρίσκεται πίσω από μια γυάλινη επιφάνεια νοτίου προσανατολισμού. Η επιλογή του νερού βασίζεται στη μεγάλη θερμοχωρητική του ικανότητα, δηλαδή στη ικανότητα του να αποθηκεύει θερμότητα κατά τη θέρμανσή του και να θερμαίνεται ή να ψύχεται εύκολα σε σχέση με άλλα υλικά. Έτσι απαιτούνται μικρότερες επιφάνειες τοίχου, σε σχέση με άλλους τοίχους θερμικής αποθήκευσης που είναι κατασκευασμένοι από μπετόν, πέτρα, τούβλο, κ.λ.π. Η εσωτερική επιφάνεια του τοίχου μπορεί να έρχεται κατευθείαν σε επαφή με ένα από τους χώρους του κτηρίου, ή να διαχωρίζεται από αυτούς, με ένα λεπτό τοίχο, ή με ένα στρώμα μόνωσης.



Εικόνα 8-Τοίχος Νερού



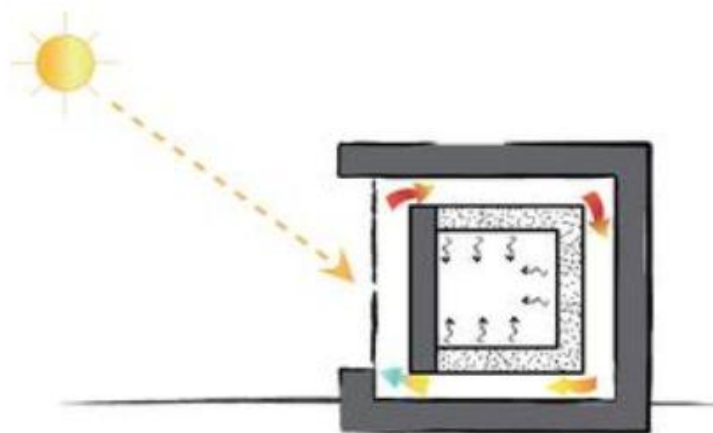
Ο τοίχος *Trombe-Michelle*, αποτελείται από ένα σύστημα που περιλαμβάνει έναν τοίχο θερμικής αποθήκευσης ο οποίος είναι κατασκευασμένος από υλικά τοιχοποιίας, ο οποίος διαθέτει θυρίδες στο επάνω και κάτω τμήμα του συμπαγούς τμήματος του, οπότε η μετάδοση της θερμότητας προς την πλευρά του εσωτερικού χώρου γίνεται -εκτός από την αγωγιμότητα- και με φυσικό θερμοσιφωνισμό. Ο αέρας, που βρίσκεται μεταξύ του υαλοστασίου και του τοίχου, θερμαίνεται καθώς εφάπτεται στο θερμό τοίχο κι από τις θυρίδες που βρίσκονται στο επάνω μέρος του τοίχου εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο, ενώ συγχρόνως εξέρχεται από την κάτω θυρίδα στο διάκενο, ψυχρός αέρας από τον εσωτερικό χώρο, ο οποίος και θερμαίνεται. Με αυτόν τον τρόπο αποδίδεται πρόσθετη θερμότητα στο χώρο στις περιόδους της ηλιοφάνειας και η θέρμανση του χώρου αρχίζει αμέσως με τη θέρμανση του τοίχου και συνεχίζεται έως 2 με 3 ώρες μετά το σκιασμό του.



Εικόνα 9-Τοίχος Trombe-Michelle

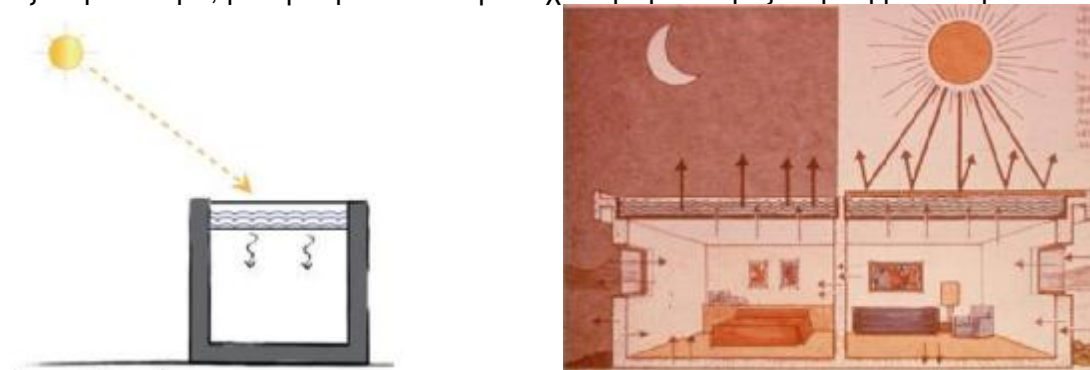
Ο τοίχος *Barra Constantini*, αποτελείται από ένα σύστημα παρόμοιας κατασκευής και λειτουργίας με τον τοίχο Trombe - Michel, αλλά δίχως την ύπαρξη και λειτουργία της θερμικής μάζας.

Η βασική διαφορά από τον τοίχο Trombe – Michel είναι ότι ο τοίχος του *Barra Constantini* απομονώνεται θερμικά από το διάκενο με χρήση θερμομονωτικής (συνήθως μεταλλικής) επικάλυψης και η μεταφορά θερμότητας γίνεται αποκλειστικά με συναγωγή (μεταφορά) από τον αέρα του διακένου και όχι με ακτινοβολία. Ο αέρας μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο, πάλι μέσω θυρίδων ή αγωγών. Σε αυτό το σύστημα, έχουμε ένα νότιο τοίχο από συμβατικά υλικά (μπετόν, τούβλα κ.λ.π.), σε συνδυασμό με υαλοστάσιο, ο οποίος πρέπει να είναι καλά μονωμένος εξωτερικά. Ένα στοιχείο ηλιακής συλλογής είναι τοποθετημένο μπροστά από τον τοίχο (μεταλλική επιφάνεια). Το χειμώνα, λόγω του μονωμένου τοίχου δεν έχουμε απώλειες θερμότητας, ενώ το καλοκαίρι αποφεύγουμε ηλιακά κέρδη.



Εικόνα 10-Τοίχος Barra Constantini

Η οροφή νερού-Ηλιακή λίμνη, αποτελεί μια παραλλαγή του συστήματος θερμικής αποθήκευσης στη μάζα του νερού αποτελεί η οροφή νερού. Πρόκειται για πλαστικούς σκουρόχρωμους σάκους, που δεν διαπερνούνται από την υπεριώδη ακτινοβολία, οι οποίοι περιέχουν νερό και τοποθετούνται στην οροφή του κτιρίου. Η «ηλιακή λίμνη», έχει βάθος περίπου 5 εκατοστά και για καλύτερη απόδοση επιλέγεται εξαιρετικά αγώγιμο υλικό για το δώμα πάνω στο οποίο θα κατασκευασθεί. Το χειμώνα, κατά τη διάρκεια της ημέρας, το νερό απορροφάει και αποθηκεύει θερμότητα. Κατά τις νυχτερινές ώρες, η οροφή νερού καλύπτεται-προστατεύεται με εξωτερική μόνωση και η αποθηκευμένη θερμότητα ακτινοβολείται προς τον εσωτερικό χώρο. Το καλοκαίρι, την ημέρα, η οροφή νερού καλύπτεται με το μονωτικό κάλυμμα για να αποφευχθεί το ανεπιθύμητο ηλιακό κέρδος, ενώ κατά τις νυχτερινές ώρες, απορροφάει τη θερμότητα του εσωτερικού χώρου και την αποβάλλει είτε με ακτινοβολία προς τον ουρανό, είτε μέσω φυσικής συναγωγής με τον εξωτερικό αέρα, με την προϋπόθεση να έχει αφαιρεθεί η εξωτερική μόνωση.



Εικόνα 11-Ηλιακή Λίμνη

Ηλιακοί χώροι

Οι ηλιακοί χώροι, είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε διάφορα τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα μεταφέρεται από τον ηλιακό χώρο στους κύριους χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή διαπερνά τους τοίχους.

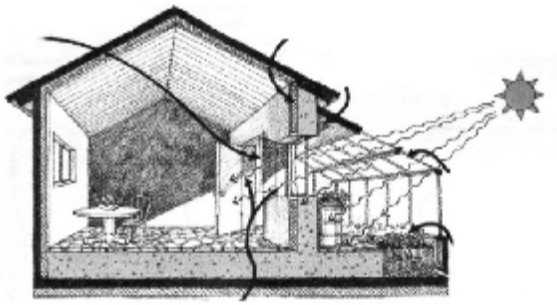
Παραδείγματα ηλιακών χώρων αποτελούν:

- Ο προσαρτημένος ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο)
- Το ηλιακό αίθριο

Ο προσαρτημένος ηλιακός χώρος ή θερμοκήπιο, είναι ο συνδυασμός παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους και τοίχου θερμικής αποθήκευσης. Το κτήριο, δηλαδή, αποτελείται από δύο θερμικές ζώνες: τον ηλιακό χώρο που προσαρτάται στο κτήριο, όπου γίνεται συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας, και τον έμμεσα θερμαινόμενο από τον ηλιακό χώρο, κύριο κατοικήσιμο χώρο. Οι δύο ζώνες χωρίζονται μεταξύ τους με συμπαγή τοίχο με θερμική μάζα (με ή χωρίς θερμομόνωση) και με ή χωρίς υαλοστάσια. Αντί για υαλοστάσια ο ενδιάμεσος τοίχος μπορεί να διαθέτει θυρίδες για τη μεταφορά του θερμού αέρα από το θερμοκήπιο στον κύριο χώρο.

Το θερμοκήπιο συνδέεται με έναν κοινό τοίχο με το κτήριο ή ενσωματώνεται σ' αυτό και συνδέεται με το κτήριο με περισσότερους κοινούς τοίχους, συμπαγείς ή με συνδυασμό τοιχοποιίας και υαλοστασίου.

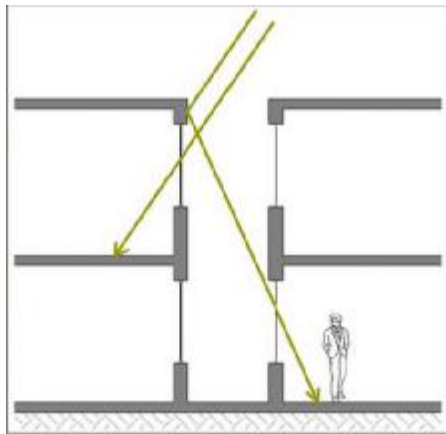
Ευνόητο είναι ότι οι γυάλινες όψεις του θερμοκηπίου πρέπει να έχουν τον κατάλληλο προσανατολισμό για τη μεγιστοποίηση της συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας. Η επιστέγαση του ηλιακού χώρου μπορεί να είναι συμπαγής ή διαφανής. Επίσης, το θερμοκήπιο μπορεί να ενσωματωθεί στο κτήριο, ώστε να έχει τρεις κοινούς τοίχους και έναν υάλινο τοίχο προς το Νότο. Θερμοκήπια θεωρούνται και τα αίθρια στον πυρήνα των κτηρίων, σκεπασμένα με γυάλινη επιστέγαση, που είναι ανεξάρτητοι μη θερμαινόμενοι χώροι.



Εικόνα 12-Προσαρτημένος Ηλιακός Χώρος (θερμοκήπιο)

Ηλιακά αίθρια

Τα ηλιακά αίθρια, αποτελούν τον αιθριακό χώρο ενός κτιρίου ο οποίος επικαλύπτεται με υαλοστάσια και αποτελεί ένα άλλο σύστημα ηλιακού κέρδους. Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από το γυάλινο στοιχείο της οροφής, συσσωρεύεται στον εσωτερικό χώρο του αιθρίου και μέρος της μεταφέρεται στους περιβάλλοντες εσωτερικούς χώρους του κτιρίου ή των κτιρίων μέσω των ανοιγμάτων τους.



Εικόνα 13-Ηλιακά Αίθρια

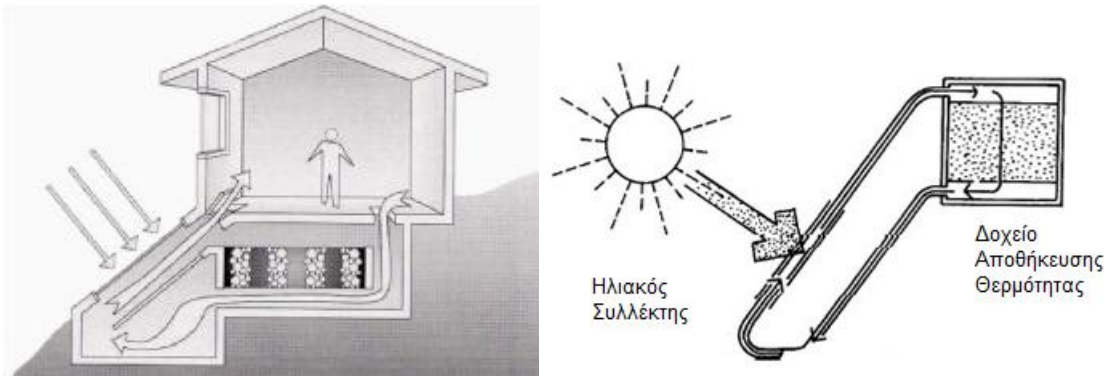
Σύστημα απομονωμένου κέρδους

Στα συστήματα απομονωμένου κέρδους η ηλιακή συλλογή είναι θερμικά απομακρυσμένη από τους χώρους διαβίωσης του κτιρίου. Η μεταφορά ενέργειας από το συλλέκτη στο σύστημα συσώρευσης (που είναι προαιρετικό) και από εκεί χώρο διαβίωσης μπορεί να γίνει είτε με υβριδικά συστήματα (π.χ. ανεμιστήρες), είτε με παθητικό τρόπο.

Ένα ηλιακό σύστημα απομονωμένου κέρδους, αποτελείται από μια επιφάνεια ηλιοσυλλογής η οποία δεν βρίσκεται σε επαφή με τον χώρο που επιθυμούμε να θερμάνουμε. Μεταξύ αυτής της επιφάνειας και του χώρου διαβίωσης θα πρέπει να υπάρχει ένας μηχανισμός μετάδοσης της θερμότητας όπως για παράδειγμα ένας ανεμιστήρας. Έτσι με την απομόνωση του κτιρίου της συλλογής της ηλιακής ενέργειας και της αποθήκευσης μπορεί να υπάρξει μεγαλύτερη ευελιξία στο σχεδιασμό και στη διαχείριση. Στα πραγματικά παθητικά ηλιακά συστήματα η μετάδοση της θερμότητας γίνεται με μη μηχανικά μέσα και βασίζεται κυρίως στην άνωση, μεταγωγή και ακτινοβολία της θερμότητας.

Ένα παράδειγμα απομονωμένου κέρδους είναι το θερμοσιφωνικό πάνελ με rock bed. Το σύστημα αυτό αποτελείται από υαλοπίνακα, διάκενο αέρα και μεταλλική σκουρόχρωμη επιφάνεια, που φέρει μόνωση εξωτερικά και τοποθετείται εν γένει χαμηλότερα από τους

κύριους χώρους του κτιρίου με κλίση 40° περίπου. Η θερμότητα που συλλέγεται στο διάκενο αέρα, μεταφέρεται μέσω αγωγών με θερμοσιφωνική ροή είτε απ' ευθείας στους χώρους του κτιρίου, είτε σε αποθήκη θερμότητας (rock bed) απ' όπου αποδίδεται σταδιακά στους χώρους όπως φαίνεται και στο ακόλουθο σχήμα.



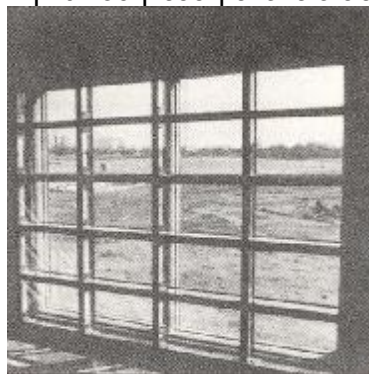
Εικόνα 14-Σύστημα απομονωμένου κέρδους είναι το θερμοσιφωνικό πάνελ με rock bed

Μία άλλη συνηθισμένη διάταξη βασισμένη σε αυτή τη λογική είναι η θερμοσιφωνική διάταξη του θερμαινόμενου νερού που αποτελεί την πιο απλή μορφή εκμεταλλευσης. Η διάταξη περιλαμβάνει μια επίπεδη πλάκα συλλέκτη που συνδέεται με μια καλά μονωμένη δεξαμενή με μονωμένες επίσης τις σωληνώσεις. Η δεξαμενή βρίσκεται πάντοτε πάνω από τον συλλέκτη για να βελτιώσει την ροή του νερού ή του ρευστού. Το νερό από τη δεξαμενή κυκλοφορεί συνέχεια διαμέσου του σπιτιού για να το ζεστάνει.

Συστήματα Διπλού κέρδους

Τα συστήματα διπλού κέρδους αποτελούνται από συνδυασμό συστημάτων άμεσου και έμμεσου ηλιακού κέρδους. Μέχρι σήμερα έχουν κατασκευαστεί πολλά συστήματα διπλού κέρδους, παρόλα αυτά η έρευνα σ αυτά συνεχίζεται. Τα συστήματα αυτά σχεδιάστηκαν με σκοπό να επωφελούνται από τα βασικά πλεονεκτήματα της κάθε κατηγορίας που χρησιμοποιούν.

Ένα παράδειγμα διπλού κέρδους είναι το σύστημα Transwall. Το σύστημα αυτό αποτελείται από έναν τοίχο νερού φτιαγμένο με διαφανή δοχεία γεμάτα με καθαρό νερό, όπου το απορροφητικό υλικό είναι το γυαλί και είναι βαμμένο γκρι, το σύστημα Transwall συνδυάζει έμμεσο και άμεσο κέρδος το οποίο επιτρέπει, τόσο τη μετάδοση της ακτινοβολίας όσο και την έμμεση ανάκτηση θερμότητας από την αποθήκευση στο ίδιο σύστημα.



Εικόνα 15-Η πρότυπη διάταξη Transwall εγκατεστημένη στο Εργαστήριο Δοκιμών

2.2.2. Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικής ψύξης-δροσισμού

Η παθητική Ψύξη αφορά την ανάγκη που έχει κάθε κτίριο να δροσίζεται και να αποβάλει τα θερμικά του κέρδη κατά τους θερινούς μήνες, ώστε να διατηρεί τις καλύτερες συνθήκες άνεσης.

Οι τεχνικές και σχεδιαστικές ρυθμίσεις στο κέλυφος του κτηρίου, οι οποίες συμβάλλουν στον φυσικό του δροσισμό, είναι οι ακόλουθες:

- ηλιοπροστασία και σκιασμός των διαφανών και αδιαφανών στοιχείων του κελύφους,
- χρώμα και υφή των εξωτερικών επιφανειών,
- επάρκεια θερμικής μάζας του κτηρίου, η οποία περιορίζει τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του εσωτερικού αέρα,
- θερμομόνωση του κελύφους του κτηρίου, η οποία μειώνει το ψυκτικό του φορτίο,
- φυσικός αερισμός του εσωτερικού χώρου του κτηρίου, είτε με φυσικό, είτε με εξαναγκασμένο-μηχανικό τρόπο για την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμότητας στα δομικά του στοιχεία.
- Νυχτερινή ακτινοβολία θερμότητας προς τον ουρανό,
- Διαμόρφωση μικροκλίματος.

Ηλιοπροστασία

Το καλοκαίρι οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλές και η ηλιακή ακτινοβολία έντονη, με αποτέλεσμα το κτήριο να απορροφά θερμότητα, πολύ περισσότερη μάλιστα όταν είναι εκτεθειμένο στον ήλιο, με άμεσες επιπτώσεις στο εσωτερικό του (κίνδυνος υπερθέρμανσης).

Για τα ελληνικά κλιματικά δεδομένα, ο σκιασμός του κτηρίου, ιδιαίτερα των ανοιγμάτων του, είναι αναγκαίος για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο, ενώ για τους μήνες Μάιο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο είναι επιθυμητός κατά κανόνα τις μεσημβρινές ώρες.

Κατά συνέπεια, τα συστήματα σκίασης πρέπει να παρέχουν αποτελεσματική προστασία από τον ήλιο το καλοκαίρι, χωρίς όμως να παρεμποδίζουν τον ηλιασμό του κτηρίου το χειμώνα ή να περιορίζουν τον φυσικό του φωτισμό.

Η ηλιοπροστασία επιτυγχάνεται με τους ακόλουθους τρόπους:

- σκίαση
- χρήση ειδικών υαλοπινάκων
- κατάλληλος προσανατολισμός, μέγεθος και γεωμετρία των ανοιγμάτων του κτιρίου

Σκίαση:

Η σκίαση μπορεί να γίνεται είτε με χρήση συστημάτων σκίασης, είτε με πιο απλούς τρόπους όπως την τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων ή βλάστησης που διακόπτουν τον άμεσο ηλιασμό.

Τα συστήματα σκίασης χρειάζεται να παρέχουν καλή ηλιακή προστασία κατά το καλοκαίρι, ενώ παράλληλα δεν πρέπει να περιορίζουν τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα, να εμποδίζουν το φυσικό φωτισμό ή να παρακωλύουν το φυσικό αερισμό. Τα συστήματα αυτά μπορούν να εμποδίσουν το στοιχείο της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας αλλά συνήθως δεν είναι αποτελεσματικά στο περιορισμό του διάχυτου ή του ανακλώμενου συστατικού της ακτινοβολίας.

Διακρίνονται σε σταθερά ή κινητά συστήματα σκίασης και μπορεί να εφαρμοστούν εξωτερικά, εσωτερικά ή μεταξύ των 2 τζαμιών στα συστήματα με διπλά τζάμια.

Τα σταθερά συστήματα σκίασης περιλαμβάνουν δομικά στοιχεία όπως είναι οι πρόβολοι, στοές πέργκολες, καθώς και μη δομικές κατασκευές όπως είναι οι τέντες, τα πατζούρια, τα ρολά και τα παραπετάσματα. Κρίσιμα στοιχεία αποτελούν ο προσανατολισμός και το σχήμα του ανοίγματος που πρόκειται να σκιαστεί. Γενικά, χρησιμοποιείται οριζόντια σκίαση στις νότιες επιφάνειες και κατακόρυφα ή διαγώνια πτερύγια στις ανατολικές και δυτικές όψεις. Τα σταθερά συστήματα σκίασης χρησιμοποιούνται κυρίως στις εξωτερικές όψεις όπου εμποδίζουν την άμεση ακτινοβολία να φτάσει στα υαλοστάσια ή τα άλλα ανοίγματα. Έτσι η θερμότητα που απορροφάται από το σύστημα σκίασης μπορεί να διαχυθεί στον εξωτερικό αέρα. Αν εγκατασταθούν εσωτερικά, η θερμότητα θα μείνει μεταξύ του συστήματος σκίασης και του υαλοστασίου με αποτέλεσμα να περιοριστεί η αποδοτικότητα του συστήματος.



Εικόνα 16-Σταθερό σύστημα οριζόντιας σκίασης σε πρόσοψη κατοικίας

Τα κινητά συστήματα σκίασης μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξωτερικά και εσωτερικά και ο έλεγχός τους μπορεί να είναι χειροκίνητος ή αυτόματος. Τυπικά συστήματα αυτού του είδους είναι οι τέντες, τα ενετικά στόρια και οι κουρτίνες.



Εικόνα 17-Κινητό σύστημα σκίασης σε πρόσοψη κατοικίας

Η επιλογή του κατάλληλου σκιάστρου (εσωτερικού ή εξωτερικού, κινητού ή σταθερού) εξαρτάται τόσο από τις ανάγκες του κτιρίου και τη στρατηγική που ακολουθείται για τη διαμόρφωση της θερμικής και ενεργειακής του συμπεριφοράς, όσο και από το κόστος για την τοποθέτησή του.

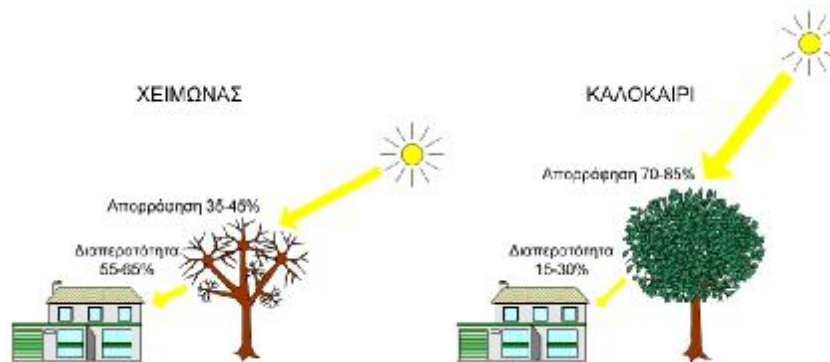
Η σκίαση από βλάστηση, χρησιμοποιείται κυρίως όταν έχουμε ανατολικό ή δυτικό προσανατολισμό.

α) φύτευση στις όψεις

Συνήθως χρησιμοποιούνται αναρριχητικά φυτά ή θάμνοι. Τα φυτά αυτά υπερτερούν σε σχέση με άλλα μέσα σκίασης γιατί δεν υπερθερμαίνονται, επιτρέπουν την κίνηση του αέρα διαμέσου του φυλλώματός τους, μειώνουν τη θερμοκρασία του άμεσου περιβάλλοντός τους.

β) φύτευση δέντρων

Τα φυλλοβόλα δέντρα, το χειμώνα, όταν τα κλαδιά είναι γυμνά, επιτρέπουν την ακτινοβολία του ήλιου να διέλθει από τα υαλοστάσια, ενώ το καλοκαίρι την εμποδίζουν, όπως είναι επιθυμητό. Είναι καλό να επιλέγονται δέντρα με πυκνό φύλλωμα και λίγα κλαδιά, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή σκίαση το καλοκαίρι και η ελάχιστη το χειμώνα.



Εικόνα 18-Σκίαση από δέντρα

Η σκίαση από γειτονικά κτίρια, χρησιμοποιείται κυρίως σε θερμά και ξηρά κλίματα, όπου οι πόλεις σχεδιάζονται και χτίζονται σε πολύ συμπαγή μορφή, με στενούς δρόμους, ώστε τα κτήρια να σκιάζονται σε κάποιο ποσοστό. Γενικά η τοπογραφική διαμόρφωση μιας θέσης μπορεί να δημιουργεί σκιά, η οποία επηρεάζεται από την τροχιά του ήλιου, τον προσανατολισμό του και την κλίση του εδάφους.

Ειδικό υαλοπίνακες:

Στις περιπτώσεις όπου τα παράθυρα είναι δύσκολο να σκιαστούν, χρησιμοποιούνται ειδικοί υαλοπίνακες οι οποίοι συνεισφέρουν σημαντικά στο να περιορίσουν τα ανεπιθύμητα ηλιακά κέρδη, ενώ δεν επηρεάζουν την εξωτερική θέα.

Κατηγορίες ειδικών υαλοπινάκων, οι οποίοι διαφοροποιούνται από τους κοινούς ως προς τα θερμικά και τα φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά, είναι:

- Ανακλαστικοί υαλοπίνακες
Οι ανακλαστικοί υαλοπίνακες, ανακλούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτίρια.
- Έγχρωμοι υαλοπίνακες
Οι έγχρωμοι υαλοπίνακες, με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα, αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου.
- Απορροφητικοί υαλοπίνακες
Οι απορροφητικοί υαλοπίνακες, μειώνουν την ηλιακή ακτινοβολία που περνάει μέσα από το παράθυρο απορροφώντας την άμεση ακτινοβολία και αυξάνοντας την εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας προς το περιβάλλον.
- Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e)
Οι επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e), εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς το κτίριο, είτε να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον (ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται). Συνιστώνται για τη μείωση των θερμικών απωλειών (το χειμώνα) ή κερδών (το καλοκαίρι) των κτιρίων, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις του κτιρίου και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται.

- Θερμομονωτικοί υαλοπίνακες
Οι θερμομονωτικοί υαλοπίνακες, έχουν αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα έχουν υαλοπίνακες που στο διάκενό τους περιέχουν άλλο αέριο (π.χ. αργό) αντί για αέρα. Συνιστώνται σε κτίρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους.
- Ηλεκτροχρωμικοί
Οι ηλεκτροχρωμικοί, είναι υαλοπίνακες, των οποίων οι ιδιότητες μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος.
- Φωτοχρωμικοί
Οι φωτοχρωμικοί, είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτούς ηλιακής ακτινοβολίας. Η φωτοδιαπερατότητά τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας.
- Θερμοχρωμικοί
Οι θερμοχρωμικοί, είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμοι.
- Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων
Οι υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων, με την εφαρμογή τάσης μετατρέπονται από γαλακτόχρωμοι σε διαφανείς.

Κατάλληλος προσανατολισμός, μέγεθος και γεωμετρία των ανοιγμάτων:

Ο κατάλληλος συνδυασμός του προσανατολισμού, του μεγέθους και της κλίσης των διαφόρων ανοιγμάτων του κτιριακού κελύφους είναι πολύ σημαντικός για την ηλιοπροστασία του κτιρίου.

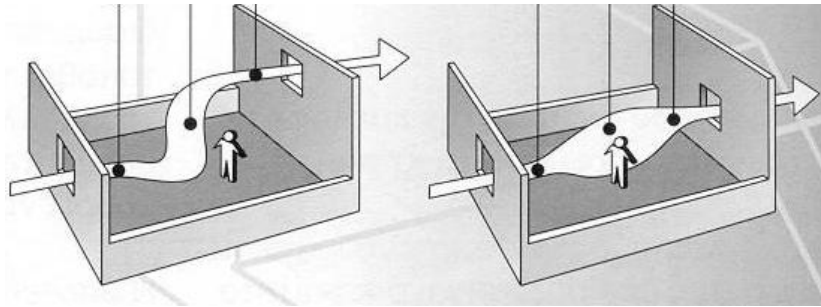
Στα μικρά γεωγραφικά πλάτη, οι νότια προσανατολισμένες επιφάνειες προσλαμβάνουν μεγαλύτερα ποσά άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στη διάρκεια του χειμώνα παρά το καλοκαίρι. Οι τιμές αυτές για το χειμώνα ελαττώνονται καθώς μεγαλώνει το γεωγραφικό πλάτος. Έτσι, ο νότιος προσανατολισμός των ανοιγμάτων είναι πλέον κατάλληλος για χώρους όπου τα ηλιακά κέρδη είναι επιθυμητά για ορισμένη περίοδο του χρόνου. Βόρεια προσανατολισμένες επιφάνειες προσλαμβάνουν γενικά μικρότερες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας στη διάρκεια του έτους, παρουσιάζοντας ελαφρά αύξηση από το χειμώνα προς το καλοκαίρι.

Βόρεια προσανατολισμένα ανοίγματα είναι περισσότερο κατάλληλα για χώρος όπου τα ηλιακά κέρδη είναι ανεπιθύμητα ενώ απαιτείται φυσικός φωτισμός.

Για τους υπόλοιπους προσανατολισμούς, η ηλιακή ακτινοβολία είναι μικρότερη το χειμώνα και μεγαλύτερη το καλοκαίρι. Έτσι, τα παράθυρα με ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό πρέπει να κατασκευάζονται όσο το δυνατόν μικρότερα ή να αντικαθίσταται με άλλες σχεδιαστικές λύσεις.

Η τοποθέτηση των υαλοπινάκων υπό κλίση είναι μία τεχνική περιορισμού των ηλιακών κερδών που χρησιμοποιείται συχνά με επιτυχία, παρόλο που λόγω προβλημάτων στήριξης των στοιχείων δεν είναι πάντα εφικτή η κατασκευή μεγάλων γυάλινων επιφανειών με μεγάλες κλίσεις.

Επίσης, η σκίαση των ανοιγμάτων οροφής είναι συνήθως δύσκολη και δαπανηρή καθώς τα στοιχεία αυτά εκτίθενται στον ήλιο τις μεσημβρινές ώρες. Αντίθετα οι φεγγίτες έχουν καλύτερη απόδοση σε όλη τη διάρκεια του έτους και ως προς την ηλιοπροστασία και ως προς το φυσικό φωτισμό, καθώς οι κατακόρυφες επιφάνειες τους μπορούν να σκιαστούν με απλά μέσα.



Εικόνα 19-Εξωτερικά στοιχεία και αερισμός του εσωτερικού χώρου

Χρώμα και υφή των εξωτερικών επιφανειών

Η επιλογή των χρωμάτων στην εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους, επηρεάζει το ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου και ειδικότερα το θερμικό και ψυκτικό του φορτίο. Στα ψυχρά κλίματα, όπου οι ανάγκες για θέρμανση είναι αυξημένες, συνήθως επιλέγονται σκούρα χρώματα για τις προσόψεις του κτιρίου, έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Αντίθετα, στα θερμά κλίματα με μεγάλη ηλιοφάνεια θα πρέπει στην εξωτερική επιφάνεια των προσόψεων να χρησιμοποιούνται ανοιχτά χρώματα και υλικά με μικρό συντελεστή απορροφητικότητας και μεγάλη ανακλαστικότητα, ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του κτιρίου. Ομοίως, στα θερμά κλίματα ή στα μικρότερα γεωγραφικά πλάτη, τα σκούρα χρώματα και τα υλικά με μεγάλη απορροφητικότητα θα πρέπει να αποφεύγονται καθώς η χρήση τους αυξάνει την θερμοκρασία των επιφανειών και συντελεί στην αύξηση του ψυκτικού φορτίου του κτιρίου.

Ειδικά για τις επιφάνειες που είναι εκτεθειμένες στο ήλιο (όπως η οροφή και οι ανατολικές και δυτικές προσόψεις) συνίσταται η χρήση υλικών με μεγάλη ανακλαστικότητα έτσι ώστε να απορροφάται όσο το δυνατόν λιγότερη ηλιακή ακτινοβολία.

Μια άλλη τεχνική για την κάλυψη των εξωτερικών επιφανειών του κελύφους είναι η χρήση αναρριχητικών φυτών.

Η φύτευση όχι μόνο παρέχει ηλιοπροστασία κατά το θέρος μειώνοντας έτσι τη θερμοκρασία των εξωτερικών επιφανειών και κατ' επέκταση το ποσό θερμότητας που εισέρχεται στο κτίριο, αλλά παράλληλα σχηματίζει ένα θερμομονωτικό στρώμα γύρω από το κτίριο το οποίο περιορίζει τις απώλειες θερμότητας κατά το χειμώνα.

Τέλος, η φύτευση της οροφής έχει μία σειρά από θετικά αποτελέσματα, όπως η βελτίωση της ποιότητας του κτιρίου και του μικροκλίματος που αναπτύσσεται γύρω από αυτό, η θερμομόνωση της οροφής και η προστασία της από την ηλιακή ακτινοβολία και η θετική επίδραση στη λύση περιβαλλοντικών προβλημάτων.



Εικόνα 20-Φυτεμένο Δώμα και Φυτεμένη Στέγη

Επάρκεια θερμικής μάζας (Ψύξη από το έδαφος)

Μια σημαντική παράμετρος για τη βιοκλιματική λειτουργία του κτηρίου το καλοκαίρι, είναι η διασφάλιση επαρκούς θερμικής μάζας στα δομικά του στοιχεία –τοιίχους, δάπεδα, οροφές, στα οποία αποθηκεύεται η περίσσεια θερμότητας κατά τη διάρκεια της ημέρας, με αποτέλεσμα να διατηρείται η θερμοκρασία του αέρα στον εσωτερικό χώρο σε ανεκτά επίπεδα (άνεσης). Τη νύχτα η αποθηκευμένη θερμότητα διοχετεύεται προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσω αερισμού ή/και εκπομπής θερμότητας.

Υπόσκαφες ή Ημιυπόσκαφες κατασκευές

Η κατασκευή υπόσκαφων ή ημιυπόσκαφων κτιρίων, εφόσον τοπογραφικές και άλλες συνθήκες το συνιστούν, συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση του ψυκτικού φορτίου των κτιρίων. Κατά τους θερμούς μήνες, το έδαφος βρίσκεται σε αρκετά χαμηλότερη θερμοκρασία από το εξωτερικό περιβάλλον και, ερχόμενο σε επαφή με το κτιριακό κέλυφος, βοηθά στην απομάκρυνση της θερμότητας από το κτίριο. Το χειμώνα, η επαφή του κτιρίου με το έδαφος μειώνει τις θερμικές απώλειες προς το ψυχρό περιβάλλον. Σε περιοχές με πολύ ψυχρούς χειμώνες συνιστάται η θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους, ώστε να μειώνονται οι θερμικές απώλειες προς το έδαφος, ενώ σε περιοχές με θερμά καλοκαίρια συνιστάται να παραμένει αμόνωτο ώστε να διευκολύνεται η μετάδοση της θερμότητας με αγωγή προς το έδαφος.



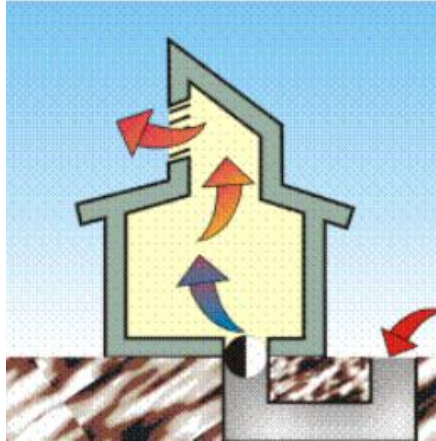
Εικόνα 21-Υπόσκαφα Κτίρια στο νησί της Σαντορίνης

Υπεδάφιοι αγωγοί

Το σύστημα χρησιμοποιείται για την ψύξη των κτιρίων το καλοκαίρι, οπότε και αξιοποιεί το έδαφος, του οποίου η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη κάτω από την επιφάνεια, ως απαγωγέα της θερμότητας.

Ο αέρας εισάγεται είτε από το εξωτερικό περιβάλλον είτε από το εσωτερικό του κτιρίου, κυκλοφορεί στο δίκτυο αγωγών με τη βοήθεια φυσητήρων και εισέρχεται στο κτίριο ψυχρότερος.

Παράλληλα, το σύστημα λειτουργεί και το χειμώνα, συμβάλλοντας στην προθέρμανση του ψυχρού εξωτερικού αέρα, καθώς το έδαφος είναι το χειμώνα θερμότερο από τον εξωτερικό αέρα.



Εικόνα 22-Αρχή Λειτουργίας Υπεδάφιων Αγωγών

Θερμομόνωση του κελύφους

Το καλοκαίρι, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλότερες από τις εσωτερικές, δημιουργείται ροή θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον στον εσωτερικό χώρο. Η εφαρμογή θερμομόνωσης στο κέλυφος περιορίζει τη διείσδυση θερμότητας και αποτρέπει, ως ένα βαθμό, την υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου.

Για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, η θερμομόνωση πρέπει να τοποθετείται στην εξωτερική πλευρά του κελύφους του κτηρίου, η οποία λειτουργεί εξίσου ικανοποιητικά και το χειμώνα. Έτσι επιτυγχάνεται διπλή προστασία του κελύφους, αλλά και προστασία από φθορές και βλάβες της κατασκευής από τις μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες.

Επισημαίνεται ότι η εξωτερική θερμομόνωση πρέπει να μην είναι εκτεθειμένη άμεσα στο εξωτερικό περιβάλλον, γιατί υφίσταται φθορές, κυρίως από την υπεριώδη ακτινοβολία. Συνεπώς η θερμομονωτική στρώση πρέπει να επικαλύπτεται είτε με επίχρισμα είτε με άλλο προστατευτικό υλικό.



Εικόνα 23-Τοποθέτηση Εξωτερικής Θερμομόνωσης σε κτίριο Κατοικίας

Φυσικός αερισμός

Η ανανέωση του αέρα σε ένα οποιοδήποτε κτίριο είναι αναγκαία για την ποιότητα του αέρα που αναπνέουν οι χρήστες και τον εμπλουτισμό του σε οξυγόνο. Ο αερισμός του κτιρίου ανήκει στις τεχνικές φυσικού δροσισμού διότι κατά τους θερινούς μήνες βοηθά στην απομάκρυνση της πλεονάζουσας θερμότητας και κρατάει το κτίριο δροσερό.

Οι βασικοί τύποι αερισμού είναι:

- Ο μονόπλευρος αερισμός
- Ο διαμπερής αερισμός
- Ο αερισμός με ανοίγματα σε διαφορετικά επίπεδα
- Αερισμός με ειδικά στοιχεία

Μονόπλευρος αερισμός

Ο μονόπλευρος αερισμός με τα ανοίγματα εισόδου και εξόδου του αέρα να βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφο, στην ίδια πλευρά αλλά σε διαφορετικές στάθμες. Ο αέρας κινείται κυρίως λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας.

Διαμπερής φυσικός αερισμός

Ο διαμπερής αερισμό με τα ανοίγματα τοποθετημένα σε απέναντι πλευρές ενός χώρου. Τα ανοίγματα εισόδου πρέπει να είναι μικρότερα ή τουλάχιστον ισομεγέθη με τα ανοίγματα εξόδου που βρίσκονται στην απάνεμη πλευρά.

Ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει και στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, σαρώνοντας τις επιφάνειες του κτιρίου με δροσερό αέρα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα.

Διαμπερής φυσικός αερισμός

Ο διαμπερής αερισμό με τα ανοίγματα τοποθετημένα σε απέναντι πλευρές ενός χώρου. Τα ανοίγματα εισόδου πρέπει να είναι μικρότερα ή τουλάχιστον ισομεγέθη με τα ανοίγματα εξόδου που βρίσκονται στην απάνεμη πλευρά.

Αερισμός με ανοίγματα σε διαφορετικά επίπεδα

Ο αερισμός με ανοίγματα σε διαφορετικά επίπεδα που εκμεταλλεύεται το φαινόμενο της καμινάδας. Η έξοδος του θερμού αέρα γίνεται από ανοίγματα ψηλά στα τοιχώματα ή στην οροφή του κτιρίου. Παρατηρείται σε χώρους με μεγάλο ύψος ή σε χώρους με παρατημένα αίθρια.

Αερισμός με ειδικά στοιχεία

Εκτός από τον παραδοσιακό και πιο απλό τρόπο φυσικού αερισμού που γίνεται μέσω ανοιγμάτων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και διάφορα ειδικά στοιχεία στα οποία ο αερισμός επιτυγχάνεται μέσω κατακόρυφων αγωγών.

Τα πιο γνωστά είναι:

η καμινάδα αερισμού, η ηλιακή καμινάδα, το αεριζόμενο κέλυφος

- Καμινάδα ή πύργος αερισμού (φυσικός ελκυσμός)

Η καμινάδα αερισμού λειτουργεί αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, καθώς ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω και έτσι δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας τη θερμότητα εκτός του κτιρίου. Η λειτουργία της καμινάδας αερισμού γίνεται σε συνδυασμό με κατάλληλα ανοίγματα του κτιρίου. Όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από το κτίριο, το σύστημα μπορεί να λειτουργεί με ανεμιστήρα, ο

οποίος ενσωματώνεται στο υψηλότερο τμήμα της καμινάδας, εξασφαλίζοντας συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα.

