

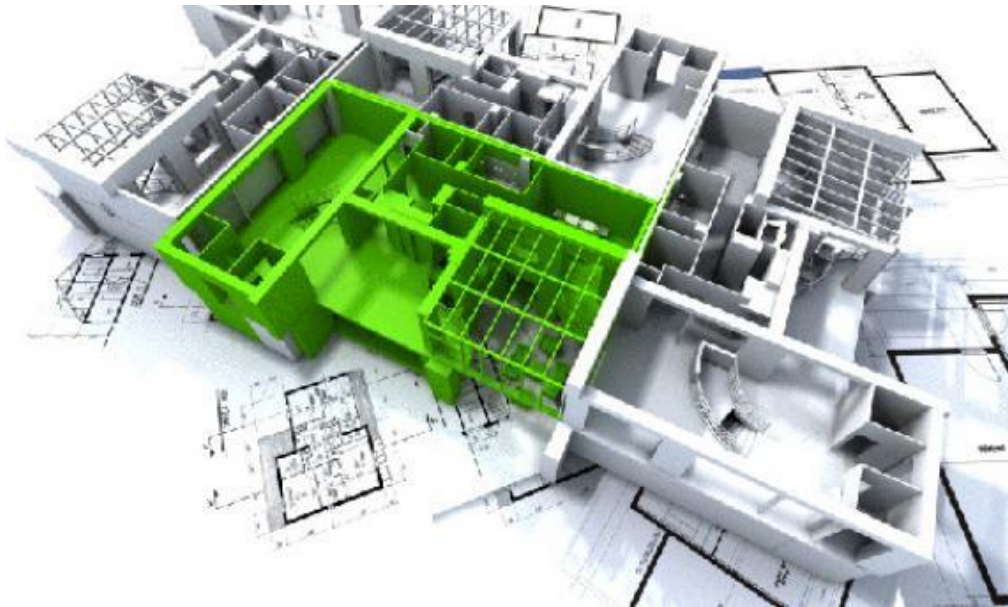
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Μελέτη Ενεργειακής Αναβάθμισης
Συγκροτήματος Κτιρίων του Τμήματος
Μηχανολογίας, ΤΕΙ Πατρών**



ΜΑΔΗΓΙΑ ΑΔΙΛ

ΧΑΛΑ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΓΙΑΝΝΑΔΑΚΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2012

Πρόλογος

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η Ενεργειακή Επιθεώρηση σε συγκρότημα κτιρίων του Τμήματος Μηχανολογίας, ΤΕΙ Πατρών καθώς και η επεξεργασία σεναρίων Ενεργειακής Αναβάθμισης των υφιστάμενων υποδομών.

Ευχαριστούμε θερμά τον εισηγητή της πτυχιακής μας κ. Αθανάσιο Γιανναδάκη για την ευκαιρία που μας έδωσε αλλά και για την καθοδήγηση του όλο αυτόν τον καιρό.

Επίσης θα θέλαμε να πούμε ένα μεγάλο «ευχαριστώ» στις οικογένειες μας για την υποστήριξη τους και τις πολύτιμες συμβουλές τους καθόλη την πορεία των σπουδών μας αλλά και στους φίλους μας για τις υπέροχες στιγμές που περάσαμε.

Αντιλ Μάδια
Αγγελική Χαλά

Πάτρα 2012

Περίληψη

Η εξοικονόμηση ενέργειας πρέπει να αποτελεί πρώτη προτεραιότητα κάθε σύγχρονης ενεργειακής πολιτικής. Δεδομένου ότι ο κτιριακός τομέας καταναλώνει το 40% της απαιτούμενης ενέργειας σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε την Οδηγία 2002/91/EK για τον έλεγχο και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια γίνεται μια προσπάθεια να αλλάξουν πολλά στα θέματα ενεργειακής πολιτικής και σχεδιασμού, αφού φαίνεται ότι η εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν σημαντικά οφέλη στο περιβάλλον, στην κοινωνία καθώς και την οικονομία. Η πρώτη προσπάθεια έγινε με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010).

Στην παρούσα πτυχιακή και με γνώμονα το λογισμικό KENAK θα πραγματοποιηθεί ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων του τμήματος μηχανολογίας, ένα δημόσιο κτίριο τριτογενούς τομέα το οποίο αντικατοπτρίζει τον κακό σχεδιασμό και την πολιτική που ακολουθήθηκε την εποχή που κατασκευάστηκε με αποτέλεσμα την χαμηλή ενεργειακή του απόδοση, καθώς και σεναρίων αναβάθμισης των υφιστάμενων υποδομών.

Αρχικά συλλέγονται όλα τα στοιχεία που απαιτούνται για την ενεργειακή επιθεώρηση του κτηρίου. Έπειτα υπολογίζονται τα μεγέθη που ορίζει ο KENAK και θα οδηγήσουν στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου. Έτσι εκτιμάται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου ανά τελική χρήση, δηλαδή θέρμανση, ψύξη, φωτισμό, αερισμό, ζεστό νερό χρήσης και προκύπτει η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου η οποία φαίνεται στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.).

Τέλος, εξετάζεται η εφαρμογή «σεναρίων», δηλαδή επεμβάσεων που έχουν ως στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και πιθανόν την αλλαγή της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου. Παρουσιάζεται επίσης η οικονομοτεχνική ανάλυση, το κόστος και η περίοδος αποπληρωμής των επεμβάσεων που κάναμε.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
---------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ.....	15
2.1 Κτίρια και κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ.....	15
2.1.1 Εκπομπές CO ₂	15
2.1.2 Κτιριακός τομέας στην ΕΕ.....	17
2.2 Κτίρια και κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα.....	19
2.2.1 Ενεργειακή κατάσταση στην Ελλάδα.....	19
2.2.2 Ελληνικά κτίρια: αποτύπωση κτιριακού αποθέματος.....	22
2.2.3 Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια.....	25

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.

ΝΟΜΟΙ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ.....	27
3.1 Νομοθεσία στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	27
3.1.1 Βασικά στοιχεία και στόχοι της οδηγίας.....	27
3.1.2 Πεδίο εφαρμογής και εξαιρέσεις.....	28
3.1.3 Απαιτήσεις οδηγίας από τα κράτη μέλη.....	29
3.2 Νομοθεσία στην Ελλάδα.....	30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΓΕΝΙΚΑ.....	34
4.1 Ενεργειακή επιθεώρηση.....	34
4.1.1 Ορισμός.....	34
4.1.2 Σκοπός.....	34
4.1.3 Διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου.....	35
4.2 Λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.....	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ-ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.....	44
5.1 Καθορισμός θερμικών ζωνών κτιρίου.....	45
5.2 Γενικά στοιχεία κτιρίου.....	48
5.3 Γενικά χαρακτηριστικά θερμικών ζωνών.....	54
5.3.1 Γενικά στοιχεία κάθε θερμικής ζώνης.....	54
5.3.2 Γεωμετρικά στοιχεία των επιφανειών των θερμικών ζωνών.....	61
5.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά κτιρίων Μηχανολογίας.....	89
5.4.1 Σύστημα θέρμανσης.....	90
5.4.2 Σύστημα ψύξης.....	94
5.4.3 Σύστημα φωτισμού.....	96

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΤΗΣ ΣΤΕΦ.....	99
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΩΝ.....	104
7.1 Εξωτερική θερμομόνωση.....	104
7.1.1 Θερμομόνωση τοιχοποιίας.....	104
7.1.2 Εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης.....	106
7.1.3 Τοποθέτηση μονωτικού υλικού.....	108
7.2 Αντικατάσταση κουφωμάτων.....	118
7.3 Αντικατάσταση φωτισμού.....	134
7.4 Αντλίες θερμότητας αέρα-νερού.....	140

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	149
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	151
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	153

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα αδιαμφισβήτητο φαινόμενο και αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα. Οι συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου έχουν αρχίσει να γίνονται ορατές σε όλους μας τις τελευταίες δεκαετίες. Καθώς αυξάνονται οι ενεργειακές μας ανάγκες, αυξάνεται και η εξάρτησή μας από τα ορυκτά καύσιμα. Τα καύσιμα αυτά, με υψηλά επίπεδα εκπομπών CO₂, αντιπροσωπεύουν αυτή τη στιγμή το 80% περίπου της ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

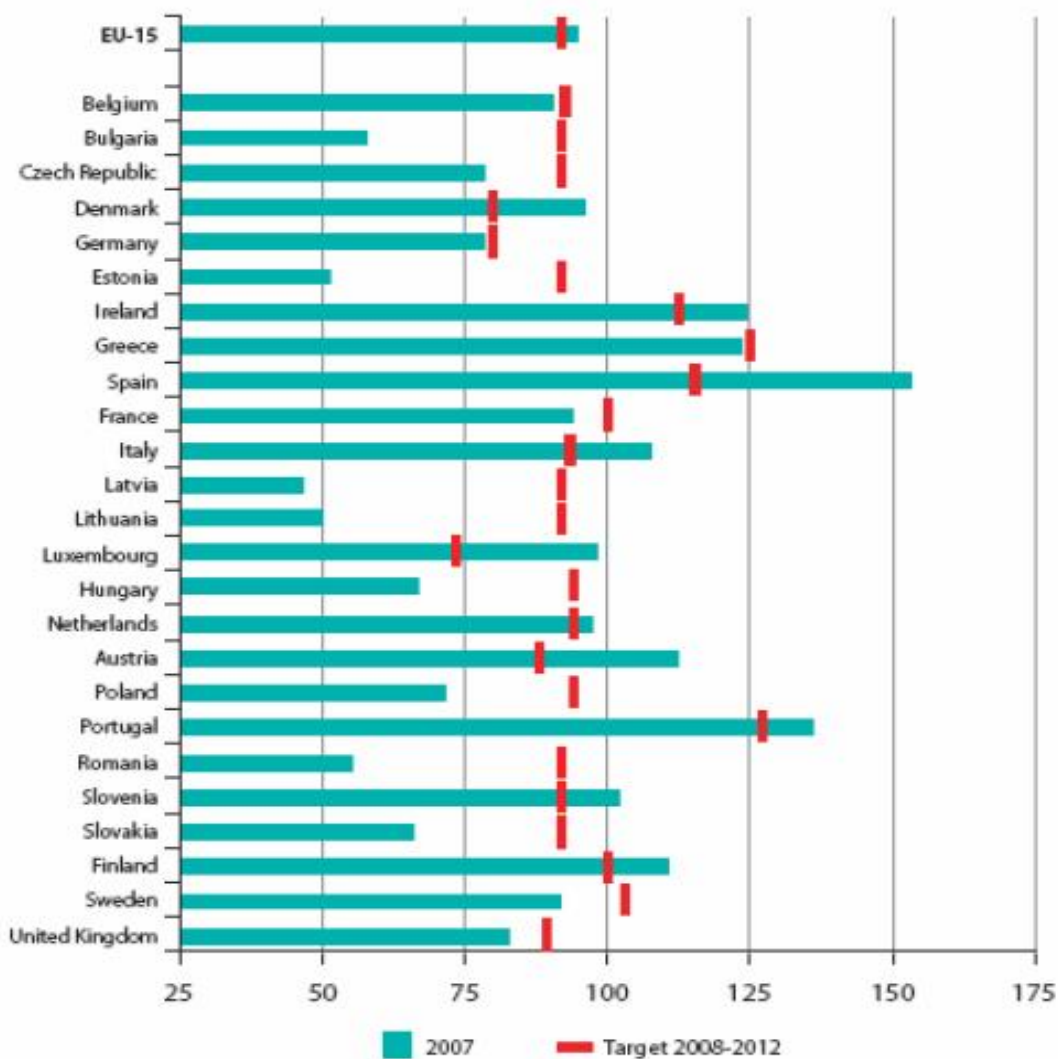
Δεν είναι καθόλου τυχαίο ότι η ενέργεια αποτελεί πρωταγωνιστικό θέμα στην πολιτική ατζέντα όλων των σύγχρονων κρατών. Η οικονομική ανάπτυξη και η ευημερία εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την ενεργειακή αυτάρκεια του κάθε κράτους και την πρόσβαση του σε ενεργειακές πηγές όπως πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Αυτό γίνεται ξεκάθαρο πλέον μετά την δραματική αύξηση της τιμής του πετρελαίου και την επίπτωση αυτής στην παγκόσμια οικονομική κρίση του 2009.