Ως καμινάδες αερισμού μπορεί να λειτουργούν κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια ή και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί των κτιρίων.

Σε περιοχές με έντονο άνεμο υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής πύργων αερισμού, οι οποίοι προεξέχουν σημαντικά από την οροφή του κτιρίου, φέρουν άνοιγμα προς την σημαντική κατεύθυνση του ανέμου και έχουν τη δυνατότητα να «συλλαμβάνουν» τα ψυχρά ρεύματα αέρα και να τα κατευθύνουν μέσα στο χώρο, υποβοηθούμενοι, σε ορισμένες περιπτώσεις, από ανεμιστήρα.



Εικόνα 24-IONICA, Κτήριο Γραφείων στο Cambridge - καμινάδες αερισμού (Αρχιτ: R. H.Partnership, 1994)

Ηλιακή καμινάδα

Η ηλιακή καμινάδα αποτελείται από μία σκουρόχρωμη επιφάνεια, τοποθετημένη σε μια καμινάδα εξαερισμού του κτιρίου, σε μικρή απόσταση από την οποία υπάρχει γυαλί. Ο αέρας μεταξύ της σκούρας επιφάνειας και του γυαλιού θερμαίνεται σημαντικά και ανεβαίνει προς τα επάνω, δημιουργώντας έτσι ανοδική ροή του αέρα κατά μήκος της καμινάδας και στη συνέχεια έξω από αυτήν.



Εικόνα 25-Ηλιακή Καμινάδα

Αεριζόμενο κέλυφος

Πρόκειται για κατασκευή διπλού στρώματος δομικών υλικών, είτε στην οροφή είτε στις προσόψεις του κτηρίου, μέσα στο οποίο κυκλοφορεί αέρας που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Λόγω διαφοράς πυκνότητας, δημιουργείται ροή στο διάκενο, και απάγεται ο θερμός αέρας. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το αεριζόμενο κέλυφος συνεισφέρει στη σκίαση του περιβλήματος και, συνεπώς, στη θερμική προστασία του κτηρίου, αλλά και στη μεταφορά θερμότητας από το περίβλημα στο εξωτερικό περιβάλλον, μέσω του αέρα που κυκλοφορεί στο διάκενο.

Νυχτερινή ακτινοβολία θερμότητας προς τον ουρανό (Ψύξη με ακτινοβολία)

Όλες οι εξωτερικές επιφάνειες των κτηρίων ακτινοβολούν θερμότητα προς τον ουρανό, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της νύχτας το καλοκαίρι. Όσο πιο καθαρός είναι ο ουρανός τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα της εκπεμπόμενης θερμικής ακτινοβολίας.

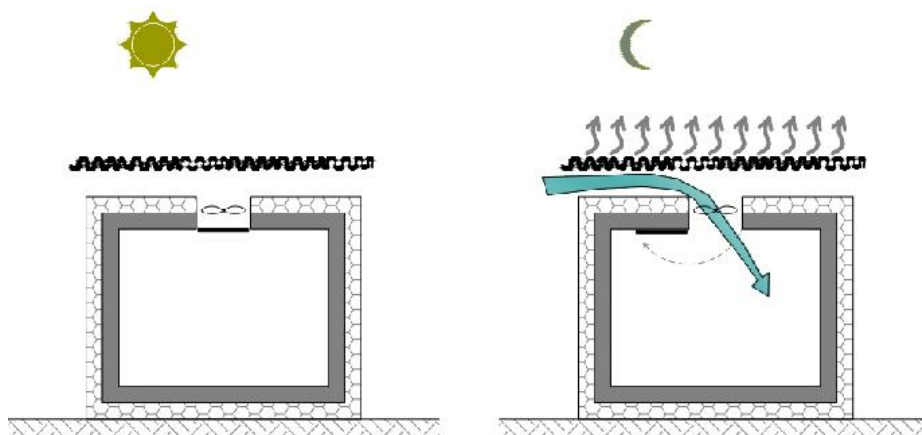
Οι επιφάνειες των κτηρίων που ακτινοβολούν το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας είναι τα δώματα των κτηρίων. Όμως, πρέπει να επισημανθεί ότι η εξωτερική θερμομόνωση επιβραδύνει κατά πολύ την εκτόνωση της θερμότητας από τα δώματα των κτηρίων, ενώ είναι απαραίτητη για την προστασία τους από τις θερμικές απώλειες τον χειμώνα.

Για τους λόγους αυτούς μπορεί να εφαρμοστούν ειδικά συστήματα - κατασκευές επάνω στα δώματα των κτηρίων. Τα συνηθέστερα είναι οι μεταλλικοί ακτινοβολητές.

Μεταλλικός ακτινοβολητής

Το σύστημα αυτό αποτελείται από μεταλλική πλάκα τοποθετημένη στην εξωτερική επιφάνεια του θερμομονωμένου δώματος, σε μικρή απόσταση από αυτό. Η εξωτερική της επιφάνεια είναι αυλακωτή, ανακλαστική. Μέσα στο σύστημα του ακτινοβολητή –κάτω από την μεταλλική πλάκα- διοχετεύεται με μηχανικό τρόπο (π.χ. ανεμιστήρα) θερμός αέρας από το εσωτερικό του κτηρίου, ο οποίος, ερχόμενος σε επαφή με την ψυχρή πλάκα, ψύχεται και στη συνέχεια επαναδιοχετεύεται ως δροσερός αέρας μέσα στο κτήριο.

Ο μεταλλικός ακτινοβολητής θεωρείται υβριδικό σύστημα δροσισμού, διότι βασίζεται στην εξαναγκασμένη ροή του εναλλασσόμενου -θερμού και δροσερού- αέρα. Το σύστημα λειτουργεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε περιοχές με θερμά και ξηρά καλοκαίρια και χαμηλή σχετική υγρασία (ανέφελο ουρανό).



Εικόνα 26- Σύστημα δροσισμού δώματος, με τη χρήση ακτινοβολητή

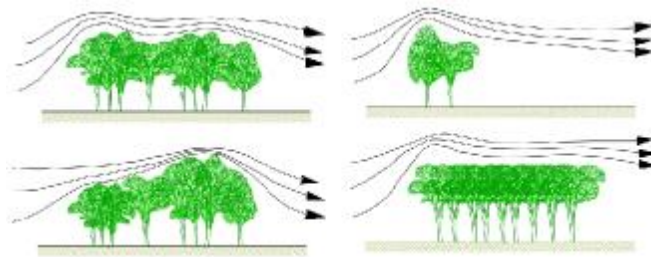
Μικροκλίμα

Το μικροκλίμα μιας κατοικημένης περιοχής είναι δυνατόν να διαμορφωθεί ή να τροποποιηθεί αν στις ελεύθερες δημόσιες εκτάσεις, όπως είναι τα πάρκα, τα γήπεδα, κ.α., αλλά και οι κήποι και οι αυλές των κτιρίων γίνουν κατάλληλες παρεμβάσεις, τόσο σε ότι αφορά τη γεωμετρία τους όσο και σε ότι αφορά τα υλικά που χρησιμοποιούνται. Σημαντικό επίσης ρόλο διαδραματίζει η βλάστηση σε συνδυασμό με την ύπαρξη υδάτινων επιφανειών.

Η *βλάστηση* βοηθάει στην τροποποίηση του μικροκλίματος και της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων μειώνοντας τις θερμοκρασίες του αέρα και των επιφανειών με δύο τρόπους:

- την εξατμισοδιαπνοή που απορροφά θερμότητα από τον αέρα και
- τα φύλλα που απορροφούν μεγαλύτερα ποσά θερμότητας από αυτά που εκπέμπουν

Στη διάρκεια της νύχτας, τα δένδρα εμποδίζουν την μεγάλη μήκους κύματος ακτινοβολία που εκπέμπεται από το έδαφος να διαφύγει. Συνεπώς, η θερμοκρασία του αέρα στη διάρκεια της νύχτας στους χώρους με πυκνή βλάστηση, είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με εκείνη του ανοιχτού χώρου, ενώ αντίθετα η ημερήσια θερμοκρασία είναι μικρότερη λόγω του ότι εμποδίζεται ένα μέρος της άμεσης ακτινοβολίας να φτάσει στο έδαφος.



Εικόνα 27-Δέντρα και ακτινοβολία

Οι υδάτινες επιφάνειες (Ψύξη με εξάτμιση)

Οι υδάτινες επιφάνειες τροποποιούν το μικροκλίμα της περιοχής τους με δύο τρόπους:

- § η εξάτμιση απορροφά θερμότητα από τον αέρα
- § ο θερμός αέρας ψύχεται κατά την επαφή με την ψυχρότερη επιφάνεια του νερού

Δεξαμενές νερού και σιντριβάνια χρησιμεύουν ως πηγές δροσισμού που μειώνουν την θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα καθώς και του αέρα που εισέρχεται σε ένα κτίριο. Καθώς οι υδάτινες επιφάνειες αυξάνουν την υγρασία του αέρα, είναι πολύ ευεργετικές σε ξηρά κλίματα, μπορούν όμως να δημιουργήσουν προβλήματα σε υγρά κλίματα.



Εικόνα 28-Υδάτινη Επιφάνεια σε κατοικία

2.2.3. Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Το φυσικό φως αποτελεί κυρίαρχο στοιχείο της αρχιτεκτονικής σύνθεσης, καθώς αναδεικνύει καλύτερα τα χρώματα, τις φόρμες, τα υλικά και την υφή τους. Τα σημαντικότερα οφέλη κατά τον σχεδιασμό των κτιρίων από την χρήση του φυσικού φωτισμού είναι:

- Εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της μειωμένης χρήσης τεχνητού φωτισμού,
- Μείωση ψυκτικού φορτίου, αφού ο τεχνητός φωτισμός αποτελεί σημαντική πηγή θερμότητας σε εσωτερικούς χώρους.
- Πιο υγιεινές και ευχάριστες συνθήκες διαβίωσης ή εργασίας, αφού η έκθεση στο φυσικό φως έχει αποδειχτεί πως έχει ευεργετική επίδραση στην ανθρώπινη υγεία και ψυχολογία.

Οι παράμετροι που επηρεάζουν το φυσικό φωτισμό των εσωτερικών χώρων είναι οι εξής:

- ο προσανατολισμός του κτιρίων και των ανοιγμάτων του,
- η σκίαση από το φυσικό ή τον κτισμένο αστικό ιστό,
- η γεωμετρία του εσωτερικού χώρου,
- το μέγεθος, το σχήμα και η θέση των ανοιγμάτων,
- συστήματα σκίασης ανοιγμάτων και όψεων,
- τα θερμικά χαρακτηριστικά και τύπος υαλοστασίων,
- ανακλάσεις από εξωτερικές επιφάνειες και κτίρια,
- ανακλάσεις από εσωτερικές επιφάνειες.

Οι τεχνικές διανομής φυσικού φωτισμού που χρησιμοποιούνται στα κτίρια είναι:

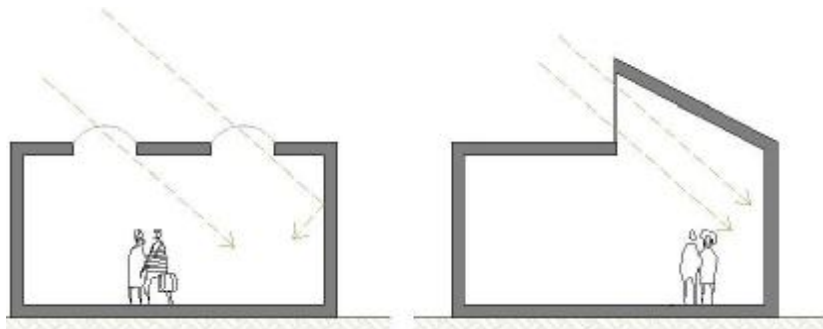
- τα ανοίγματα,
- τα αίθρια,
- οι επιφάνειες νερού,
- τα «ράφια» φωτισμού,
- υλικά και συστήματα νέας τεχνολογίας.

Ανοίγματα

Ο πιο απλός και παλιός τρόπος φυσικού φωτισμού για τα κτίρια είναι τα ανοίγματα στους τοίχους ή στις οροφές. Τα μέγιστα επίπεδα φωτισμού βρίσκονται κοντά στην περίμετρο του κτιρίου, όπου είναι συνήθως και τα ανοίγματα.

Η χρήση *πολλαπλών ανοιγμάτων οροφής* στο βορρά παρέχει μια ομαλή κατανομή του φυσικού φωτός, ενώ στο νότο επιτρέπουν την είσοδο της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτιρίου.

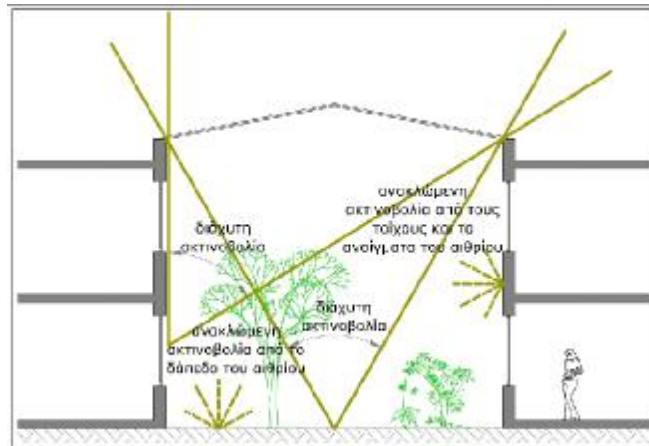
Οι κατακόρυφοι φεγγίτες οροφής είναι τοποθετημένοι στις πλευρές των ανυψωμένων τομέων στέγης. Μια σειρά από τέτοια ανοίγματα παρέχει φυσικό φωτισμό με ομαλή κατανομή στο οριζόντιο επίπεδο.



Εικόνα 29-Ανοίγματα στην οροφή των κτιρίων

Αίθρια

Τα αίθρια είναι μια αρχαία μέθοδος φυσικού φωτισμού, καθώς και αερισμού, που χρησιμοποιήθηκε κυρίως σε κατοικίες. Τις τελευταίες δεκαετίες μια νέα μορφή εσωτερικών στεγασμένων αιθρίων έχει εφαρμοστεί σε εμπορικά κέντρα και σε χώρους γραφείων. Τα αίθρια, αν σχεδιαστούν σωστά, είναι δυνατόν να αποτελέσουν πρόσθετη πηγή φυσικού φωτισμού στα κτίρια. Ο στόχος της κατασκευής ενός αιθρίου είναι η αύξηση των γυάλινων επιφανειών του κτιρίου, χωρίς να αυξηθούν σημαντικά οι θερμικές του απώλειες. Το ηλιακό φως που εισέρχεται στο κτίριο μέσω του αιθρίου αντικαθιστά το τεχνητό φως και επιτρέπει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.



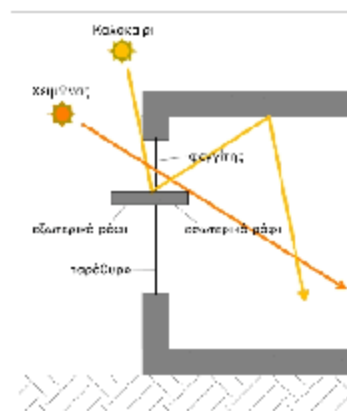
Εικόνα 30-Τομή Αιθρίου σε Κατοικία

Επιφάνειες νερού

Επιφάνειες νερού κοντά στα κτίρια (εικόνα 28) μπορούν να ανακλάσουν το ίδιο αποτελεσματικά το ηλιακό φως στο βάθος του εσωτερικού χώρου.

Ράφια φωτισμού

Ένα άλλο σύστημα με ανακλαστικές επιφάνειες είναι τα «ράφια» φωτισμού (light shelves). Πρόκειται συνήθως για οριζόντια στοιχεία που τοποθετούνται εσωτερικά, εξωτερικά ή ενδιάμεσα του ανοίγματος. Εφαρμόζονται κάτω από φεγγίτες ή στο πάνω μέρος του ανοίγματος. Στόχος τους είναι η ανάκλαση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και τελικά στο βάθος του εσωτερικού χώρου.



Εικόνα 31-Τομή κτιρίου με ράφι φωτισμού

Υλικά και συστήματα νέας τεχνολογίας

Η πρόοδος της τεχνολογίας οδήγησε στην ανάπτυξη νέων βελτιωμένων υλικών και συστημάτων αξιοποίησης του φυσικού φωτός στα κτίρια. Μερικά από τα πιο πάνω υλικά είναι τα ηλιοστάσια, οι φωτοσωλήνες, διαφανής μόνωση και τα πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά.

Τα ηλιοστάσια είναι ένα σύστημα κατόπτρων και φακών που τοποθετούνται στα δώματα των κτηρίων και συλλέγουν το φυσικό φως. Η θέση τους ρυθμίζεται έτσι ώστε να συλλέγεται η μέγιστη ποσότητα φυσικού φωτός, ανάλογα με την εποχή του έτος και την ώρα της ημέρας. Το φυσικό φως που συγκεντρώνεται κατευθύνεται σε δέσμη προς την είσοδο ενός φωτοσωλήνα ή ενός φωταγωγού, δια μέσου του οποίου μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο του κτηρίου.



Εικόνα 32-Κάτοπτρο που τοποθετείται στα δώματα των κτηρίων και συλλέγουν το φυσικό φως

Ο αγωγός φωτός (φωτοσωλήνας-light pipe) είναι ένα σύστημα κατεύθυνσης του φυσικού φωτός. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα κενό σωλήνα που η λειτουργία του βασίζεται στις πολλαπλές ανακλάσεις του φωτός στα τοιχωματά του. Έτσι το φως από την οροφή ενός κτιρίου μεταφέρεται στους χαμηλότερους ορόφους. Στην απόληξη των φωτοσωλήνων μπορεί να υπάρχει ένα σύστημα κατόπτρων ή ανακλαστών για καλύτερη διάχυση του φωτός στο χώρο.



Εικόνα 33-Φωτοσωλήνας σε κατοικία

Παραλλαγή των φωτοσωλήνων είναι οι φωταγωγοί (light ducts) οι οποίοι είναι αγωγοί που διαπερνούν το κτήριο κάθετα, ώστε να μεταδίδεται το φως σε όλους τους ορόφους. Συνηθέστερα, συνδυάζονται με ηλιοστατικούς καθρέφτες που ανακλούν το φως μέσα στον αγωγό, το οποίο μετά διαχέεται μέσω μιας σειράς από διαχυτικά τζάμια, κατάλληλης γεωμετρίας. Είναι δύσκολο, ωστόσο, να προσαρμοστούν σε υφιστάμενο κτήριο, λόγω των αλλαγών που χρειάζονται να γίνουν για τα ανοίγματα.



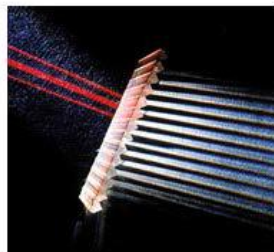
Εικόνα 34-Φωταγωγός σε πολυκατοικία

Η διαφανής μόνωση λειτουργεί όπως τα πρότυπα μονωτικά υλικά, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει τη διέλευση του φωτός δια μέσου αυτής. Περιορίζονται έτσι οι απώλειες από θερμική μετάδοση από το κτήριο, ενώ επιτρέπεται στο φως να συνεχίζει να μεταδίδεται. Επειδή, η διαφανής θερμομόνωση απορροφά τόσο την ακτινοβολία που προσπίπτει άμεσα στην επιφάνειά της όσο και τη διάχυτη ακτινοβολία, επιφέρει θετικά αποτελέσματα σε οποιαδήποτε όψη κι αν εφαρμοστεί. Μπορεί να τοποθετηθεί τόσο σε τοίχους, αλλά και σε οροφές. Εάν για λόγους οικονομίας αποφασιστεί να μη μονωθούν όλες οι όψεις, η πρώτη επιλογή είναι η νότια όψη και ακολουθούν η ανατολική και η δυτική.



Εικόνα 35-Διαφανής Μόνωση σε κούφωμα

Τα πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά, είναι ημιδιαφανή στοιχεία, που διαθλούν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία και αναλόγως της κατασκευής τους μπορούν είτε να τη αλλάξουν κατεύθυνση, είτε να αποκλείσουν τελείως την είσοδο της. Τοποθετούνται στο κέλυφος του κτηρίου, ή μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι πρισματικοί ακριλικοί υαλοπίνακες, που αποτρέπουν την είσοδο των ηλιακών ακτινών με κατάλληλο προσανατολισμό. Για καλύτερη ηλιοπροστασία, είναι απαραίτητη η ρύθμιση της κλίσης τους ανάλογα με το ύψος του ήλιου. Μια ειδική κατηγορία αποτελούν οι ασύμμετροι υαλοπίνακες (τα στοιχειώδη πρίσματα τους δεν έχουν όμοιες πλευρές), οι οποίοι έχουν την ιδιότητα να αλλάζουν την διεύθυνση των ηλιακών ακτινών, με σκοπό τη βελτίωση της οπτικής άνεσης.



Εικόνα 36-Πρισματικά Φωτοδιαπερατά Υλικά

2.3 Ενεργητικά Συστήματα

Τα Ενεργητικά Συστήματα, δεν βασίζονται στα φυσικά φαινόμενα θερμότητας, αλλά σε ένα συνδυασμό συστημάτων και μηχανημάτων.

Η ενέργεια που καταναλώνουμε στον κτιριακό τομέα παράγεται κατά το μεγαλύτερο μέρος από συμβατικά καύσιμα (άνθρακας-λιγνίτης-πετρέλαιο), τα οποία ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα με διοξείδιο του άνθρακα και αποτελούν σπατάλη καυσίμων. Η εφαρμογή των ενεργητικών συστημάτων για την εξοικονόμηση ενέργειας, βελτιώνει την απόδοση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων θέρμανσης, κλιματισμού, αερισμού, ζεστού νερού χρήσης, φωτισμού και γενικότερα των συστημάτων κάλυψης των αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα, για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου, χρησιμοποιούνται συστήματα αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακή ενέργεια, γεωθερμία, βιομάζα κλπ).

Στον σχεδιασμό ενός κτιρίου, η μελέτη και εφαρμογή των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων, έρχεται μετά τον ενεργειακό-βιοκλιματικό σχεδιασμό των παθητικών συστημάτων, καθώς όσο μικρότερη είναι η ζήτηση ενέργειας στο κτίριο, τόσο πιο αποτελεσματική είναι και η εφαρμογή τους.

Όμως, είναι αναγκαία η χρήση των ενεργητικών συστημάτων, διότι οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου δεν μπορούν να μηδενιστούν μόνο με τον παθητικό σχεδιασμό.

Ενεργητικά συστήματα αποτελούν τα ακόλουθα:

- Συστήματα θέρμανσης
- Συστήματα ψύξης
- Συστήματα αερισμού
- Συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης
- Συστήματα κάλυψης αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας

2.3.1. Συστήματα θέρμανσης

Τα συστήματα θέρμανσης παρέχουν θερμότητα, μέσω της κυκλοφορίας θερμού νερού ή αέρα, στους εσωτερικούς χώρους, με σκοπό την κάλυψη των θερμικών τους απαιτήσεων. Κατατάσσονται ανάλογα με τη θέση της συσκευής παραγωγής της θερμότητας σε τοπικά, κεντρικά και τηλεθερμάνσεις.

Στα **τοπικά συστήματα** θέρμανσης η θερμότητα παράγεται από μια συσκευή, η οποία βρίσκεται τοποθετημένη μέσα στον προς θέρμανση χώρο και αποδίδεται άμεσα σ' αυτόν, χωρίς τη μεσολάβηση οποιουδήποτε φορέα μετάδοσης θερμότητας. Τα πιο γνωστά συστήματα τοπικής θέρμανσης είναι οι θερμάστρες καυσίμων (για ξύλα, κάρβουνα, υγραέριο), οι ηλεκτρικές θερμάστρες, οι θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας, τα αερόθερμα, οι θερμοσυσσωρευτές, οι ανοικτές εστίες καύσης (τζάκια), τα «ενεργειακά» τζάκια.

Στα **κεντρικά συστήματα** η παραγωγή θερμότητας συντελείται σε μια συσκευή η οποία βρίσκεται τοποθετημένη “κεντρικά” σε κάποιο μηχανοστάσιο και η θερμότητα μεταδίδεται στους χώρους με τη βοήθεια ενός ενδιάμεσου φορέα θερμότητας.

Τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης αποτελούνται από τα εξής επί μέρους υποσυστήματα:

- Παραγωγής θερμότητας. Αποτελείται από τη συσκευή που παράγει την απαιτούμενη θερμότητα (π.χ. καυστήρας – λέβητας, αντλία θερμότητας κλπ.
- Διανομής της θερμότητας. Περιλαμβάνει το δίκτυο διανομής (σωληνώσεις)
- Εκπομπής της θερμότητας. Αποτελείται από τις τερματικές συσκευές (π.χ. θερμαντικά σώματα) ή συστήματα εκπομπής
- Ελέγχου και ρύθμισης. Περιλαμβάνει τις απαραίτητες συσκευές για τον έλεγχο και τη ρύθμιση της λειτουργίας του συστήματος
- Παροχής καυσίμου. Παρέχεται η τροφοδοσία με την απαιτούμενη ποσότητα καυσίμου
- Διαχείρισης και απομάκρυνσης του καυσαερίου. Προαιρετικό υποσύστημα που απαντάται στις συσκευές καύσης ορυκτού καυσίμου ή βιομάζας (καπνοσυλλέκτης, καπνοαγωγός, καπνοδόχος)

Στα **συστήματα τηλεθέρμανσης** διανέμεται θερμότητα που παράγεται από μια απομακρυσμένη κεντρική πηγή. Η εγκατάσταση παραγωγής θερμότητας βρίσκεται εκτός κτιρίων που τροφοδοτεί και έχει τη δυνατότητα να παρέχει θερμότητα σε ένα σύνολο κτιρίων (π.χ. οικισμός). Μια εγκατάσταση τηλεθέρμανσης αποτελείται από τον κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμικής ενέργειας, το δίκτυο διανομής, τους υποσταθμούς των κτιρίων και το δίκτυο διανομής του κτιρίου. Ο κεντρικός σταθμός παράγει θερμότητα από την καύση ορυκτών καυσίμων, βιομάζας ή και απορριμμάτων, από την χρήση πυρηνικής ενέργειας. Καθώς επίσης και από την αξιοποίηση γεωθερμικών ρευστών ή και ηλιακής ενέργειας. [6] Εφαρμογές τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα έχουμε σε οικισμούς κοντά σε εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία για την παραγωγή ηλεκτρισμού εκλύουν θερμότητα, που αξιοποιείται για τις ανάγκες θέρμανσης του οικισμού.

Μονάδες λέβητα-καυστήρα

Ο λέβητας, λειτουργεί ως συσκευή εναλλαγής θερμότητας, η οποία μεταδίδει την παραγόμενη θερμότητα από την καύση του καυσίμου στο φορέα μετάδοσης θερμότητας το νερό και αποτελεί το συνηθέστερο σύστημα θέρμανσης στην χώρα μας. Κατασκευαστικά, ο λέβητας αποτελείται από το φλογοθάλαμο, τους σωλήνες συναγωγής και τον καπνοσυλλέκτη. Στον φλογοθάλαμο αναπτύσσεται η φλόγα της καύσης, από την οποία παράγεται θερμότητα και καυσαέριο. Η θερμότητα της φλόγας μεταδίδεται με ακτινοβολία στα τοιχώματα του φλογοθαλάμου και από αυτά στο φορέα θερμότητας. Το καυσαέριο που παράγεται στο φλογοθάλαμο οδηγείται στους σωλήνες συναγωγής,. Όπου μεταδίδει θερμότητα με συναγωγή με τα τοιχώματά τους, η οποία τελικά μεταδίδεται στο φορέα θερμότητας. Μετά την έξοδο του από τους αυλούς το καυσαέριο συγκεντρώνεται στον καπνοθάλαμο και μέσω του καπναγωγού στην καπνοδόχο.

Ο καυστήρας είναι μια δεύτερη συσκευή, η οποία εγκαθίσταται σε συνδυασμό με το λέβητα, με σκοπό την ανάμειξη του καυσίμου με την απαραίτητη ποσότητα αέρα και τη δημιουργία καυσίμου μείγματος. Μπορούν να διακριθούν στους καυστήρες αερίων, υγρών καυσίμων και καυστήρες διπλού καυσίμου.



Εικόνα 37-Μονάδα Λέβητα Καυσήρα

Ηλεκτρικοί λέβητες

Οι ηλεκτρικοί λέβητες διαφέρουν αρκετά από τους λέβητες καύσης, είναι δοχεία μέσα στα οποία θερμαίνεται νερό με τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος. Ανάλογα με το σύστημα μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα, οι ηλεκτρικοί λέβητες διακρίνονται στους λέβητες με εμβαπτισμένες ηλεκτρικές αντιστάσεις και λέβητες ηλεκτροδίων.



Εικόνα 38-Ηλεκτρικός λέβητας

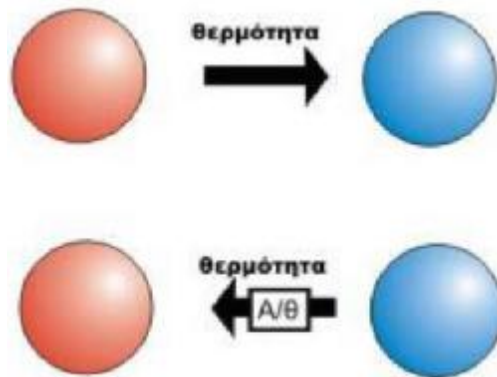
Τα τοπικά ηλεκτρικά συστήματα ή μονάδες διακρίνονται στις μονάδες φυσικής κυκλοφορίας του αέρα, εξαναγκασμένης κυκλοφορίας του αέρα, υπέρυθρης κυκλοφορίας του αέρα και συστήματα ακτινοβολίας επιφανειών.

Μονάδες φυσικής κυκλοφορίας του αέρα αποτελούν τα συνήθη ηλεκτρικά σώματα (καλοριφέρ), τα οποία αποτελούνται από ηλεκτρικές αντιστάσεις τοποθετημένες μέσα σε μια μεταλλική κατασκευή. Η θερμότητα που παράγουν αυτά τα σώματα μεταδίδεται κυρίως με συναγωγή λόγω της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα και επάνω σ' αυτά και σε μικρότερο ποσοστό με ακτινοβολία. Οι ηλεκτρικές αντιστάσεις είτε θερμαίνουν απευθείας τον αέρα είτε βρίσκονται τοποθετημένες μέσα σε κάποιο ρευστό (λάδι).

Οι μονάδες εξαναγκασμένης κυκλοφορίας του αέρα διαθέτουν ανεμιστήρα και κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες, στα αερόθερμα και στους θερμοσυσσωρευτές.

Αντλίες θερμότητας

Αντλίες θερμότητας ονομάζουμε τις συσκευές που μας παρέχουν την δυνατότητα να μεταφέρουμε ενέργεια από ένα χώρο χαμηλής, σε ένα χώρο υψηλότερης θερμοκρασίας.



Εικόνα 39-Μεταφορά θερμότητας σε μια Α.Θ.

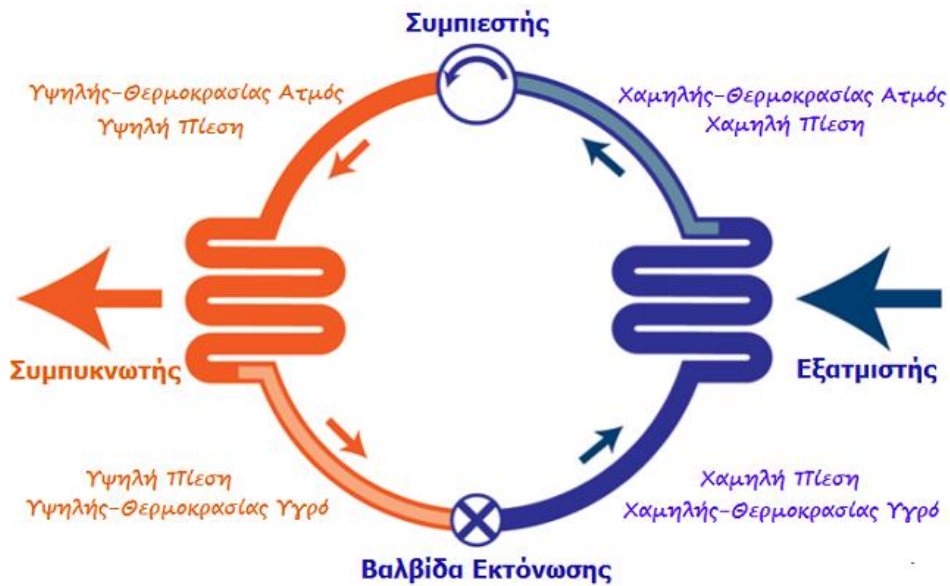
Την χειμερινή περίοδο έχει την ικανότητα να μεταφέρει θερμότητα από τον ψυχρό εξωτερικό αέρα (π.χ. 0-15 οC) σε έναν θερμαινόμενο χώρο (20 οC), ενώ την θερινή περίοδο μεταφέρει θερμότητα από έναν εσωτερικό χώρο (π.χ. 26 οC) προς το θερμότερο εξωτερικό αέρα (π.χ. 35-40 οC).

Συνήθως οι αντλίες θερμότητας είναι σχεδιασμένες κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορούν να αντιστρέφουν την ψυκτική και τη θερμαντική τους λειτουργία, επιτρέποντας τη χρήση της ίδιας συσκευής για ψύξη και θέρμανση.

Η λειτουργία των αντλιών θερμότητας βασίζεται σε διάφορους ψυκτικούς κύκλους με επικρατέστερο αυτόν της συμπύεσης ατμών ενός ψυκτικού ρευστού.

Για την λειτουργία του εν λόγω κύκλου είναι απαραίτητες οι παρακάτω συσκευές:

- Ο εξατμιστής, είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας που βρίσκεται στο χώρο που θέλουμε να ψύξουμε ή στο μέσο από το οποίο θέλουμε να αφαιρέσουμε θερμότητα. Μέσα στον εξατμιστή το ψυκτικό ρευστό σε χαμηλή πίεση και θερμοκρασία απορροφά θερμότητα και εξατμίζεται.
- Ο συμπιεστής, είναι μια συσκευή που αναρροφά τους ατμούς του ψυκτικού ρευστού από την έξοδο του εξατμιστή και αυξάνει την πίεση και τη θερμοκρασία τους. Ο συμπιεστής καταναλώνει μηχανικό έργο.
- Ο συμπυκνωτής, είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας που βρίσκεται στο χώρο που θέλουμε να θερμάνουμε ή στο μέσο, στο οποίο απορρίπτουμε τη θερμότητα. Μέσα στο συμπυκνωτή, οι θερμοί ατμοί του ψυκτικού ρευστού αρχικά ψύχονται μέχρι μια ορισμένη θερμοκρασία και κατόπιν συμπυκνώνονται, αποβάλλοντας θερμότητα.
- Η βαλβίδα εκτόνωσης, είναι μια συσκευή που μειώνει την υψηλή πίεση που επικρατεί στο συμπυκνωτή μέχρι τη χαμηλή πίεση που επικρατεί στον εξατμιστή.



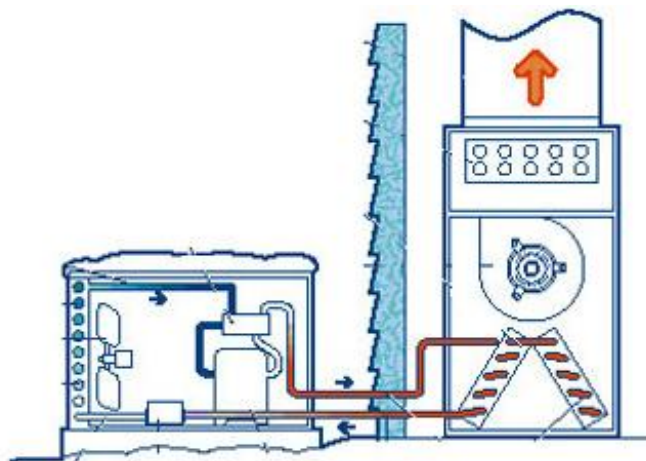
Εικόνα 40-Κύκλος Συμπίεσης ατμών

Οι αντλίες θερμότητας για ψύξη και θέρμανση κτιρίων ανάλογα με την πηγή και τον αποδέκτη θερμότητας, διακρίνονται σε:

- Αντλίες θερμότητας αέρα-αέρα (αερόψυκτες), όπου τα δύο ρευστά που ανταλλάσσουν θερμότητα είναι αέρια. Ο πιο συνηθισμένος τύπος που χρησιμοποιείται ευρύτατα για τη θέρμανση και ψύξη κατοικιών και γραφείων.

Κατά την θερμαντική λειτουργία, ο εξατμιστής απορροφά θερμότητα από τον εξωτερικό αέρα και την απορρίπτει μέσω του συμπυκνωτή στον εσωτερικό αέρα. Κατά την ψυκτική λειτουργία, ο συμπυκνωτής (που γίνεται εξατμιστής) απορροφά θερμότητα από τον εσωτερικό αέρα και την απορρίπτει μέσω του εξατμιστή (που γίνεται συμπυκνωτής) στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η πιο χαρακτηριστική εφαρμογή των αντλιών θερμότητας είναι οι κλιματιστικές μονάδες διαιρούμενου τύπου ή των σωμάτων εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα (fan-coils), που χρησιμοποιούνται σήμερα για την ψύξη των χώρων κατά τους θερινούς μήνες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την θέρμανση.



Εικόνα 41- Διάταξη αντλίας θερμότητας αέρα / αέρα

Τα fan coil είναι οι εσωτερικές κλιματιστικές μονάδες θέρμανσης ψύξης οι οποίες συνδέονται σε κύκλωμα νερού. Συνδιάζονται άψογα με τις αντλίες θερμότητας, καθώς επίσης μπορούν να συνδεθούν και σε σύστημα γεωθερμίας.

Τα συστήματα διαιρούμενου τύπου (split systems), αποτελούν μια κατηγορία αυτόνομων μηχανημάτων τα οποία καλύπτουν τις ανάγκες ψύξης-θέρμανσης μικρών χώρων. Ονομάζονται μηχανήματα διαιρούμενου τύπου γιατί η μηχανή του συστήματος διαιρείται σε δύο κύρια μέρη: την εσωτερική μονάδα και το εξωτερικό μηχάνημα. Η εσωτερική μονάδα περιλαμβάνει κυρίως τον εναλλάκτη θερμότητας αέρα/ψυκτικού ρευστού ο οποίος λειτουργεί ως εξαμιστής (λειτουργία ψύξης) και άλλοτε ως συμπυκνωτής (λειτουργία θέρμανσης). Περιλαμβάνει επίσης τον ανεμιστήρα κυκλοφορίας του αέρα και το ηλεκτρικό μέρος της μονάδας, το σύστημα αυτοματισμού με τα αισθητήρια, και τα όργανα ελέγχου λειτουργίας του μηχανήματος. Το εξωτερικό μηχάνημα περιλαμβάνει τον συμπιεστή του συστήματος, τον δεύτερο εναλλάκτη θερμότητας αέρα/ψυκτικού ρευστού (ο οποίος λειτουργεί ως εξαμιστής ή ως συμπυκνωτής ανάλογα με τη λειτουργία ψύξης / θέρμανσης) καθώς και τον ανεμιστήρα κυκλοφορίας του αέρα. Επιπλέον περιλαμβάνει και την τετράοδη βαλβίδα αναστροφής της λειτουργίας του συστήματος (εφόσον το μηχάνημα είναι ψύξης θέρμανσης), καθώς και το εκτονωτικό μέσο του ψυκτικού ρευστού αλλά και όλα τα υπόλοιπα τμήματα ηλεκτρικού μέρους και αυτοματισμού.

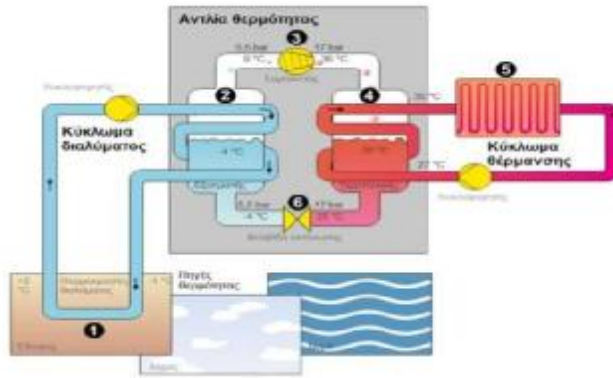
Τύποι τοπικών αντλιών θερμότητας διαιρούμενου τύπου συστημάτων σύμφωνα με τον τρόπο τοποθέτησης της εσωτερικής μονάδας:

- Επιτοίχια τοποθέτησης (wall mounted units)
- Τύπου δαπέδου (floor standing units)
- Κρυφού τύπου ψευδοροφής (ceiling concealed units)
- Τύπου κασέτας (Cassete units)
- Εμφανούς τύπου οροφής (ceiling suspended units)
- Πολλαπλής τοποθέτησης (flexi type units)

· Αντλίες θερμότητας αέρα – νερού (αερόψυκτες), όπου τα ρευστά που ανταλλάσσουν ενέργεια είναι από τη μια πλευρά ένα υγρό (όχι απαραίτητα νερό) και από την άλλη αέριο. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε συστήματα κεντρικού κλιματισμού μεγάλων κτιρίων ή σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις για την παραγωγή θερμού και ψυχρού νερού. Η άντληση και η απόρριψη θερμότητας από τον εξωτερικό αέρα γίνεται όπως και στις αέρα-αέρα, δηλαδή με αερόψυκτο συμπυκνωτή / εξαμιστή, ενώ στο δευτερεύον κύκλωμα, υπάρχει υδρόψυκτος εναλλάκτης που τροφοδοτεί το δίκτυο σωληνώσεων με θερμό / ψυχρό νερό.

· Αντλίες θερμότητας νερού (για γεωεναλλάκτη) – αέρα
Χρησιμοποιούν το νερό ως πηγή και αποδέκτη θερμότητας. Τον αέρα τον χρησιμοποιούν για να μεταφέρουν ή να απάγουν θερμότητα από τον κλιματιζόμενο χώρο. Ως πηγή/αποδέκτης θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο υπεδαφικό όσο και επιφανειακό νερό, καθώς και απόνερα.

· Αντλίες θερμότητας νερού (για γεωεναλλάκτη) – νερού, όπου το ψυκτικό μέσο μεταφέρει θερμότητα από τη μια μάζα νερού στην άλλη. Χρησιμοποιούν το νερό ως πηγή και αποδέκτη θερμότητας. Το πρωτεύον κύκλωμα τροφοδοτείται με νερό από το περιβάλλον, ενώ το δευτερεύον συνδέεται με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα / στοιχείου (fan-coil units) ή με στοιχεία κεντρικών κλιματιστικών μονάδων.



Εικόνα 42-Διάταξη αντλίας θερμότητας νερού/νερού

· Αντλίες θερμότητας εδάφους – νερού. Χρησιμοποιούν την αποθηκευμένη ενέργεια στο έδαφος (θερμοχωρητικότητα εδάφους). Κατασκευάζεται στο έδαφος ένα κλειστό δίκτυο σωλήνων (γεωεναλλάκτης), μέσα στον οποίο κυκλοφορεί απόσκληρυμένο νερό ή διάλυμα νερού / αντιπηκτικού. Μέσω του γεωεναλλάκτη ο εξατμιστής / συμπυκνωτής του πρωτεύοντος κυκλώματος απορροφά ή απορρίπτει θερμότητα στο έδαφος.