Η ενεργειακή εξάρτηση της Ευρώπης από την Ρωσία και τις χώρες της Μέσης Ανατολής για την αγορά φυσικού αερίου και πετρελαίου αποδεικνύεται προβληματική καθώς η τιμή είναι αυξανόμενη ως συνέπεια της πολιτικής αστάθειας των περιοχών της Μέσης Ανατολής. Στο κρίσιμο αυτό σημείο κρίνεται απαραίτητη μια πολιτική προστασίας του περιβάλλοντος, καθώς σε μια έλλειψη περιβαλλοντικής πολιτικής η πιο οικονομική και με το μικρότερο ρίσκο ενεργειακή πηγή θα είναι σίγουρα ο άνθρακας, ο οποίος στην Ευρώπη βρίσκεται σε σχετική αφθονία. Ο άνθρακας όμως είναι από τις πλέον ρυπογόνους πηγές ενέργειας οπότε η χρήση του είναι κάθε άλλο παρά επιθυμητή είναι.

Η λύση του παραπάνω ενεργειακού προβλήματος τόσο από οικονομική όσο και από περιβαλλοντική σκοπιά βρίσκεται σε δυο άξονες. Ο πρώτος αφορά τη στροφή της παραγωγής ενέργειας σε ανανεώσιμες πηγές με τη βελτίωση της τεχνολογίας στον τομέα αυτό. Ο δεύτερος, ένας τομέας ο οποίος θα μας απασχολήσει στην παρούσα πτυχιακή, είναι η μείωση της ζήτησης της ενέργειας μέσω των μεθόδων εξοικονόμησης και της ενεργειακής αποδοτικότητας των εργαλείων, και εγκαταστάσεων που χρησιμοποιούμε στην παραγωγική διαδικασία αλλά και στην καθημερινότητά μας.

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

Ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών στοχεύει στην σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων αερίων στην ατμόσφαιρα. Σε αυτή την κατεύθυνση υιοθετήθηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο, το οποίο θέτει στόχους μείωσης των εκπομπών για πολλές βιομηχανοποιημένες χώρες και περιορίζει τις αυξήσεις των εκπομπών των υπολοίπων χωρών σχήμα 1.1.



Σχήμα 1.1: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για το έτος 2007 και οι στόχοι κάθε χώρας σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κιότο για τα έτη 2008-2012 [Πηγή: Eurostat]

Η Ευρωπαϊκή Ένωση από την μεριά της έχει θέσει σε υψηλή προτεραιότητα το θέμα της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από μια σειρά σχετικών αποφάσεων και οδηγιών, μεταξύ των οποίων η οδηγία 2002/91 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και η οδηγία 2006/32 για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις

ενεργειακές υπηρεσίες. Η οδηγία 2002/91 ορίζει ότι τα κράτη μέλη οφείλουν να εφαρμόσουν μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων βάσει κάποιων γενικών προδιαγραφών που ορίζει η Ε.Ε.. Ενθαρρύνεται επίσης η χρήση δείκτη εκπομπών CO₂ ώστε να γίνεται φανερή η συνεισφορά στη μείωση των εκπομπών από τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που τυχόν εφαρμόζονται. Βέβαια η εξοικονόμηση ενέργειας δεν προκύπτει μόνο με την εφαρμογή τεχνολογικών επεμβάσεων και κατά συνέπεια σοβαρών επενδύσεων, αλλά και με την αλλαγή νοοτροπίας των χρηστών του κτιρίου.

Έτσι οι βασικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην εξασφάλιση της εξοικονόμησης ενέργειας είναι :

- Η ενεργειακή συνείδηση
- Η σωστή οργάνωση και ορθή διαχείριση
- Η αποδοχή των νέων τεχνολογιών

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης και πιστοποίησης των κτιριακών εγκαταστάσεων και το νομικό πλαίσιο το οποίο καθορίζει τον τρόπο διεξαγωγής μιας ενεργειακής πολιτικής.