· Αντλίες θερμότητας εδάφους – αέρα. Χρησιμοποιούν την αποθηκευμένη ενέργεια στο έδαφος (θερμοχωρητικότητα εδάφους) όπως και στο εδάφους – νερού. Στο δευτερεύον κύκλωμά του όμως αντί του υδρόψυκτου εναλλάκτη, υπάρχει ανεμιστήρας και αερόψυκτος συμπυκνωτής / εξατμιστής, που τροφοδοτεί με θερμό ή ψυχρό αέρα το δίκτυο αεραγωγών κλιματισμού του κτιρίου.

Για την απόδοση μιας αντλίας θερμότητας χρησιμοποιούνται ο στιγμιαίος βαθμός απόδοσης COP (Coefficient of Performance) και EER (Energy Efficiency Ratio) για τη λειτουργία της αντλίας σε θέρμανση και ψύξη αντίστοιχα. [6]

Για την περίπτωση της χειμερινής λειτουργίας ορίζεται ως:

$$COP = \frac{\text{Θερμική ισχύς συμπυκνωτή (W)}}{\text{Ηλεκτρική ισχύς συμπιεστή (W)}} = \frac{q_H}{W}$$

Για την περίπτωση της θερινής λειτουργίας ορίζεται ως:

$$EER = \frac{\text{Ψυκτική ισχύς εξατμιστή (W)}}{\text{Ηλεκτρική ισχύς συμπιεστή (W)}} = \frac{q_C}{W}$$

Θέρμανση με φυσικό αέριο

Το φυσικό αέριο είναι ένα καύσιμο πολύ πιο φιλικό προς το περιβάλλον σε σχέση με το πετρέλαιο και η πρόσβαση σε αυτό δίνει τη δυνατότητα για θέρμανση ενός κτιρίου με τρόπο οικονομικό, αποδοτικό, καθώς και να έχουμε αδιάλειπτη παροχή ζεστού νερού όταν τη χρειαζόμαστε.

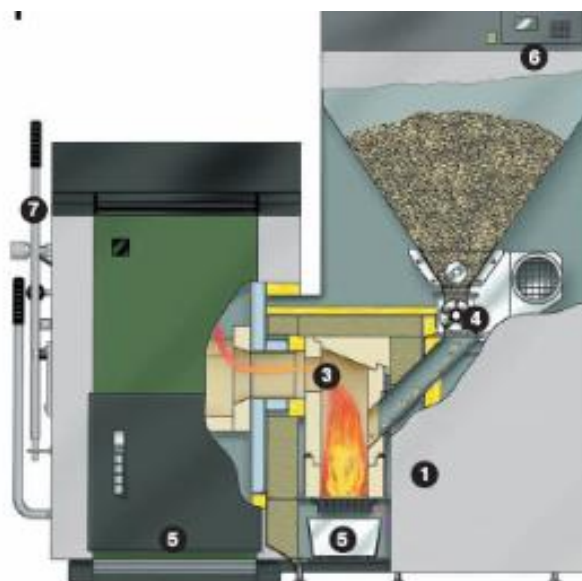
Οι τοπικές μονάδες αερίων καυσίμων είναι ουσιαστικά τοπικοί θερμαντήρες καύσης φυσικού αερίου (ή υγραερίου). Οι συσκευές αυτές αποδίδουν το 80% της παραγόμενης θερμικής τους ισχύος με συναγωγή και το υπόλοιπο με ακτινοβολία, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνουν σχετικά γρήγορη θέρμανση του χώρου.



Εικόνα 43-Εγκατάσταση Επίτοιχου Λέβητα Φυσικού Αερίου Τεχνολογίας Συμπύκνωσης

Θέρμανση με βιομάζα

Η βιομάζα προέρχεται από τα φυτά και καίγεται σε λέβητες και σόμπες για την θέρμανση των χώρων. Χρησιμοποιείται σε ακατέργαστη μορφή (ξύλα και πυρηνόξυλα) ή σε επεξεργασμένη μορφή για ευκολότερη μεταφορά και αποθήκευση. Τα συσσωματώματα, που ονομάζονται και pellets, είναι μικρά πεπιεσμένα κομμάτια από ροκανίδια ξύλου ή αγροτικά παραπροϊόντα. Οι σύγχρονοι λέβητες διαθέτουν αυτόματο σύστημα τροφοδοσίας των pellets στο θάλαμο καύσης με ελικοειδή περιστρεφόμενο άξονα και ηλεκτρονικά ελεγχόμενη παροχή αέρα. Συστήματα ψύξης



Εικόνα 44-Τομή Λέβητα Pellet

Θέρμανση με ακτινοβολία

Η θέρμανση με ακτινοβολία είναι μια τεχνολογία για τη θέρμανση εσωτερικών και εξωτερικών χώρων. Η πιο προσιτή περίπτωση θέρμανσης με την ακτινοβολούμενη ενέργεια είναι η ζεστασιά από τον ήλιο. Ως μέθοδος η θέρμανση με ακτινοβολία χρησιμοποιεί τις αρχές της ακτινοβολούμενης θερμότητας για να μεταφέρει ενέργεια ακτινοβολίας από μια πηγή θερμότητας σε ένα αντικείμενο.

Πάνελ υπέρυθρης θέρμανσης

Τα πάνελ υπέρυθρης θέρμανσης εκπέμπουν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειάς τους με τη μορφή υπερευθρων σε μεγάλο μήκος κύματος, χωρίς εκπομπή φωτός και με χαμηλές θερμοκρασίες επιφάνειας.

Τα πάνελ υπερευθρων λοιπόν, ζεσταίνουν όχι τον αέρα αλλά τα αντικείμενα και τους ανθρώπους που βρίσκονται μπροστά τους. Δεν ζεσταίνουν δηλαδή άμεσα τον αέρα όπως τα αερόθερμα ή τα καλοριφέρ (με τα πάνελ υπερευθρων, ο αέρας ζεσταίνεται σε δεύτερη φάση από την επαφή του με τα αντικείμενα και τους τοίχους που πρώτα ζεστάθηκαν από τα πάνελ υπέρυθρης θέρμανσης).



Εικόνα 45-Πάνελ Υπέρυθρης Ακτινοβολίας

Ενδοδαπέδια θέρμανση

Η ενδοδαπέδια θέρμανση χρησιμοποιείται ευρέως τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω της εξοικονόμησης χώρου που προσφέρει αλλά και της οικονομικής της λειτουργίας συγκριτικά με τα συμβατικά συστήματα.

Σε ένα σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης, οι βασικές διατάξεις που χρησιμοποιούνται είναι ίδιες με εκείνες των συμβατικών συστημάτων: καυστήρας, λέβητας, κυκλοφορητής, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε καύσιμο (πετρέλαιο, φυσικό αέριο κλπ). Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι οι τελικοί αποδέκτες του ζεστού νερού δεν είναι τα σώματα καλοριφέρ αλλά το ίδιο το δάπεδο, το οποίο λειτουργεί ως θερμαντικό σώμα. Αφού θερμομονωθεί το δάπεδο από κάτω, απλώνεται ένα σύστημα σωλήνων οι οποίοι μεταφέρουν το ζεστό νερό σε όλη του την επιφάνεια

Οι σωλήνες κατανέμουν τη θερμότητα εκεί που χρειάζεται (και όχι στο υπόγειο ή στους εξωτερικούς τοίχους) και αποδίδουν με ελάχιστη αδράνεια και με χαμηλότερη θερμοκρασία του νερού προσαγωγής. Έτσι, το δάπεδο θερμαίνεται σιγά σιγά και ακτινοβολεί τη θερμότητα στον αέρα. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ομοιόμορφη θέρμανση του αέρα, από κάτω προς τα πάνω, και όχι συγκέντρωση της θέρμανσης κοντά στα σώματα.



Εικόνα 46-Ενδοδαπέδια Θέρμανση σε Κατοικία

Ανοικτές εστίες καύσης (τζάκια)

Το τζάκι είναι δομή κατασκευασμένη από τούβλα, πέτρα ή μέταλλο σχεδιασμένη για να καίγονται ξύλα. Τα τζάκια για τη θέρμανση ενός δωματίου. Τα μοντέρνα τζάκια έχουν μεταβλητή απόδοση θερμότητας, ανάλογα με την πολυπλοκότητα του σχεδιασμού. Ιστορικά είχαν χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για τη θέρμανση μιας κατοικίας, αλλά και για το μαγείρεμα και τη θέρμανση του νερού για το πλυντήριο και για άλλες οικιακές χρήσεις.

Ένα τζάκι μπορεί να έχει: μια εστία, μία καμινάδα, για τη διοχέτευση του καπνού και μια σχάρα, για να πέφτουν οι στάχτες.

Τα παραδοσιακά τζάκια ανάλογα από το υλικό που κατασκευάζονται μπορούν να διακριθούν σε τζάκια από πυρότουβλο, τζάκια μαντεμένα με τσιμέντο, τζάκια όλο μαντέμι και τζάκια μεταλλικά.



Εικόνα 47-Ανοικτού τύπου τζάκι σε κατοικία

Ενεργειακό Τζάκι

Το ενεργειακό τζάκι έχει πολύ πιο υψηλή απόδοση από το συμβατικό επειδή εκμεταλλεύεται τη ροή του ζεστού αέρα που δημιουργείται από την καύση του ξύλου μέσα στο θερμοθάλαμο που περιβάλλει την εστία του. Έχει πιο μικρή και ελεγχόμενη κατανάλωση ξύλου από το συμβατικό, ενώ η ροή του αέρα μπορεί να είναι είτε φυσική (απλό ενεργειακό τζάκι) είτε μηχανική (αερόθερμο τζάκι). Η συνήθης λειτουργία του είναι με την πόρτα κλειστή, με αποτέλεσμα αύξηση της θερμοκρασίας και καλύτερη καύση.



Εικόνα 48-Ενεργειακό τζάκι σε κατοικία

2.3.2. Συστήματα Ψύξης

Η λειτουργία των συστημάτων ψύξης αποσκοπεί στη μείωση της θερμοκρασίας ενός χώρου, ο οποίος τελικά ψύχεται με την απομάκρυνση θερμότητας από αυτόν, για την διατήρηση των επιθυμητών συνθηκών θερμικής άνεσης στον χώρο αυτόν. Οι κατηγορίες των συστημάτων ψύξης και η δομή ενός αντίστοιχου συστήματος, όπως και στα συστήματα θέρμανσης, είναι τα τοπικά, τα κεντρικά και η τηλεψύξη. Η διαφορά με τα συστήματα θέρμανσης είναι η αντίστροφη λειτουργική συμπεριφορά τους.

Τα **τοπικά συστήματα** κλιματισμού αποτελούν αυτόνομες μονάδες κλιματισμού και μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιονδήποτε χώρο χωρίς να απαιτείται κεντρικό μηχανοστάσιο. Τα πιο γνωστά τοπικά συστήματα είναι οι «αντλίες θερμότητας» (Air-Condition). Για να λειτουργήσει μια αντλία θερμότητας τέτοιου τύπου χρειάζεται ηλεκτρικό ρεύμα και ένα ψυκτικό ρευστό. Η μονάδα αυτή αντλεί τη θερμότητα από μια χαμηλότερη θερμοκρασία προς μια υψηλότερη, αντίθετα από την φυσική ροή.

Ένα **κεντρικό σύστημα** κλιματισμού περιλαμβάνει την κεντρική κλιματιστική μονάδα, το δίκτυο αγωγών, τις τοπικές μονάδες που επεξεργάζονται τον αέρα, ή προσάγουν κλιματισμένο αέρα ή και παραλαμβάνουν αέρα επιστροφής και τέλος τα συστήματα ελέγχου. Ανάλογα με το μέσο μεταφοράς της θερμικής ενέργειας, διακρίνονται στα συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα, μόνο με νερό, με αέρα – αέρα, με ψυκτικό ρευστό – αέρα.

Αντλίες θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας είναι οι συσκευές που κυριαρχούν σε εφαρμογές ψύξης για μικρού και μεσαίου μεγέθους χώρους. Οι αντλίες θερμότητας που αναφέρθηκαν στα συστήματα θέρμανσης είναι σχεδιασμένες κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορούν να αντιστρέφουν την ψυκτική και τη θερμαντική τους λειτουργία, επιτρέποντας τη χρήση της ίδιας συσκευής για ψύξη και θέρμανση.

Ψύκτες

Οι ψυκτικές μονάδες νερού (Chillers) είναι είτε υδρόψυκτες είτε αερόψυκτες συσκευές που λειτουργούν με έναν ψυκτικό κύκλο συμπίεσης ατμών ψυκτικού μέσου. Μοιάζουν με τις αντλίες θερμότητας, αλλά διαφέρουν στο ότι διαθέτουν περισσότερα ψυκτικά κυκλώματα.



Εικόνα 49-Ψυκτική Μονάδα νερού

2.3.3. Συστήματα μηχανικού αερισμού - εξαερισμού

Η εγκατάσταση και λειτουργία μηχανικών συστημάτων για την ανανέωση και την κυκλοφορία του αέρα στους εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου σχετίζεται άμεσα με τις συνθήκες υγιεινής και ευεξίας, δημιουργώντας ένα εσωτερικό περιβάλλον, που θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις για ποιότητα αέρα και θα διασφαλίζει είτε την ασφαλή παραμονή των ανθρώπων (αερισμός άνεσης) είτε την ασφαλή λειτουργία των συσκευών και συστημάτων (αερισμός π.χ. λεβητοστασίου).

Ο αερισμός ενός κτιρίου μπορεί να γίνει όχι μόνο με φυσικό τρόπο αλλά και με τη χρήση μηχανικών συστημάτων, όσο και με φυσικό τρόπο. Είναι η διεργασία εισαγωγής (προσαγωγής) και κυκλοφορίας μιας ποσότητας φρέσκου αέρα από το φυσικό περιβάλλον (νωπός αέρας) σε εσωτερικούς χώρους, με σκοπό τον εμπλουτισμό του εσωτερικού αέρα με οξυγόνο. Τα συστήματα ανανέωσης του αέρα στα κτίρια μπορούν να διακριθούν στις εξής κατηγορίες:

- Τα συστήματα μηχανικού αερισμού πραγματοποιούν την προσαγωγή και διανομή του αέρα στους χώρους είτε άμεσα, με την απευθείας απόρριψη του αέρα στο χώρο (σύστημα μονού σημείου), είτε έμμεσα, με τη χρήση ενός δικτύου αεραγωγών (σύστημα πολλαπλών σημείων). Βασική συσκευή του συστήματος αποτελεί σε κάθε περίπτωση ο ανεμιστήρας (κυρίως χρησιμοποιείται αξονικός ανεμιστήρας).



Εικόνα 50-Σύστημα μηχανικού αερισμού σε λουτρό κατοικίας

- Τα συστήματα μηχανικού εξαερισμού πραγματοποιούν την διεργασία απομάκρυνσης – απόρριψης (απαγωγής) αέρα από το εσωτερικό ενός κτιρίου στο εξωτερικό περιβάλλον, με σκοπό την απομάκρυνση των οσμών. Ρύπων και ανεπιθύμητων ουσιών ή χημικών ενώσεων (π.χ. CO₂). Είναι η αντίστροφη διεργασία του αερισμού και πραγματοποιούνται με αντίστοιχους μηχανικούς ή φυσικούς τρόπους. Τα συστήματα μηχανικού εξαερισμού διακρίνονται και αυτά σε συστήματα μονού ή πολλαπλών σημείων με την βοήθεια μηχανικής συσκευής (ανεμιστήρα).

- Τα συστήματα κεντρικής κλιματιστικής μονάδας αποτελούν συστήματα κεντρικού κλιματισμού και χρησιμοποιούνται για την παροχή κλιματισμένου αέρα στους εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου. Ο κλιματισμένος αέρας μπορεί να είναι είτε ο εξωτερικός αέρας είτε μείγμα εξωτερικού και εσωτερικού αέρα, ο οποίος έχει υποστεί κατάλληλη επεξεργασία που αφορά στη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του και στον καθαρισμό του από ρύπους.

2.3.4. Συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Η θέρμανση του νερού γίνεται είτε με ηλεκτρική ενέργεια (ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες), είτε με υγρά ή αέρια καύσιμα (λέβητας πετρελαίου), είτε με την ηλιακή ενέργεια.

Ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες

Πρόκειται για τα πιο διαδεδομένο μέσο θέρμανσης Ζ.Ν.Χ.

Ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας είναι η συσκευή που παρέχει ζεστό νερό χρησιμοποιώντας την ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος είτε με αντιστάσεις είτε με μπόιλερ.

Πιο αναλυτικά ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας δεν είναι τίποτε άλλο από ένα δοχείο σε κυλινδρικό σχήμα, αποτελούμενο από διπλά θερμομονωμένα τοιχώματα και θερμαντικό σώμα που βρίσκεται στο μέσο του δοχείου. Παροχή ηλεκτρικής ενέργειας θερμαίνει αυτό το θερμαντικό σώμα, το οποίο με τη σειρά του θερμαίνει το νερό, μέσα στον κύλινδρο. Ο θερμοσίφωνας είναι συνδεδεμένος με την παροχή νερού και για κάθε ποσότητα θερμού νερού που αντλείται για χρήση, υπάρχει αυτόματη αναπλήρωση με ψυχρό νερό.



Εικόνα 51-Ηλεκτρικός Θερμοσίφωνας

Ηλιακοί συλλέκτες

Ανάλογα με το μέσο το οποίο χρησιμοποιείται για τη συλλογή και αποθήκευση της ενέργειας, τα συστήματα των ηλιακών συλλεκτών ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Συστήματα αέρος
- Συστήματα υγρού

Ο βασικός τρόπος λειτουργίας και των δύο συστημάτων είναι ο ίδιος, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η χρήση των ίδιων στοιχείων και υλικών για την κατασκευή τους. Τα συστήματα αέρος χρησιμοποιούνται κυρίως για τη θέρμανση χώρων και την ξήρανση αγροτικών προϊόντων, καθώς και σε βιομηχανικές εφαρμογές. Τα συστήματα υγρού χρησιμοποιούνται πολύ συχνότερα σε επαγγελματικούς χώρους και κατοικίες για τη θέρμανση ΖΝΧ.

Οι διαφορετικές τεχνολογίες ηλιακών συλλεκτών υγρού είναι:

- Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα: Είναι απλοί και οικονομικοί. Αποτελούνται από μαύρους πλαστικούς ή μεταλλικούς σωλήνες -χωρίς μόνωση- μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το υγρό. Η μέγιστη θερμοκρασία που επιτυγχάνεται είναι 20οC πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- Επίπεδοι συλλέκτες: Είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος ηλιακού συλλέκτη. Αποτελείται από επίπεδο μονωμένο πλαίσιο, το οποίο καλύπτεται από τη μια πλευρά με διαφανές κάλυμμα από τζάμι ή πλαστικό. Το πλαίσιο περιέχει μια μαύρη/σκουρόχρωμη πλάκα που απορροφά την ηλιακή ενέργεια. Το ρευστό μεταφοράς θερμότητας κυκλοφορεί μέσα ή πάνω από την απορροφητική πλάκα μεταφέροντας τη θερμότητα. Η θερμοκρασία που παράγεται μπορεί να φτάσει ως 70ο C πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.



Εικόνα 52-Επίπεδος ηλιακός συλλέκτης τοποθετημένος σε στέγη Κατοικίας

- Σωλήνες κενού: Αποτελούνται από σειρά γυάλινων σωλήνων κενού. Ο κάθε σωλήνας περιέχει έναν απορροφητή (π.χ. μια μαύρη μεταλλική πλάκα) που απορροφά την ηλιακή ενέργεια. Λόγω της μονωτικής ιδιότητας του κενού η θερμοκρασία που παράγεται μπορεί να φτάσει



Εικόνα 53-Ηλιακός συλλέκτης κενού

- Συγκεντρωτικοί συλλέκτες: αποτελούνται από παραβολικούς ή κυλινδρικούς συλλέκτες με εσωτερική ανακλαστική επιφάνεια. Η ηλιακή ακτινοβολία συγκεντρώνεται είτε σε ένα σημείο, είτε σε έναν άξονα όπου και αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες. Οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες έχουν μηχανισμό που τους επιτρέπει να παρακολουθούν την τροχιά του ήλιου. Χρησιμοποιούνται σπάνια σε κτιριακές εφαρμογές, κυρίως λόγω του πάρα πολύ υψηλού κόστους.

Διατάξεις ελέγχου και αυτοματισμού

Η επίτευξη θερμικής και οπτικής άνεσης σε ένα σπίτι, ελαχιστοποιώντας παράλληλα την κατανάλωση ενέργειας, είναι δυνατόν να επιτευχθεί με χρήση συστημάτων αυτομάτου ελέγχου. Τα συστήματα αυτά θα πρέπει να διαχειρίζονται τα παθητικά ηλιακά κέρδη, τον αερισμό, την ψύξη, τη βοηθητική θέρμανση-ψύξη και το φυσικό φωτισμό καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ρυθμίζοντας ένα σύνολο παραμέτρων όπως η εσωτερική θερμοκρασία, η υγρασία, η ποιότητα και η ταχύτητα του αέρα, τα επίπεδα φωτισμού και η θάμβωση.

Τα συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου είναι σε θέση να διαχειρίζονται το σύνολο των υποδομών του κτιρίου, αλλά ταυτόχρονα να συνεκτιμούν την ανθρώπινη παρουσία και παρέμβαση σ' αυτό.

Ένα σύστημα υψηλής απόδοσης μπορεί να ελέγχει:

- Τις θερμοκρασίες παραγωγής και διανομής νερού για τη θέρμανση και την ψύξη των χώρων
- Τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία, την πίεση και την παροχή αέρα για τον κλιματισμό και τον αερισμό των χώρων
- Τη λειτουργία του συστήματος φωτισμού
- Τη λειτουργία των διατάξεων σκίασης και ηλιοπροστασίας

Ένα τυπικό σύστημα ελέγχου αποτελείται από τα εξής στοιχεία:

- § Τους αισθητήρες, οι οποίοι μετρούν την τιμή των παραμέτρων ελέγχου
- § Τους ενεργοποιητές, που εκτελούν την αλλαγή στον τρόπο λειτουργίας των ενεργειακών συστημάτων με τα οποία είναι συνδεδεμένο το σύστημα ελέγχου
- § Τους ελεγκτές, που καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας και συντονισμού των διαφόρων ενεργειακών συστημάτων, ανάλογα με τις τιμές των παραμέτρων ελέγχου

Η εφαρμογή των παραπάνω συστημάτων σε κτίρια γίνεται με τη βοήθεια των συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων (BEMS), τα οποία έχουν σημαντική ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια και συνεχίζουν να εξελίσσονται ραγδαία χρησιμοποιώντας πλέον τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης. Παρόλα αυτά, σε επίπεδο ασφαλείας υπάρχει η δυνατότητα άμεσου χειρισμού, παρακάμπτοντας τον προγραμματισμό σε περίπτωση δυσλειτουργίας του συστήματος.

2.3.5. Συνδυασμός συστημάτων - Νέες τεχνολογίες

Γεωθερμικά συστήματα και γεωθερμία

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί ήπια μορφή ενέργειας σε σύγκριση με άλλες συμβατικές μορφές ενέργειας χωρίς οι επιπτώσεις από την εκμετάλλευσή της να είναι φυσικά αμελητέες. Τα γεωθερμικά συστήματα αποτελούν συστήματα που εκμεταλλεύονται την ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και βρίσκεται σε μορφή νερού, ατμού, αερίων, μειγμάτων ή ενέργειας από πετρώματα προκειμένου να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου.

Η διάκριση τους γίνεται ανάλογα το κυρίαρχο ρευστό που εκμεταλλεύονται αν είναι νερό σε υγρή φάση ή ρευστό σε μορφή ατμού. Στα συστήματα που χρησιμοποιούν ως κυρίαρχο ρευστό το νερό, η υγρή φάση είναι αυτή που ελέγχει την πίεση ενώ υπάρχουν επίσης και αέρια σε μορφή μικρών φυσαλίδων. Τα γεωθερμικά συστήματα στα οποία οι θερμοκρασίες κυμαίνονται από 125οC – 225οC είναι τα συνηθέστερα στη χρήση τους και ανάλογα τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, μπορούν να παράγουν θερμό νερό, μίγμα νερού και ατμού, υγρό ατμό, ακόμα και ξηρό ατμό. Ενώ στα συστήματα όπου το κυρίαρχο ρευστό είναι ο ατμός, το υγρό νερό και ο ατμός συνήθως συνυπάρχουν στον ταμιευτήρα, με τον ατμό να ελέγχει συνεχώς την πίεση.

Όσον αφορά την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου, η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί μία ανανεώσιμη και αρκετά συμφέρουσα επιλογή στην παραγωγή ενέργειας. Η χρήση γεωθερμικών συστημάτων μέσω γεωθερμικών αντλιών θερμότητας εφαρμόζονται προκειμένου να εξασφαλιστεί ψύξη και θέρμανση στους χώρους διαβίωσης καθώς και ζεστού νερού για οικιακές χρήσεις αφαιρώντας θερμότητα από το έδαφος σε βάθος λιγότερο των 100 m και αποθηκεύοντας την στο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου.

Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας

Η θερμοκρασία του υπεδάφους, σε βάθος από 5 έως 100 μέτρα, είναι σχεδόν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και κυμαίνεται από 18 έως 22οC. Η εκμετάλλευσή της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του υπεδάφους ή των υπογείων υδάτων και της επιφάνειας της γης μπορεί να γίνει με τη χρήση Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ), οι οποίες αξιοποιούν το ενεργειακό δυναμικό που ονομάζεται αβαθής γεωθερμική ενέργεια, κυρίως για θέρμανση χώρων το χειμώνα και ψύξη το καλοκαίρι αλλά και για παροχή ζεστού νερού χρήση. Η αβαθής γεωθερμική ενέργεια είναι μία ανεξάντλητη και καθαρή πηγή ενέργειας και είναι διαθέσιμη όλο το χρόνο χωρίς να εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες. Η αξιοποίηση της ενέργειας αυτής επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ενός συνδυασμού αντλίας θερμότητας συζευγμένη με γεώτρηση. Το σημαντικότερο γεγονός είναι ότι η προσφερόμενη ενέργεια είναι περιβαλλοντικά καθαρή, ανανεώσιμη και εξοικονομεί το 50-70% της ενέργειας που θα καταναλώνε ένα υποστατικό που χρησιμοποιεί μόνο συμβατικά μέσα θέρμανσης (πετρέλαιο, υγραέριο, ηλεκτρισμός κ.λ.π.).

Στα Γεωθερμικά Συστήματα διακρίνονται δύο είδη:

- § τα ανοιχτού και τα κλειστού τύπου ή διαφορετικά τα ανοιχτού,
- § τα κλειστού κυκλώματος.

Γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος

Τα γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος βασίζονται στην κατασκευή ενός εναλλάκτη στο υπέδαφος που ονομάζεται γεωεναλλάκτης. Ο γεωεναλλάκτης κατασκευάζεται από έναν αριθμό σωληνώσεων μέσα στις οποίες κυκλοφορεί νερό. Το χειμώνα

τροφοδοτείται η γεωθερμική αντλία θερμότητας με νερό θερμοκρασίας περίπου 16oC από τον γεωεναλλάκτη, η οποία απορροφά περίπου 4-5°C, πριν το επιστρέψει στην γη και με μικρή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος παράγει έτσι ζεστό νερό χρήσης από 35-45°C κατάλληλο για θέρμανση χώρων με ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης.



Εικόνα 54-Οριζόντιος και Κάθετος Γεωεναλλάκτης

Γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού κυκλώματος

Τα γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού κυκλώματος αντλούν νερό από υπόγειο ταμιευτήρα με χρήση γεώτρησης και με την χρήση ενός ενδιάμεσου εναλλάκτη νερού/νερού που παρεμβάλλεται μεταξύ της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας και του ανοικτού κυκλώματος και προσδίδουν ή απορροφούν ενέργεια στο σύστημα πριν το νερό επιστρέψει στον ταμιευτήρα. Το σύστημα αυτό ενδείκνυται σε περιοχές με ρηχό βάθος υδροφόρου ορίζοντα. Και σε αυτή την περίπτωση παρουσιάζεται η ιδιότητα σταθερής θερμοκρασίας που έχουν τα νερά του υπόγειου ταμιευτήρα καθ' όλο τον χρόνο ανεξάρτητα από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν.



Εικόνα 55-Ανοιχτού Κυκλώματος με χρήση γεωτρήσεων

Ηλιακός κλιματισμός

Τα συστήματα ηλιακού κλιματισμού είναι αντλίες θερμότητας απορρόφησης – προσρόφησης. Είναι μια ειδική κατηγορία αντλιών θερμότητας με αποκλειστική χρήση στην παροχή ψύξης σε κτίρια μεσαίου και μεγάλου μεγέθους. Χρησιμοποιούν θερμότητα η οποία παράγεται κυρίως από ηλιακούς συλλέκτες ή συμπληρωματικά από κάποιο σύστημα καυστήρα – λέβητα και ποσότητα ηλεκτρισμού για να παράγουν ψυχρό νερό. Ο ψυκτικός κύκλος αυτών των συστημάτων βασίζεται σε μια συνεχή διαδικασία εξαμιστικής ψύξης με απορρόφηση της υγρασίας από κάποιο απορροφητικό υλικό. Είναι ένα κλειστό κύκλωμα αφού δεν ανταλλάσει μάζα μεταξύ του ψυκτικού μέσου και του περιβάλλοντός του.

Οι τεχνολογίες της ψύξης απορρόφησης/προσρόφησης βρίσκουν επιτυχή εφαρμογή στις περιπτώσεις όπου υπάρχει διαθέσιμη θερμότητα και δεν υπάρχουν ανάγκες για

θερμότητα αλλά υπάρχουν ανάγκες για ψύξη. Τέτοια παραδείγματα είναι τα συστήματα συμπαραγωγής, στα οποία η συμπαραγόμενη θερμότητα κατά τη διάρκεια του χειμώνα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση χώρων (π.χ. ξενοδοχεία, νοσοκομεία, μεγάλα δημόσια κτίρια κλπ.), ενώ το καλοκαίρι διοχετεύεται σε ψύκτες απορρόφησης/προσρόφησης, οι οποίοι παράγουν ψύξη για τον κλιματισμό των χώρων.



Εικόνα 56-Ψύκτης Απορρόφησης

Μονάδες Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (Σ.Η.Θ.)

Η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (Σ.Η.Θ.) είναι η ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (ισχύος) και αξιοποιήσιμης θερμικής ενέργειας (θερμότητας) από την καύση πετρελαίου, άνθρακα ή φυσικού αερίου. Τα συστήματα αυτά αξιοποιούν την παραγόμενη θερμότητα, που σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση θα απορριπτόταν στο περιβάλλον, και επιτυγχάνουν υψηλότερους βαθμούς απόδοσης απ' ό,τι αν ο ηλεκτρισμός και η θερμότητα παράγονταν ξεχωριστά.

Οι συνηθέστερες μονάδες ΣΗΘ για κτήρια, είναι οι ακόλουθες:

- Μηχανή Otto (Αεριομηχανές)
- Μηχανή Diesel (Πετρελαιομηχανές)
- Αεριοστρόβιλος με λέβητα ανάκτησης θερμότητας
- Μικροστρόβιλος (microturbine)
- Μηχανή Stirling
- Κυψέλη καυσίμου
- Ατμοστρόβιλος απομάστευσης, σε ιδιαίτερες περιπτώσεις.

Εποχιακή Αποθήκευση

Η Εποχιακή αποθήκευση είναι ένα σύστημα ηλιακού συλλέκτη το οποίο συσσωρεύει και αποθηκεύει ποσά θερμότητας μέσω της παραγωγής ζεστού νερού, την θερινή περίοδο όπου υπάρχει πλεόνασμα ηλιακής ενέργειας και την αξιοποιεί την χειμερινή περίοδο.

Το κύριο χαρακτηριστικό ενός συστήματος αποθήκευσης θερμότητας είναι ότι η βασική είσοδος και έξοδος του είναι θερμική ενέργεια.

Η αποθήκευση συνήθως γίνεται σε μεγάλες δεξαμενές ειδικής κατασκευής που αποθηκεύονται κάτω από το έδαφος. Τα υλικά που συνήθως χρησιμοποιούνται σε τέτοιου είδους δεξαμενές είναι ασφάλι, υαλοβάμβακας, σκυρόδεμα ή ξύλο με επένδυση πλαστικού.

Χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Για τις ηλεκτρικές ανάγκες του κτιρίου και των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως υποβοήθηση είτε για αυτονομία, συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την εκμετάλλευση του ανέμου και του ήλιου. Τα φωτοβολταϊκά πάνελα και οι μικρού τύπου ανεμογεννήτριες μπορούν να ενσωματωθούν στο κτιριακό κέλυφος και να παρέχουν την απαιτούμενη ενέργεια με μηδενική.

Τα *φωτοβολταϊκά συστήματα* είναι μετατροπείς της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια. Πιο συγκεκριμένα τα φωτοβολταϊκά συστήματα εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια μετατρέποντάς τη σε ηλεκτρική μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από το Φ/Β πλαίσιο ή ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη Φ/Β συστοιχία. Για αυτόνομα συστήματα υπάρχει επίσης το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό.



Εικόνα 57-Φωτοβολταϊκή Στέγη σε κατοικία

Μικρού τύπου ανεμογεννήτριες (αιολικά)

Ο άνεμος δημιουργείται από την άνιση θερμότητα που προκαλεί ο ήλιος στην επιφάνεια της γης. Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την αιολική ενέργεια σε μηχανική η οποία κινεί μια γεννήτρια για να παράγει καθαρό ηλεκτρισμό. Οι σημερινές ανεμογεννήτριες είναι ευπροσάρμοστες αρθρωτές πηγές ηλεκτρισμού. Τα πτερύγια τους είναι αεροδυναμικά σχεδιασμένα ώστε να απορροφούν το μέγιστο της ενέργειας του ανέμου. Ο άνεμος γυρνά τα πτερύγια τα οποία περιστρέφουν έναν άξονα συνδεδεμένο με μια γεννήτρια που παράγει ηλεκτρισμό. Οι ανεμογεννήτριες για οικιακή χρήση τυπικά κυμαίνονται από 500 W μέχρι 10 kW.

Γενικά, υπάρχουν δύο τύποι συστημάτων μικρών ανεμογεννητριών: οι αυτόνομες μονάδες και οι διασυνδεδεμένες με το δίκτυο.



Εικόνα 58-Μικρού τύπου ανεμογεννήτρια σε κατοικία

Υβριδικά συστήματα

Υβριδικό σύστημα είναι ένα σύστημα παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιεί παραπάνω από μία μεθόδους παραγωγής για να καλύψει την απαιτούμενη ενέργεια. Φυσικά το υβριδικό ηλιακό σύστημα προϋποθέτει τουλάχιστον μια από τις μεθόδους παραγωγής να αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια.

Τα συγκεκριμένα συστήματα συνδυάζουν ηλεκτρικό ρεύμα που προέρχεται κυρίως από τοπικές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως είναι τα φωτοβολταϊκά, οι ανεμογεννήτριες, τα υδροηλεκτρικά συστήματα και η βιομάζα, αξιοποιώντας τα γεωγραφικά πλεονεκτήματα της περιοχής.

Παραδείγματα υβριδικών συστημάτων είναι:

- Φωτοβολταϊκά – Αιολικά υβριδικά συστήματα
- Φωτοβολταϊκά – Βιομάζα
- Φωτοβολταϊκά – Συμβατικά
- Φωτοβολταϊκά – Θερμικά υβριδικά συστήματα
- Φωτοβολταϊκά – Γεωθερμία

Υδροηλεκτρική Ενέργεια Υδροηλεκτρικά Συστήματα

Κτίρια τα οποία βρίσκονται κοντά σε εργοστάσια υδροηλεκτρικής ενέργειας, μπορούν να εκμεταλλευτούν την ενέργεια ως μέσο για την ηλεκτρική τους κάλυψη σε ρεύμα των δωματίων ενώ το νερό που αποταμιεύεται στις εγκαταστάσεις αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση και πότισμα του περιβάλλοντα χώρου του κτιρίου.

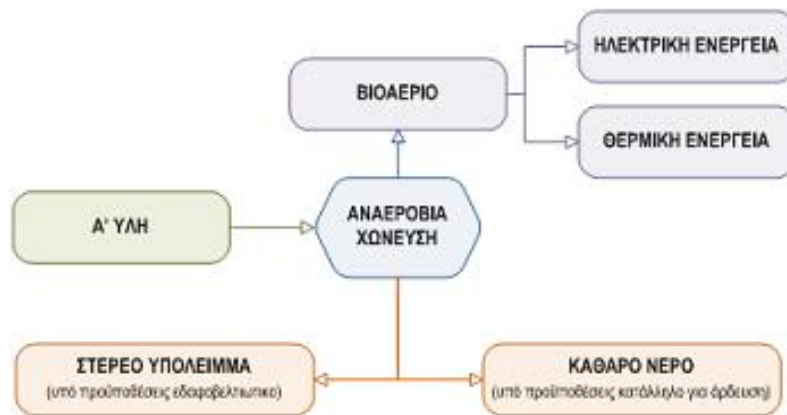
Τα υδροηλεκτρικά συστήματα παράγουν άριστης ποιότητας ηλεκτρική ενέργεια, ανανεώσιμη με μεγάλη διάρκεια ζωής, χωρίς διακυμάνσεις και χαμηλό κόστος και μπορεί να αξιοποιηθεί εξίσου εύκολα από τις κτιριακές εγκαταστάσεις.



Εικόνα 59-Υδροτροχός σε κατοικία σε κατοικία

Παραγωγή Βιοαερίου

Σε ερευνητικό επίπεδο έχουν τοποθετηθεί σε κτίρια συστήματα τα οποία αποτελούνται από μικροφύκη ή αλλιώς άλγη, τα οποία με την έκθεσή τους στην ηλιακή ακτινοβολία αναπτύσσονται και μετά από ζυμώσεις παράγεται καύσιμο με μορφή βιοαερίου καλύπτοντας τις ανάγκες θέρμανσης.



Εικόνα 60-Διάγραμμα παραγωγής Βιοαερίου

Κεφάλαιο 3: Παρουσίαση αντικειμένου μελέτης

3.1. Παρουσίαση μελέτης

Στην παρούσα εργασία γίνεται ανάλυση της ενεργειακής κατάστασης μιας κατοικίας στις 4 κλιματικές ζώνες της Ελλάδας, υπολογίζοντας την κατανάλωση ενέργειας για την θέρμανση και την ψύξη του χώρου με τρεις διαφορετικούς τρόπους. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, αξιολογούνται κατάλληλα έτσι ώστε να επιτευχθεί η οικονομοτεχνική ανάλυση των συστημάτων αυτών, συναρτήσει του χρόνου σε έτη λειτουργίας τους.

Πρόκειται για μια κατοικία εμβαδού 96 τ.μ., η οποία θα πλήρη τις προδιαγραφές του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης για την κάθε κλιματική ζώνη που θα εφαρμόζεται. Για την επίτευξη της σύγκρισης των ενεργειακών καταναλώσεων κάθε περίπτωσης, σε όλα τα κλιματολογικά δεδομένα της Ελλάδας, γίνεται μελέτη της ίδια κατοικίας, με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, σε κάθε μια από τις τέσσερις κλιματικές ζώνες που χωρίζεται η Ελλάδα και αντιστοιχούν σε τέσσερις πόλεις (Α - Ηράκλειο, Β – Πάτρα, Γ – Ιωάννινα, Δ – Φλώρινα).

Η μελέτη χωρίζεται στα παρακάτω στάδια:

- Αρχικά και για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες, γίνεται η καταγραφή των γεωμετρικών και τεχνικών χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.).
- Ακολουθεί η ανάλυση των θερμικών και ψυκτικών απωλειών με την χρήση του λογισμικού της εταιρίας Ti-Soft και είναι για την θέρμανση το ThermoCAD και για τα φορτία του κλιματισμού το KlimaCAD.
- Βάση της μελέτης των απωλειών, διερευνάται η επιλογή των απαιτούμενων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Στην παρούσα εργασία υπολογίζονται οι καταναλώσεις της συγκεκριμένης κατοικίας για την εφαρμογή τ τριών περιπτώσεων σε συστήματα θέρμανσης και ψύξης.
- Στην συνέχεια επεξεργάζονται τα αποτελέσματα των ενεργειακών καταναλώσεων της κατοικίας για κάθε μια από τις κλιματικές ζώνες σε συνδυασμό με τις τρεις διαφορεικές περιπτώσεις εγκατάστασης των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.
- Στο επόμενο βήμα, συγκεντρώνονται και κατηγοριοποιούνται τα αποτελέσματα των ενεργειακών καταναλώσεων κάθε περίπτωσης και κάθε κλιματικής ζώνης, καθώς και των οικονομικών στοιχείων. Το κόστος εγκατάστασης των συστημάτων της κάθε περίπτωσης καθώς και το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης.
- Τέλος, πραγματοποιείται οικονομοτεχνική ανάλυση των αποτελεσμάτων που αφορά το συνολικό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας των συστημάτων σε συνάρτηση με τα έτη λειτουργίας τους. Η ανάλυση συνεχίζεται με τη σύγκριση των αποτελεσμάτων για την κάθε περίπτωση συγκριτικά σε κάθε κλιματική ζώνη.

3.2 Χρήση λογισμικών (software) για την ανάλυση της μελέτης

Για την υλοποίηση της παρούσας μελέτης χρησιμοποιείται λογισμικό υπολογισμού θερμικών και ψυκτικών φορτίων και υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου.

Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων είναι της εταιρείας Ti-Soft και είναι για την θέρμανση το ThermoCAD και για τα φορτία του κλιματισμού το KlimaCAD.

ThermoCAD⁴

Το ThermoCAD, αποτελεί ένα ολοκληρωμένο επαγγελματικό εργαλείο για το μελετητή συστημάτων κεντρικής θέρμανσης. Καλύπτει μονοσωλήνιο και δισωλήνιο σύστημα, θέρμανση δαπέδου, υπολογισμό θερμικών απωλειών, λεβητοστασίου και καμινάδας, κατανομή δαπανών, εξισορρόπηση, προμετρήσεις και κοστολόγιο. Παράγει αυτόματα κατακόρυφα διαγράμματα με όλες τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες, αναλυτικά τεύχη υπολογισμών, οικονομικές προσφορές και πολλά άλλα reports.

Οι μεθοδολογίες που ακολουθούνται, οι υπολογισμοί, τα σχέδια και οι εκτυπώσεις συμμορφώνονται με τα πρότυπα: TOTEE, DIN 4701, EN 1264, ISO 13384-1, ISO 13384-2, EN 12831.

KlimaCAD

Αντικείμενο του KlimaCAD είναι ο αναλυτικός υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων (καλοκαίρι) ενός κτηρίου σύμφωνα με τις μεθόδους της ASHRAE και των θερμικών απωλειών (χειμώνα) κατά DIN. Για να μπορέσουμε να μελετήσουμε τα ψυκτικά φορτία σε ένα κτίριο, θα πρέπει να δημιουργήσουμε ένα μαθηματικό μοντέλο (Simulation) που να περιγράφει το κτίριο. Όσο πιο κοντά στην πραγματικότητα είναι το μοντέλο αυτό, τόσο πιο αξιόπιστα θα είναι και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, και συνεπώς η επιλογή του εξοπλισμού (ψύκτες ΚΚΜ, αεραγωγοί, κλπ).