Σκοπός της εργασίας είναι αρχικά να αναδείξει τους λόγους οι οποίοι κάνουν σήμερα επιτακτική την ανάγκη μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιριακών εγκαταστάσεων καθώς και να παρουσιάσει έναν τρόπο εκπόνησης μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε περιλαμβάνει το μερίδιο της ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίων στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Ακόμη αναλύθηκε εκτενέστερα η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων σε Ευρώπη και Ελλάδα καθώς και οι νόμοι και οι κανονιστικές διατάξεις Ελλάδας και Ε.Ε. που στοχεύουν στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Επίσης παρουσιάστηκε ο τρόπος διενέργειας μιας ενεργειακής επιθεώρησης, τα προτεινόμενα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας και το υπολογιστικό σύστημα που χρησιμοποιήθηκε και ένα παράδειγμα ενεργειακής επιθεώρησης βάσει του υπολογιστικού προγράμματος που αναλύσαμε.

Πηγές της εργασίας αποτέλεσαν πανεπιστημιακά συγγράμματα και σημειώσεις μαθημάτων της σχολής μηχανολόγων μηχανικών του ΤΕΙ Πάτρας.

Επιπλέον πολλά στοιχεία της εργασίας αντλήθηκαν από διάφορες ιστοσελίδες του διαδικτύου.

Έτσι σύμφωνα με τα περιεχόμενα η εργασία αποτελείται από 6 κεφάλαια. Στο κεφάλαιο 1 με τίτλο « Εισαγωγή» αναφέρεται το αντικείμενο, ο σκοπός, οι πηγές, η μεθοδολογία και τα περιεχόμενα της εργασίας. Στο κεφάλαιο 2 με τίτλο «Κατανομή ενέργειας σε Ευρώπη και Ελλάδα» γίνεται μία σύγκριση καταναλισκόμενης ενέργειας των ελληνικών και ευρωπαϊκών κτιρίων. Στο κεφάλαιο 3 με τίτλο «Νόμοι και κανονιστικές διατάξεις» γίνεται μία εκτενής ανάλυση των ευρωπαϊκών οδηγιών, του νόμου και της υπουργικής απόφασης που συντέλεσαν στην εφαρμογή της ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίων στην Ελλάδα. Στο κεφάλαιο 4 με τίτλο «ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων» γίνεται αναφορά στην ενεργειακή επιθεώρηση και στην διαδικασία διενέργειας μιας ενεργειακής επιθεώρησης, καθώς και το υπολογιστικό πρόγραμμα που θα χρησιμοποιηθεί. Στο κεφάλαιο 5 με τίτλο «Ενεργειακή επιθεώρηση-Εφαρμογή με TEE- KENAK» αναλύεται το υπολογιστικό πρόγραμμα εκτενέστερα και ταυτόχρονα παρατίθενται εικόνες του λογισμικού με τους υπολογισμούς του παραδείγματος μας, που θα οδηγήσουν στην πραγματοποίηση της ενεργειακής μελέτης του κτιρίου. Στο κεφάλαιο 6 με τίτλο «Ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων της ΣΤΕΦ» παρουσιάζεται η ενεργειακή κατάταξη μετά την εκτέλεση του προγράμματος καθώς και οι απαιτήσεις σε κατανάλωση . Στο κεφάλαιο 7 με τίτλο «Υλοποίηση μέτρων» γίνεται αναφορά στα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν έτσι ώστε να επιτύχουμε εξοικονόμηση ενέργειας.

2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ

2.1 Κτίρια και κατανάλωση στην Ευρωπαϊκή ένωση

2.1.1 Εκπομπή CO₂

Η ευρωπαϊκή ένωση παρέχει στα κράτη μέλη της ένα μακροπρόθεσμο πλαίσιο για την αντιμετώπιση του ζητήματος των επιπτώσεων φαινομένων που δεν είναι δυνατόν να αντιμετωπιστούν σε εθνικό επίπεδο και μόνο. Η κλιματική αλλαγή έχει προ πολλού αναγνωριστεί ως ένας τέτοιος παράγοντας μακροπρόθεσμης διαμόρφωσης για τον οποίο είναι απαραίτητη η συνεκτική δράση της ΕΕ, τόσο στο εσωτερικό της όσο και διεθνώς.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, σαν συνέπεια αυτών θέσπισε τον Δεκέμβριο του 2008, μια ολοκληρωμένη πολιτική για την ενέργεια και την κλιματική αλλαγή, με φιλόδοξους στόχους για το 2020. Η "δέσμη για το κλίμα και την ενέργεια" έγινε νόμος τον Ιούνιο του 2009 και περιλαμβάνει νόμους για την επίτευξη των στόχων "20-20-20".

Η στρατηγική «Ευρώπη 2020» περιλαμβάνει πέντε πρωταρχικούς στόχους. Ένας από αυτούς τους στόχους σχετίζεται με το κλίμα και την ενέργεια :