Η μοντελοποίηση του κτηρίου γίνεται φτιάχνοντας επίπεδα (ορόφους), ζώνες και δωμάτια. Σε κάθε δωμάτιο εισάγουμε τα φορτία του που μπορεί να είναι: α) εξωτερικά φορτία (τοιχοί, οροφές, υαλοστάσια κλπ.), β) εσωτερικά φορτία (άνθρωποι, φώτα, συσκευές), γ) φορτία αέρα (αερισμός, αέρας από χαραμάδες). Μέθοδος υπολογισμού είναι η Transfer Function Method (TFM) που σύμφωνα με την ASHRAE είναι η πλέον ακριβής και αξιόπιστη μέθοδος υπολογισμού. Το KlimaCAD ικανοποιεί τα πρότυπα TOTEE 2425/86 και TOTEE 2423/86.

Τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ελλάδα, βασίζόμενα στην μεθοδολογία ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΛΟΤ EN ISO 13790,κα) καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. είναι τα ακόλουθα:

- Μελέτη θερμομονωτικής επάρκειας κτιριακού κελύφους: AutoKENAK, έκδοση 2013.2.8
- Εκτίμηση ενεργειακής απόδοσης: TEE-KENAK, έκδοση 1.29.1.19, engine 1.7.6.19

⁴ <http://www.ti-soft.com/el>

Το AutoKENAK⁵ χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό και τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και κατάταξης κτιρίων που απαιτούνται για την εκπόνηση της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (ΜΕΑ). Η πλήρης έκδοση του AutoKENAK μπορεί να πραγματοποιήσει ενεργειακές μελέτες και επιθεωρήσεις σε οποιοδήποτε έργο. Δημιουργεί τα σχέδια που απαιτούνται. Όλη η διαδικασία εκτελείται μέσα στο AutoCAD, χωρίς την ανάγκη άλλων προγραμμάτων. Δημιουργεί τεύχος τεκμηρίωσης. Συνεργάζεται με το πρόγραμμα ΤΕΕ-KENAK, ως λογισμικό υπολογισμών και μπορεί να εξάγει τα αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης.

Το ΤΕΕ-KENAK, αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στα πλαίσια του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ). Το ΤΕΕ-KENAK δημιουργήθηκε σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά και εθνικά πρότυπα, τον Κανονισμό Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων (KENAK) και τις σχετικές Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ).

⁵<http://www.art-cad.gr/AutoKenak.htm>

Κεφάλαιο 4: Μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίου

Η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική, βάσει του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89), για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με τα άρθρα 10 και 10Α του νόμου 3851/2010. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β 407/9.4.2010) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Ειδικότερα, η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

- 20701-1/2010: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
- 20701-2/2010: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων».
- 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων».

Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας για την σωστή λειτουργία του κτιρίου, μέσω:

- του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιριακού κελύφους, αξιοποιώντας τη θέση του κτιρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης, κ.ά.,
- της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων,
- της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγμένης) πρωτογενούς ενέργειας,
- της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως, ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) κ.ά. και
- της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

4.1 Παρουσίαση μελέτης

Το κτίριο που θα μελετηθεί προέκυψε από τις ανάγκες ανακατασκευής μιας κατοικίας εμβαδού 96 τ.μ., για την οποία εκδόθηκε οικοδομική αδεία. Για την πληρέστερη επιστημονική προσέγγιση, βάση της παρούσας εργασίας, το κτίριο θα μελετηθεί και στις τέσσερις ενεργειακές ζώνες του Κ.Εν.Α.Κ.

Η μελέτη εφαρμόζεται σε 4 πόλεις, που αντιστοιχούν στις 4 κλιματικές ζώνες:

Ζώνη Α: Ηράκλειο

Ζώνη Β: Πάτρα

Ζώνη Γ: Ιωάννινα

Ζώνη Δ: Φλώρινα

Η μελέτη εφαρμόζεται για 3 διαφορετικές περιπτώσεις εγκατάστασης ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων θέρμανσης – ψύξης:

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX

Θέρμανση: Λέβητας πετρελαίου και θερμαντικά σώματα

Κλιματισμός: Τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου

ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ.

Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με Fan Coils

Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με Fan Coils

ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με Fan Coils

Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με Fan Coils

ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας

4.2 Περιγραφή κτιρίων

Σε αυτή τη ενότητα, γίνεται αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη κτιρίου, σχετικά με τη θέση του και τον περιβάλλοντα χώρο και επίσης τη χρήση και το προφίλ λειτουργίας των επιμέρους τμημάτων και χώρων του. Το κτίριο που μελετάται θα πληρεί τις προδιαγραφές του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης για την ζώνη που ανήκει.

Το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις κύριες χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Στον επόμενο πίνακα δίνονται αναλυτικά οι χρήσεις των θερμικών ζωνών του κτιρίου ανά όροφο.

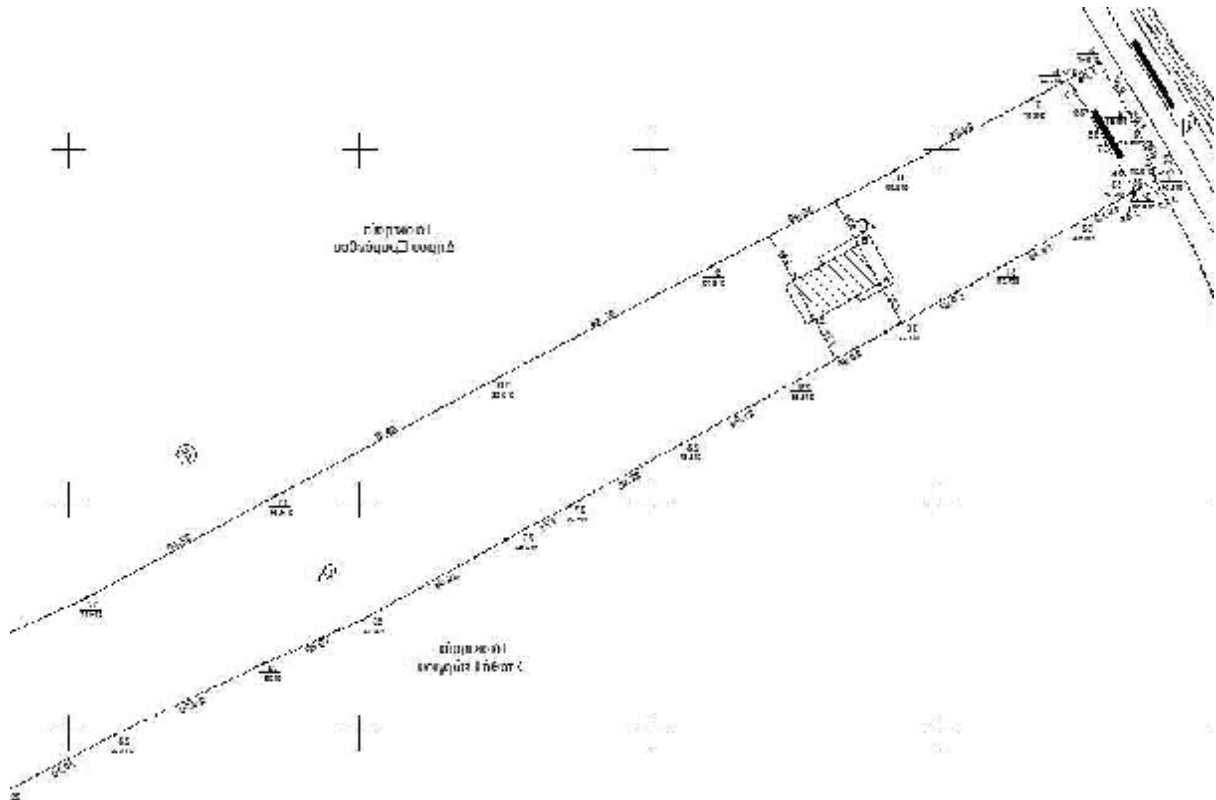
Πίνακας 4.1. Όροφοι, χρήσεις και επιφάνειες

Όροφος	Ζώνες - Χώροι	Βασικές κατηγορίες χρήσεων τμημάτων του κτιρίου	Επιφάνεια [m ²]
00 όροφος	Θερμικές ζώνες	Κατοικίας	96.00

4.2.2 Τοπογραφία οικοπέδου

Το οικόπεδο στο οποίο βρίσκεται το κτίριο είναι σε αραιοδομημένο περιβάλλον, στην εκτός σχεδίου πόλεως και οικισμού περιοχή.

Στον περιβάλλοντα χώρο δεν υπάρχουν παλιές και νεότερες κτιριακές κατασκευές, ούτε όμορα κτίρια πέριξ του οικοπέδου όπως φαίνεται και στο τοπογραφικό σκαρίφημα που ακολουθεί.



4.2.3 Τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. το κτίριο έχει σχεδιασθεί λαμβάνοντας υπόψη:

- Τη χωροθέτηση του κτιρίου και τον προσανατολισμό του στο οικόπεδο.
- Τη διάταξη των εσωτερικών χώρων λόγω των λειτουργιών του κτιρίου.
- Τη βέλτιστη θέση των ανοιγμάτων για εξασφάλιση λειτουργικότητας αλλά και για επαρκή ηλιασμό, φυσικό φωτισμό και δροσισμό καθώς και την ηλιοπροστασία τους.
- Την ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός παθητικού ηλιακού συστήματος, ένα εκ των οποίων δύναται να είναι το σύστημα του άμεσου κέρδους.
- Τη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.

Ακόμη, σύμφωνα με το άρθρο 11 του Κ.Εν.Α.Κ. τα περιεχόμενα της ενεργειακής μελέτης τα οποία λαμβάνονται υπόψη και για τον ενεργειακό σχεδιασμό είναι τα ακόλουθα:

1. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.).
2. Τεκμηρίωση της χωροθέτησης και του προσανατολισμού του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση.
3. Τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης της φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος.
4. Τεκμηρίωση του σχεδιασμού και της θέσης των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φωτισμού και αερισμού (ποσοστό, τύπος και εμβαδόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό).
5. Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).
6. Περιγραφή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο:
7. Υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους (κατακόρυφης / κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30° από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης.
8. Περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτιρίου ανά προσανατολισμό: διαστάσεις και υλικά κατασκευής, τύπος (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα) και ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης για:
 - την 21^η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο: μικρότερη διάρκεια ημέρας και χαμηλότερη θέση ήλιου),
 - την 21^η Ιουνίου, (θερινό ηλιοστάσιο: μεγαλύτερη διάρκεια ημέρας και υψηλότερη θέση ήλιου).
9. Γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού.
10. Σχεδιαστική απεικόνιση με κατασκευαστικές λεπτομέρειες της θερμομονωτικής στρώσης, των παθητικών συστημάτων και των συστημάτων ηλιοπροστασίας στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου (κατόψεις, όψεις, τομές).

4.2.4 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο

Όπως αναφέρθηκε, το κτίριο βρίσκεται εκτός του πυκνοκατοικημένου αστικού ιστού χωρίς, όμως, να μας επιτραπεί η βέλτιστη εφαρμογή των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής λόγω πολεοδομικών περιορισμών.

4.2.5 Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτίριο

Ο εσωτερικός σχεδιασμός και οι διαμόρφωση των χώρων στο κτίριο, έγιναν με γνώμονα τη μέγιστη εκμετάλλευση ή την αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με την εποχή.

4.2.6 Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων

Ως μέσο ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων επιλέχθηκαν οι πρόβολοι. Σε συνδυασμό με την κινητή ηλιοπροστασία, η οποία όμως δεν λαμβάνεται υπόψη κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου, εκτιμάται ότι προσφέρουν επαρκή προστασία.

Στα σχέδια που υπάρχουν στο Παράρτημα Α φαίνεται αναλυτικά ο σκιασμός που προκύπτει από τους πρόβολους για κάθε άνοιγμα, για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου. Για τα ανατολικά ανοίγματα δίνεται ο σκιασμός στις 09:00, για τα νότια στις 12:00 και για τα δυτικά στις 15:00. Σε όλα τα σχέδια δίνεται το ηλιακό αζιμούθιο για τις ίδιες μέρες και ώρες. Ο σκιασμός των ανοιγμάτων με βάση τα σχέδια σκιασμού τους κρίνεται επαρκής.

4.2.7 Φυσικός φωτισμός

Σε όλους τους κύριους χώρους θα τοποθετηθούν ανοίγματα τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φυσικό φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχει ειδική πρόνοια να τοποθετηθούν μεγάλα ανοίγματα.

4.2.8 Φυσικός δροσισμός

Θα τοποθετηθούν ανοίγματα σε όλες τις όψεις του κτιρίου εξασφαλίζοντας διαμπερή αερισμό για τη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού δροσισμού.

4.2.9 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Το παθητικό σύστημα που επιλέχθηκε να ενσωματωθεί στο σχεδιασμό του κτιρίου είναι αυτό του άμεσου κέρδους. Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα και στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων, κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει επαρκής ηλιασμός ενώ κατά την περίοδο του θέρους η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται στο ελάχιστο. Η επαρκής ποσότητα ανοιγμάτων στη νότια όψη συνδυάζεται με βαριά υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας και με ισχυρή θερμομόνωση, ούτως ώστε το κτίριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας.

Στον επόμενο πίνακα περιλαμβάνονται τα κουφώματα που ανήκουν σε τοίχους νότιου προσανατολισμού του κτιρίου και με απόκλιση από τον Νότο $\pm 30^\circ$.

Πίνακας 4.2. Επιφάνειες νότιων κουφωμάτων

Όροφος	Νότιος προσ/μός [m ²]	Ανοίγματα [m ²]	Ποσοστό %
00 όροφος	38.40	2.34	6.09

4.2.10 Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος

Λόγω της θέσης του οικοπέδου εκτός του αστικού ιστού, θα γίνει φύτευση αρκετών υψηλών δένδρων σε συνδυασμό με χαμηλές πόες και χαμηλά φυτά με μικρές απαιτήσεις σε νερό, οι οποίες θα λειτουργήσουν βελτιωτικά στο μικροκλίμα της περιοχής.

4.3 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων και κτιρίου

Σύμφωνα με την Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.3. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² ·K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _R	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _T	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτές)	U _{FA}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U _{TU}	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U _{TB}	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U _{FU}	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U _{FB}	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U _W	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	U _{GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του επόμενου πίνακα:

Πίνακας 4.4. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κτιρίου, ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του

Λόγος A/V [m ⁻¹]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U _m [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

1. Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.3.
2. Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.4.

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικού στοιχείου

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτιρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

$$[4.1] \quad U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_d + R_a}$$

όπου:

d_j το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,

λ_j ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j ,

R_i και R_a οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου,

R_δ η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w υπολογίζεται από τη σχέση:

$$[4.2] \quad U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g}$$

όπου:

U_f ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος

U_g ο συντελεστής θερμοπερατότητας του τζαμιού του κουφώματος

A_f το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος

A_g το εμβαδό επιφάνειας του τζαμιού του κουφώματος

l_g το μήκος της θερμογέφυρας του τζαμιού του κουφώματος

Ψ_g ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του τζαμιού του κουφώματος

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$[4.3] \quad U \leq U_{d.s.,max}$$

όπου:

U ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων [4.1] ή [4.2]

$U_{d.s.,max}$ η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο (πίνακας 4.3.).

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα 4.3., απαιτείται και το κτίριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου δίνεται από τη σχέση:

$$[4.4] \quad U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \times U_j \times b + \sum_{i=1}^n l_i \times \Psi_i \times b}{\sum_{j=1}^n A_j}$$

όπου:

A_j το εμβαδό δομικού στοιχείου j

U_j ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j

Ψ_i ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i

l_i το μήκος της θερμογέφυρας i

b μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

$$[4.5] \quad U_m \leq U_{m,max}$$

όπου $U_{m,max}$ είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου και δίνεται στον πίνακα 4.4.

Σε περίπτωση που $U_m > U_{m,max}$ ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει μία εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

- να βελτιώσει την θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
- να βελτιώσει την θερμική προστασία των διαφανών δομικών στοιχείων,
- να μειώσει την δημιουργία θερμογεφυρών στο κτιριακό κέλυφος, τροποποιώντας τον σχεδιασμό των δομικών στοιχείων στα οποία οφείλονται αυτές.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων», για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών, ο μελετητής έχει δύο επιλογές:

- να επακολουθήσει την απλουστευμένη μέθοδο με χρήση του πίνακα 15 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010,
- να κάνει αναλυτικά τους υπολογισμούς με χρήση των πινάκων 16α έως και 16λ της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

Ο μειωτικός συντελεστής b υπολογίζεται με χρήση της σχέσης 2.21 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Εναλλακτικά, και για λόγους απλοποίησης, μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,5.

Στην παρούσα μελέτη ακολουθείται η αναλυτική μέθοδος υπολογισμού των θερμογεφυρών και ο μειωτικός συντελεστής b θεωρείται ίσος με 0,5.

4.3.1 Γενικά στοιχεία κτιριακού κελύφους

Η μελέτη εφαρμόζεται όπως αναφέρθηκε παραπάνω στις 4 κλιματικές ζώνες:

Ζώνη Α: Ηράκλειο

Ζώνη Β: Πάτρα

Ζώνη Γ: Ιωάννινα

Ζώνη Δ: Φλώρινα

Θερμαινόμενοι χώροι Κτιρίου:

Όλοι οι χώροι του κτιρίου θεωρούνται θερμαινόμενοι.

Πίνακας 4.4. Θερμαινόμενες και ψυχόμενες ζώνες ανά όροφο

Όροφος	Θερμικές Ζώνες	Θέρμανση	Ψύξη
00 όροφος	Z001	ΝΑΙ	ΝΑΙ

Η συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων και οι υπολογισμοί των θερμικών χαρακτηριστικών των επιφανειών του κτιρίου γίνεται έχοντας υπόψη τα εξής:

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και κατ' επέκταση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου είναι απαραίτητα όχι μόνο τα θερμικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θερμαινόμενων χώρων, αλλά και αυτά των μη θερμαινόμενων που είναι σε επαφή με τους θερμαινόμενους.

Τα δομικά στοιχεία του κτιρίου που γειτνιάζουν με αλλά θερμαινόμενα κτίρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτιρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (ως να μην υπάρχουν τα γειτονικά κτίρια), ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης θεωρούνται αδιαβατικά.

Τα δομικά στοιχεία θερμικής ζώνης του κτιρίου που γειτνιάζουν με άλλη θερμική ζώνη του ίδιου κτιρίου θεωρούνται αδιαβατικά.

Οι αδιαφανείς και οι διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό και τον σκιασμό τους.

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, για κατακόρυφα δομικά αδιαφανή στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από 0,60 W/(m².K), ο συντελεστής σκίασης δύναται να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

4.3.2 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Επιλογές θερμομόνωσης:

Το κτίριο θα κατασκευασθεί από μεταλλικό σκελετό και θερμοπρόσοψη αποφεύγοντας με αυτόν τον τρόπο αρκετά σημεία στα οποία δημιουργούνται θερμογέφυρες.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου, οι οποίοι πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Ε.Ν.Α.Κ.. Στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά οι υπολογισμοί των συντελεστών θερμοπερατότητας.

Πίνακας 4.5. Συντελεστές θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων ανά κλιματική ζώνη

Ζώνη Α: Ηράκλειο

Τμήμα κελύφους	Φύλλο	Δομικό στοιχείο	Επαφή με	U ⁶	U _{max}
Δάπεδο	1.12.1	Επαφή με Έδαφος, Κεραμικό πλακάκι, Μον.μέσα	Έδαφος	0.594	1.200
Οροφή	1.13.1	Στέγη θερμή, μεταλλική, Μον.σώμα	Αέρας	0.276	0.500
Τοίχος	1.14.1	OSB-Θερμοπρόσοψη	Αέρας	0.295	0.600

Ζώνη Β: Πάτρα

Τμήμα κελύφους	Φύλλο	Δομικό στοιχείο	Επαφή με	U	U _{max}
Δάπεδο	1.12.1	Επαφή με Έδαφος, Κεραμικό πλακάκι, Μον.μέσα	Έδαφος	0.594	0.900
Οροφή	1.13.1	Στέγη θερμή, μεταλλική, Μον.σώμα	Αέρας	0.276	0.450
Τοίχος	1.14.1	OSB-Θερμοπρόσοψη	Αέρας	0.295	0.500

Ζώνη Γ: Ιωάννινα

Τμήμα κελύφους	Φύλλο	Δομικό στοιχείο	Επαφή με	U	U _{max}
Δάπεδο	1.12.1	Επαφή με Έδαφος, Κεραμικό πλακάκι, Μον.μέσα	Έδαφος	0.594	0.750
Οροφή	1.13.1	Στέγη θερμή, μεταλλική, Μον.σώμα	Αέρας	0.276	0.400
Τοίχος	1.14.1	OSB-Θερμοπρόσοψη	Αέρας	0.295	0.450

⁶ Στο Παράρτημα Β επισυνάπτονται οι πιστοποιήσεις των υλικών των επιμέρους δομικών στοιχείων.

Ζώνη Δ: Φλώρινα

Τμήμα κελύφους	Φύλλο	Δομικό στοιχείο	Επαφή με	U	U _{max}
Δάπεδο	1.12.1	Επαφή με Έδαφος, Κεραμικό πλακάκι, Μον.μέσα	Έδαφος	0.594	0.700
Οροφή	1.13.1	Στέγη θερμή, μεταλλική, Μον.σώμα	Αέρας	0.276	0.350
Τοίχος	1.14.1	OSB-Θερμοπρόσοψη	Αέρας	0.295	0.400

όπου:

U και U_{max}: συντελεστής θερμοπερατότητας σε W/(m²K)

τιμές U_{max}: από πίνακα 4.4.

Με βάση τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, οι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων σε επαφή με έδαφος που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου και στον υπολογισμό κατανάλωσης ενέργειας, είναι οι ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας U' και όχι αυτοί που δίνονται στον πίνακα 4.4. Ο αναλυτικός υπολογισμός τους γίνεται βάσει της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται στην ενότητα 2.1.6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 και δίνεται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη. Στον επόμενο πίνακα δίνονται συνοπτικά οι ισοδύναμοι συντελεστές U' των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.

Πίνακας 4.6. Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων σε επαφή με έδαφος των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων. Τα βάρη είναι σε μέτρα

Δομικό στοιχείο α/α	U	Κατακόρυφο δ.σ. Βάθος τοίχου Άνω Α	Κατακόρυφο δ.σ. Βάθος τοίχου Κάτω Κ	Οριζόντιο δ.σ. Μέσο βάθος έδρασης – Ζ	Ισοδύναμος συντελ. U'
Δάπεδο	0.59	--	--	0.00	0.13

4.3.3 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων

Για τα κουφώματα επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή και μέσου πλάτους πλαισίου 10cm. Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη 4-12-4 με επίστρωση χαμηλής εκπομπής στη θέση 2 και αέρα στο διάκενο. Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της σχέσης 4.2 και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων του κτιρίου. Όπως φαίνεται στον πίνακα, οι τιμές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις.

Πίνακας 4.7. Συντελεστές θερμοπερατότητας κουφωμάτων κτιρίου ανά κλ. ζώνη

Ζώνη Α: Ηράκλειο

Όροφος.α/α κουφώματος	Προσ/μός	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m ²]	U ⁷ W/(m ² K)	U _{max} W/(m ² K)
00.ΑνΚ5	ΝΑ	1.40	2.40	3.36	1.44	3.20
00.ΑνΚ4	ΝΑ	1.40	2.40	3.36	1.44	3.20
00.ΑνΚ7	ΒΔ	1.40	1.40	1.96	1.44	3.20
00.ΑνΚ2	ΒΔ	2.00	2.40	4.80	1.44	3.20
00.ΑνΚ1	ΒΔ	1.00	2.20	0.73	1.74	3.20
00.ΑνΚ9	ΒΑ	0.60	1.40	0.84	1.44	3.20
00.ΑνΚ3	ΒΑ	1.40	2.40	3.36	1.44	3.20
00.ΑνΚ8	ΝΔ	1.20	1.40	1.68	1.44	3.20
00.ΑνΚ6	ΝΔ	0.90	2.20	0.66	1.74	3.20

Ζώνη Β: Πάτρα

Όροφος.α/α κουφώματος	Προσ/μός	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m ²]	U W/(m ² K)	U _{max} W/(m ² K)
00.ΑνΚ5	ΝΑ	1.40	2.40	3.36	1.44	3.00
00.ΑνΚ4	ΝΑ	1.40	2.40	3.36	1.44	3.00
00.ΑνΚ7	ΒΔ	1.40	1.40	1.96	1.44	3.00
00.ΑνΚ2	ΒΔ	2.00	2.40	4.80	1.44	3.00
00.ΑνΚ1	ΒΔ	1.00	2.20	0.73	1.74	3.00
00.ΑνΚ9	ΒΑ	0.60	1.40	0.84	1.44	3.00
00.ΑνΚ3	ΒΑ	1.40	2.40	3.36	1.44	3.00

⁷ Στο Παράρτημα Β επισυνάπτονται οι πιστοποιήσεις των υλικών των επιμέρους δομικών στοιχείων.

Όροφος.α/α κουφώματος	Προσ/μός	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m ²]	U W/(m ² K)	U _{max} W/(m ² K)
00.ΑνΚ8	ΝΔ	1.20	1.40	1.68	1.44	3.00
00.ΑνΚ6	ΝΔ	0.90	2.20	0.66	1.74	3.00

Ζώνη Γ: Ιωάννινα

Όροφος.α/α κουφώματος	Προσ/μός	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m ²]	U W/(m ² K)	U _{max} W/(m ² K)
00.ΑνΚ5	ΝΑ	1.40	2.40	3.36	1.44	2.80
00.ΑνΚ4	ΝΑ	1.40	2.40	3.36	1.44	2.80
00.ΑνΚ7	ΒΔ	1.40	1.40	1.96	1.44	2.80
00.ΑνΚ2	ΒΔ	2.00	2.40	4.80	1.44	2.80
00.ΑνΚ1	ΒΔ	1.00	2.20	0.73	1.74	2.80
00.ΑνΚ9	ΒΑ	0.60	1.40	0.84	1.44	2.80
00.ΑνΚ3	ΒΑ	1.40	2.40	3.36	1.44	2.80
00.ΑνΚ8	ΝΔ	1.20	1.40	1.68	1.44	2.80
00.ΑνΚ6	ΝΔ	0.90	2.20	0.66	1.74	2.80

Ζώνη Δ: Φλώρινα

Όροφος.α/α κουφώματος	Προσ/μός	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m ²]	U W/(m ² K)	U _{max} W/(m ² K)
00.ΑνΚ5	ΝΑ	1.40	2.40	3.36	1.44	2.60
00.ΑνΚ4	ΝΑ	1.40	2.40	3.36	1.44	2.60
00.ΑνΚ7	ΒΔ	1.40	1.40	1.96	1.44	2.60
00.ΑνΚ2	ΒΔ	2.00	2.40	4.80	1.44	2.60
00.ΑνΚ1	ΒΔ	1.00	2.20	0.73	1.74	2.60
00.ΑνΚ9	ΒΑ	0.60	1.40	0.84	1.44	2.60
00.ΑνΚ3	ΒΑ	1.40	2.40	3.36	1.44	2.60
00.ΑνΚ8	ΝΔ	1.20	1.40	1.68	1.44	2.60
00.ΑνΚ6	ΝΔ	0.90	2.20	0.66	1.74	2.60

4.3.4 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του λόγου της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας των θερμαινόμενων τμημάτων του κτιρίου προς τον όγκο τους.

$$\text{Προκύπτει: } A/V = 1.05 \text{ m}^{-1}$$

Επομένως ανάλογα με την κλιματική ζώνη έχουμε:

· **Ζώνη Α:** Ηράκλειο

$$U_{m,max} = 0.81 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{από πίνακα 4.3.}$$

· **Ζώνη Β:** Πάτρα

$$U_{m,max} = 0.73 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{από πίνακα 4.3.}$$

· **Ζώνη Γ:** Ιωάννινα

$$U_{m,max} = 0.66 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{από πίνακα 4.3.}$$

· **Ζώνη Δ:** Φλώρινα

$$U_{m,max} = 0.60 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{από πίνακα 4.3.}$$

Πίνακας 4.8. Συγκεντρωτικά στοιχεία κτιρίου και μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας

Δομικά στοιχεία κελύφους	ΣΑ [m ²]	Σ (b _x U _x A) ή (b _x Ψ _{chl}) [W/K]
Κατακόρυφα αδιαφανή	112.31	38.33
Οριζόντια αδιαφανή	198.16	40.71
Διαφανή	20.75	30.31
Θερμογέφυρες	--	22.64
Σύνολα:	331.22	131.99
Αποτέλεσμα U_m:	Σ/ΣΑ	0.40

Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας κτιρίου:

$$U_m = 0.40 < U_{m,max} = 0.81 \text{ [W/(m}^2\text{K)]} \quad \text{για την Ζώνη Α: Ηράκλειο}$$

$$U_m = 0.40 < U_{m,max} = 0.73 \text{ [W/(m}^2\text{K)]} \quad \text{για την Ζώνη Β: Πάτρα}$$

$$U_m = 0.40 < U_{m,max} = 0.66 \text{ [W/(m}^2\text{K)]} \quad \text{για την Ζώνη Γ: Ιωάννινα}$$

$$U_m = 0.40 < U_{m,max} = 0.60 \text{ [W/(m}^2\text{K)]} \quad \text{για την Ζώνη Δ: Φλώρινα}$$

Συνεπώς το κτίριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας U_m. Στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά όλοι οι υπολογισμοί.

Κατασκευαστικές λύσεις που υιοθετήθηκαν για τη μείωση των θερμικών απωλειών λόγω θερμογεφυρών

Η θέση της θερμομόνωσης στα δομικά στοιχεία αλλά και η θέση των κουφωμάτων στο πάχος του τοίχου σε συνδυασμό με τη συνέχεια της θερμομόνωσης, εξασφαλίζουν τη μείωση των απωλειών λόγω θερμογεφυρών.

4.4 Τεκμηρίωση ελάχιστων προδιαγραφών και σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, πρέπει να πληρούν ορισμένες ελάχιστες προδιαγραφές όσον αφορά τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τους, όπως:

- Όπου τοποθετούνται κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) ή μονάδες παροχής νωπού αέρα ή μονάδες εξαερισμού και όσες από αυτές λειτουργούν με νωπό αέρα > 60% της παροχής τους, πρέπει να διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με απόδοση τουλάχιστον 50%.
- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης-κλιματισμού και ΖΝΧ, πρέπει να διαθέτουν την ελάχιστη θερμομόνωση που καθορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ιδιαίτερα τα δίκτυα που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους θα διαθέτουν κατ' ελάχιστο θερμομόνωση πάχους 19mm για θέρμανση-ψύξη-κλιματισμό και 13mm για ΖΝΧ, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040$ W/(m.K) στους 20oC (ή ισοδύναμα πάχη άλλου πιστοποιημένου θερμομονωτικού υλικού).
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040$ W/(m.K) στους 20oC, και ελάχιστο πάχος 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm (ή ισοδύναμα πάχη άλλων πιστοποιημένων θερμομονωτικών υλικών).
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου θα διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής σε μερικά φορτία, ή άλλο πιστοποιημένο ισοδύναμο σύστημα.
- Σε μεγάλα δίκτυα ανακυκλοφορίας ΖΝΧ ανά κλάδους, θα χρησιμοποιούνται κυκλοφορητές με ρύθμιση στροφών ανάλογα με τη ζήτηση σε ΖΝΧ.
- Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη τουλάχιστον του 60% των αναγκών σε ΖΝΧ από ηλιοθερμικά συστήματα. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν. 3661/08, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ΖΝΧ καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) είναι μεγαλύτερος από $(1,15 \times 1/\eta)$, όπου $\langle \eta \rangle$ είναι ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2009/28/ΕΚ. Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του $\langle \eta \rangle$, ο SPF πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.
- Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτίρια του τριτογενή τομέα πρέπει να έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m² ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.
- Σε κτίρια με πολλές ιδιοκτησίες και κεντρικά συστήματα, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης, ψύξης, καθώς και ΖΝΧ (όπου εφαρμόζεται κεντρική παραγωγή/διανομή) και εφαρμόζεται κατανομή δαπανών με θερμοδομέτρηση..

- Σε όλα τα κτίρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου τουλάχιστον ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτιρίου.
- Σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα επιβάλλεται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργης ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο 0,95.

Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

4.4.1 Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού

Η θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, σύμφωνα με την μελέτη θέρμανσης-κλιματισμού (διαστασιολόγησης συστήματος), θα γίνεται στην κάθε περίπτωση ως εξής:

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX

Οι ανάγκες της θέρμανσης θα καλύπτονται μέσω κεντρικής μονάδας λέβητα και του κλιματισμού μέσω τοπικά air-condition για την ψύξη.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ.

Οι ανάγκες της θέρμανσης και του κλιματισμού θα καλύπτονται μέσω κεντρικής μονάδας αντλίας θερμότητας αέρος – αέρος και fan coils.

Σημείωση:

Για τη καλύτερη λειτουργία της μονάδας σε ακραίες θερμοκρασίες γίνεται η παραδοχή ότι η εξωτερική μονάδα της αντλίας θερμότητας είναι εγκιβωτισμένη στο έδαφος.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

Οι ανάγκες της θέρμανσης και του κλιματισμού θα καλύπτονται μέσω κεντρικής μονάδας αντλίας θερμότητας με σύστημα γεωθερμίας και fan coils.

4.4.1.1 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος θέρμανσης

Πίνακας 4.9. Σύστημα θέρμανσης - Παραγωγή ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

Μονάδα παραγωγής	Λέβητας πετρελαίου (θέρμανση)
Πηγή ενέργειας	Πετρέλαιο θέρμανσης
Ισχύς [kW] Ζώνη Α και Β	17.00
Ισχύς [kW] Ζώνη Γ και Δ	20.00
Βαθμός απόδοσης	0.90
Συντελεστής επίδοσης COP	1

Πίνακας 4.10. Σύστημα θέρμανσης - Παραγωγή ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

Μονάδα παραγωγής	Τοπική αερόψυκτη Α.Θ. (θέρμανση-ψύξη)
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς [kW] Ζώνη Α και Β	12.00
Ισχύς [kW] Ζώνη Γ και Δ	14.00
Βαθμός απόδοσης	1.000
Συντελεστής επίδοσης COP	4

Πίνακας 4.11. Σύστημα θέρμανσης - Παραγωγή ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

Μονάδα παραγωγής	Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς [kW] Ζώνη Α και Β	12.00
Ισχύς [kW] Ζώνη Γ και Δ	14.00
Βαθμός απόδοσης	1.000
Συντελεστής επίδοσης COP	7

4.4.1.2 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος ψύξης

Πίνακας 4.12. Σύστημα ψύξης - Παραγωγή

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

Μονάδα παραγωγής	Αερόψυκτη Α.Θ.
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς [kW] Ζώνη Α και Β	12.00
Ισχύς [kW] Ζώνη Γ και Δ	14.00
Βαθμός απόδοσης	1.000
Ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας EER	3.5

Πίνακας 4.13. Σύστημα ψύξης - Παραγωγή

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

Μονάδα παραγωγής	Αερόψυκτη Α.Θ.
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς [kW] Ζώνη Α και Β	12.00
Ισχύς [kW] Ζώνη Γ και Δ	14.00
Βαθμός απόδοσης	1.000
Ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας EER	4

Πίνακας 4.14. Σύστημα ψύξης - Παραγωγή

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

Μονάδα παραγωγής	Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς [kW] Ζώνη Α και Β	12.00
Ισχύς [kW] Ζώνη Γ και Δ	14.00
Βαθμός απόδοσης	1.000
Ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας EER	7

4.4.2 Σχεδιασμός συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης – ZNX

Σύμφωνα με τη μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος ζεστού νερού χρήσης (ZNX), η κατανάλωση ZNX υπολογίζεται όπως ορίζεται στην παράγραφο 2.5 (πίνακας 2.5) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Πίνακας 4.15. Τυπική κατανάλωση ZNX ανά θερμική ζώνη και χρήση

Θερμική ζώνη	Χρήση	Ετήσια κατανάλωση [m ³ /έτος]	Κατανάλωση [lt/ημέρα]
Z001	Μονοκατοικία, πολυκατοικία	82.14	228.17
ΣΥΝΟΛΑ:		82.14	228.17

Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους: 45 οC

Οι μέσες θερμοκρασίες νερού δικτύου ύδρευσης της πόλης του έργου όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q_d σε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου σε ZNX δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$[5.1] \quad Q_d = V_d \times \frac{c}{3600} \rho \times \Delta T$$

όπου:

V_d [lt/ημέρα] το ημερήσιο φορτίο, V_d = 228.17 lt/ημέρα

ρ [kg/lt] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήσης, ρ = 1,0 kg/lt

c [kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα του νερού, c = 4,18 kJ/(kg.K)

ΔT [K] ή [°C] η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού δικτύου και ZNX

Κατά τη διαστασιολόγηση του συστήματος ZNX εφαρμόστηκε η σχέση 5.1 για τον υπολογισμό του μέσου ημερήσιου θερμικού φορτίου (kWh/ημέρα) για ZNX του κτιρίου για κάθε μήνα, όπως δίνεται στον επόμενο πίνακα. Οι θερμοκρασίες νερού δικτύου που χρησιμοποιήθηκαν στη διαστασιολόγηση του συστήματος ZNX, είναι μέσες μηνιαίες.

Πίνακας 4.16. Μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου και θερμικό φορτίο για ZNX κτιρίου ανά κλιματική ζώνη

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Ζώνη Α: Ηράκλειο												
Θερμοκρασία νερού δικτύου (°C) ΕΛΟΤ 1291	13.0	12.8	13.8	16.3	19.9	23.8	26.2	26.6	24.9	21.7	18.1	14.8
Μέσο ημερήσιο θερμικό φορτίο για ZNX [kWh/ημέρα]	8.5	8.5	8.3	7.6	6.6	5.6	5.0	4.9	5.3	6.2	7.1	8.0
Ζώνη Β: Πάτρα												
Θερμοκρασία νερού δικτύου (°C) ΕΛΟΤ 1291	10.4	10.1	11.7	14.8	18.9	23.1	25.6	25.8	23.5	19.7	15.5	12.2
Μέσο ημερήσιο θερμικό φορτίο για ZNX [kWh/ημέρα]	9.2	9.2	8.8	8.0	6.9	5.8	5.1	5.1	5.7	6.7	7.8	8.7
Ζώνη Γ: Ιωάννινα												
Θερμοκρασία νερού δικτύου (°C) ΕΛΟΤ 1291	6.5	7.3	9.4	13.2	17.6	21.9	24.3	24.6	22.0	17.7	12.7	8.6
Μέσο ημερήσιο θερμικό φορτίο για ZNX [kWh/ημέρα]	10.2	10.0	9.4	8.4	7.3	6.1	5.5	5.4	6.1	7.2	8.6	9.6
Ζώνη Δ: Φλώρινα												
Θερμοκρασία νερού δικτύου (°C) ΕΛΟΤ 1291	6.5	7.3	9.4	13.2	17.6	21.9	24.3	24.6	22.0	17.7	12.7	8.6
Μέσο ημερήσιο θερμικό φορτίο για ZNX [kWh/ημέρα]	10.2	10.0	9.4	8.4	7.3	6.1	5.5	5.4	6.1	7.2	8.6	9.6

Η θερμική ισχύς P_n , ενός τοπικού θερμαντήρα παραγωγής Ζ.Ν.Χ., συνήθως υπολογίζεται με βάση το φορτίο του δυσμενέστερου μήνα και για μέσο χρόνο απόδοσης της συνολικής ημερήσιας θερμικής ενέργειας σε 5 ώρες, όπως δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$[5.2] \quad P_n = \frac{Q_d}{5}$$

Η χωρητικότητα του θερμαντήρα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. V_{store} , δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$[5.3] \quad V_{store} = 3 \frac{V_d}{5}$$

Η θερμική ισχύς P_n , μιας τοπικής ή κεντρικής μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ. καθώς και η αντίστοιχη χωρητικότητα του θερμαντήρα αποθήκευσης V_{store} , μπορούν να υπολογιστούν ανάλογα τις ιδιαίτερες ανάγκες ενός κτηρίου χωρίς την εφαρμογή των πιο πάνω σχέσεων, αλλά σε κάθε περίπτωση τα μεγέθη αυτά είναι αλληλένδετα.

4.4.2.1 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος για την παραγωγή ΖΝΧ

Σύμφωνα με τη μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος ΖΝΧ, για την κάλυψη των αναγκών για ζεστό νερό χρήσης, θα εγκατασταθεί τοπικός θερμοσίφωνας με χωρητικότητα αντίστοιχη με το θερμικό φορτίο ΖΝΧ και την επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών. Οι τοπικοί θερμαντήρες θα είναι τριπλής ενέργειας, θα τροφοδοτούνται από τους ηλιακούς συλλέκτες και θα διαθέτουν εφεδρική ηλεκτρική αντίσταση.

Η θερμική ισχύς P_n , του συστήματος παραγωγής θερμότητας για ΖΝΧ, συνήθως υπολογίζεται για μέσο χρόνο απόδοσης της συνολικής ημερήσιας θερμικής ενέργειας σε 5 ώρες και για τον μήνα εκείνο που παρατηρείται το μέγιστο θερμικό φορτίο για ΖΝΧ στο υπό μελέτη κτίριο.

Για τον υπολογισμό της ονομαστικής θερμικής ισχύος του συστήματος παραγωγής θερμότητας για ΖΝΧ P_n , λαμβάνεται προσαύξηση (για επιτάχυνση έναρξης λειτουργίας, κάλυψη θερμικών απωλειών του δικτύου διανομής κ.α.) σε ποσοστό που φαίνεται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.17. Τελικά μεγέθη για το ZNX ανά κλιματική ζώνη

Ζώνη Α: Ηράκλειο	
Μέση θερμοκρασία ZNX [°C]	45
Απαιτούμενο ημερήσιο θερμικό φορτίο Qd [kWh/day]	8.5
Χωρητικότητα δεξαμενής αποθήκευσης Vstore [lt]	46.0
Υπολογιζόμενη θερμική ισχύς λέβητα-καυστήρα Pn [kW]	2.0
Προσαύξηση ισχύος λέβητα-καυστήρα [%]	20
Προσαυξημένη θερμική ισχύς λέβητα-καυστήρα Pn [kW]	2.0
Ζώνη Β: Πάτρα	
Μέση θερμοκρασία ZNX [°C]	45
Απαιτούμενο ημερήσιο θερμικό φορτίο Qd [kWh/day]	8.5
Χωρητικότητα δεξαμενής αποθήκευσης Vstore [lt]	46.0
Υπολογιζόμενη θερμική ισχύς λέβητα-καυστήρα Pn [kW]	2.0
Προσαύξηση ισχύος λέβητα-καυστήρα [%]	20
Προσαυξημένη θερμική ισχύς λέβητα-καυστήρα Pn [kW]	2.0
Ζώνη Γ: Ιωάννινα	
Μέση θερμοκρασία ZNX [°C]	45
Απαιτούμενο ημερήσιο θερμικό φορτίο Qd [kWh/day]	10.2
Χωρητικότητα δεξαμενής αποθήκευσης Vstore [lt]	46.0
Υπολογιζόμενη θερμική ισχύς λέβητα-καυστήρα Pn [kW]	2.0
Προσαύξηση ισχύος λέβητα-καυστήρα [%]	20
Προσαυξημένη θερμική ισχύς λέβητα-καυστήρα Pn [kW]	2.0
Ζώνη Δ: Φλώρινα	
Μέση θερμοκρασία ZNX [°C]	45
Απαιτούμενο ημερήσιο θερμικό φορτίο Qd [kWh/day]	10.8
Χωρητικότητα δεξαμενής αποθήκευσης Vstore [lt]	46.0
Υπολογιζόμενη θερμική ισχύς λέβητα-καυστήρα Pn [kW]	2.0
Προσαύξηση ισχύος λέβητα-καυστήρα [%]	20
Προσαυξημένη θερμική ισχύς λέβητα-καυστήρα Pn [kW]	3.0

4.4.2.2 Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Στην μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος ηλιακών συλλεκτών, η οποία δεν αποτελεί μέρος της παρούσας μελέτης, πρέπει να αναφέρεται η μέθοδος και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικά, ενώ στην παρούσα μελέτη είναι υποχρεωτική η αναφορά των αποτελεσμάτων για την τεκμηρίωση του ποσοστού κάλυψης του φορτίου Ζ.Ν.Χ.

Για τον υπολογισμό του φορτίου κάλυψης των ηλιακών συλλεκτών στην παρούσα μελέτη, εφαρμόστηκε η μέθοδος καμπυλών f (S. Klein, W.A. Beckman και J.A Duffie). Σύμφωνα με τη μελέτη διαστασιολόγησης για το συγκεκριμένο κτίριο, μελετήθηκε η εφαρμογή επίπεδων ηλιακών συλλεκτών στο δώμα του κτηρίου, προκειμένου για την κάλυψη ποσοστού του απαιτούμενου φορτίου για ζεστό νερό χρήσης. Η βέλτιστη γωνία κλίσης ηλιακών συλλεκτών, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον προσανατολισμό τοποθέτησης τους. Σύμφωνα με τον εμπειρικό κανόνα, για τις ελληνικές περιοχές, η βέλτιστη κλίση ενός ηλιακού συλλέκτη για ετήσια χρήση είναι περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.

Οι αναλυτικοί υπολογισμοί που έγιναν για το προσδιορισμό του θερμικού φορτίου κάλυψης για ΖΝΧ από τους ηλιακούς συλλέκτες, έλαβαν υπόψη την βέλτιστη απαίτηση για την χωρητικότητα δεξαμενών αποθήκευσης που προτείνει η μεθοδολογία (75lt/m²) καθώς και την οικονομικότερη και αποδοτικότερη λειτουργία των ηλιακών συλλεκτών.

Στους επόμενους πίνακες εμφανίζονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών, το μέσο ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου για ζεστό νερό χρήσης και τα επιμέρους μηνιαία ποσοστά κάλυψης φορτίου από τους προτεινόμενους ηλιακούς συλλέκτες.

Εγκατάσταση μεγαλύτερης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών, παρουσιάζει σημαντική μείωση του ποσοστού ηλιακής αξιοποίησης σε σχέση με την μικρή αύξηση του ποσοστού κάλυψης του θερμικού φορτίου για ΖΝΧ, καθώς και εγκατάσταση μεγαλύτερης χωρητικότητας δεξαμενών αποθήκευσης, γεγονός που κάνει την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών μη οικονομικά βιώσιμη.

Η εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών θα πρέπει να γίνεται αποφεύγοντας την αλληλοσκίαση μεταξύ των επιφανειών, κυρίως τους χειμερινούς μήνες, με συνέπεια να μην υπάρχει αύξηση κάλυψης φορτίου ανάλογη της αύξησης του κόστους. Υπάρχει πάντα η δυνατότητα να μεταβάλλεται η κλίση των ηλιακών συλλεκτών ιδιαίτερα τους εαρινούς και φθινοπωρινούς μήνες, ώστε να υπάρχει ακόμα μεγαλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια κάλυψη των θερμικών φορτίων για ΖΝΧ από τους ηλιακούς συλλέκτες.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΑΝΑ ΘΕΡΜΙΚΗ ΖΩΝΗ: Επειδή η καταχώρηση ηλιακών συλλεκτών γίνεται ανά θερμική ζώνη, τα δεδομένα τους δηλαδή ο προσανατολισμός, οι διαστάσεις τους καθώς και η γωνία εγκατάστασής τους φαίνονται σε επόμενο κεφάλαιο όπου περιγράφονται τα Συστήματα ανά χρήση και ανά θερμική ζώνη.

Στον επόμενο πίνακα φαίνεται η θέση εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών καθώς και η αξιοποιήσιμη επιφάνεια δαπέδου και τέλος το ποσοστό κάλυψης των ηλιακών συλλεκτών όλου του κτιρίου.

Πίνακας 4.18. Ηλιακοί συλλέκτες – Ποσοστό κάλυψης Κτιρίου ανά κλιματική ζώνη

Ζώνη Α: Ηράκλειο	
Ηλιακοί συλλέκτες	Επιλεκτικός
Θέση εγκατάστασης	Στέγη
Επιφάνεια συλλέκτη [m ²]	4.00
Ποσοστό κάλυψης του συνολικού ΖΝΧ του κτιρίου [%]	84.00
Ζώνη Β: Πάτρα	
Ηλιακοί συλλέκτες	Επιλεκτικός
Θέση εγκατάστασης	Στέγη
Επιφάνεια συλλέκτη [m ²]	4.00
Ποσοστό κάλυψης του συνολικού ΖΝΧ του κτιρίου [%]	78.0
Ζώνη Γ: Ιωάννινα	
Ηλιακοί συλλέκτες	Επιλεκτικός
Θέση εγκατάστασης	Στέγη
Επιφάνεια συλλέκτη [m ²]	4.00
Ποσοστό κάλυψης του συνολικού ΖΝΧ του κτιρίου [%]	71.0
Ζώνη Δ: Φλώρινα	
Ηλιακοί συλλέκτες	Επιλεκτικός
Θέση εγκατάστασης	Στέγη
Επιφάνεια συλλέκτη [m ²]	4.00
Ποσοστό κάλυψης του συνολικού ΖΝΧ του κτιρίου [%]	69.0

Αναλυτικά δεδομένα απόδοσης ηλιακών συλλεκτών.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαία ηλιακής ακτινοβολίας (kWh/m²), για την περιοχή του έργου, για οριζόντια επιφάνεια και για επιφάνεια με κλίση ίδια με την κλίση τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών. Σε περίπτωση συλλεκτών σε διαφορετικές θερμικές ζώνες ή με διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά και γωνίες τοποθέτησης και κλίσης, στον πίνακα συνοψίζονται τα συνολικά αποτελέσματα.

Πίνακας 4.19. Μέση μηνιαία προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια ανά κλιματική ζώνη

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Ζώνη Α: Ηράκλειο												
Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβ. σε οριζόντιο επίπεδο [kWh/m ²]	65.60	81.60	125.00	166.50	207.30	222.40	227.10	207.00	163.00	117.30	78.60	61.20
Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβ. σε κεκλιμένο επίπεδο [kWh/m ²]	99.32	107.75	142.52	165.50	186.34	190.90	198.76	197.31	178.46	152.06	119.10	98.46
Ζώνη Β: Πάτρα												
Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβ. σε οριζόντιο επίπεδο [kWh/m ²]	55.00	72.00	124.00	147.00	200.00	215.00	218.00	197.00	153.00	107.00	66.00	53.00
Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβ. σε κεκλιμένο επίπεδο [kWh/m ²]	86.64	97.84	145.75	148.04	182.97	188.07	194.40	191.24	171.16	143.10	103.72	90.21

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Ζώνη Γ: Ιωάννινα												
Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβ. σε οριζόντιο επίπεδο [kWh/m ²]	51.80	66.40	105.20	134.90	178.30	202.10	212.00	190.30	136.50	96.10	57.60	45.10
Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβ. σε κεκλιμένο επίπεδο [kWh/m ²]	86.16	92.62	122.84	134.31	160.31	173.22	185.32	182.62	152.21	130.78	93.68	80.16
Ζώνη Δ: Φλώρινα												
Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβ. σε οριζόντιο επίπεδο [kWh/m ²]	50.80	68.00	105.70	141.00	180.50	202.80	209.70	187.70	140.80	94.70	56.50	43.70
Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβ. σε κεκλιμένο επίπεδο [kWh/m ²]	88.11	98.02	125.28	141.38	162.24	173.59	183.24	180.52	159.24	131.78	95.45	81.31

Πίνακας 4.20. Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη φορτίου ZNX από ηλιακούς συλλέκτες όλων των θερμικών ζωνών ανά κλιματική ζώνη

Ζώνη Α	Μέσο μηνιαίο φορτίο για ZNX A [kWh/mo]	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. Β [kWh/mo]	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. fi [%]	Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από Η.Σ. [%]
Μήνας				
Ιανουάριος	263.50	145.40	55.18	36.60
Φεβρουάριος	238.00	157.75	66.28	36.60
Μάρτιος	257.30	208.65	81.09	36.60
Απρίλιος	228.00	228.00	100.00	36.60
Μάιος	204.60	204.60	100.00	36.60
Ιούνιος	168.00	168.00	100.00	36.60
Ιούλιος	155.00	155.00	100.00	36.60
Αύγουστος	151.90	151.90	100.00	36.60
Σεπτέμβριος	159.00	159.00	100.00	36.60
Οκτώβριος	192.20	192.20	100.00	36.60
Νοέμβριος	213.00	174.37	81.86	36.60
Δεκέμβριος	248.00	144.15	58.13	36.60
ΕΤΗΣΙΩΣ	<u>2478.50</u>	<u>2089.03</u>	<u>84.29</u>	<u>36.60</u>

Ζώνη Β	Μέσο μηνιαίο φορτίο για ZNX A [kWh/mo]	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. Β [kWh/mo]	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. fi [%]	Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από Η.Σ. [%]
Μήνας				
Ιανουάριος	285.20	126.85	44.48	36.60
Φεβρουάριος	257.60	143.24	55.60	36.60
Μάρτιος	272.80	213.38	78.22	36.60
Απρίλιος	240.00	216.73	90.30	36.60
Μάιος	213.90	213.90	100.00	36.60
Ιούνιος	174.00	174.00	100.00	36.60
Ιούλιος	158.10	158.10	100.00	36.60
Αύγουστος	158.10	158.10	100.00	36.60
Σεπτέμβριος	171.00	171.00	100.00	36.60
Οκτώβριος	207.70	207.70	100.00	36.60
Νοέμβριος	234.00	151.84	64.89	36.60
Δεκέμβριος	269.70	132.07	48.97	36.60

Ζώνη Β	Μέσο μηνιαίο φορτίο για ΖΝΧ Α [kWh/mo]	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. Β [kWh/mo]	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. fi [%]	Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από Η.Σ. [%]
Μήνας				
ΕΤΗΣΙΩΣ	<u>2642.10</u>	<u>2066.91</u>	<u>78.23</u>	<u>36.60</u>

Ζώνη Γ	Μέσο μηνιαίο φορτίο για ΖΝΧ Α [kWh/mo]	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. Β [kWh/mo]	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. fi [%]	Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από Η.Σ. [%]
Μήνας				
Ιανουάριος	316.20	126.14	39.89	36.60
Φεβρουάριος	280.00	135.59	48.42	36.60
Μάρτιος	291.40	179.84	61.71	36.60
Απρίλιος	252.00	196.64	78.03	36.60
Μάιος	226.30	226.30	100.00	36.60
Ιούνιος	183.00	183.00	100.00	36.60
Ιούλιος	170.50	170.50	100.00	36.60
Αύγουστος	167.40	167.40	100.00	36.60
Σεπτέμβριος	183.00	183.00	100.00	36.60
Οκτώβριος	223.20	191.46	85.78	36.60
Νοέμβριος	258.00	137.15	53.16	36.60
Δεκέμβριος	297.60	117.36	39.43	36.60
ΕΤΗΣΙΩΣ	<u>2848.60</u>	<u>2014.38</u>	<u>70.71</u>	<u>36.60</u>

Ζώνη Δ	Μέσο μηνιαίο φορτίο για ΖΝΧ Α [kWh/mo]	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. Β [kWh/mo]	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. fi [%]	Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από Η.Σ. [%]
Μήνας				
Ιανουάριος	334.80	129.00	38.53	36.60
Φεβρουάριος	296.80	143.50	48.35	36.60
Μάρτιος	306.90	183.42	59.76	36.60
Απρίλιος	267.00	206.98	77.52	36.60
Μάιος	241.80	237.52	98.23	36.60
Ιούνιος	201.00	201.00	100.00	36.60
Ιούλιος	186.00	186.00	100.00	36.60
Αύγουστος	182.90	182.90	100.00	36.60

Ζώνη Δ	Μέσο μηνιαίο φορτίο για ZNX A [kWh/mo]	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. Β [kWh/mo]	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. fi [%]	Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από Η.Σ. [%]
Μήνας				
Σεπτέμβριος	198.00	198.00	100.00	36.60
Οκτώβριος	238.70	192.93	80.82	36.60
Νοέμβριος	273.00	139.74	51.19	36.60
Δεκέμβριος	316.20	119.03	37.64	36.60
ΕΤΗΣΙΩΣ	<u>3043.10</u>	<u>2120.02</u>	<u>69.67</u>	<u>36.60</u>

4.4.3 Σκοπιμότητα εφαρμογής εναλλακτικών λύσεων σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων

Σύμφωνα με την μελέτη σκοπιμότητας εξετάστηκαν οι εξής εναλλακτικές λύσεις σε επίπεδο κτηρίου για την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων του κτηρίου:

1. Η εγκατάσταση συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, η οποία κρίνεται ως μη οικονομικά βιώσιμη εφαρμογή για το υπό μελέτη κτήριο. Τα χαμηλά θερμικά φορτία της χειμερινής περιόδου περιορίζονται στο ελάχιστο την θερινή περίοδο, οπότε το σύστημα συμπαραγωγής δεν λειτουργεί οικονομικά.
2. Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών όπως παρουσιάστηκε παραπάνω και η οποία είναι υποχρεωτική βάσει των κανονισμών, θα καλύψει μέρος του θερμικού φορτίου για ζεστό νερό χρήσης όλου του κτηρίου. Λόγω της περιορισμένης επιφάνειας αξιοποίησης, δεν υπάρχει δυνατότητα εφαρμογής περαιτέρω εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών ή φωτοβολταϊκών στοιχείων.

4.5. Ενεργειακή απόδοση κτιρίου

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς, οι θερμικές ζώνες ενός κτιρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες. Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου έγιναν με την χρήση του υπολογιστικού εργαλείου ΤΕΕ-KENAK, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του ισχύοντα νόμου και των αντίστοιχων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Για τους επιμέρους υπολογισμούς και τη διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου (εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, κ.ά.), χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικές μέθοδοι και τεχνικές οδηγίες, όπως εφαρμόζονται μέχρι σήμερα και αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους.

4.5.1 Κλιματικά δεδομένα

Τα κλιματικά δεδομένα για την κάθε περιοχή της κάθε κλιματολογικής ζώνης, είναι ενσωματωμένα σε βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών». Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπ' όψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους του προσανατολισμούς, για την περιοχή που βρίσκεται το κτίριο.

Κλιματική ζώνη: Ζώνη Α - Ηράκλειο

Υψόμετρο περιοχής [μ]: 39

Κλιματική ζώνη: Ζώνη Β - Πάτρα

Υψόμετρο περιοχής [μ]: 1

Κλιματική ζώνη: Ζώνη Γ - Ιωάννινα

Υψόμετρο περιοχής [μ]: 490

Κλιματική ζώνη: Ζώνη Δ - Φλώρινα

Υψόμετρο περιοχής [μ]: 617

4.5.2 Χρήσεις κτιρίου

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης εκδίδεται ανά κύρια χρήση και για ξεχωριστές ιδιοκτησίες, ανεξαρτήτως εάν τα τμήματα του κτηρίου που αφορούν στις χρήσεις/ιδιοκτησίες εξυπηρετούνται από το ίδιο σύστημα θέρμανσης/ψύξης.

Κατηγορίες χρήσεων κτιρίου: Κατοικία

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κάθε τμήματος του κτηρίου με διαφορετική κύρια χρήση, προσδιορίστηκαν τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται από την ισχύουσα νομοθεσία. Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού στο συγκεκριμένο κτήριο και ανά τμήμα μελέτης, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

- Οι διαφορετικές χρήσεις του κτηρίου.
- Οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.ά.) και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτηρίου (ωράριο, εσωτερικά κέρδη κ.ά.).
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτηρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτηρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.), ο προσανατολισμός τους, τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (π.χ. εσωτερικοί τοίχοι) και άλλα.
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών (διαφανών και μη) στοιχείων του κτηριακού κελύφους: θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, κ.ά..
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων: ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας, η απόδοσή της, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής ζεστού νερού, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων: ο τύπος των μονάδων παραγωγής, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ZNX, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής, η απόδοσή της, οι απώλειες του δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης, το σύστημα αποθήκευσης, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού όσον αφορά τους χώρους που εφαρμόζεται.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα που έχουν επιλεγεί από την μελέτη σχεδιασμού για το κτήριο.
- Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη τμήματος του φορτίου για ZNX.

4.5.3 Τμήμα με χρήση Κατοικία

Πίνακας 4.21. Εμβαδό και όγκος τμήματος με χρήση: Κατοικίας

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m ²]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m ²]	Θερμαινόμενος όγκος [m ³]	Ψυχόμενος όγκος [m ³]
Z001	96.00	48.00	314.60	157.30
ΣΥΝΟΛΟ	96.00	48.00	314.60	157.30

4.5.3.1 Θερμικές ζώνες

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, ο διαχωρισμός ενός κτιρίου σε θερμικές ζώνες γίνεται με τα εξής κριτήρια:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων να διαφέρει περισσότερο από 4 Κ για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που καλύπτονται με διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές εσωτερικών ή/και ηλιακών κερδών ή/και θερμικών απωλειών.
- Υπάρχουν χώροι όπου το σύστημα του μηχανικού αερισμού καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για το διαχωρισμό του κτιρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- ο διαχωρισμός του κτιρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο,
- ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτιρίου,
- τμήματα του κτιρίου με επιφάνεια μικρότερη από το 10% της συνολικής επιφάνειας του να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Θερμική Ζώνη: Z001

Η θερμική ζώνη περιλαμβάνει όλο το τμήμα του κτιρίου

Πίνακας 4.22. Δεδομένα και ιδιότητες θερμικής ζώνης: Z001

Δεδομένα και ιδιότητες θερμικής ζώνης	
Χρήση θερμικής ζώνης	Μονοκατοικία, πολυκατοικία
Ολική επιφάνεια ζώνης [m ²]	96.00
Ανοιγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² .K)]	260
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για Η/Μ εξοπλισμό	Τύπος Γ
Κατανάλωση ΖΝΧ [m ³ /έτος]	82.14
Αερισμός	
Διείσδυση αέρα [m ³ /h]	131.48
Φυσικός αερισμός [m ³ /h/m ²]	0.75
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού [%]	100
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	0
Αριθμός καμινάδων	0
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0

4.5.3.2 Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας

Βάσει της σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. καθορίστηκαν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές και παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 4.23. Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας για τη θερμική ζώνη: Z001

Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	18
Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	7
Μήνες λειτουργίας ανά έτος	12
Περίοδος θέρμανσης	
ΖΩΝΗ Α και Β	1-11 έως 15-4
ΖΩΝΗ Γ και Δ	15-10 έως 30-4

Περίοδος ψύξης	
ΖΩΝΗ Α και Β	15-5 έως 15-9
ΖΩΝΗ Γ και Δ	1-6 έως 31-8
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης [°C]	20
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης [°C]	26
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα [%]	40
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους [%]	45
Απαιτούμενος νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]	0.75
Στάθμη γενικού φωτισμού [lux]	200
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	6.4
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m ³ /υπν/έτος]	27.38
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m ³ /m ² /έτος]	--
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης [°C]	45
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης [°C]	
ΖΩΝΗ Α	19.3
ΖΩΝΗ Β	17.6
ΖΩΝΗ Γ	15.5
ΖΩΝΗ Δ	13.5
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης [W/m ²]	4
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.75
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης [W/m ²]	2.0
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.75

4.5.3.3 Κέλυφος

· Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με εξωτερικό αέρα

Θερμική Ζώνη: Z001

Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου θα επιχριστούν με ανοιχτόχρωμο επίχρισμα. Η στέγη θα έχει ως τελική στρώση κόκκινο χρώμα. Οι συντελεστές απορροφητικότητας και οι συντελεστές εκπομπής των δομικών στοιχείων λαμβάνονται από πίνακα της σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Πίνακας 4.24. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με: Εξωτερικό αέρα

Όροφος	Ζώνη ή Χώρος	Δομικό στοιχείο	γ	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	α	ϵ
00 όροφος	Z001	Οροφή	0	0.28	102.16	0.20	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	119	0.30	21.41	0.30	0.80
00 όροφος	Z001	Πέτασμα	209	2.16	1.32	0.60	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	209	0.30	34.74	0.30	0.80
00 όροφος	Z001	Πέτασμα	299	2.16	1.47	0.60	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	299	0.30	19.17	0.30	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	29	0.30	34.20	0.30	0.80

όπου:

γ : το αζιμούθιο επιφάνειας με 0=βόρεια,90=ανατολική,180=νότια,270=δυτική

α : απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας της επιφάνειας

ϵ : συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας της επιφάνειας

· Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με έδαφος

Πίνακας 4.25. Πλάκες σε επαφή με έδαφος

Χώρος που ανήκει το δομικό στοιχείο	U W/(m ² K)	Εμβαδό A m ²	Εκτεθειμένη περίμετρος Π m	$B' = 2A/\Pi$ m	Βάθος έδρασης z m	U' W/(m ² K)
Z001	0.59	96.00	0.00	-	0.00	0.13

όπου:

U : ονομαστικοί συντελεστές θερμοπερατότητας των πλακών

B' : χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας

U' : ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας

· Διαφανή δομικά στοιχεία

Θερμική Ζώνη: Z001

Για τα κουφώματα επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή που θα φέρει διπλό υαλοπίνακα με επίστρωση χαμηλής εκπομπής και αέρα στο διάκενο. Οι αναλυτικοί υπολογισμοί σχετικά με τα διαφανή δομικά στοιχεία δίνονται στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει τη παρούσα μελέτη.

Για κάθε κούφωμα υπολογίσθηκε ο συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor} , ο συντελεστής σκίασης από προστέγασμα F_{ov} και ο συντελεστής σκίασης από πλευρικό F_{fin} . Στα σχέδια που συνοδεύουν την μελέτη, δίνονται οι γωνίες σκίασης των κουφωμάτων από μακρινά εμπόδια (περιβάλλον κτηρίου), προστεγάσματα και πλευρικά σκίαστρα.

Στους επόμενους πίνακες δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα για τα νότια ανοίγματα (άμεσου κέρδους) και για όλα τα υπόλοιπα.

Πίνακας 4.26. Κουφώματα άμεσου κέρδους

Όροφος. Κουφώμα	Προσανα- τολισμός	γ	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	g_w	F _{hor} Θ	F _{hor} Ψ	F _{ov} Θ	F _{ov} Ψ	F _{fin} Θ	F _{fin} Ψ
00 όροφος	ΝΔ	209	1.68	1.44	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΔ	209	0.66	1.74	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Πίνακας 4.27. Υπόλοιπα κουφώματα εκτός από άμεσου κέρδους

Όροφος. Κουφώμα	Προσανα- τολισμός	γ	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	g_w	F _{hor} Θ	F _{hor} Ψ	F _{ov} Θ	F _{ov} Ψ	F _{fin} Θ	F _{fin} Ψ
00 όροφος	ΝΑ	119	3.36	1.44	0.54	1.00	1.00	0.65	0.53	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΑ	119	3.36	1.44	0.54	1.00	1.00	0.65	0.53	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	299	1.96	1.44	0.54	1.00	1.00	0.50	0.46	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	299	4.80	1.44	0.54	1.00	1.00	0.57	0.55	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	299	0.73	1.74	0.54	1.00	1.00	0.59	0.57	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	29	0.84	1.44	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	29	3.36	1.44	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

4.6 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτηρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων
- Σύστημα ψύξης χώρων
- Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης
- Σύστημα ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης αυτού του τμήματος του κτιρίου.

4.6.1 Σύστημα θέρμανσης

4.6.1.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

Σε όλο το κτήριο θα υπάρχει κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση χώρων. Η εγκατάσταση θα περιλαμβάνει μονάδα λέβητα-καυστήρα, κεντρικό δίκτυο διανομής - θερμομονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις και θερμαντικά σώματα, τοποθετημένα στους εξωτερικούς τοίχους των επιμέρους χώρων.

Η υπολογισμένη θερμική ισχύς του λέβητα-καυστήρα, ελέγχθηκε για υπερδιαστασιολόγηση σύμφωνα με την σχέση 4.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ο καυστήρας θα είναι διβάθμιος και ο συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης (ng_1) είναι μονάδα, καθώς επίσης και ο συντελεστής μόνωσης λέβητα (ng_2). Κατά συνέπεια και η τελική απόδοση του λέβητα θα είναι ίδια με αυτή που δίνει ο κατασκευαστής, σύμφωνα με την μελέτη θέρμανσης.

Θερμοκρασία λειτουργίας [$^{\circ}C$]: **85/70**

Στον επόμενο πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για τα συστήματα θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτό το τμήμα του κτιρίου.

Πίνακας 4.28. Σύστημα θέρμανσης 1 - Παραγωγή

Μονάδα παραγωγής	Λέβητας											
Πηγή ενέργειας	Πετρέλαιο θέρμανσης											
Ισχύς [kW] Ζώνη Α και Β	17.00											
Ισχύς [kW] Ζώνη Γ και Δ	20.00											
Βαθμός απόδοσης	0.900											
Συντελεστής επίδοσης COP	1.000											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης												
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	

Πίνακας 4.29. Σύστημα θέρμανσης – Διανομή

Συνολική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο [kW]	
Ζώνη Α και Β	15.30
Ζώνη Γ και Δ	18.00
Αριθμός κλάδων δικτύου	1
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Θερμοκρασία προσαγωγής στο δίκτυο [°C]	85
Θερμοκρασία επιστροφής στο δίκτυο [°C]	70
Βαθμός απόδοσης δικτύου	0.945
Χώρος διέλευσης αεραγωγών	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Ύπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς	Όχι
Είδος τερματικών μονάδων	καλοριφέρ
Βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων	0.89

Πίνακας 4.30. Σύστημα θέρμανσης – Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αριθμός	Ισχύς [kW]
Κυκλοφορητές	1	0.14

4.6.1.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

Σε όλο το κτήριο θα υπάρχει κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης-κλιματισμού για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση-ψύξης χώρων. Η εγκατάσταση θα περιλαμβάνει κεντρική αντλία θερμότητας, κεντρικό δίκτυο διανομής - θερμομονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις και fan coils, τοποθετημένα στους εξωτερικούς τοίχους των επιμέρους χώρων.

Θερμοκρασία λειτουργίας [°C]: **45/40**

Στον επόμενο πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για τα συστήματα θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτό το τμήμα του κτιρίου.

Πίνακας 4.31. Σύστημα θέρμανσης 1 - Παραγωγή

Μονάδα παραγωγής	Τοπική αερόψυκτη Α.Θ.
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς [kW] Ζώνη Α και Β	12.00
Ισχύς [kW] Ζώνη Γ και Δ	14.00
Βαθμός απόδοσης	1.000
Συντελεστής επίδοσης COP	4.000

Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης											
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

Πίνακας 4.32. Σύστημα θέρμανσης – Διανομή

Συνολική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο [kW]	
Ζώνη Α και Β	12.00
Ζώνη Γ και Δ	14.00
Αριθμός κλάδων δικτύου	1
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Θερμοκρασία προσαγωγής στο δίκτυο [°C]	45
Θερμοκρασία επιστροφής στο δίκτυο [°C]	40
Βαθμός απόδοσης δικτύου	0.945
Χώρος διέλευσης αεραγωγών	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Ύπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς	Όχι
Είδος τερματικών μονάδων	FCU
Βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων	0.930

Πίνακας 4.33. Σύστημα θέρμανσης – Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αριθμός	Ισχύς [kW]
Κυκλοφορητές	1	0.14

4.6.1.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

Σε όλο το κτήριο θα υπάρχει κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης-κλιματισμού για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση-ψύξης χώρων. Η εγκατάσταση θα περιλαμβάνει κεντρική γεωθερμική αντλία θερμότητας με οριζόντιο εναλλάκτη, κεντρικό δίκτυο διανομής - θερμομονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις και fan coils, τοποθετημένα στους εξωτερικούς τοίχους των επιμέρους χώρων.

Θερμοκρασία λειτουργίας [°C]: **45/40**

Στον επόμενο πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για τα συστήματα θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτό το τμήμα του κτιρίου.

Πίνακας 4.34. Σύστημα θέρμανσης 1 - Παραγωγή

Μονάδα παραγωγής	Τοπική αερόψυκτη Α.Θ.
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς [kW] Ζώνη Α και Β	12.00
Ισχύς [kW] Ζώνη Γ και Δ	14.00

Βαθμός απόδοσης											1.000
Συντελεστής επίδοσης COP											7.000
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης											
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

Πίνακας 4.35. Σύστημα θέρμανσης – Διανομή

Συνολική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο [kW]	
Ζώνη Α και Β	12.00
Ζώνη Γ και Δ	14.00
Αριθμός κλάδων δικτύου	1
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Θερμοκρασία προσαγωγής στο δίκτυο [°C]	45
Θερμοκρασία επιστροφής στο δίκτυο [°C]	40
Βαθμός απόδοσης δικτύου	0.945
Χώρος διέλευσης αεραγωγών	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Ύπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς	Όχι
Είδος τερματικών μονάδων	FCU
Βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων	0.930

Πίνακας 4.36. Σύστημα θέρμανσης – Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αριθμός	Ισχύς [kW]
Κυκλοφορητές	1	0.14

4.6.2 Σύστημα ψύξης

4.6.2.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

Στο κτήριο προβλέπονται αυτόνομες τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου, τέσσερις σε όλη την κατοικία, οι οποίες καλύπτουν πάνω από το 50% των συνολικών ψυκτικών φορτίων της θερμικής ζώνης. Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής ψύξης οπότε δεν υπάρχουν και απώλειες διανομής.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για τα συστήματα ψύξης που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτό το τμήμα του κτιρίου.

Πίνακας 4.37. Σύστημα ψύξης 1 - Παραγωγή

Μονάδα παραγωγής	Αερόψυκτη Α.Θ.											
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός											
Ισχύς [kW] Ζώνη Α και Β	12.00											
Ισχύς [kW] Ζώνη Γ και Δ	14.00											
Βαθμός απόδοσης	1.000											
Ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας EER	3.5											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης												
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00

Πίνακας 4.38. Σύστημα ψύξης – Διανομή

Συνολική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο [kW]	
Ζώνη Α και Β	12.00
Ζώνη Γ και Δ	14.00
Αριθμός κλάδων δικτύου	1
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Θερμοκρασία προσαγωγής στο δίκτυο [°C]	5
Θερμοκρασία επιστροφής στο δίκτυο [°C]	12
Βαθμός απόδοσης δικτύου	0.945
Χώρος διέλευσης αεραγωγών	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Ύπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς	Όχι
Είδος τερματικών μονάδων	Κλιματιστική Μονάδα
Βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων	0.930

4.6.2.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

Σε όλο το κτήριο θα υπάρχει κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης-κλιματισμού για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση-ψύξης χώρων. Η εγκατάσταση θα περιλαμβάνει κεντρική αντλία θερμότητας, κεντρικό δίκτυο διανομής - θερμομονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις και fancoil, τοποθετημένα στους εξωτερικούς τοίχους των επιμέρους χώρων.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για τα συστήματα ψύξης που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτό το τμήμα του κτιρίου.

Πίνακας 4.39. Σύστημα ψύξης 1 - Παραγωγή

Μονάδα παραγωγής	Αερόψυκτη Α.Θ.											
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός											
Ισχύς [kW] Ζώνη Α και Β	12.00											
Ισχύς [kW] Ζώνη Γ και Δ	14.00											
Βαθμός απόδοσης	1.000											
Ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας EER	4											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης												
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	

Πίνακας 4.40. Σύστημα ψύξης – Διανομή

Συνολική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο [kW]	
Ζώνη Α και Β	12.00
Ζώνη Γ και Δ	14.00
Αριθμός κλάδων δικτύου	1
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Θερμοκρασία προσαγωγής στο δίκτυο [°C]	5
Θερμοκρασία επιστροφής στο δίκτυο [°C]	12
Βαθμός απόδοσης δικτύου	0.945
Χώρος διέλευσης αεραγωγών	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Ύπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς	Όχι
Είδος τερματικών μονάδων	FCU
Βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων	0.930

Πίνακας 4.41. Σύστημα ψύξης – Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αριθμός	Ισχύς [kW]
Κυκλοφορητές	1	0.14

4.6.2.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

Σε όλο το κτήριο θα υπάρχει κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης-κλιματισμού για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση-ψύξης χώρων. Η εγκατάσταση θα περιλαμβάνει κεντρική γεωθερμική αντλία θερμότητας με οριζόντιο εναλλάκτη, κεντρικό δίκτυο διανομής - θερμομονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις και fan coils, τοποθετημένα στους εξωτερικούς τοίχους των επιμέρους χώρων.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για τα συστήματα ψύξης που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτό το τμήμα του κτιρίου.

Πίνακας 4.42. Σύστημα ψύξης 1 - Παραγωγή

Μονάδα παραγωγής		Αερόψυκτη Α.Θ.										
Πηγή ενέργειας		Ηλεκτρισμός										
Ισχύς [kW] Ζώνη Α και Β		12.00										
Ισχύς [kW] Ζώνη Γ και Δ		14.00										
Βαθμός απόδοσης		1.000										
Ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας EER		4										
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης												
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	

Πίνακας 4.43. Σύστημα ψύξης – Διανομή

Συνολική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο [kW]	
Ζώνη Α και Β	12.00
Ζώνη Γ και Δ	14.00
Αριθμός κλάδων δικτύου	1
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Θερμοκρασία προσαγωγής στο δίκτυο [°C]	5
Θερμοκρασία επιστροφής στο δίκτυο [°C]	12
Βαθμός απόδοσης δικτύου	0.945
Χώρος διέλευσης αεραγωγών	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Ύπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς	Όχι
Είδος τερματικών μονάδων	FCU
Βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων	0.930

Πίνακας 4.44. Σύστημα ψύξης – Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αριθμός	Ισχύς [kW]
Κυκλοφορητές	1	0.14

4.6.3 Σύστημα αερισμού

Ο αερισμός που εφαρμόζεται σε όλους τους χώρους του κτηρίου είναι φυσικός και σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., η παροχή του αέρα θα είναι ίση με τον απαιτούμενο νωπό αέρα.

Από τον πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 λαμβάνεται ο φυσικός αερισμός για:

Χρήση τμήματος κτιρίου: Κατοικία

Φυσικός αερισμός [$m^3/h/m^2$]: 0.75

4.6.4. Σύστημα ΖΝΧ

Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, χρησιμοποιείται σύστημα με συμβατική μονάδα τοπικού θερμαντήρες τριπλής ενέργειας στην στέγη του κτηρίου. Ο θερμαντήρας αυτός τροφοδοτείται ταυτόχρονα με θερμική ενέργεια από τους ηλιακούς συλλέκτες στη στέγη και τον λέβητα στην Περίπτωση 1, την αντλία θερμότητας στις Περιπτώσεις 2 και 3 και διαθέτει και εφεδρικό σύστημα ηλεκτρικών αντιστάσεων.

Οι πλευρικές απώλειες των θερμαντήρων υπολογίζονται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. για τοποθέτηση σε εσωτερικό χώρο και προστίθενται οι απώλειες λόγω εναλλάκτη θερμότητας.

Στους επόμενους πίνακες δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για τα συστήματα ζεστού νερού χρήσης που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτό το τμήμα του κτιρίου.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

Πίνακας 4.45. Σύστημα ΖΝΧ 1 - Παραγωγή

Μονάδα παραγωγής	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας											
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός											
Ισχύς [kW]	4.00											
Βαθμός θερμικής απόδοσης	1.000											
--	--											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης												
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19

Πίνακας 4.46. Σύστημα ΖΝΧ 2 - Παραγωγή

Μονάδα παραγωγής	Λέβητας											
Πηγή ενέργειας	Πετρέλαιο θέρμανσης											
Ισχύς [kW]	17.00											
Βαθμός θερμικής απόδοσης	0.9											
--	--											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης												

ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΙΑΝ	ΦΕΒ
0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81

Πίνακας 4.47. Σύστημα ZNX - Διανομή

Δίκτυο διανομής	
Τύπος	Δίκτυο διανομής ZNX
Ανακυκλοφορία	Όχι
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός απόδοσης	0.92
Σύστημα αποθήκευσης ή διοχέτευσης	
Τύπος	Εσωτερικό θερμοδοχείο
Βαθμός απόδοσης	0.93

Πίνακας 4.48. Σύστημα ZNX – Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αριθμός	Ισχύς [kW]
Κυκλοφορητές	1	0.14

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

Πίνακας 4.49. Σύστημα ZNX 1 - Παραγωγή

Μονάδα παραγωγής	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας											
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός											
Ισχύς [kW]	4.00											
Βαθμός θερμικής απόδοσης	1.000											
--	--											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης												
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	

Πίνακας 4.50. Σύστημα ZNX 2 - Παραγωγή

Μονάδα παραγωγής	Αντλία θερμότητας (Α.Θ.)
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς [kW]	12.00
Βαθμός θερμικής απόδοσης	4
--	--
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης	

ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

Πίνακας 4.51. Σύστημα ZNX - Διανομή

Δίκτυο διανομής	
Τύπος	Δίκτυο διανομής ZNX
Ανακυκλοφορία	Όχι
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός απόδοσης	0.92
Σύστημα αποθήκευσης ή διοχέτευσης	
Τύπος	Εσωτερικό θερμοδοχείο
Βαθμός απόδοσης	0.93

Πίνακας 4.52. Σύστημα ZNX – Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αριθμός	Ισχύς [kW]
Κυκλοφορητές	1	0.14

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

Πίνακας 4.53. Σύστημα ZNX 1 - Παραγωγή

Μονάδα παραγωγής	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας										
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός										
Ισχύς [kW]	4.00										
Βαθμός θερμικής απόδοσης	1.000										
--	--										
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης											
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

Πίνακας 4.54. Σύστημα ZNX 2 - Παραγωγή

Μονάδα παραγωγής	Αντλία θερμότητας (Α.Θ.)
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς [kW]	12.00
Βαθμός θερμικής απόδοσης	7
--	--
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης	

ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

Πίνακας 4.55. Σύστημα ZNX - Διανομή

Δίκτυο διανομής	
Τύπος	Δίκτυο διανομής ZNX
Ανακυκλοφορία	Όχι
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός απόδοσης	0.92
Σύστημα αποθήκευσης ή διοχέτευσης	
Τύπος	Εσωτερικό θερμοδοχείο
Βαθμός απόδοσης	0.93

Πίνακας 4.56. Σύστημα ZNX – Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αριθμός	Ισχύς [kW]
Κυκλοφορητές	1	0.14

4.6.5 Σύστημα ηλιακών συλλεκτών

Όλοι οι ηλιακοί συλλέκτες θα εγκατασταθούν στην στέγη του κτιρίου και καλύπτουν τις ανάγκες ζεστού νερού χρήσης για όλα τα τμήματα του κτιρίου.

Προκειμένου για την σωστή τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών και για την αποφυγή αλληλοσκίασης, υπολογίστηκε η κατάλληλη μεταξύ τους απόσταση τοποθέτησης ως προς τον άξονα βορρά-νότου. Η απόσταση αυτή υπολογίστηκε για την ημέρα του χρόνου με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος που είναι η 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο). Για την ημέρα αυτή υπολογίστηκαν η ηλιακή απόκλιση και η ζενηθιακή γωνία (θ_z). Με βάση αυτή τη γωνία, τις διαστάσεις του κάθε ηλιακού συλλέκτη αλλά και την κλίση (γωνία τοποθέτησης), υπολογίστηκε η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να απέχουν οι ηλιακοί συλλέκτες μεταξύ τους ώστε να μην αλληλοσκοιάζονται.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ηλιακών συλλεκτών που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτό το τμήμα του κτιρίου.