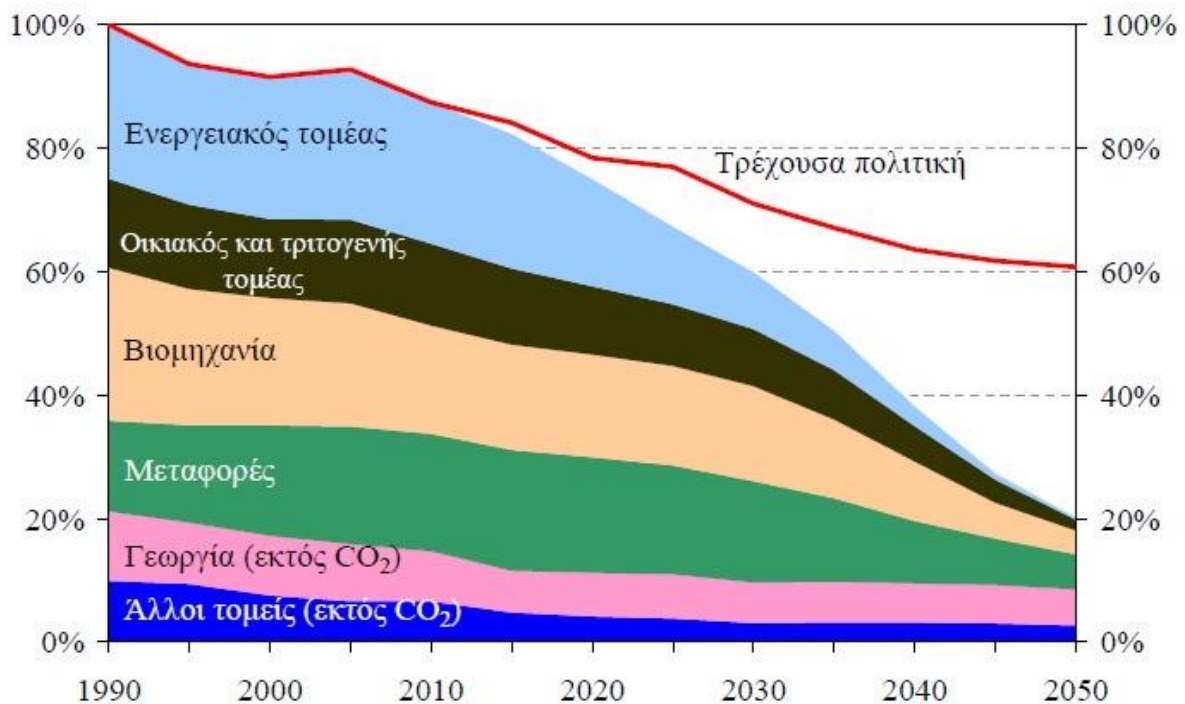
- τα κράτη μέλη έχουν δεσμεύσει να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 20%,
- να αυξήσουν το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό μείγμα της ΕΕ κατά 20% και
- να επιτύχουν τον στόχο του 20% όσο αφορά την ενεργειακή απόδοση έως το 2020.

Η ΕΕ ακολουθεί σήμερα σωστή πορεία προς την επίτευξη δύο από τους εν λόγω στόχους, εάν όμως δεν καταβληθούν περισσότερες προσπάθειες δεν θα επιτύχει τον στόχο της για την ενεργειακή απόδοση. Ως εκ τούτου, εξακολουθεί να αποτελεί προτεραιότητα η επίτευξη όλων των στόχων που έχουν ήδη τεθεί για το 2020.

Προκειμένου να συγκρατηθεί η υπερθέρμανση από την κλιματική αλλαγή σε λιγότερο από 2°C, το ευρωπαϊκό συμβούλιο επαναβεβαίωσε, τον Φεβρουάριο του 2011, τον ενωσιακό στόχο της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050 κατά 80-95% σε σύγκριση με το 1990, στο

πλαίσιο των αναγκαίων κατά τη διακυβερνητική επιτροπή για την κλιματική αλλαγή (IPCC) μειώσεων από τις ανεπτυγμένες χώρες ομαδικά. Αυτό συνάδει με τη θέση των ηγετών του κόσμου, όπως αποκρυσταλλώθηκε στις συμφωνίες της Κοπεγχάγης και της Κανκούν. Οι συμφωνίες αυτές περιλαμβάνουν τη δέσμευση για κατάστρωση μακροπρόθεσμων στρατηγικών ανάπτυξης με χαμηλά επίπεδα ανθρακούχων εκπομπών. Ορισμένα κράτη μέλη έχουν ήδη κάνει ή κάνουν βήματα προς αυτή την κατεύθυνση, μεταξύ άλλων καθορίζοντας στόχους μείωσης των εκπομπών με ορίζοντα το 2050.

Το παρακάτω σχήμα 2.1 επεξηγεί την πορεία προς τη μείωση κατά 80% μέχρι το 2050, σε πενταετή στάδια. Η πρόβλεψη «αναφοράς» στο επάνω μέρος του διαγράμματος, δείχνει την εξέλιξη των εγχώριων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με τις τρέχουσες πολιτικές. Ακολουθεί ένα σενάριο συνεπές με εγχώρια μείωση κατά 80% το οποίο δείχνει πως μπορούν να εξελιχθούν οι συνολικές και οι τομεακές εκπομπές εάν τεθούν σε εφαρμογή συμπληρωματικές πολιτικές, λαμβανομένων υπόψη των τεχνολογικών επιλογών που θα είναι διαθέσιμες με την πάροδο του χρόνου.