Πίνακας 4.57. Σύστημα ηλιακών συλλεκτών

Ηλιακοί συλλέκτες	
Για χρήση τμήματος κτιρίου	Κατοικίας
Τεχνικά χαρακτηριστικά	
Τύπος ηλιακού συλλέκτη	Επιλεκτικός επίπεδος
Χρήση ηλιακού συλλέκτη για θέρμανση	Όχι
Χρήση ηλιακού συλλέκτη για ZNX	Ναι

Συντελεστής αξιοποίησης για ZNX – α	
ZΩΝΗ Α	0.364
ZΩΝΗ Β	0.366
ZΩΝΗ Γ	0.358
ZΩΝΗ Δ	0.344
Συντελεστής αξιοποίησης για θέρμανση – β	-
Συνολική επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη [m ²]	4.00
Προσανατολισμός (180 = Νότος) – γ [°]	180
Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο – β [°]	
ZΩΝΗ Α	35.35
ZΩΝΗ Β	38.38
ZΩΝΗ Γ	39.39
ZΩΝΗ Δ	40.40
Συντελεστής σκίασης - F _s	1.00
Τοποθέτηση	
Θέση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών	Στέγη
Αξιοποιήσιμη επιφάνεια δαπέδου [m ²]	20.00
Πλάτος μονάδας συλλέκτη [m]	4.00
Ύψος μονάδας συλλέκτη [m]	1.00

4.6.6 Δεδομένα κτιρίου αναφοράς

Τα δεδομένα του κτηρίου αναφοράς εισάγονται αυτόματα από το λογισμικό, παράλληλα με την εισαγωγή δεδομένων και ανάλογα την χρήση και την λειτουργία του κτηρίου ή των θερμικών ζωνών και σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

4.7 Αποτελέσματα υπολογισμών

Στις επόμενες παραγράφους δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα για τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας (kWh/m²), όπως:

1. Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη.
2. Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός), ανά θερμική ζώνη και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.).
3. Ετήσια ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Οι συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με το Κ.Εν.Α.Κ και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 (παράγραφος 1.2) είναι οι εξής:

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας [kgCO ₂ /kWh]
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347
Τηλεθέρμανση από Α.Π.Ε.	0,50	---

Η αυξημένη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνει σημαντικά την τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο κτήριο, καθώς και την έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής πρωτογενούς ενέργειας.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών της κατανάλωσης ενέργειας, για τις 4 κλιματολογικές ζώνες της Ελλάδας, για τις 3 εναλλακτικές περιπτώσεις:

- **ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1 - ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX**
- **ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2 - ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ.**
- **ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3 - ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ**

4.7.1 Κλιματική ζώνη Α: Κατανάλωση ενέργειας

4.7.1.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.58. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	5.40	4.20	2.50	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	3.20	16.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	10.0	13.3	12.6	3.40	0.00	0.00	0.00	41.30
ZNX	2.70	2.50	2.60	2.30	2.10	1.70	1.60	1.60	1.60	2.00	2.20	2.50	25.50

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.59. Τελική κατανάλωση ενέργειας

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	8.20	6.50	4.10	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	5.20	25.50
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.80	2.40	2.30	0.60	0.00	0.00	0.00	7.40
ZNX	1.90	1.50	1.10	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.00	1.80	7.90
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.40	1.50	2.10	2.50	2.80	2.90	3.00	2.90	2.60	2.20	1.70	1.40	27.10
Σύνολο	10.2	8.00	5.20	0.70	0.40	1.80	2.40	2.30	0.60	0.20	2.10	6.90	40.70

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.60. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	11.30
Πετρέλαιο θέρμανσης	29.40
Ηλιακή ενέργεια	27.10
Σύνολο	40.70

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.61. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	51.60	32.00
Ψύξη	27.50	21.40
ZNX	29.70	11.70
Σύνολο	108.80	65.20

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.62 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Πετρέλαιο θέρμανσης	32.34	7.76
Ηλεκτρισμός	32.77	11.18
Σύνολο	65.11	18.94

4.7.1.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.63. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	5.40	4.20	2.50	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	3.20	16.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	10.0	13.3	12.6	3.40	0.00	0.00	0.00	41.30
ZNX	2.70	2.50	2.60	2.30	2.10	1.70	1.60	1.60	1.60	2.00	2.20	2.50	25.50

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.64. Τελική κατανάλωση ενέργειας

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.10	1.70	1.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.50	7.20

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.80	2.30	2.20	0.60	0.00	0.00	0.00	7.40
ZNX	0.80	0.60	0.50	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.40	0.70	3.40
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.40	1.50	2.10	2.50	2.80	2.90	3.00	2.90	2.60	2.20	1.70	1.40	27.10
Σύνολο	2.90	2.30	1.70	0.30	0.40	1.80	2.40	2.30	0.60	0.10	1.00	2.20	18.00

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.65. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	18.00
Ηλιακή ενέργεια	27.10
Σύνολο	18.00

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.66. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	31.40	21.00
Ψύξη	27.50	21.40
ZNX	29.70	9.90
Σύνολο	88.50	52.30

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.67 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Ηλεκτρισμός	52.20	17.80
Σύνολο	52.20	17.80

4.7.1.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.68. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	8.90	6.50	3.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	6.70	28.10
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	9.30	13.4	13.4	3.20	0.00	0.00	0.00	41.10
ZNX	2.90	2.60	2.80	2.50	2.20	1.80	1.60	1.60	1.80	2.10	2.40	2.80	27.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.69. Τελική κατανάλωση ενέργειας

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.00	1.60	1.10	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.60	7.30
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.10	1.50	1.50	0.30	0.00	0.00	0.00	4.60
ZNX	0.80	0.60	0.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.50	0.70	3.80
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.20	1.40	2.10	2.20	2.80	2.90	2.90	2.90	2.50	2.00	1.50	1.30	25.70
Σύνολο	2.90	2.20	1.50	0.50	0.30	1.10	1.50	1.50	0.40	0.20	1.30	2.40	15.60

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.70. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	14.60
Ηλιακή ενέργεια	25.70
Σύνολο	15.60

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.71. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	44.40	21.10
Ψύξη	27.00	13.30
ZNX	31.60	9.20
Σύνολο	103.10	43.60

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.72 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Ηλεκτρισμός	42.34	14.44
Σύνολο	42.34	14.44

4.7.2 Κλιματική ζώνη Β: Κατανάλωση ενέργειας

4.7.1.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.58. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	8.90	6.50	3.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	6.70	28.10
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	9.30	13.4	13.4	3.20	0.00	0.00	0.00	41.10
ZNX	2.90	2.60	2.80	2.50	2.20	1.80	1.60	1.60	1.80	2.10	2.40	2.80	27.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.59. Τελική κατανάλωση ενέργειας

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	13.4	9.90	5.40	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	10.1	43.10
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.90	2.70	2.70	0.60	0.00	0.00	0.00	8.30
ZNX	2.40	1.90	1.30	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.50	2.20	10.70
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.20	1.40	2.10	2.20	2.80	2.90	2.90	2.90	2.50	2.00	1.50	1.30	25.70
Σύνολο	15.8	11.8	6.70	1.40	0.40	1.90	2.70	2.70	0.70	0.50	5.20	12.3	62.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.60. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	12.70
Πετρέλαιο θέρμανσης	49.40
Ηλιακή ενέργεια	25.70
Σύνολο	62.10

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.61. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	70.60	51.50
Ψύξη	27.00	24.00
ZNX	31.60	15.80
Σύνολο	129.20	91.20

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.62 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Πετρέλαιο θέρμανσης	54.34	13.04
Ηλεκτρισμός	36.83	12.56
Σύνολο	91.17	25.60

4.7.1.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.63. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	8.90	6.50	3.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	6.70	28.10
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	9.30	13.4	13.4	3.20	0.00	0.00	0.00	41.10
ZNX	2.90	2.60	2.80	2.50	2.20	1.80	1.60	1.60	1.80	2.10	2.40	2.80	27.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.64. Τελική κατανάλωση ενέργειας

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	3.20	2.40	1.50	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	2.50	11.00

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.70	2.40	2.40	0.60	0.00	0.00	0.00	7.30
ZNX	1.00	0.80	0.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.60	0.90	4.50
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.20	1.40	2.10	2.20	2.80	2.90	2.90	2.90	2.50	2.00	1.50	1.30	25.70
Σύνολο	4.20	3.20	2.10	0.60	0.40	1.70	2.40	2.40	0.60	0.20	1.70	3.40	22.90

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.65. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	21.20
Ηλιακή ενέργεια	25.70
Σύνολο	22.90

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.66. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	44.40	32.00
Ψύξη	27.00	21.30
ZNX	31.60	10.00
Σύνολο	103.10	63.30

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.67 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Ηλεκτρισμός	61.48	20.97
Σύνολο	61.48	20.97

4.7.1.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.68. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	8.90	6.50	3.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	6.70	28.10
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	9.30	13.4	13.4	3.20	0.00	0.00	0.00	41.10
ZNX	2.90	2.60	2.80	2.50	2.20	1.80	1.60	1.60	1.80	2.10	2.40	2.80	27.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.69. Τελική κατανάλωση ενέργειας

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.00	1.60	1.10	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.60	7.30
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.10	1.50	1.50	0.30	0.00	0.00	0.00	4.60
ZNX	0.80	0.60	0.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.50	0.70	3.80
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.20	1.40	2.10	2.20	2.80	2.90	2.90	2.90	2.50	2.00	1.50	1.30	25.70
Σύνολο	2.90	2.20	1.50	0.50	0.30	1.10	1.50	1.50	0.40	0.20	1.30	2.40	15.60

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.70. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	14.60
Ηλιακή ενέργεια	25.70
Σύνολο	15.60

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.71. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	44.40	21.10
Ψύξη	27.00	13.30
ZNX	31.60	9.20
Σύνολο	103.10	43.60

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.72 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Ηλεκτρισμός	42.34	14.44
Σύνολο	42.34	14.44

4.7.3 Κλιματική ζώνη Γ: Κατανάλωση ενέργειας τμήματος με χρήση: Κατοικίας

4.7.1.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.58. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	17.7	13.3	9.00	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	8.80	16.1	68.90
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	10.6	9.40	0.00	0.00	0.00	0.00	25.80
ZNX	3.20	2.90	3.00	2.60	2.30	1.90	1.70	1.70	1.90	2.30	2.60	3.10	29.30

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.59. Τελική κατανάλωση ενέργειας

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	26.3	20.0	13.7	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	13.4	24.1	104.20
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.90	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60
ZNX	2.90	2.30	1.90	1.20	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.00	2.70	14.40
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.20	1.30	1.80	2.00	2.50	2.70	2.90	2.80	2.30	1.90	1.40	1.20	23.80
Σύνολο	29.2	22.2	15.7	6.60	0.30	1.10	1.90	1.70	0.00	2.30	15.4	26.8	123.20

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.60. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	11.90
Πετρέλαιο θέρμανσης	111.70
Ηλιακή ενέργεια	23.80
Σύνολο	123.20

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.61. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	142.30	121.80
Ψύξη	16.80	13.40
ZNX	34.10	21.00
Σύνολο	193.20	156.20

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.62 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Πετρέλαιο θέρμανσης	122.87	29.49
Ηλεκτρισμός	34.51	11.77
Σύνολο	157.38	41.26

4.7.1.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.63. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	17.7	13.3	9.00	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	8.80	16.1	68.90
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	10.6	9.40	0.00	0.00	0.00	0.00	25.80
ZNX	3.20	2.90	3.00	2.60	2.30	1.90	1.70	1.70	1.90	2.30	2.60	3.10	29.30

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.64. Τελική κατανάλωση ενέργειας

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	6.20	4.80	3.50	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	3.40	5.70	25.60

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.80	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40
ZNX	1.10	0.90	0.80	0.50	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.80	1.10	6.00
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.20	1.30	1.80	2.00	2.50	2.70	2.90	2.80	2.30	1.90	1.40	1.20	23.80
Σύνολο	7.30	5.70	4.30	2.20	0.10	1.10	1.80	1.60	0.00	0.80	4.20	6.80	36.00

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.65. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	36.30
Ηλιακή ενέργεια	23.80
Σύνολο	36.00

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.66. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	90.60	74.20
Ψύξη	16.80	12.90
ZNX	34.10	17.30
Σύνολο	141.40	104.40

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.67 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Ηλεκτρισμός	105.27	35.90
Σύνολο	105.27	35.90

4.7.1.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.68. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	17.7	13.3	9.00	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	8.80	16.1	68.90
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	10.6	9.40	0.00	0.00	0.00	0.00	25.80
ZNX	3.20	2.90	3.00	2.60	2.30	1.90	1.70	1.70	1.90	2.30	2.60	3.10	29.30

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.69. Τελική κατανάλωση ενέργειας

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	3.80	3.00	2.30	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	2.20	3.50	16.30
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70
ZNX	0.90	0.70	0.60	0.40	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.70	0.90	4.90
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.20	1.30	1.80	2.00	2.50	2.70	2.90	2.80	2.30	1.90	1.40	1.20	23.80
Σύνολο	4.70	3.70	2.90	1.60	0.10	0.70	1.10	1.00	0.00	0.70	2.90	4.40	24.00

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.70. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	24.20
Ηλιακή ενέργεια	23.80
Σύνολο	24.00

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.71. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	90.60	47.40
Ψύξη	16.80	7.80
ZNX	34.10	14.30
Σύνολο	141.40	69.50

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.72 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Ηλεκτρισμός	70.18	23.93
Σύνολο	70.18	23.93

4.7.4 Κλιματική ζώνη Δ: Κατανάλωση ενέργειας τμήματος

4.7.1.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.58. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	24.1	17.9	11.9	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	12.7	21.8	94.20
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.70	7.50	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	18.40
ZNX	3.40	3.00	3.20	2.70	2.50	2.10	1.90	1.90	2.00	2.50	2.80	3.20	31.20

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.59. Τελική κατανάλωση ενέργειας

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	35.7	26.6	18.0	6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.90	19.1	32.3	140.90
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.50	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70
ZNX	2.90	2.30	2.00	1.20	0.60	0.00	0.00	0.00	0.10	1.10	2.00	2.80	15.10
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.50	1.50	2.00	2.10	2.40	2.70	2.80	2.70	2.30	1.90	1.50	1.30	24.70
Σύνολο	38.6	28.9	19.9	7.50	0.60	1.00	1.50	1.30	0.10	4.00	21.2	35.1	159.70

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.60. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	10.90
Πετρέλαιο θέρμανσης	149.00
Ηλιακή ενέργεια	24.70
Σύνολο	159.70

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.61. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	171.70	162.20
Ψύξη	12.20	10.70
ZNX	36.40	22.00
Σύνολο	220.30	194.90

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.62 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Πετρέλαιο θέρμανσης	163.90	39.34
Ηλεκτρισμός	31.61	10.78
Σύνολο	195.51	50.12

4.7.1.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.63. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	24.1	17.9	11.9	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	12.7	21.8	94.20
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.70	7.50	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	18.40
ZNX	3.40	3.00	3.20	2.70	2.50	2.10	1.90	1.90	2.00	2.50	2.80	3.20	31.20

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.64. Τελική κατανάλωση ενέργειας

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	8.20	6.20	4.40	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	4.60	7.50	33.50

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	1.30	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30
ZNX	1.10	0.90	0.80	0.50	0.20	0.00	0.00	0.00	0.10	0.50	0.80	1.10	6.20
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.50	1.50	2.00	2.10	2.40	2.70	2.80	2.70	2.30	1.90	1.50	1.30	24.70
Σύνολο	9.30	7.10	5.20	2.40	0.20	0.90	1.40	1.10	0.10	1.20	5.40	8.60	43.00

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.65. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	43.20
Ηλιακή ενέργεια	24.70
Σύνολο	43.00

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.66. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	110.70	97.10
Ψύξη	12.20	9.50
ZNX	36.40	18.10
Σύνολο	159.30	124.70

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.67 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Ηλεκτρισμός	125.28	42.72
Σύνολο	125.28	42.72

4.7.1.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 4.68. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	24.1	17.9	11.9	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	12.7	21.8	94.20
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.70	7.50	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	18.40
ZNX	3.40	3.00	3.20	2.70	2.50	2.10	1.90	1.90	2.00	2.50	2.80	3.20	31.20

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον επόμενο πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 4.69. Τελική κατανάλωση ενέργειας

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	5.00	3.80	2.80	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	2.90	4.60	20.80
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.80	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
ZNX	0.90	0.80	0.70	0.40	0.20	0.00	0.00	0.00	0.10	0.40	0.70	0.90	5.10
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.50	1.50	2.00	2.10	2.40	2.70	2.80	2.70	2.30	1.90	1.50	1.30	24.70
Σύνολο	5.90	4.60	3.40	1.80	0.20	0.60	0.80	0.70	0.10	0.90	3.60	5.50	28.00

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.70. Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m ²]	
Ηλεκτρισμός	28.20
Ηλιακή ενέργεια	24.70
Σύνολο	28.00

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.71. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	110.70	60.40
Ψύξη	12.20	5.90
ZNX	36.40	14.90
Σύνολο	159.30	81.20

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.72 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

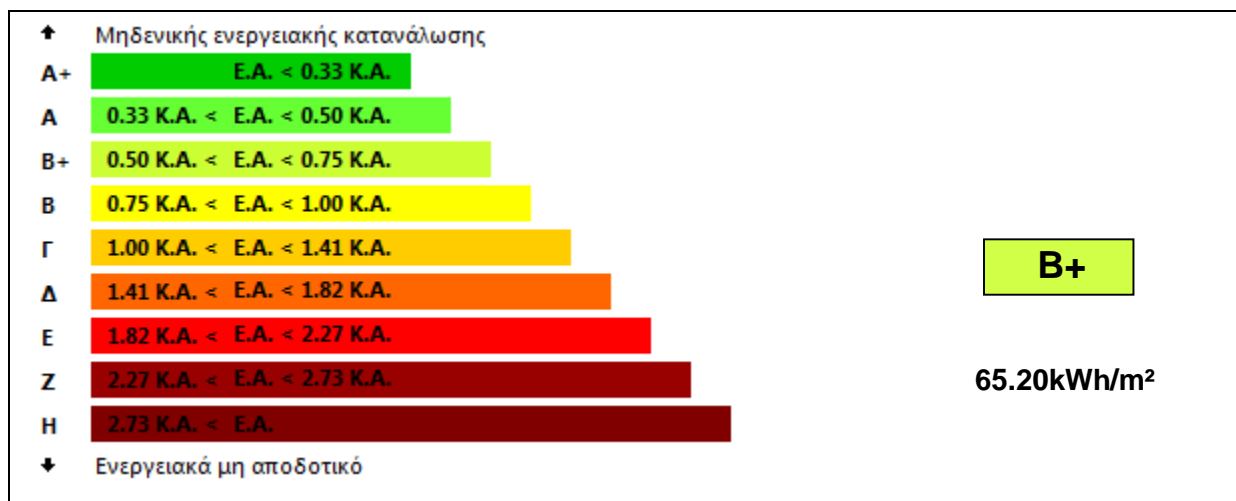
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m ²]
Ηλεκτρισμός	81.78	27.89
Σύνολο	81.78	27.89

4.7.5 Ενεργειακή κατάταξη Κλιματική ζώνη Α

Ενεργειακή κατάταξη

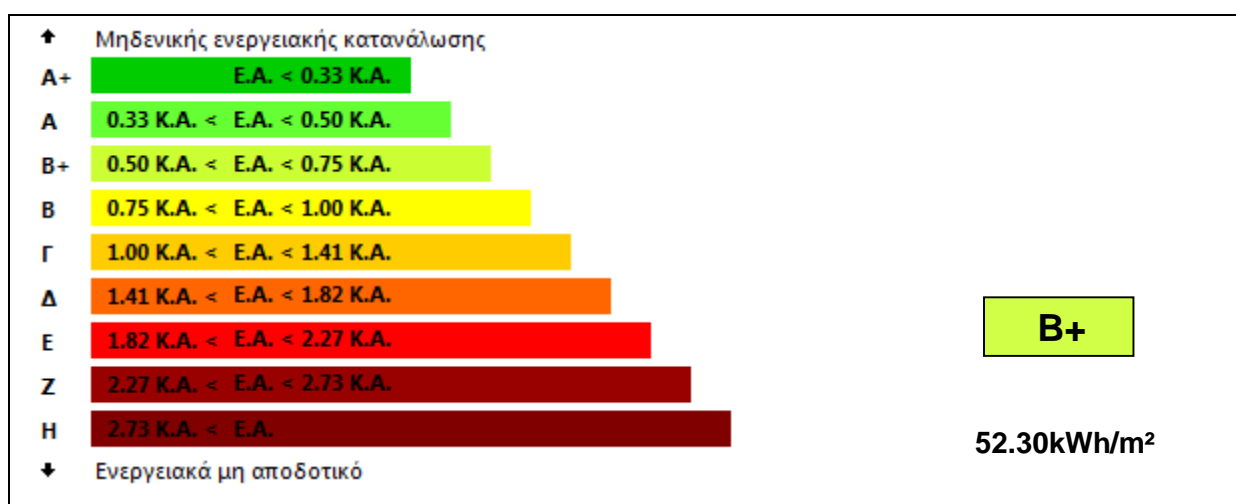
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX



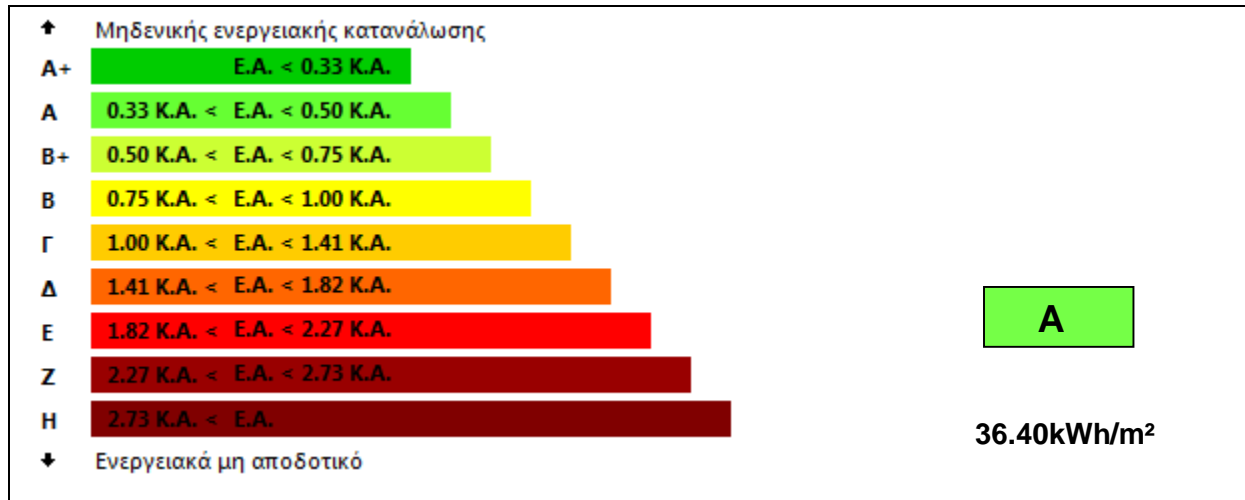
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ.



ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNΧ ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

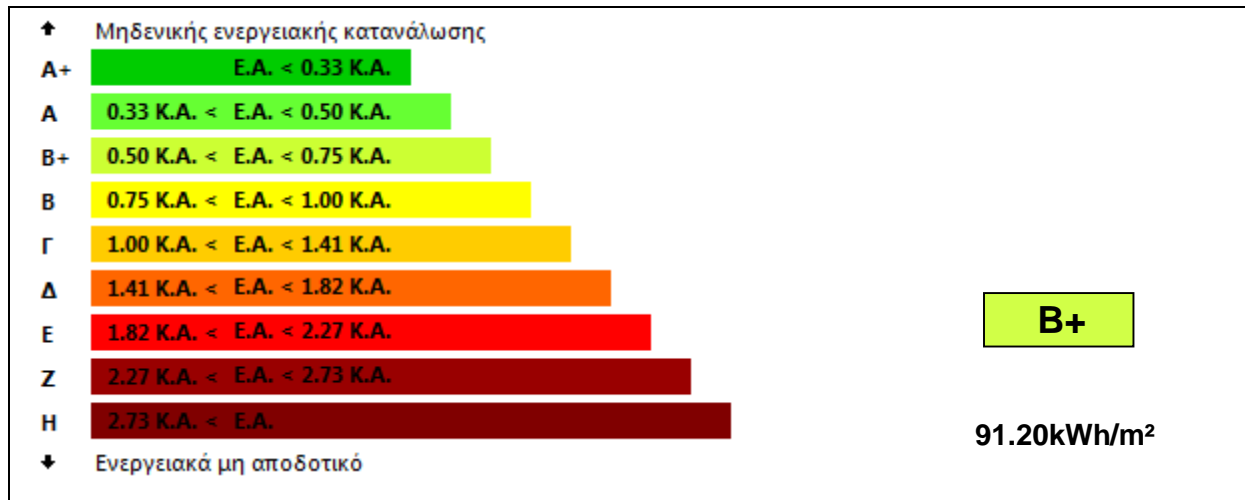


4.7.6 Ενεργειακή κατάταξη Κλιματική ζώνη Β

Ενεργειακή κατάταξη

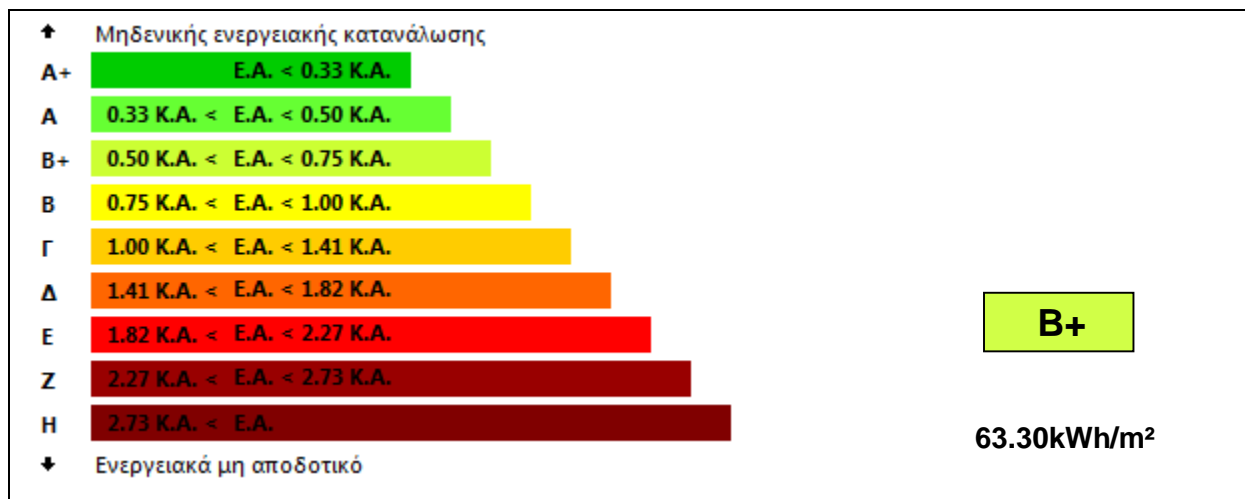
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNΧ



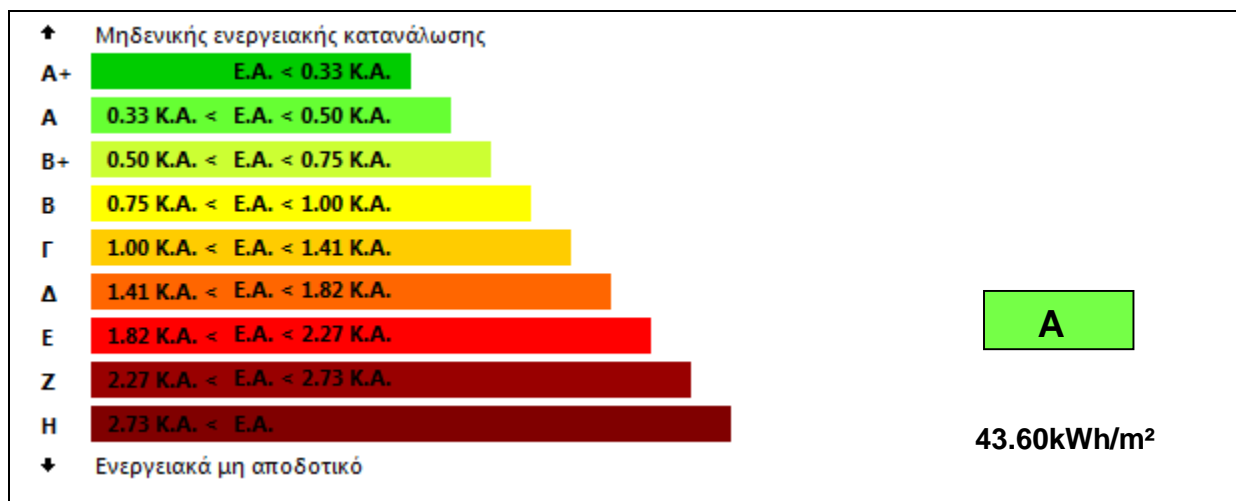
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNΧ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ.



ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNΧ ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

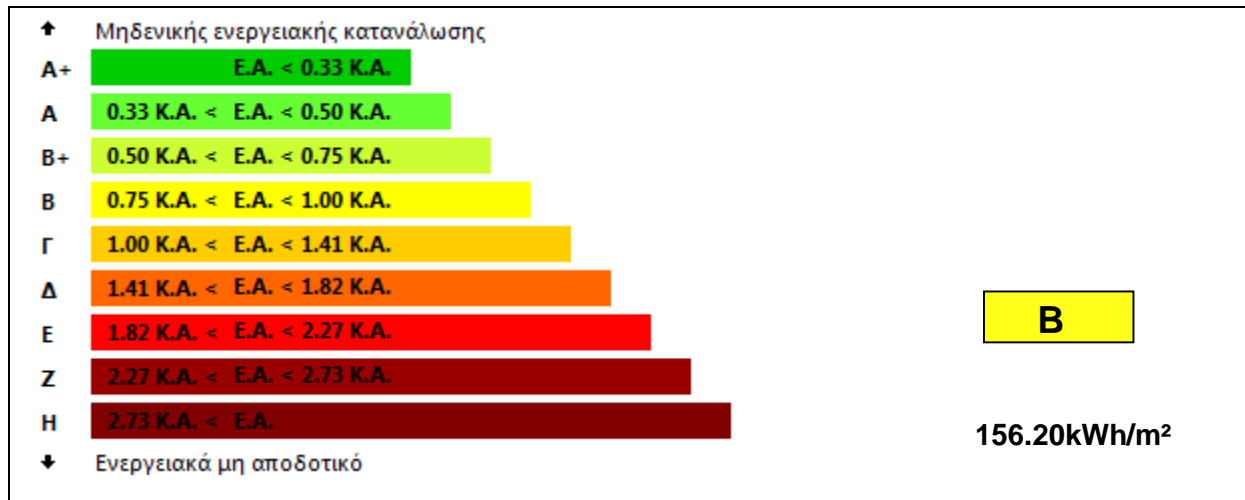


4.7.7 Ενεργειακή κατάταξη Κλιματική ζώνη Γ

Ενεργειακή κατάταξη

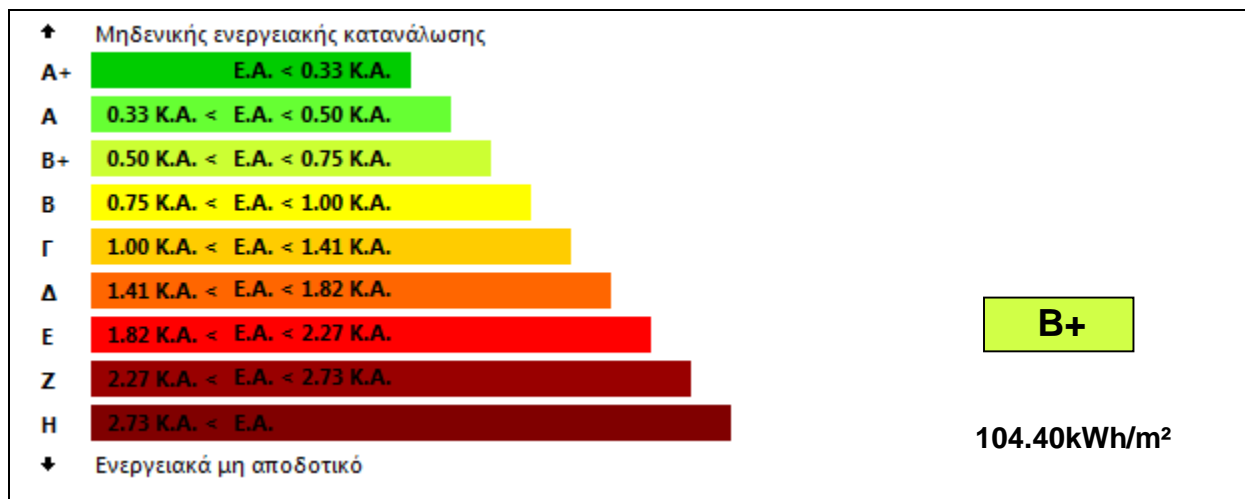
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNΧ



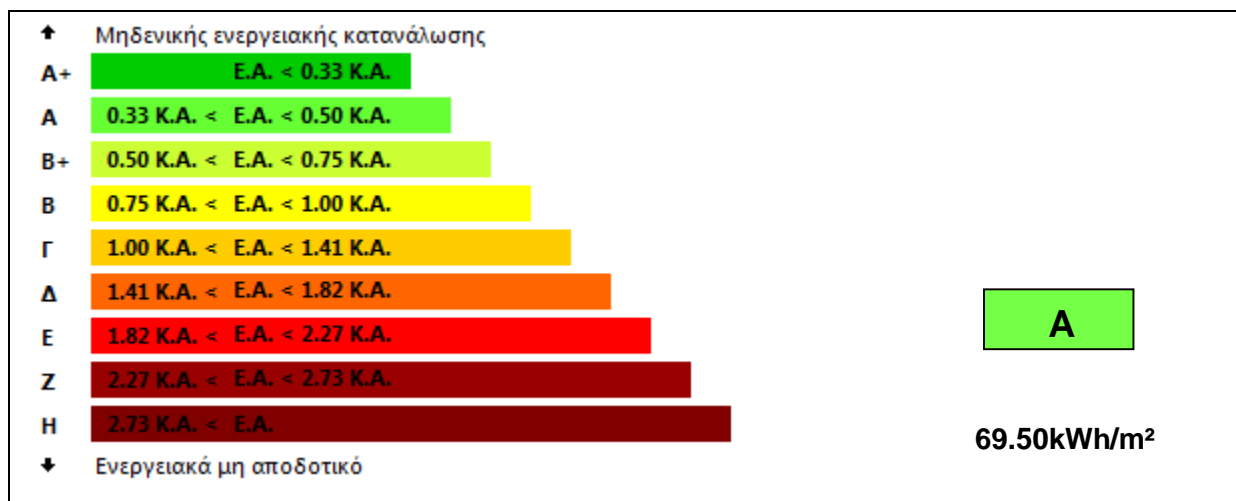
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNΧ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ.



ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNΧ ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

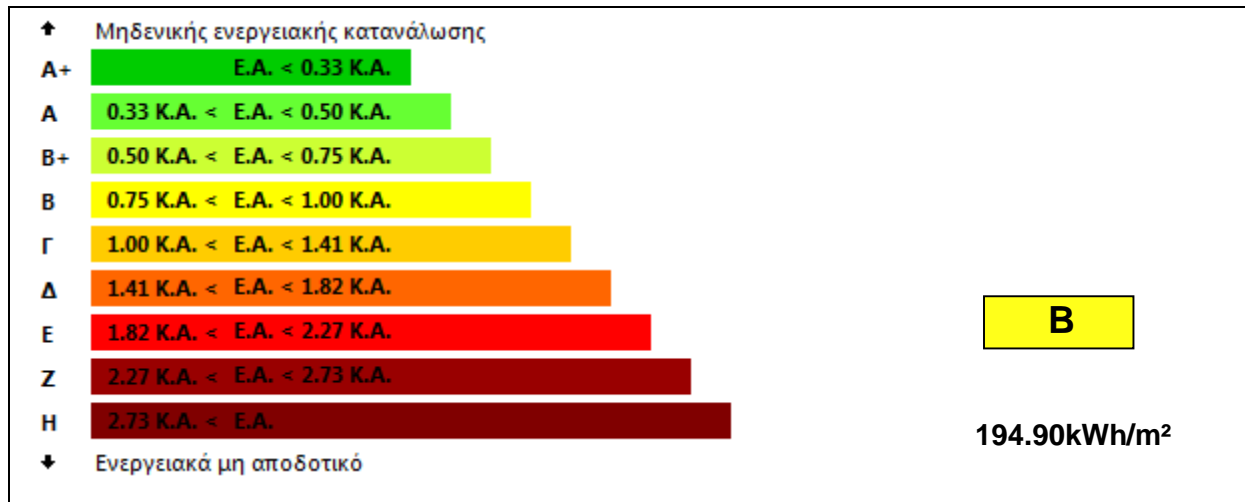


4.7.8 Ενεργειακή κατάταξη Κλιματική ζώνη Δ

Ενεργειακή κατάταξη

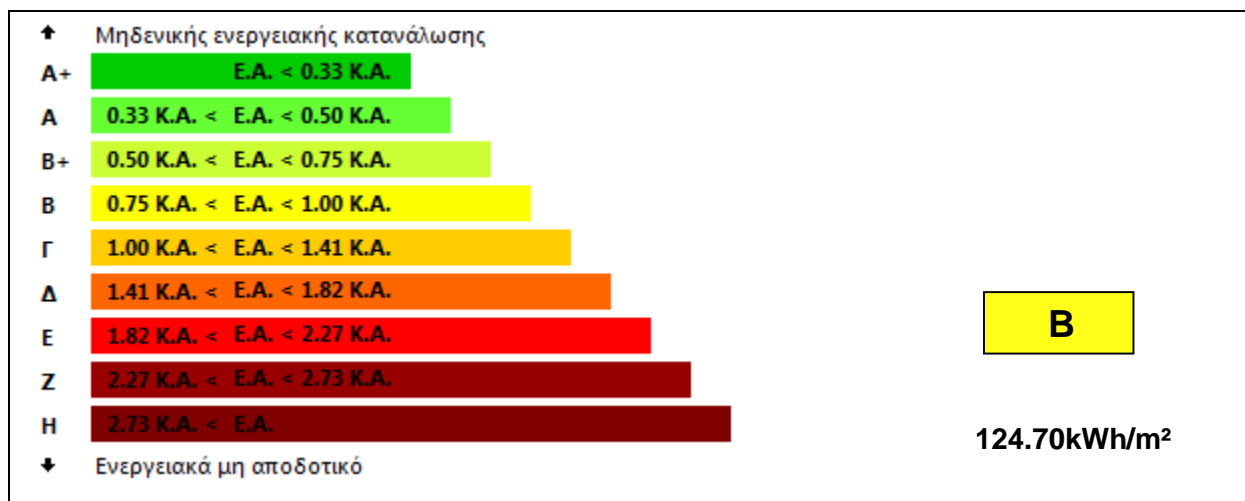
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNΧ



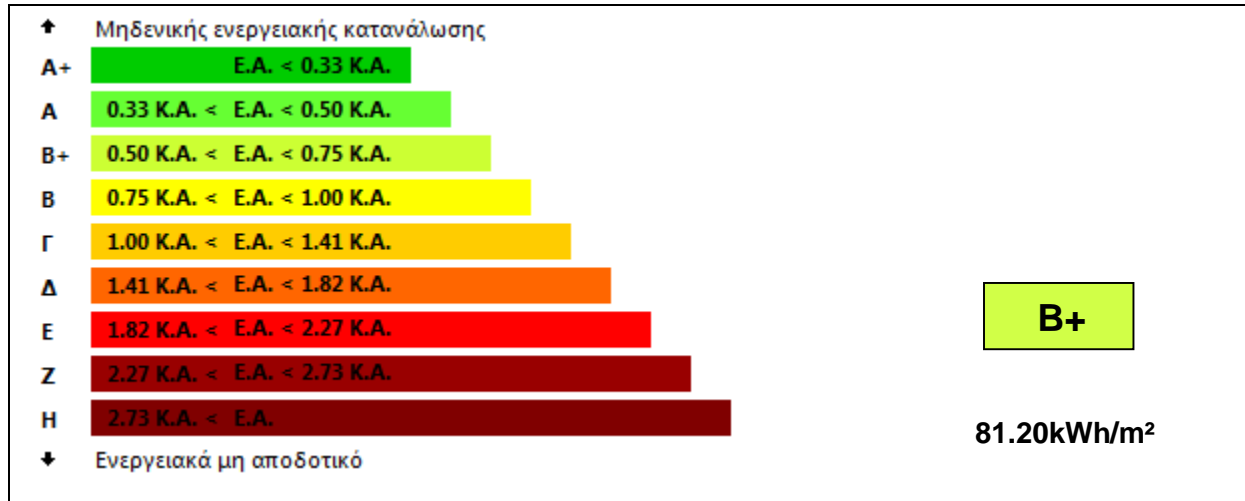
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNΧ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ.



ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNΧ ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ



4.8. Βιβλιογραφία, πρότυπα, κανονισμοί

Για τη σύνταξη της μελέτης αυτής χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα πρότυπα, κανονισμοί, επιστημονικά συγγράμματα και δημοσιεύσεις:

Οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων».

Φ.Ε.Κ. 89, νόμος 3661/19-05-2008. «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις».

Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010, «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων- Κ.Εν.Α.Κ.».

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων».

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».

Duffie A. John., Beckman A. William, «Solar Engineering of Thermal Processes». John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.

Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα

5.1 Αποτελέσματα ενεργειακής μελέτης

5.1.1. ΖΩΝΗ Α

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ 96 τ.μ.			
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX			
Θέρμανση: Λέβητας πετρελαίου και θερμαντικά σώματα			
Κλιματισμός: Τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου			
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας			
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Ηράκλειο (Α)	B+	65,10	6249,60
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Θέρμανση		32,00	3072,00
Ψύξη		21,40	2054,40
ZNX		11,70	1123,20
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ. (C.O.P.=3,5)			
Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils			
Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils			
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας			
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Ηράκλειο (Α)	B+	52,3	5020,8
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Θέρμανση		21,00	2016,00
Ψύξη		21,40	2054,40
ZNX		9,90	950,40
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ (C.O.P.=7)			
Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils			
Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils			
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας			
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Ηράκλειο (Α)	B+	36,5	3504,0
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Θέρμανση		14,80	1420,80
Ψύξη		13,40	1286,40
ZNX		8,30	796,80

5.1.2. ΖΩΝΗ Β

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ 96 τ.μ.			
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX			
Θέρμανση: Λέβητας πετρελαίου και θερμαντικά σώματα			
Κλιματισμός: Τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου			
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας			
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Πάτρα (B)	B+	91,30	8764,80
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Θέρμανση		51,50	4944,00
Ψύξη		24,00	2304,00
ZNX		15,80	1516,80
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ. (C.O.P.=3,5)			
Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils			
Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils			
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας			
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Πάτρα (B)	B+	63,3	6076,8
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Θέρμανση		32,00	3072,00
Ψύξη		21,30	2044,80
ZNX		10,00	960,00
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ (C.O.P.=7)			
Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils			
Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils			
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας			
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Πάτρα (B)	A	43,6	4185,6
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Θέρμανση		21,10	2025,60
Ψύξη		13,30	1276,80
ZNX		9,20	883,20

5.1.3. ΖΩΝΗ Γ

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ 96 τ.μ.			
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX			
Θέρμανση: Λέβητας πετρελαίου και θερμαντικά σώματα			
Κλιματισμός: Τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου			
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας			
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Ιωάννινα (Γ)	B	156,20	14995,20
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Θέρμανση		121,80	11692,80
Ψύξη		13,40	1286,40
ZNX		21,00	2016,00
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ. (C.O.P.=3,5)			
Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils			
Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils			
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας			
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Ιωάννινα (Γ)	B+	104,4	10022,4
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Θέρμανση		74,20	7123,20
Ψύξη		12,90	1238,40
ZNX		17,30	1660,80
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ (C.O.P.=7)			
Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils			
Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils			
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας			
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Ιωάννινα (Γ)	A	69,5	6672,0
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Θέρμανση		47,40	4550,40
Ψύξη		7,80	748,80
ZNX		14,30	1372,80

5.1.4. ΖΩΝΗ Δ

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ 96 τ.μ.			
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX			
Θέρμανση: Λέβητας πετρελαίου και θερμαντικά σώματα			
Κλιματισμός: Τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου			
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας			
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Φλώρινα (Δ)	B	194,90	18710,40
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Θέρμανση		162,20	15571,20
Ψύξη		10,70	1027,20
ZNX		22,00	2112,00
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ. (C.O.P.=3,5)			
Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils			
Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils			
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας			
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Φλώρινα (Δ)	B	124,7	11971,2
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Θέρμανση		97,10	9321,60
Ψύξη		9,50	912,00
ZNX		18,10	1737,60
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ (C.O.P.=7)			
Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils			
Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils			
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας			
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Φλώρινα (Δ)	B+	81,2	7795,2
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
Θέρμανση		60,40	5798,40
Ψύξη		5,90	566,40
ZNX		14,90	1430,40

5.2 Οικονομοτεχνική ανάλυση

Για την κάθε διαφορετική περίπτωση εφαρμογής των συστημάτων θέρμανσης – ψύξης στην υπό μελέτη κατοικία, προκύπτει ένα διαφορετικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης. Επίσης ανάλογα με τις κλιματικές ζώνες και ανάλογα στην κάθε περίπτωση 1,2,3, το κάθε σύστημα θέρμανσης – ψύξης έχει διαφορετικό κόστος λειτουργίας και συντήρησης.