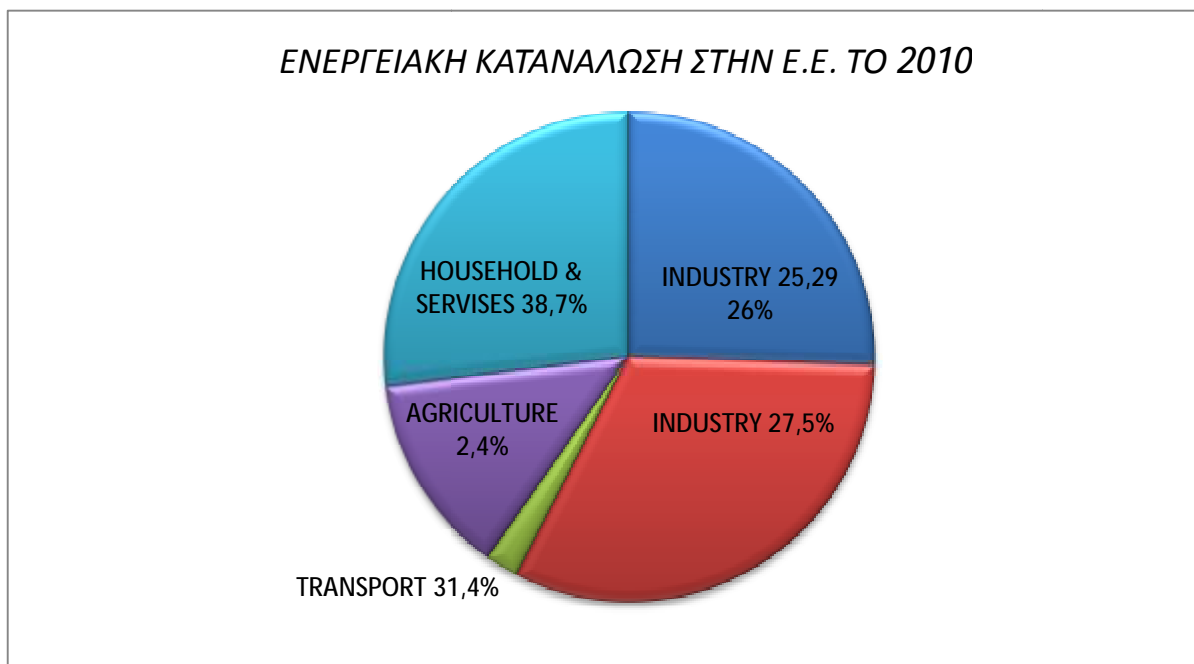


Σχήμα 2.1 : Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου της ΕΕ προς την κατεύθυνση εγχώριας μείωσης κατά 80%

Αν η ΕΕ υλοποιήσει τις τρέχουσες πολιτικές της, στις οποίες συμπεριλαμβάνεται η δέσμευση της να αυξήσει σε 20% το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και να επιτύχει ενεργειακή απόδοση 20% μέχρι το 2020, θα είναι σε θέση να υπερκαλύψει τον σημερινό στόχο της μείωσης των εκπομπών κατά 20% επιτυγχάνοντας μείωση κατά 25% μέχρι το 2020.

2.1.2 Ο κτιριακός τομέας στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Ο κτιριακός τομέας στην Ευρώπη είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής ενέργειας και η μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα καθώς ευθύνεται περίπου για το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης σχήμα 2.2 και 40% των συνολικών εκπομπών CO₂. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλη αύξηση των κτιρίων στον χώρο της Ευρώπης, και οι ρυθμοί απόσυρσης παλαιών κτιρίων είναι πολύ μικροί με αποτέλεσμα ακόμα μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας.