Το κόστος εγκατάστασης εξαρτάται από την επιλογή των συστημάτων και για την εφαρμογή της παρούσας μελέτης, επιλέχθηκαν τα κόστη που βρίσκονται στους παρακάτω πίνακες. Βάσει των τιμών της Ελληνικής αγοράς του 2017.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX

Σύστημα	Κόστος εγκατάστασης (€)
Θέρμανση: Λέβητας πετρελαίου και θερμαντικά σώματα	3000,00
Κλιματισμός: Τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου	2000,00
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας	1300,00

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ.

Σύστημα	Κόστος εγκατάστασης (€)
Θέρμανση & Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με Fan Coils	7500,00
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας	1300,00

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

Σύστημα	Κόστος εγκατάστασης (€)
Θέρμανση & Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με Fan Coils	11000,00
ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας	1300,00

Το κόστος λειτουργίας εξαρτάται από το σύστημα θέρμανσης – ψύξης που έχει επιλεγεί. Συγκεκριμένα εξαρτάται από την κατανάλωση ενέργειας του συγκεκριμένου συστήματος σε συνδυασμό με την τιμή αγοράς της αντίστοιχης ενεργειακής πηγής. Για την περίπτωση του λέβητα η τιμή του πετρελαίου είναι 0,95 €/lt ενώ για τις αντλίες θερμότητας είναι η τιμή του ρεύματος 0,19 €/kwh για τον λέβητα πετρελίου.

Επίσης εξαρτάται από τις κλιματικές ζώνες, έχοντας εξασφαλίσει τις καλύτερες συνθήκες προστασίας από απώλειες θέρμανσης – ψύξης φορτίων, υπολογίζοντας διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας άρα και κατανάλωσης για την κάθε κλιματική ζώνη.

Τέλος, το κόστος συντήρησης εξαρτάται και αυτό από την επιλογή του συστήματος και φαίνεται στους παρακάτω πίνακες:

Περίπτωση 1

Κατηγορία χρήσης	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Θέρμανση	30,47	49,03	115,96	154,43
Ψύξη	38,01	42,62	23,80	19,00
ZNX	13,07	17,65	23,45	24,57
Σύνολο	81,54	109,30	163,22	198,00

Περίπτωση 2

Κατηγορία χρήσης	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Θέρμανση	10,66	16,24	37,65	49,27
Ψύξη	10,86	10,81	6,55	4,82
ZNX	5,02	5,07	8,78	9,18
Σύνολο	26,54	32,12	52,98	63,28

Περίπτωση 3

Κατηγορία χρήσης	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Θέρμανση	15,02	21,41	48,10	61,30
Ψύξη	13,60	13,50	7,92	5,99
ZNX	8,42	9,34	14,51	15,12
Σύνολο	37,04	44,25	70,53	82,41

Συνδυάζοντας τα παραπάνω κόστη και υπολογίζοντας το συνολικό ετήσιο κόστος για κάθε έτος λειτουργίας του, δημιουργούμε τους παρακάτω πίνακες ανά κλιματική ζώνη. Οι πίνακες είναι ξεχωριστοί για την κάθε περίπτωση 1,2,3 στην κάθε κλιματική ζώνη και δείχνουν την κατανάλωση, τα κόστη ξεχωριστά και το συνολικό κόστος για την λειτουργία των συστημάτων της κάθε περίπτωσης από το 1^ο έτος έως και το 30^ο έτος λειτουργίας.

5.2.1. ΖΩΝΗ Α

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ 96 τ.μ.							
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX							
Θέρμανση: Λέβητας πετρελαίου και θερμαντικά σώματα Κλιματισμός: Τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας							
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό Ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Ηράκλειο (Α)	B+	65,10	6249,60	815,40	81,54	896,94	6300,00
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό Ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Θέρμανση		32,00	3072,00	304,67	30,47	335,13	3000,00
Ψύξη		21,40	2054,40	380,06	38,01	418,07	2000,00
ZNX		11,70	1123,20	130,67	13,07	143,74	1300,00
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ. (C.O.P.=3,5)							
Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας							
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό Ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Ηράκλειο (Α)	B+	52,3	5020,8	265,4	26,54	291,92	8800,0
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό Ετήσιο κόστος (€)
Θέρμανση		21,00	2016,00	106,56	10,66	117,22	7500,00
Ψύξη		21,40	2054,40	108,59	10,86	119,45	0,00
ZNX		9,90	950,40	50,24	5,02	55,26	1300,00

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ (C.O.P.=7)

Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils

Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils

ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας

Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό Ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Ηράκλειο (Α)	A	36,5	3504,0	92,6	37,04	129,65	12300,0
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό Ετήσιο κόστος (€)
Θέρμανση		14,80	1420,80	37,55	15,02	52,57	11000,00
Ψύξη		13,40	1286,40	34,00	13,60	47,60	0,00
ZNX		8,30	796,80	21,06	8,42	29,48	1300,00

5.2.2. ΖΩΝΗ Β

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ 96 τ.μ.							
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX							
Θέρμανση: Λέβητας πετρελαίου και θερματικά σώματα Κλιματισμός: Τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας							
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Πάτρα (B)	B+	91,30	8764,80	1093,03	109,30	1202,33	6300,00
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Θέρμανση		51,50	4944,00	490,32	49,03	539,35	3000,00
Ψύξη		24,00	2304,00	426,24	42,62	468,86	2000,00
ZNX		15,80	1516,80	176,46	17,65	194,11	1300,00
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ. (C.O.P.=3,5)							
Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας							
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Πάτρα (B)	B+	63,3	6076,8	321,2	32,12	353,32	8800,0
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Θέρμανση		32,00	3072,00	162,38	16,24	178,61	7500,00
Ψύξη		21,30	2044,80	108,08	10,81	118,89	0,00
ZNX		10,00	960,00	50,74	5,07	55,82	1300,00

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ (C.O.P.=7)

Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils

Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils

ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας

Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Πάτρα (B)	A	43,6	4185,6	110,6	44,25	154,87	12300,0
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Θέρμανση		21,10	2025,60	53,53	21,41	74,95	11000,00
Ψύξη		13,30	1276,80	33,74	13,50	47,24	0,00
ZNX		9,20	883,20	23,34	9,34	32,68	1300,00

5.2.3. ΖΩΝΗ Γ

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ 96 τ.μ.							
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX							
Θέρμανση: Λέβητας πετρελαίου και θερματικά σώματα Κλιματισμός: Τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας							
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Ιωάννινα (Γ)	B	156,20	14995,20	1632,16	1632,16	163,22	1795,38
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Θέρμανση		121,80	11692,80	1159,64	115,96	1275,60	3000,00
Ψύξη		13,40	1286,40	237,98	23,80	261,78	2000,00
ZNX		21,00	2016,00	234,54	23,45	258,00	1300,00
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ. (C.O.P.=3,5)							
Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας							
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Ιωάννινα (Γ)	B+	104,4	10022,4	529,8	52,98	582,73	8800,0
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Θέρμανση		74,20	7123,20	376,51	37,65	414,16	7500,00
Ψύξη		12,90	1238,40	65,46	6,55	72,00	0,00
ZNX		17,30	1660,80	87,79	8,78	96,56	1300,00

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ (C.O.P.=7)

Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils

Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils

ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας

Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Ιωάννινα (Γ)	A	69,5	6672,0	176,3	70,53	246,86	12300,0
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Θέρμανση		47,40	4550,40	120,26	48,10	168,36	11000,00
Ψύξη		7,80	748,80	19,79	7,92	27,71	0,00
ZNX		14,30	1372,80	36,28	14,51	50,79	1300,00

5.2.4. ΖΩΝΗ Δ

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ 96 τ.μ.							
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX							
Θέρμανση: Λέβητας πετρελαίου και θερματικά σώματα Κλιματισμός: Τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας							
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Φλώρινα (Δ)	B	194,90	18710,40	1980,02	198,00	2178,02	6300,00
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Θέρμανση		162,20	15571,20	1544,28	154,43	1698,71	3000,00
Ψύξη		10,70	1027,20	190,03	19,00	209,04	2000,00
ZNX		22,00	2112,00	245,71	24,57	270,28	1300,00
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ. (C.O.P.=3,5)							
Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας							
Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Φλώρινα (Δ)	B	124,7	11971,2	632,8	63,28	696,04	8800,0
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Θέρμανση		97,10	9321,60	492,71	49,27	541,98	7500,00
Ψύξη		9,50	912,00	48,21	4,82	53,03	0,00
ZNX		18,10	1737,60	91,84	9,18	101,03	1300,00

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ (C.O.P.=7)

Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με fan coils

Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με fan coils

ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας

Κλιματική ζώνη	Κατηγορία	Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Φλώρινα (Δ)	B+	81,2	7795,2	206,0	82,41	288,42	12300,0
Κατηγορία χρήσης		Κατανάλωση (kWh/m ²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Λειτουργικό ετήσιο κόστος (€)	Ετήσιο κόστος συντήρησης (€)	Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	Κόστος εγκατάστασης (€)
Θέρμανση		60,40	5798,40	153,24	61,30	214,54	11000,00
Ψύξη		5,90	566,40	14,97	5,99	20,96	0,00
ZNX		14,90	1430,40	37,80	15,12	52,92	1300,00

5.3 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης

Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα των καταναλώσεων της κατοικίας που επιλέχθηκε ανά κλιματική ζώνη και των 3 παρακάτω περιπτώσεων:

1. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX

Θέρμανση: Λέβητας πετρελαίου και θερμαντικά σώματα

Κλιματισμός: Τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου

ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας

2. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ Α.Θ.

Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με Fan Coils

Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με Fan Coils

ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας

3. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ZNX ΜΕ Α.Θ. ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

Θέρμανση: Αντλία θερμότητας με Fan Coils

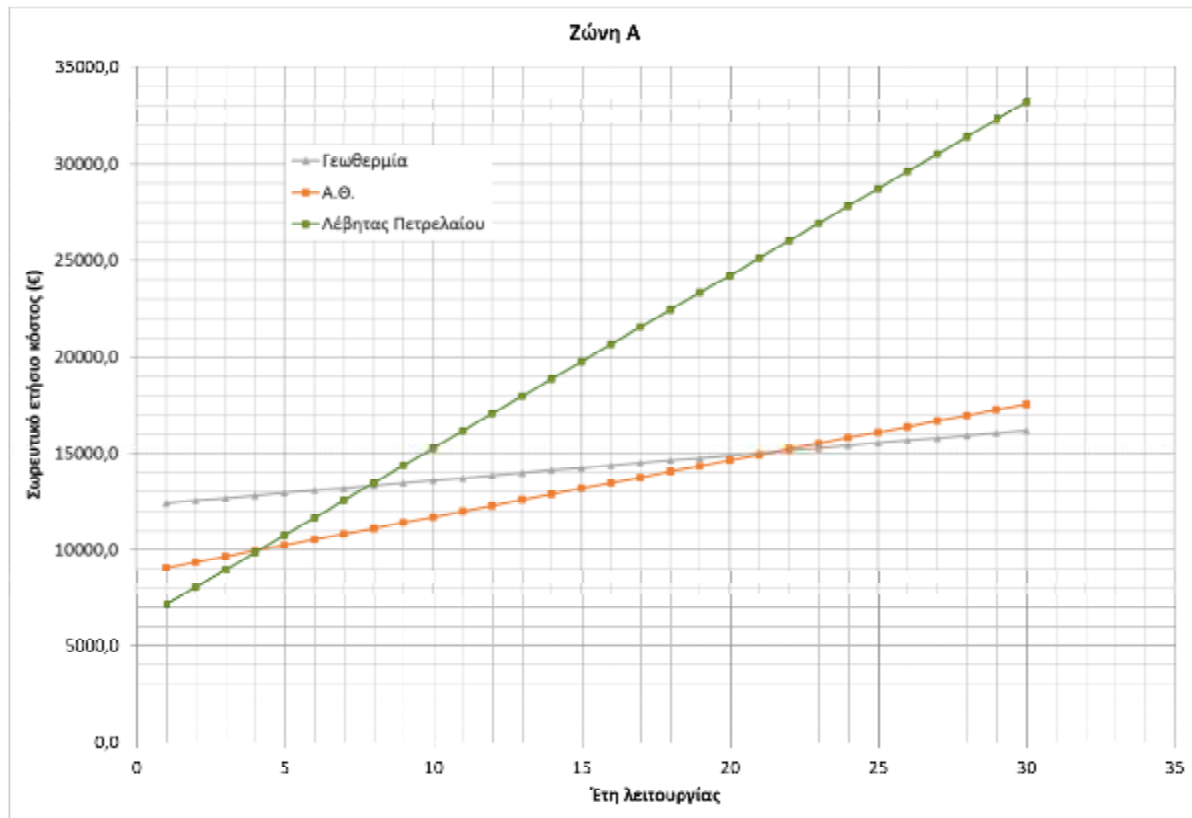
Κλιματισμός: Αντλία θερμότητας με Fan Coils

ZNX: Boiler τριπλής ενέργειας

Με την οικονομοτεχνική μελέτη του κόστους εγκατάστασης και του συνολικού ετήσιου κόστους (λειτουργίας και συντήρησης) προκύπτει ως αποτέλεσμα, το ετήσιο συνολικό κόστος ανά έτος.

Από την ανάλυση του ετήσιου συνολικού κόστους, εξάγουμε τα παρακάτω γραφήματα, όπου παρατηρούμε τις μεταβολές του κόστους ανά έτος για τις 3 περιπτώσεις συστημάτων θέρμανσης – ψύξης. Συγκεκριμένα στον άξονα χ είναι ο χρόνος σε έτη λειτουργίας των συστημάτων και στον άξονα ψ είναι το κόστος σε € που περιλαμβάνει το συνολικό ετήσιο κόστος (λειτουργίας και συντήρησης) καθώς και το κόστος εγκατάστασης.

5.3.1 Ζώνη Α



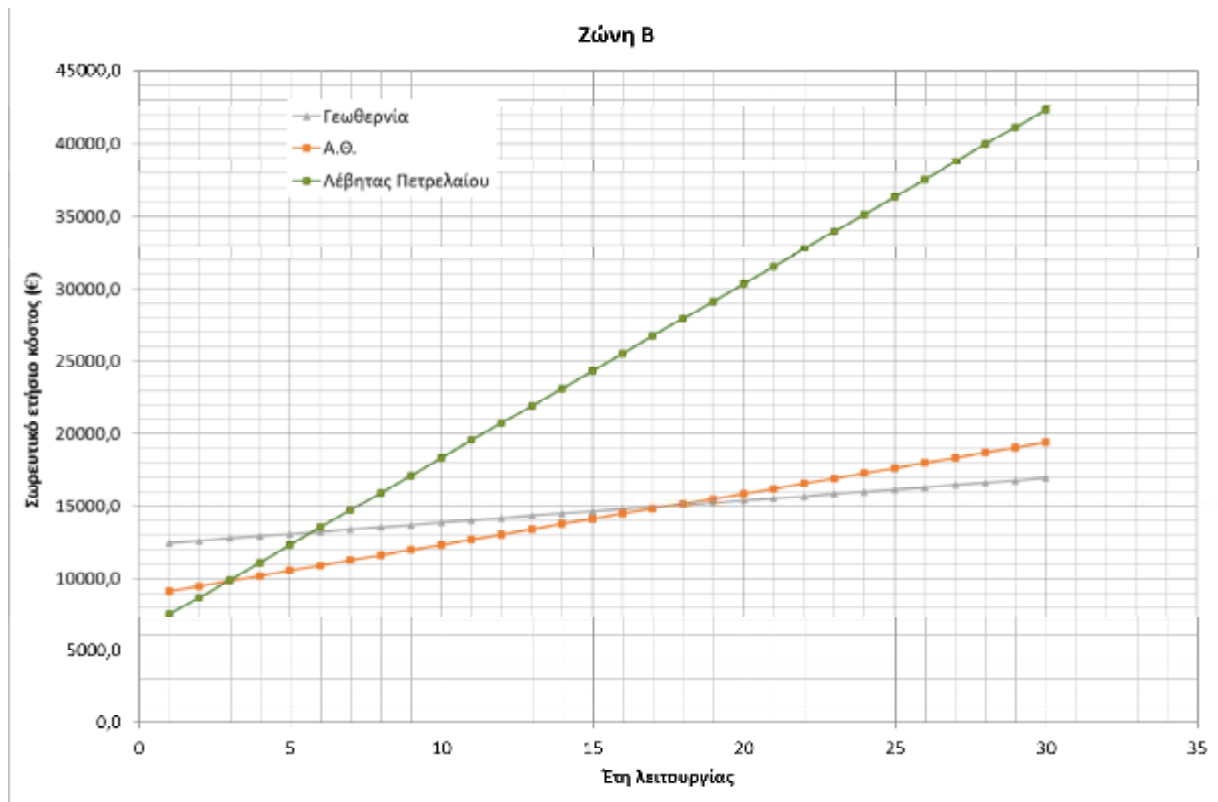
Αναλύοντας το διάγραμμα Α, στην κλιματική ζώνη Α, παρατηρούμε ότι στην αρχή του χρόνου, τα πρώτα 4 έτη, το κόστος της περίπτωσης 1 είναι χαμηλότερο, ξεκινώντας από 6300€, ακολουθεί το κόστος της περίπτωσης 2 με 8800€ περίπου και πιο ακριβό είναι το κόστος της περίπτωσης 3 με 12.300€.

Ανάμεσα στα 4 με 8 έτη αλλάζει το ετήσιο κόστος της περίπτωσης 2 και γίνεται μικρότερο της περίπτωσης 1, ενώ η περίπτωση 3 εξακολουθεί να είναι η πιο ακριβή λύση. Τα κόστη αυτά κυμαίνονται από 10.000€ έως 13.000€.

Στην συνέχεια και μέχρι τα 22 περίπου έτη συνεχίζει η περίπτωση 2 να είναι η οικονομικότερη, με μικρή όμως διαφορά από την περίπτωση 3, περίπου έως 2.500€ μεταξύ τους. Ενώ στην περίπτωση 1 του συμβατικού συστήματος το κόστος είναι πολύ μεγαλύτερο, από 13.000€ στα 8 έτη έως 26.000€ στα 22 έτη.

Τέλος, μετά τα 22 χρόνια, το χαμηλότερο κόστος είναι της περίπτωσης 3, δηλαδή της αντλίας θερμότητας με γεωθερμία, ακολουθεί με μικρή διαφορά η περίπτωση 2 και παραμένει η πιο ακριβή λύση η περίπτωση 1 με μεγάλη διαφορά.

5.3.2 Ζώνη Β



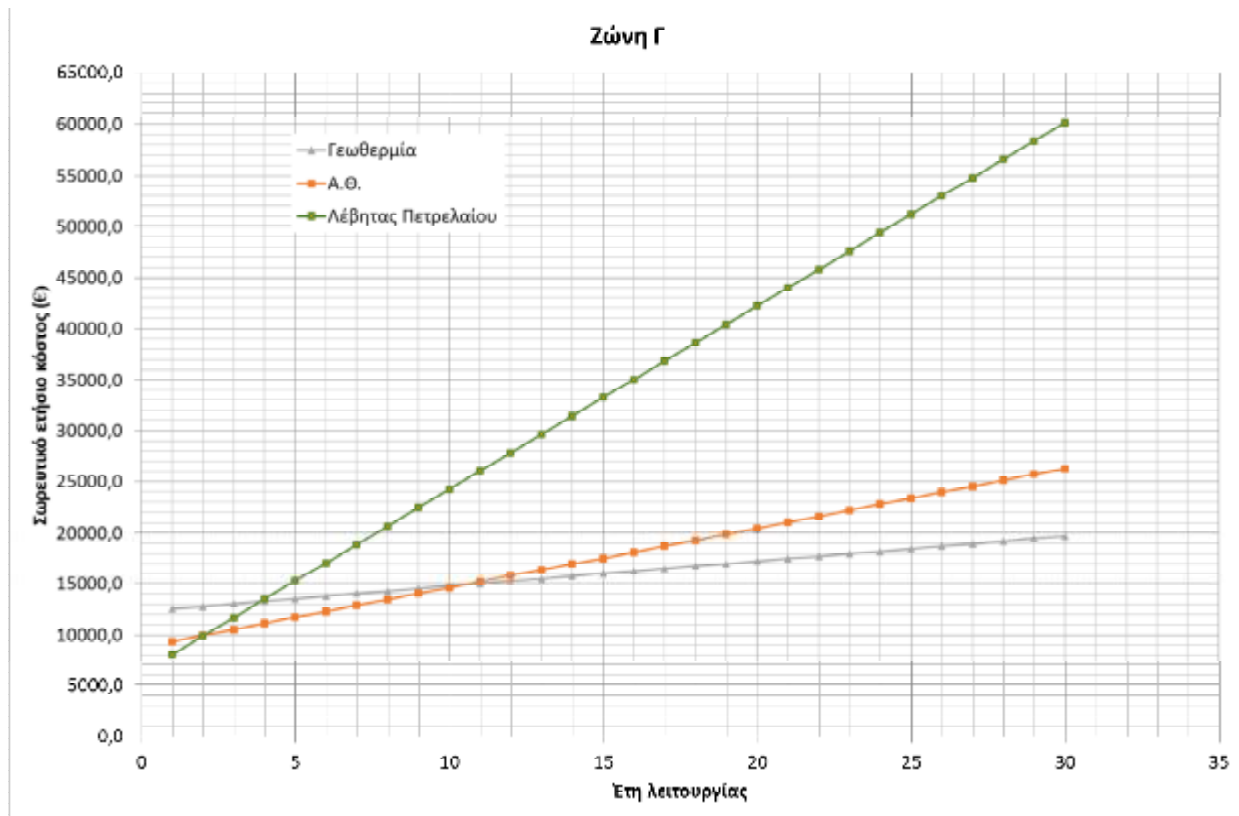
Στο διάγραμμα Β για την κλιματική ζώνη Β, παρατηρούμε ότι στην αρχή του χρόνου, τα πρώτα 4 έτη, το κόστος της περίπτωσης 1 είναι χαμηλότερο, ξεκινώντας από 6300€, ακολουθεί το κόστος της περίπτωσης 2 με 8800€ περίπου και πιο ακριβό είναι το κόστος της περίπτωσης 3 με 12.300€.

Ανάμεσα στα 3 με 6 έτη αλλάζει το ετήσιο κόστος της περίπτωσης 2 και γίνεται μικρότερο της περίπτωσης 1, ενώ η περίπτωση 3 εξακολουθεί να είναι η πιο ακριβή λύση. Τα κόστη αυτά κυμαίνονται από 10.000€ έως 14.000€.

Στην συνέχεια, μεταξύ των 6 με 18 ετών, συνεχίζει η περίπτωση 2 να έχει το χαμηλότερο κόστος με μικρή διαφορά από την 3, περίπου έως 2.000€ μεταξύ τους, ενώ στην περίπτωση 1 του συμβατικού συστήματος το κόστος εκτινάσσεται από 13.000€ σε 28.000€, έχοντας διαφορά από τα εναλλακτικά συστήματα στα 18 χρόνια περίπου 13.000€.

Μετά το πέρας των 18 ετών, διακρίνουμε ότι πλέον το χαμηλότερο κόστος είναι της περίπτωσης 3, δηλαδή της αντλίας θερμότητας με γεωθερμία, με μικρή διαφορά κόστους για τα επόμενα έτη ακολουθεί η περίπτωση 2, δηλαδή η συμβατική αντλία θερμότητας και τέλος με μεγάλη διαφορά που αυξάνει περίπου ανά 1.500€ ανά έτος, έρχεται η περίπτωση 1, δηλαδή το συμβατικό σύστημα.

5.3.3 Ζώνη Γ



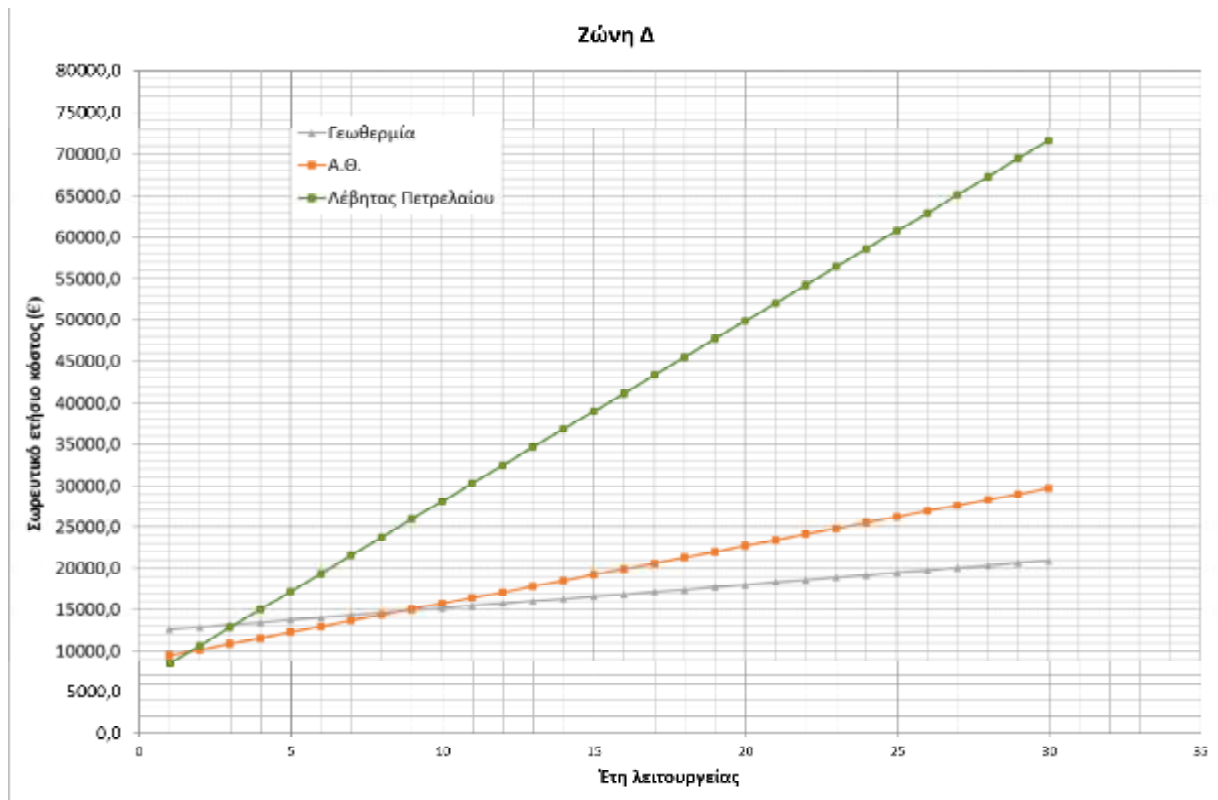
Στο διάγραμμα Γ για την κλιματική ζώνη Γ, παρατηρούμε ότι στην αρχή του χρόνου, τα πρώτα 4 έτη, το κόστος της περίπτωσης 1 είναι χαμηλότερο, ξεκινώντας από 6300€, ακολουθεί το κόστος της περίπτωσης 2 με 8800€ περίπου και πιο ακριβό είναι το κόστος της περίπτωσης 3 με 12.300€.

Ανάμεσα στα 2 με 4 έτη αλλάζει το ετήσιο κόστος της περίπτωσης 2 και γίνεται μικρότερο της περίπτωσης 1, ενώ η περίπτωση 3 εξακολουθεί να είναι η πιο ακριβή λύση. Τα κόστη αυτά κυμαίνονται από 10.000€ έως 14.000€.

Στην συνέχεια, μεταξύ των 4 με 11 ετών, συνεχίζει η περίπτωση 2 να έχει το χαμηλότερο κόστος με μικρή διαφορά από την 3, περίπου έως 2.000€ μεταξύ τους, ενώ στην περίπτωση 1 του συμβατικού συστήματος το κόστος εκτινάσσεται από 13.000€ σε 26.000€, έχοντας διαφορά από τα εναλλακτικά συστήματα στα 11 χρόνια περίπου 11.000€.

Μετά το πέρας των 13 ετών, διακρίνουμε ότι πλέον το χαμηλότερο κόστος είναι της περίπτωσης 3, δηλαδή της αντλίας θερμότητας με γεωθερμία, με μικρή διαφορά κόστους για τα επόμενα έτη ακολουθεί η περίπτωση 2, δηλαδή η συμβατική αντλία θερμότητας και τέλος με μεγάλη διαφορά που αυξάνει περίπου ανά 2.000€ ανά έτος, έρχεται η περίπτωση 1, δηλαδή το συμβατικό σύστημα.

5.3.4 Ζώνη Δ



Στο διάγραμμα Δ για την κλιματική ζώνη Δ, παρατηρούμε ότι στην αρχή του χρόνου, τα πρώτα 4 έτη, το κόστος της περίπτωσης 1 είναι χαμηλότερο, ξεκινώντας από 6300€, ακολουθεί το κόστος της περίπτωσης 2 με 8800€ περίπου και πιο ακριβό είναι το κόστος της περίπτωσης 3 με 12.300€.

Ανάμεσα στα 2 με 3 έτη αλλάζει το ετήσιο κόστος της περίπτωσης 2 και γίνεται μικρότερο της περίπτωσης 1, ενώ η περίπτωση 3 εξακολουθεί να είναι η πιο ακριβή λύση. Τα κόστη αυτά κυμαίνονται από 10.000€ έως 12.000€.

Στην συνέχεια, μεταξύ των 3 με 9 ετών, συνεχίζει η περίπτωση 2 να έχει το χαμηλότερο κόστος με μικρή διαφορά από την 3, περίπου έως 2.000€ μεταξύ τους, ενώ στην περίπτωση 1 του συμβατικού συστήματος το κόστος εκτινάσσεται από 13.000€ σε 26.000€, έχοντας διαφορά από τα εναλλακτικά συστήματα στα 9 χρόνια περίπου 11.000€.

Μετά το πέρας των 9 ετών, διακρίνουμε ότι πλέον το χαμηλότερο κόστος είναι της περίπτωσης 3, δηλαδή της αντλίας θερμότητας με γεωθερμία, με μικρή διαφορά κόστους για τα επόμενα έτη ακολουθεί η περίπτωση 2, δηλαδή η συμβατική αντλία θερμότητας και τέλος με μεγάλη διαφορά που αυξάνει περίπου ανά 2.000€ ανά έτος, έρχεται η περίπτωση 1, δηλαδή το συμβατικό σύστημα.

Κεφάλαιο 6: Γενικά συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε ανάλυση της ενεργειακής κατάστασης μιας κατοικίας στις 4 διαφορετικές κλιματικές ζώνες της Ελλάδας, υπολογίζοντας την κατανάλωση ενέργειας για την θέρμανση και την ψύξη του χώρου με τρεις διαφορετικές περιπτώσεις συστημάτων. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, αξιολογήθηκαν κατάλληλα έτσι ώστε να επιτευχθεί η οικονομοτεχνική ανάλυση των συστημάτων αυτών μέσω των γραφημάτων που προέκυψαν, συναρτήσει του χρόνου σε έτη λειτουργίας τους.

Τα γενικά συμπεράσματα που αποκομίσθηκαν από την εργασία παρουσιάζονται στην παρούσα ενότητα.

Αναλύοντας και συγκρίνοντας τα διαγράμματα, της πορείας του κάθε κόστους για τις 3 περιπτώσεις των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου στις 4 κλιματικές ζώνες, παρατηρούμε ότι και στις 4 κλιματικές ζώνες ξεκινάει για τα πρώτα χρόνια να έχει το χαμηλότερο κόστος η περίπτωση 1, του συμβατικού συστήματος, με 6.300€-9.500€.

Με την πάροδο του χρόνου διαφορετικά για κάθε κλιματική ζώνη οικονομικότερη λύση είναι αυτή της περίπτωσης 2 και στην συνέχεια η λύση της περίπτωσης 3.

Μετά το πέρας των 30 ετών διαστήμα λειτουργίας που επιλέχθηκε στην μελέτη, η περίπτωση 1 έχει γίνει με μεγάλη διαφορά 33.000€-72.000€ η ακριβότερη λύση, διαφορά με τις άλλες περιπτώσεις, περίπου 15.000€ στην ζώνη Α, 23.000€ στην ζώνη Β, 35.000€ στην ζώνη Γ και 40.000€ στην ζώνη Δ.

Ένα ακόμα βασικό συμπέρασμα που εξάγεται από την περαιτέρω ανάλυση των διαγραμμάτων είναι ότι οι εναλλακτικές περιπτώσεις του συστήματος με συμβατική αντλία θερμότητας (περίπτωση 2) και της αντλίας θερμότητας με γεωθερμία (περίπτωση 3) στην πορεία των χρόνων, τα 30 έτη που μελετήσαμε, έχουν κοντινές τιμές στο κόστος, διαφορά από 1500-6000 €.

Ξεκινώντας με χαμηλότερο το κόστος της περίπτωσης 2 και στα 22 έτη στην ζώνη Α, στα 18 έτη στην ζώνη Β, στα 9 έτη στην ζώνη Γ και στα 11 έτη στην ζώνη Δ, αλλάζει και γίνεται φθηνότερη η επιλογή του συστήματος της περίπτωσης 3.

Από το παραπάνω συμπέρασμα προκύπτει ότι στην περίπτωση εγκατάστασης του συστήματος της περίπτωσης 3 θα έχουμε χαμηλότερο κόστος πολύ πιο γρήγορα στην ζώνη Δ μετά στην Γ μετά στην Β και τέλος στην Α.

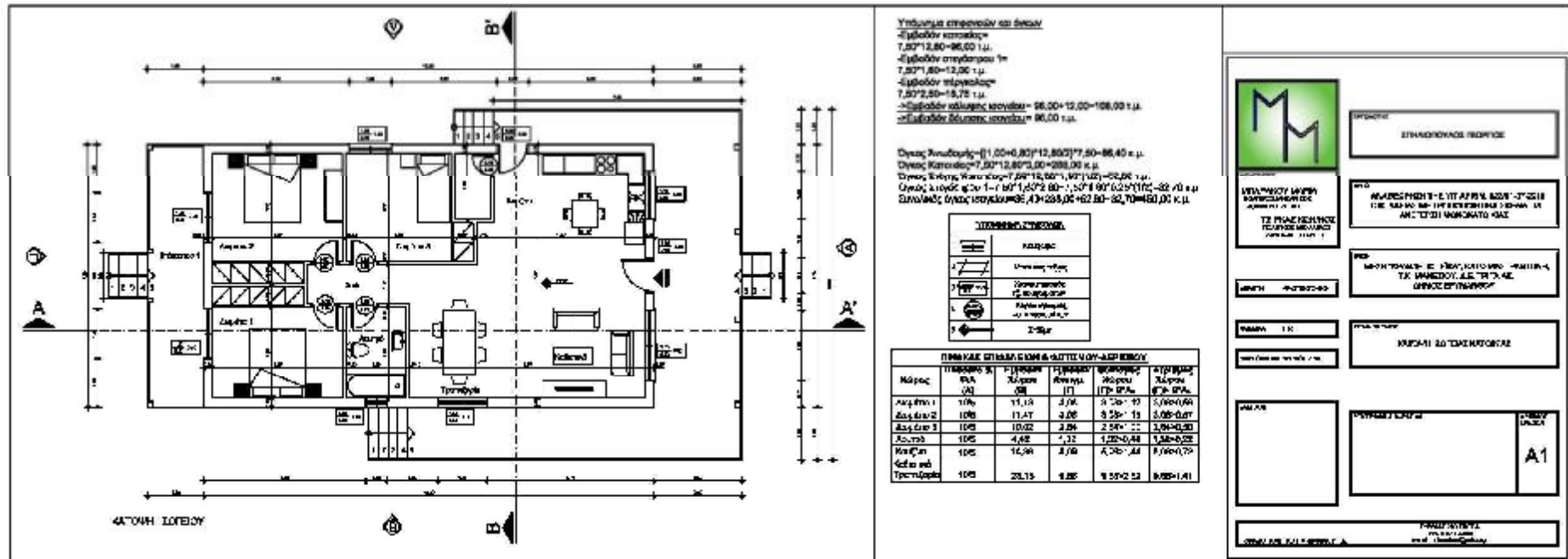
Τέλος από όλα τα προηγούμενα, διαπιστώνουμε ότι αν και η επένδυση σε εναλλακτικούς τρόπους θέρμανσης και ψύξης μπορεί στην αρχή να είναι μεγάλη, μακροπρόθεσμα βγαίνουμε κερδισμένοι και μάλιστα ακόμη πιο γρήγορα όταν οι ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου μας είναι μεγαλύτερες.

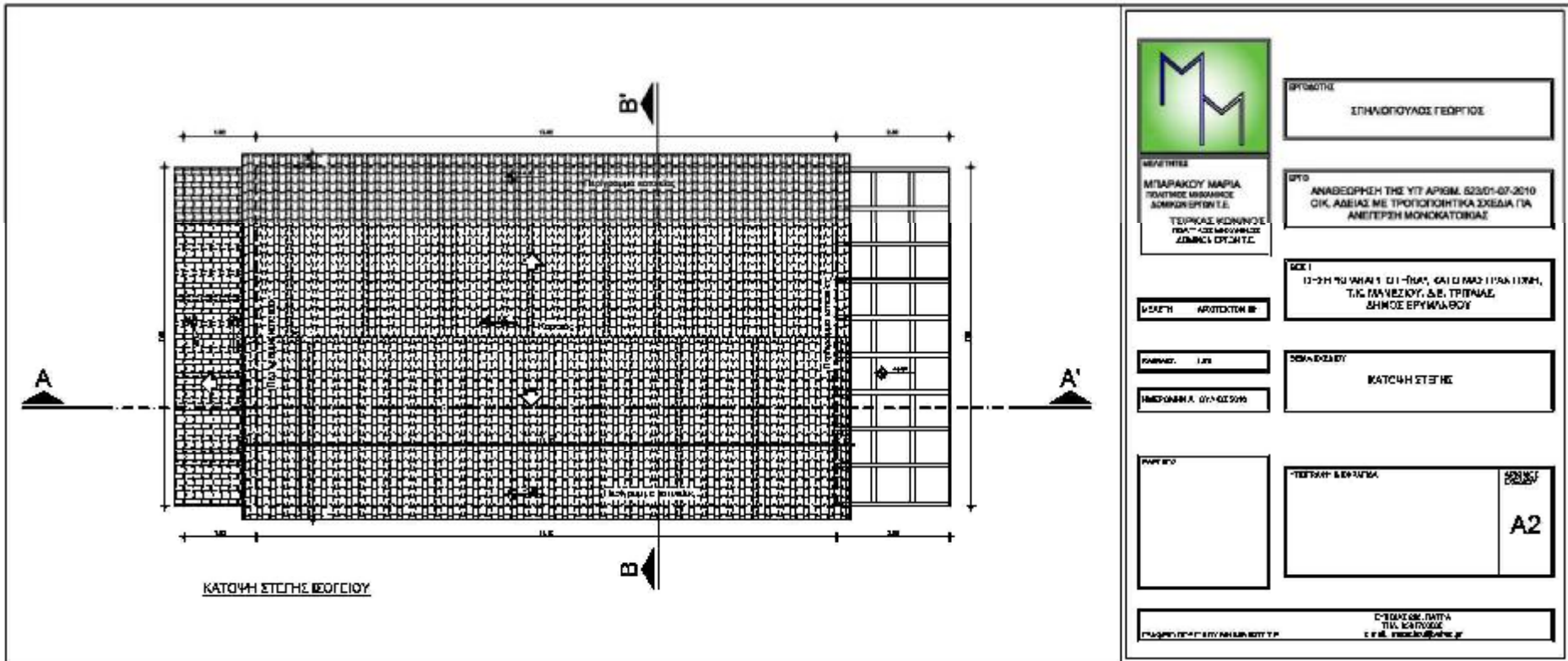
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ελένη Ανδρεαδάκη, «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός-Περιβάλλον και Βιωσιμότητα», Εκδόσεις Επιστημονικών Βιβλίων και περιοδικών, Θεσσαλονίκη 2006
- [2] Χριστίνα Κωνσταντινίδου, «Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Ενεργειακός Σχεδιασμός», Εκδόσεις Τεκδοτική, Θεσσαλονίκη 2008
- [3] Δήμητρα Τσιώρα – Παπαϊωάννου (Διευθ. Σύνταξης), «Οδηγός Θερμομόνωσης & Στεγανοποίησης σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ.», Α' έκδοση, ΚΤΙΡΙΟ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Ε.Π.Ε., Θεσσαλονίκη 2011
- [4] Δήμητρα Τσιώρα – Παπαϊωάννου (Διευθ. Σύνταξης), «Οδηγός Ενεργειακού Σχεδιασμού», Α' έκδοση, ΚΤΙΡΙΟ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Ε.Π.Ε., Θεσσαλονίκη 2011
- [5] Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας (Μετάφραση και έλεγχος κειμένου από το πρωτότυπο με τίτλο «Energy Conscious Design»), «Ενεργειακός Σχεδιασμός», ΜΑΛΛΙΑΡΗΣ – ΠΑΙΔΕΙΑ Α.Ε., Θεσσαλονίκη, 1994
- [6] Δήμητρα Τσιώρα – Παπαϊωάννου (Διευθ. Σύνταξης), «Οδηγός Σχεδιασμού Εγκαταστάσεων Εξοικονόμηση ενέργειας σε: Θέρμανση – Ψύξη – Εξαερισμό σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ.», Α' έκδοση, ΚΤΙΡΙΟ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Ε.Π.Ε., Θεσσαλονίκη 2012
- [7] Σταμάτης Δ. Περγίος, «Οικονομική Αξιολόγηση Επεμβάσεων για Εξοικονόμηση Ενέργειας», Τεκδοτική, Αθήνα 2005
- [8] Υ.Π.Ε.Κ.Α. και Ομάδα Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, «ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΕ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης», Β' έκδοση, Αθήνα, Απρίλιος 2012
- [9] <http://web.tee.gr/>
- [10] <http://www.ypeka.gr/?tabid=525>
- [11] http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak
- [12] <http://www.cres.gr/kape/index.htm>
- [13] <http://www.cea.org.cy/TOPICS/Buildings/Near%20Zero%20Energy%20Houses.pdf>
- [14] <http://www.art-cad.gr/AutoKenak.htm>
- [15] <http://www.ti-soft.com/el>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

i) Αρχιτεκτονική μελέτη κατοικίας





ΜΙΤΡΑΚΑΚΟΥ ΜΑΡΙΑ
 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟ ΜΕΛΕΤΗΣ
 ΑΘΗΝΑ ΣΠ.Ε.Ε.
 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΟΙΝΩΝΙΕΣ
 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
 ΔΕΛΤΑ ΕΠΙΧΕΙΡ.

ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ
 ΣΤΗΛΙΩΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΡΓΟ
 ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 623/01-07-2010
 Ο.Κ. ΑΔΕΙΑΣ ΜΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΓΙΑ
 ΑΝΕΓΚΡΣΗ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

ΜΕΛΕΤΗ
 12-24 ΜΕΤΡΩΝ 1.01-10Α1, 10Α2 ΚΑΙ 10Α3 11/2014,
 Τ.Κ. ΠΑΡΒΕΛΙΟΥ, Δ.Ε. ΤΡΙΤΑΙΑΣ,
 ΔΗΜΟΣ ΕΡΜΙΟΝΕΩΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝ Β'

ΚΑΜΕΡΑ 1/20

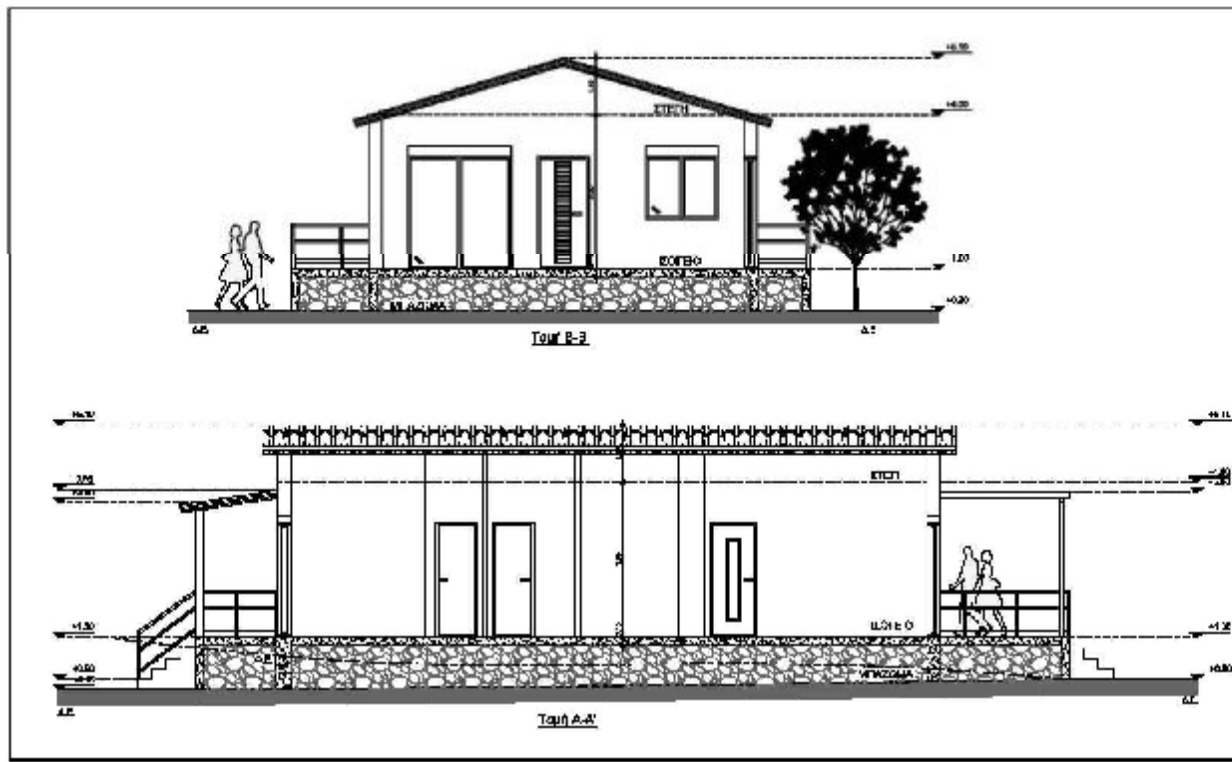
ΚΑΤΩΗ ΣΤΕΓΗΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 02-10-2019

ΚΑΡΤΑ ΕΡΓΟΥ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ
 20/25
 A2

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΛΕΤΩΝ Τ.Π.
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΛΕΤΩΝ Τ.Π.
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΛΕΤΩΝ Τ.Π.



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ
ΜΕΤΑΡΑΚΟΥ ΜΑΡΙΑ
 ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ
 ΑΔΜΗΚΟΝ ΕΡΓΩΝ Τ.Ε.
 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
 ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΕΡΓΟ
 ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠ' ΑΡΙΘΜΟΝ 6236/1-07-2010
 ΟΙΚ. ΑΔΕΙΑΣ ΜΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΙΚΑ ΕΚΣΕΛΙΑ ΓΙΑ
 ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

ΠΡΟΪΚΤΟ
 ΟΙΚΟΣΤΗΤΗΣ ΚΑΤΩ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ Ι.
 Τ.Κ. ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ, Δ.Ε. ΤΥΤΤΑΙΑΣ,
 ΔΗΜΟΣ ΛΙΨΥΜΑΧΕΙΟΥ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2011

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

ΚΩΔΙΚΟΣ
 ΕΥΡΩΣ Α-Α' & Β-Β'

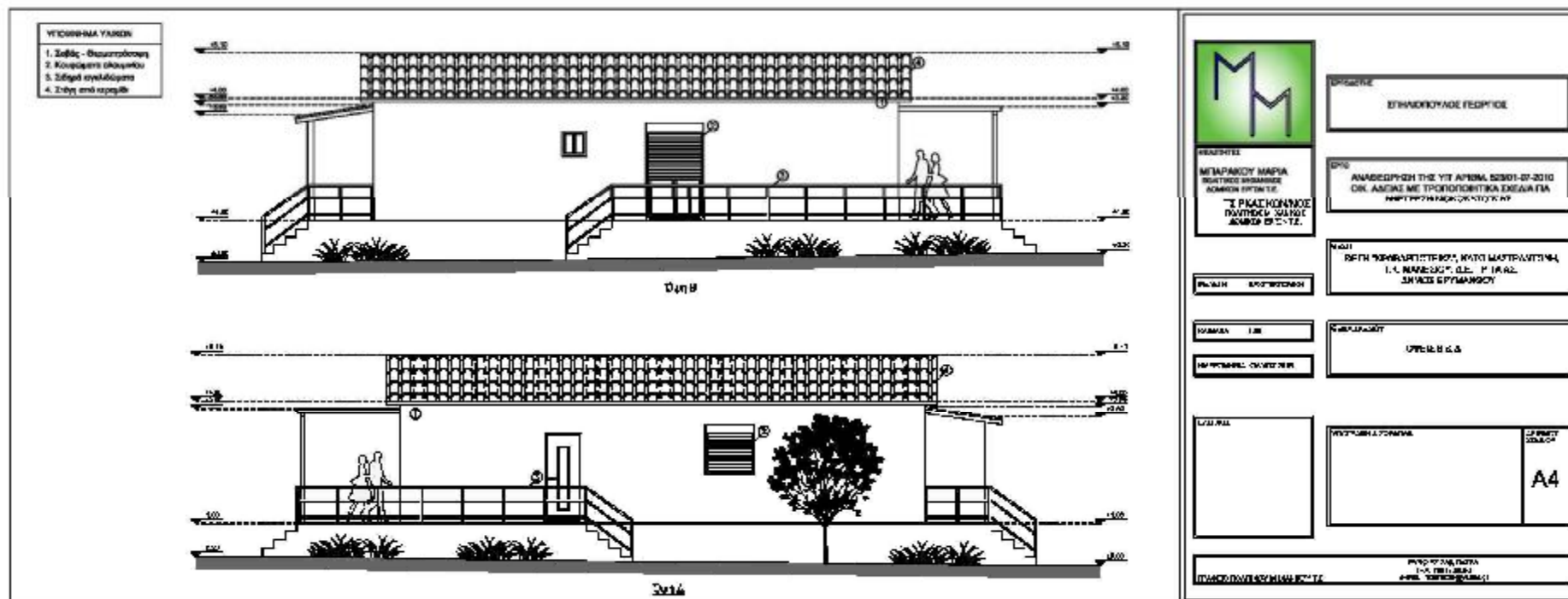
ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΣ

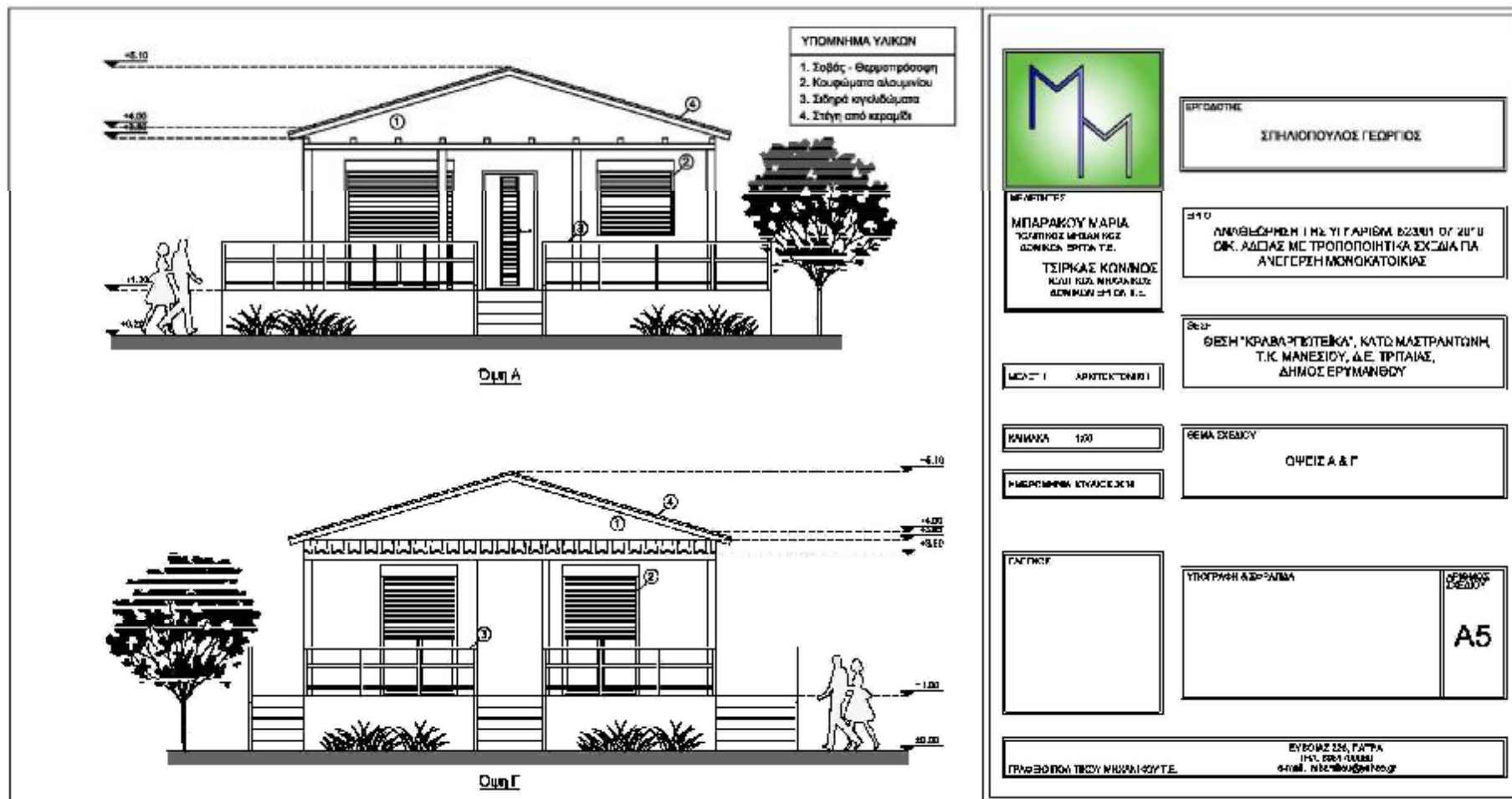


ΠΡΟΪΚΤΟ
 ΟΙΚΟΣΤΗΤΗΣ
 ΚΑΤΩ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ Ι.
 Τ.Κ. ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ, Δ.Ε. ΤΥΤΤΑΙΑΣ,
 ΔΗΜΟΣ ΛΙΨΥΜΑΧΕΙΟΥ

A3


ΕΥΘΥΝΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ
 ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ
 ΓΕΩΡΓΙΟΣ






ii) Πιστοποιητικά Υλικών

Τεχνικές Προδιαγραφές Υαλοπίνακα Κουφώματος





GUARDIAN CONFIGURATOR
GLASS PERFORMANCE CALCULATOR



kiwa confirms to have verified the calculation engine of the software Guardian Configurator 4.1 to be compliant to EN 410 and EN 673.

PanGlass
Product code

79 / 60 / 1,4

total thickness = 25 mm

Glazing from external to internal:

<p style="text-align: center;">Pane 1</p> <p>4 mm Float Glass ExtraClear ClimaGuard N</p>		<p style="text-align: center;">Pane 2</p> <p>5 mm Float Glass Clear</p>
<p>Spacer 1 - 16 mm</p>		
<p>100% Air</p>		

Results

Visible light (EN 410 - 2011)		Solar energy (EN 410 - 2011)	
transmittance [%]	$\tau_v = 78,9$	solar factor [%]	$g = 60,3$
reflectance external [%]	$\rho_e = 11,2$	shading coefficient [g/0.87]	$sc = 0,69$
reflectance internal [%]	$\rho_i = 11,4$	direct transmittance [%]	$\tau_{dir} = 55,3$
general colour rendering index [%]	$R_A = 97,4$	direct reflectance external [%]	$\rho_{a,dir} = 24,9$
		direct reflectance internal [%]	$\rho_{i,dir} = 22,9$
		direct absorption [%]	$a_{dir} = 19,3$
Thermal properties (EN 673 - 2011)		UV transmittance [%]	$\tau_{UV} = 32,5$
U-value [W/(m ² K)]	$U_g = 1,4$	secondary internal heat transfer factor [%]	$q_i = 5,0$
slope $\alpha = 30^\circ$		Other data	
		estimated sound reduction index [dB] (EN 717-1)	$R_{w,est} = NPD$
			$C = NPD$
			$C_2 = NPD$

The calculated values are for orientation only and do not offer any guarantee regarding the fabrication of the un-intended end-product. Glass configurations do not amount to a guarantee of product availability.



ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ
ΕΠΕΡΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ

PANAGIOTOPOULOS GLASS
Tel: 210 5760200 Fax: 210 5719332
info@panagiotopoulosglass.gr

Date: 27/7/2013
Database version: 20130712
Program version: 4.1.170

Page 1 from 1

Τεχνικές Προδιαγραφές Πλαισίου Κουφώματος

Evidence of Performance Energy efficiency and thermal insulation

Test report 432 29876/2e*

* Translation of Test Report 432 29876/2 dated 10 May 2005



Client
ALUMIL - MILONAS
ALUMINIUM INDUSTRY S. A.
Industrial Area

€1100 KILKIS
GREECE

Product	Fixed systems: Frame / transom Movable systems: sash-frame-transom combination
Designation	M 11500 ALU THERM SUPER PLUS
Dimensions of cross section	Depth of frame / transom 76.5 mm Depth of sash 64 mm
Projected width	Variable projected width
Material Surface	Thermal break aluminium profile, coated
Type and material of thermal break	Continuous polythermide bars, Polyamide 6.6 with 25 % glass fibre slightly oxidised surfaces, e.g. cavities following surface treatment by immersion
Special features	-/-

Basis

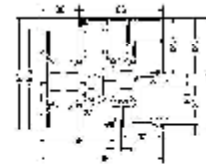
ift Guideline WA-01/1 (February 2002) „Verfahren zur Ermittlung von U_f -Werten für thermisch getrennte Metallprofil aus Fenstersystemen (Determination of the U_f -values of thermal break metal profiles used in window systems)

EN ISO 10077-2:2003-10 Calculation of thermal transmittance - Functional method for frames.

Equivalent to the national versions DIN EN ISO as well as DIN EN

Test report 432 29876/2 dated 10 May 2005

Representation see Annex 1



Thermal transmittance



$$U_f = 1.9 - 2.1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} *$$

* The specified range of values refers to the profile combinations listed in tables 4 and 5 of this report. The U_f -values for additional profile combinations of the system are determined using the linear regression in accordance with table 6.

Instructions for use

This test report serves to demonstrate the thermal transmittance U_f of the tested profile system.

Validity

The data and results given refer solely to the described and tested specimen.

Testing the thermal transmittance does not allow any statement to be made on further characteristics of the present structure regarding performance and quality.

Notes on publication

The ift Guidance Sheet "Conditions and Guidance for the Use of ift Test Documents" applies.

The cover sheet can be used as abstract.

Contents

The report comprises a total of 12 pages.

- 1 Object
- 2 Procedure
- 3 Detailed results
Annex 1 (4 pages)

ift Rosenheim
06 May 2007

N. Sack

Norbert Sack, Dipl.-Phys.
Head of Testing Department for building physics
ift Centre Glass, Building Materials & Building Physics



Klaus Specht

Klaus Specht, Dipl.-Ing. (FH)
Test Engineer
ift Centre Glass, Building Materials and Building Physics



ift Rosenheim GmbH
Geschäftsführer
Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Sieberath
Dr. Jochen Peichtl

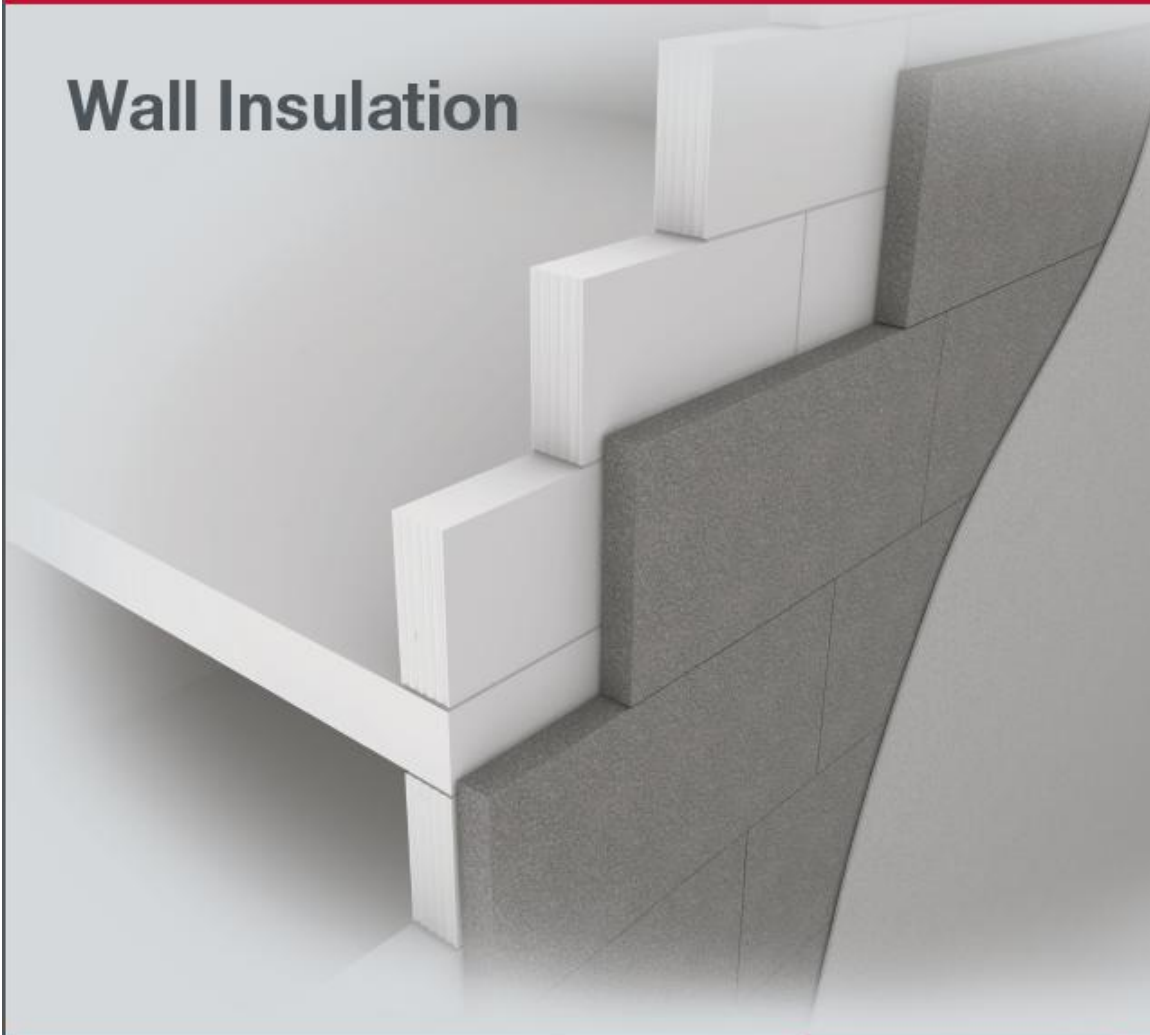
Theodor-Greif-Str. 7 - B
D-83026 Rosenheim
Tel. +49 (0)8031031-0
Fax +49 (0)8031031-290
www.ift-rosenheim.de

Str. 10005 Rosenheim
AG Traunstein, HRB 14763
Sparkasse Rosenheim
Kto. 3622
BLZ 711 500 00

Notified Body No.: 0767
Anerkanntes PUZ-Stelle BAY 18
Inhaber:
Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Sieberath
Dipl.-Ing. (FH) Jochen Peichtl
TGA-Str. 10-01-01
93044-01-01-01



Wall Insulation



Neopor® in the web: www.neopor.de

 **BASF**
The Chemical Company

Table of Contents

Editorial	2	Insulating Concrete Forms (ICF)	7
Neopor®—Innovation in Insulation	3	Insulation Behind Curtain Walls	7
Overview of Applications for Neopor	4	Exterior Insulation (ETICS)	8
Applications for Neopor	5	Application and Processing	9
Interior Insulation	6	Advantages of Neopor	10
Cavity Insulation / Loose Beads	6	Showcase	11

1930

Patent for the polymerization of monostyrene



1995 Neopor®

Patent for Neopor®



1920 1925 1930 1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2005

1951 Styropor®

Patent for expandable polystyrene (EPS, Styropor®)



Quality Products from BASF—The Benchmark in Polystyrene For Over 50 years

Styropor®—Behind this name lies a success story that is everyone's goal. BASF discovered a classic over 50 years ago in expandable polystyrene (EPS). Under the tradename Styropor, EPS is now the solution for efficient insulation and safe packaging worldwide.

With **Neopor®**, BASF has taken the classic Styropor a step further. This new material for modern insulating materials is foamed just like Styropor and processed to boards and molded parts.

The vital difference can be seen with the naked eye in the silver-gray color. In Neopor, graphite is added to the material, absorbing and reflecting heat radiation and improving the insulating performance of EPS by up to 20 percent.

Products made from **BASF's Neopor** are an economic investment in the future and add to the value of a property.

Small, Round, Black— One Material, Many Applications

Neopor®—Neopor is composed of small black beads of polystyrene (EPS) containing blowing agent, which makes it expandable. BASF produces this unique material, which is processed by foam manufacturers into insulating materials for a wide range of different applications.



These black beads are foamed by converters on conventional EPS machines and processed to silver-gray foam blocks and molded parts with up to 20 percent better insulating performance than conventional EPS. The blocks are then cut to boards of different thicknesses.

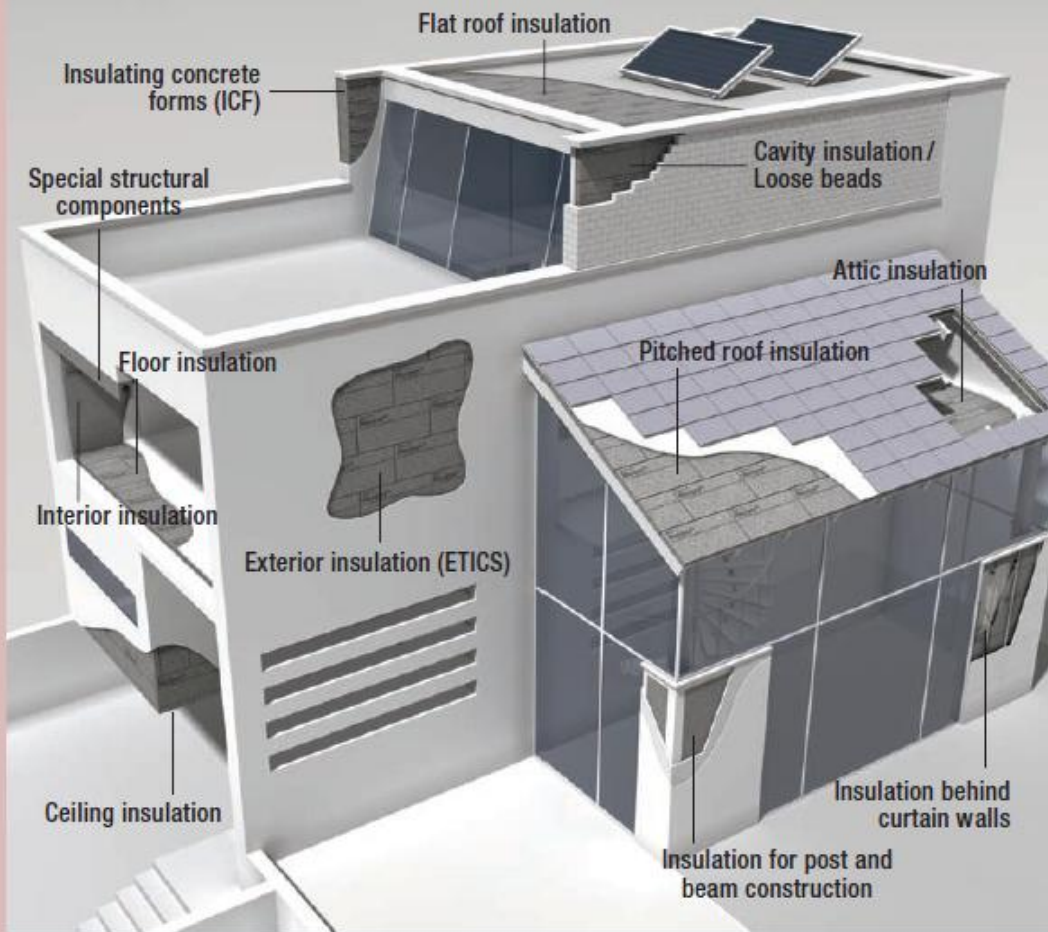
Neopor insulating materials offer greater insulating performance and up to 50 percent lower use of materials than conventional EPS, helping environmental conservation and saving money. Environmentally-friendly Neopor insulating materials do not contain CFCs, HCFCs, HFCs, or other halogenated cell gases. They contain air as cell gas, which guarantees the preservation of the thermal conductivity throughout the life of the construction.

Neopor insulating materials therefore represent a modern, environmentally aware lifestyle. We call it: "Innovation in Insulation."



Neopor® — Innovation in Insulation

Overview of Applications for Neopor®



Insulation for the Future

Before the backdrop of climate and environmental protection aspects as well as exploding energy prices, thermal protection of buildings has become indispensable.

Excellent thermal insulation of roofs, exterior walls, floors, and basements is the cornerstone of low energy consumption.

When it comes to new construction and the renovation of existing buildings, Neopor® offers ideal insulation solutions for almost all components.



Exterior Walls with Insulating Materials Made of Neopor®

The large surface areas of exterior building walls are responsible for annual transmission heat losses of up to 75 percent. Sunlight striking exterior walls accounts for virtually negligible energy savings. A reduction in the energy losses through exterior walls can only be achieved by optimum thermal insulation. In addition to providing thermal insulation, exterior walls have to meet further requirements relating, for example, to structural engineering, acoustic and fire protection, weather protection, airtightness, and windtightness.

Promoting comfort and a good living climate

Well-insulated exterior walls can actually raise the surface temperature on the inside. This is how insulation makes a contribution to the comfort and well-being of the inhabitants. In the case of exterior wall constructions with U-values of up to $0.35 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, the surface temperature is only one degree lower than the room temperature. At a room temperature of 20°C [68°F], the temperature on the wall surface is 19°C [66.2°F] and about 14°C to 15°C [57°F to 59°F] in the outer corners. As a result, no condensation is formed, even if the humidity is high at times.

Avoiding thermal bridges

If the structural components are not properly insulated, in contrast to surrounding surfaces that are free of thermal bridges, a greater heat flow takes place from inside the building to the outside. This heat flow is intensified due to the geometry of the outer wall corners or components such as floors and balconies. Gaps and leaks in the building shell can also create thermal bridges.

Thermal bridges entail a higher consumption of heating energy and intensify the risk of condensation. This can lead to water damage or even health-hazardous mold growth.

For reasons relating to energy consumption, hygiene, and health, thermal bridges must be avoided by all means. When it comes to building components, the avoidance of thermal bridges is a prerequisite for properties to retain their value over the long term and for the reliable functioning of buildings. As a rule, no thermal bridges can occur in well-insulated exterior components that are configured to remain airtight.

Exterior Wall Construction

The type of exterior wall construction employed can be a function of architectural, functional, financial, or cultural considerations. As a matter of principle, it is possible to insulate a building from the outside or from the inside. Two of the most widespread methods are thermal insulation composite systems in the case of single-leaf walls, and core insulation in the case of cavity masonry. Interior insulation is used in buildings with facades that have to be retained or in which exterior insulation is not possible. In back-ventilated curtain walls, the thermal insulation contributes to the functional reliability. Alternative construction systems, such as formwork elements and post and beam constructions, combine optimum thermal insulation properties with shorter construction times for the carcass of the building. For new constructions and for renovation work, Neopor® insulating materials can be used in virtually any wall structure.



Interior insulation



Cavity insulation/ Loose beads



Insulating concrete forms (ICF)



Insulation behind curtain walls



Exterior insulation (ETICS)

Applications for Neopor®

Interior insulation

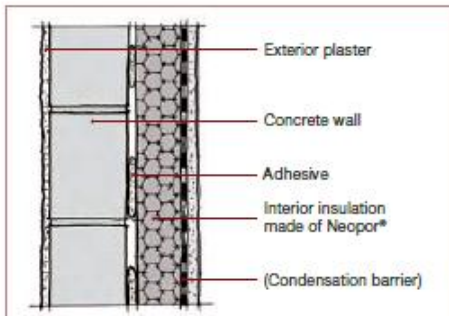


Internal thermal insulation achieves very good insulation results for new construction or renovation work wherever external thermal insulation is not an option. Spaces that have to be heated up quickly or only for brief periods of time definitely benefit from interior thermal insulation.

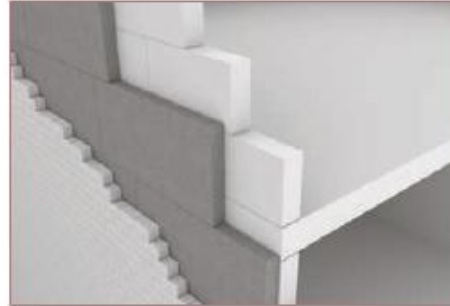
- Rooms heat up quickly
- Thinner insulating material
- Simple and cost-effective implementation
- Improved sound proofing

Because of the outstanding thermal insulation properties of Neopor® insulating boards, better insulation performance is achieved with smaller thicknesses than with conventional EPS. This means less valuable interior space is lost.

The additional elasticity brought about up by insulating materials made of Neopor can also improve sound insulation.



Cavity insulation/ Loose beads

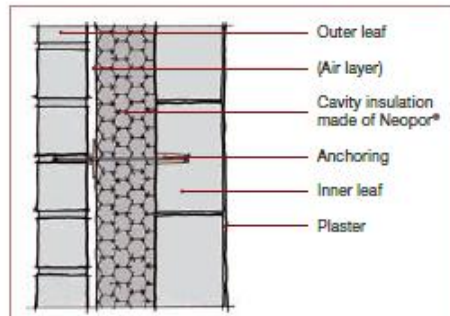


Two-leaf masonry structures represent a rainproof wall structure even when subjected to heavy loading from driving rain. Insulating materials made of Neopor can be employed for frost-resistant, back-ventilated masonry as well as purely for cavity insulation that is not back-ventilated.

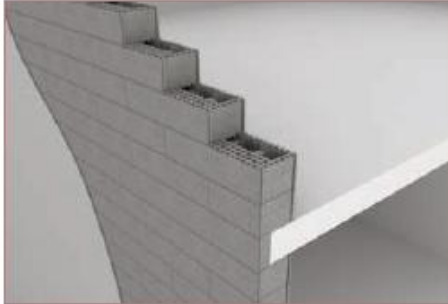
- Best thermal insulation effect
- Water-repellent without hydrophobing
- Low setting behaviour with Neopor beads
- Low weight

In double-wall masonry, the space between the outer frost-resistant masonry shell and the inner load-bearing structure is limited. Owing to the low thermal conductivity of insulating materials made of Neopor, a relatively higher insulating effect can be achieved.

A wall can be retrofitted with cavity insulation by blowing expanded beads made of Neopor into the existing cavities. The slight overpressure yields a thermal insulation that is free of gaps and very durable.



Insulating concrete forms (ICF)

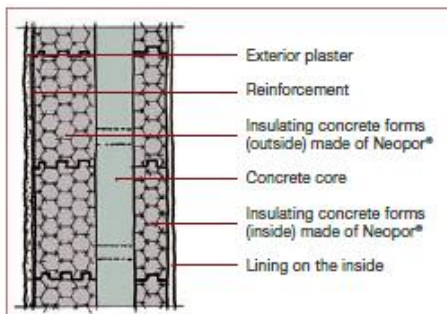


Formwork elements made of Neopor® are suitable for all kinds of components that require thermal insulation and ease of processing. They are employed as wall and floor elements for single-family houses as well as high-rise buildings. An enormous savings potential is available to do-it-yourselfers.

- No thermal bridges
- High degree of thermal insulation
- Simple and fast handling
- Low weight

Formwork elements made of Neopor make it possible to build and insulate exterior walls at the same time. The elements are available in various wall thicknesses and designs, for example, lintel elements that are free of thermal bridges, floor surrounds, roller shutter housings or cantilevers.

Thanks to their good thermalinsulating properties, formwork elements made of Neopor are well-suited for the construction of low-energy and passive houses.



Insulation behind curtain walls

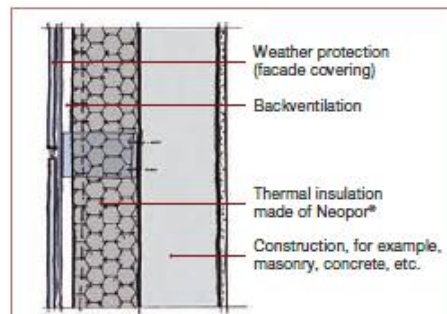


Back-ventilated curtain walls consist of a substructure, insulating material, an air layer, and facade covering. They are used for design reasons and also due to safety considerations of a technical nature. The exterior walls can be tailor-made to match the characteristics of a given building.

- Outstanding insulation performance
- Permanently dry thermal insulation
- Simple construction
- Licensed systems

The two-layer system of a back-ventilated curtain wall systematically separates the functions of weather protection and insulation. The insulation can be used in any desired insulating material thickness. U-values are thus achieved that are suited to low-energy and passive houses and comply with the current energy saving regulations.

Thanks to its outstanding insulating capacity, Neopor is the material of choice for use in this facade system.



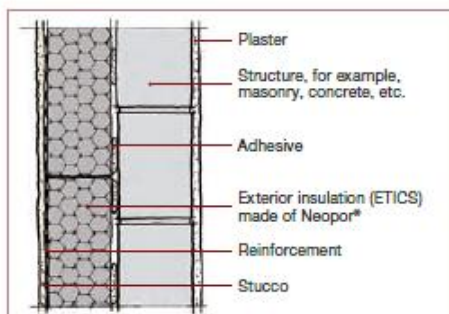
Exterior insulation (ETICS)



Thermal insulation composite systems are a highly suitable and cost-effective type of thermal insulation for new construction and renovation projects. This type of insulation protects the load-bearing inner shell or the existing exterior wall against thermal loads and it also provides protection against the weather. Moreover, thinner exterior walls in new buildings can provide more living space.

- Thinner insulation material, higher insulation coefficient
- Exterior components free of thermal bridges
- Non-glare work in case of direct sunlight
- Simple handling, ease of processing

Thanks to the outstanding heatinsulating properties provided by insulating materials made of Neopor®, better thermal insulation coefficients can be achieved.

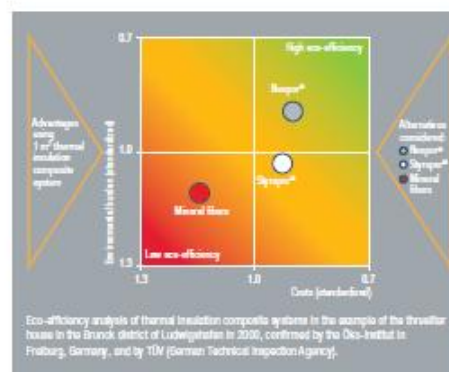


ETICS with Neopor®

- Uncomplicated and economic method for improving the thermal insulation of external walls.
- Extremely suitable for renovating facades.
- The thickness of the insulating boards can be adapted to the appropriate structural conditions and U-values required.
- Requirements for thermal insulation to save energy can be rapidly implemented.
- Thermal insulation demands can be fulfilled many times over right up to "zero heating cost house" standard.
- Neopor insulating boards meet the guidelines for fire protection in the window lintel even without protective strips. The material in the lintel area does not need to be changed.
- Neopor insulating boards are the most used grey facade insulating boards in Europe. More than ten million square meters per year are testimony to the success of this quality product from BASF.

Ecoefficiency with Neopor

The ecoefficiency analysis looks at products and processes from both the economic and the ecological point of view. The result of an evaluation of this nature, in the example of the thermal insulation composite system (ETICS) with a U-value of 0.29 W/(m²·K), is shown in the diagram. The major advantage of Neopor insulating boards lies in the reduced use of raw materials of up to 50 percent, generating savings in terms of costs and resources, which in reduces the impact on the environment. Compared to alternative products, Neopor insulating materials bear economic advantages with lower environmental impact and therefore offer ecoefficient insulating solutions for up-to-date thermal insulation.



Application and Processing



Preliminary work

Before the exterior insulation with insulating materials made of Neopor® is installed, the load-bearing capacity of the substrate has to be checked. The wall must be dry. The existing stucco has to be free of cavities, and any loose pieces must be removed. Highly absorbent or sandy substrates must be primed.

Installation

The insulating panels made of Neopor are fastened to the masonry by means of adhesives, dowels, or rail mounts. The panels should be installed from the bottom to the top so as to be tightly abutting and arranged in a masonry bond (avoid intersecting joints). Dovetail joints should be made in the panels at all corners of the building. Care must be taken to ensure that the surface is vertically and horizontally flat. Small irregularities can be corrected by applying adhesive, and protruding panel edges can be subsequently smoothed.



Cutting

Fitted pieces for soffits or cut pieces for windowsills can be dimensioned precisely and quickly using a hot wire.

Reinforcement

In order to avoid cracks and to mechanically protect the facade, a reinforcement of the surface is needed on inside as well as outside areas. It consists of a reinforcement compound and a corresponding reinforcement fabric.



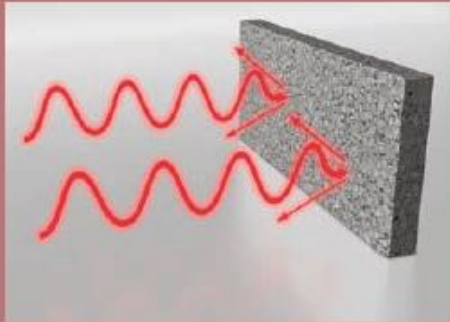
Stucco

After sufficient drying, the outer coating is applied in the form of a suitable and system-compatible finishing plaster or final coat.

Please note:

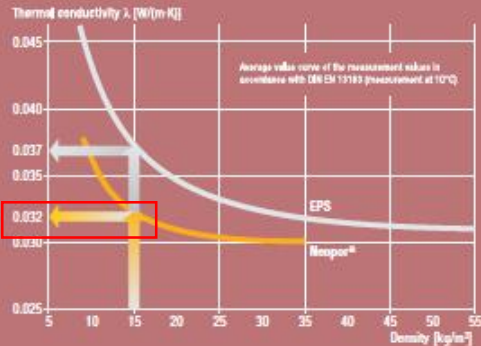
Only sufficiently proven and authorized systems, in which all the components offer the requisite guarantee for durability and reliability, should be used. The relevant manufacturers have certificates for the use and application of the various systems.





Thermal insulation

The excellent effect of Neopor® insulating materials offers architects, engineers, craftsmen, and builders significant advantages in building practice. The Neopor infrared absorbers or reflectors considerably reduce thermal conductivity, and the heat permeability of the material is lower compared to normal insulating boards.



Thermal conductivity

Vastly improved insulating effects can be achieved with Neopor, particularly with very low bulk densities. The diagram shows that Neopor insulating materials with a bulk density of 15 kg/m³ achieve a thermal conductivity of 0.032 W/(m·K), for instance. For normal EPS with the same bulk density, the thermal conductivity is 0.037 W/(m·K).

Neopor® Insulating Materials— Advantages at a Glance

- **Versatile:** Constructions that call for a restriction on the thickness of the insulating materials, for example in modernization, can easily use thinner insulating boards with the same insulation performance, compared to conventional EPS. The result is considerable savings in energy consumption.
- **Quality:** Neopor insulating boards are aging- and rot-resistant, as well as extremely sturdy and dimensionally stable. They are permeable and highly water-repellent, and have the advantage of low water absorption.
- **Fire protection:** Neopor insulating materials are produced in accordance with the requirements of European standard DIN EN 13163 and are categorized in Euroclass E in accordance with DIN EN 135011 and B1 in accordance with DIN 4102.
- **Handling:** Neopor insulating boards can be laid quickly and in any weather conditions. They are easy to cut and grind, and do not dazzle in sunshine. Processing does not generate dust or cause irritation of the skin.
- **Soundproofing:** In addition to energy savings, elasticized Neopor insulating boards also improve the soundproofing of buildings.
- **Durability:** The ageing- and rot-resistant material properties, in particular, make Neopor insulating materials a durable and long-term, safe thermal insulation.



Passive Houses with Exterior Insulation Made of Neopor®

It is possible to combine modern architecture, high comfort, and low energy consumption. This has been demonstrated by Anliker AG based in Lucerne, Switzerland. In the Konstanz neighborhood of Rothenburg/Lucerne, this company built the first multi-family houses in Switzerland that meet the passive house standard, winning first prize in the Swiss Building Competition awarded by the Solar Agency Foundation. With its contribution of the Neopor® insulating material, BASF is part and parcel of this success.

This expandable polystyrene insulates the facades of all buildings in this neighborhood. In the loft houses, a 30 cm-thick layer of Neopor is applied onto the 15 cm-thick masonry. In the case of the apartment complexes, the more compact building design means that a 24 cm-thick layer of insulating material is sufficient. Together with other measures, the heating energy consumption was lowered by 90 percent in comparison to conventionally built houses.

Showcase



Further information on Neopor®

- Brochure: Neopor® – Innovation in Insulation
- Brochure: Building and Modernizing with Neopor
- Brochure: Passive House
- Brochure: Fast & Easy Construction with Insulating Concrete Forms (ICF)
- Brochure: Wall Insulation
- Brochure: Roof Insulation
- Neopor film: Innovation in Insulation
- Website: www.neopor.de
- Neopor: Product sample folder

Note

The data contained in this publication are based on our current knowledge and experience. In view of the many factors that may affect processing and application of our product, these data do not relieve processors from carrying out own investigations and tests; neither do these data imply any guarantee of certain properties, nor the suitability of the product for a specific purpose. Any descriptions, drawings, photographs, data, proportions, weights etc. given herein may change without prior information and do not constitute the agreed contractual quality of the product. It is the responsibility of the recipient of our products to ensure that any proprietary rights and existing laws and legislation are observed. (March 2010)

BASF SE
67056 Ludwigshafen
Germany
www.neopor.de

KTR 0813 BE – 02.2010 – GENERAL ENGLISH VERSION

® – registered trademark of BASF SE