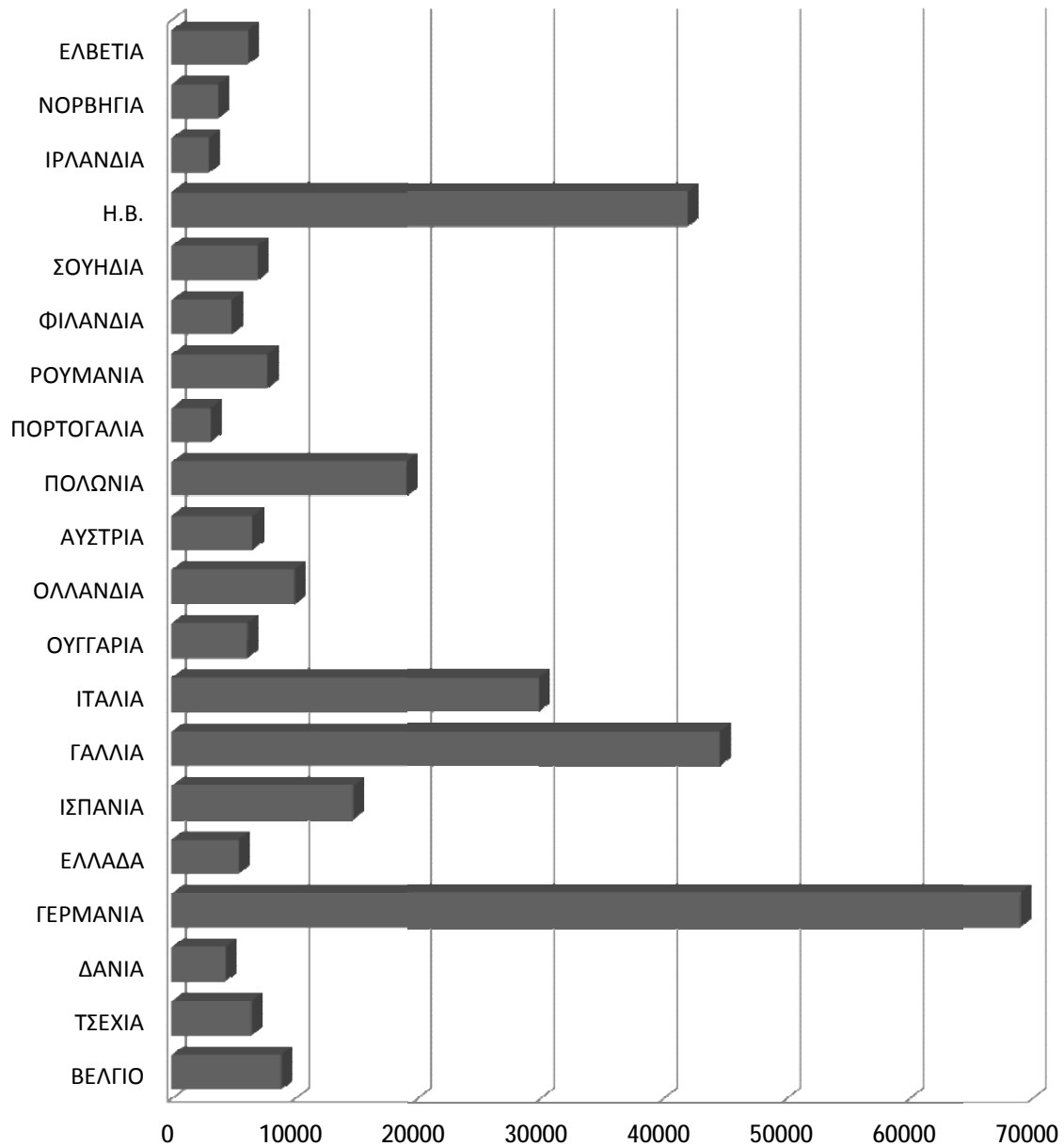


Σχήμα 2.2 : Ενεργειακή κατανάλωση στην Ε.Ε. [Πηγή: Eurostat]

Στον οικιακό τομέα η κατανάλωση ενέργειας αναλόγως με την χώρα, δίνεται στο σχήμα 2.3, παρατηρείται ότι η Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Γαλλία ευθύνονται για το 51% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στον οικιακό τομέα σε σχέση με την κατανάλωση στις 27 χώρες της

Ευρωπαϊκής Ένωσης ενώ ο πληθυσμός των κρατών αυτών είναι το 41% του συνολικού πληθυσμού που κατοικεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ



Σχήμα 2.3 : Κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα [Πηγή: Eurostat]

2.2 Κτίρια και κατανάλωση στην Ελλάδα

2.2.1 Ενεργειακή κατάσταση στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα μέχρι και 30% περισσότερη ενέργεια απαιτείται για την ικανοποίηση των συνθηκών θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα στα κτίρια, τα οποία αντιμετώπιζαν πρόβλημα επαρκούς μόνωσης. Μεταξύ των πλέον ενεργοβόρων κτιρίων στην Ε.Ε., τα ελληνικά κτίρια απορροφούν το 1/3 της καταναλισκόμενης ενέργειας και έχουν απώλειες θέρμανσης από πόρτες και παράθυρα, με αποτέλεσμα να χαραμίζουν πολύτιμη ενέργεια και χρήματα και ταυτόχρονα να εκπέμπουν περιττές ποσότητες επικίνδυνων ρύπων. Έτσι ο κανονισμός θερμομόνωσης στην Ελλάδα εισήχθη το 1979, ακολουθώντας το παράδειγμα των γερμανικών προτύπων, καθορίζοντας μία μέγιστη τιμή θερμικής μετάδοσης για τα οικοδομικά στοιχεία (π.χ. τοίχους, οροφές, παράθυρα) και για το κέλυφος του κτιρίου για διαφορετικές γεωμετρίες και κλιματικές ζώνες.

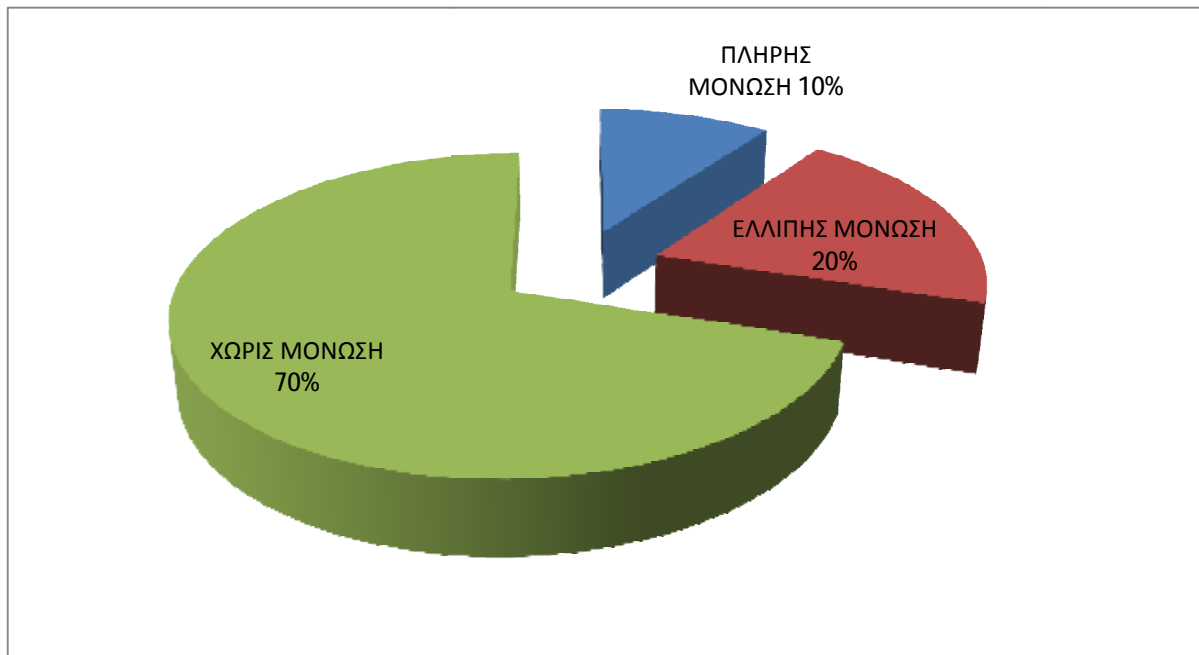
Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΥΠΙΑΝ στην Ελλάδα τα κτίρια κατοικιών αντιπροσωπεύουν το 76% του συνόλου. Από αυτά το 70% μέχρι το 2001 δεν είχαν μόνωση και μόνο το 30% έχει κτιστεί μετά το 1981 σχήμα 2.4. Οι δυνατότητες εξοικονόμησης είναι μεγάλες σε θερμική και ηλεκτρική ενέργεια, αν λάβει υπόψη του ότι σύμφωνα με στοιχεία του 2001 από το σύνολο των κτιρίων:

- 2.1% έχουν διπλά τζάμια
- 30.4% έχουν μόνωση δώματος
- 12.7% έχουν μόνωση πυλωτής
- 1.5% έχουν μόνωση δαπέδου
- 4.2% έχουν μόνωση σωληνώσεων στην εγκατάσταση θέρμανσης
- 20% έχουν μόνωση εξωτερικών τοίχων

Έτσι η εξοικονόμηση κάθε μέτρου σε θερμική και ηλεκτρική ενέργεια φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 1.1:

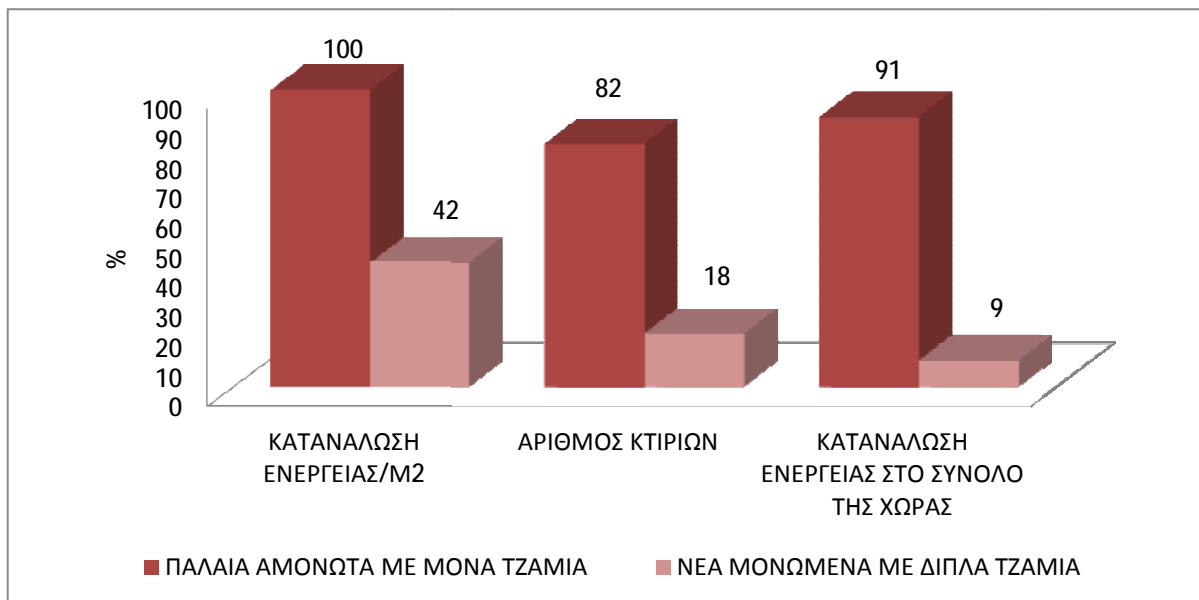
Μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας	Εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας	Μείωση εκπομπών CO2 (kg)
Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων	33-60%		3573.6
Αεροστεγάνωση ανοιγμάτων	16-21%		1712.2
Διπλά υαλοστάσια	14-20%		1539.2
Συντήρηση κεντρικών θερμάνσεων	10-12%		951.4
Ηλιακοί συλλέκτες για ζεστό νερό χρήσης		50-80%	2709.7
Θερμομόνωση οροφής	2-14%		549.6
Αντικατάσταση παλαιών λεβήτων	15-17%		438.6
Ενεργειακοί λαμπτήρες		60%	817.3
Θερμοστάτες αντιστάθμισης	2-3%		156.8
Θερμοστάτες χώρων	2-3%		146.9
Αντικατάσταση παλαιών λεβήτων με λέβητες φ.α.	19-21%		144
Αντικατάσταση παλαιών κλιματιστικών		65-75%	93
Ανεμιστήρες οροφής		60%	78.2
Εξωτερικός σκιασμός		10-20%	

Πίνακας 1.1 : Μέτρα εξοικονόμησης και οι θετικές επιδράσεις τους [Πηγή: ΥΠΑΝ]



Σχήμα 2.4: Κατάσταση μόνωσης κτιρίων [Πηγή: ΥΠ.ΑΝ.]

Τα διπλά τζάμια είναι κοινή πρακτική σε όλα τα νέα κτίρια και η πιο συχνή πρακτική αποκατάστασης στα υπάρχοντα κτίρια αφού μειώνει την κατανάλωση ενέργειας, όπως μπορούμε να διακρίνουμε και στο παρακάτω σχήμα 2.5.



Σχήμα 2.5: Κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια με μονά και διπλά τζάμια [Πηγή: ΥΠ.ΑΝ.]

Η κατανάλωση ενέργειας των κατοικιών στην Ελλάδα έχει αυξηθεί κατά 5.4% ετησίως εντός της περιόδου 1965-2001 με κύριες πηγές χρήσης τα πετρελαϊκά προϊόντα και την ηλεκτρική ενέργεια. Είναι εμφανές ότι κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας στην οικιακή κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται σταθερά. Σε ποσοτικούς όρους το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνεται κατά 2% ετησίως. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της αύξησης προέρχεται από την αύξηση στον αριθμό των καταναλωτών. Από την άλλη πλευρά το μερίδιο των πετρελαιοειδών μειώνεται κατά 0.6% το χρόνο, ενώ η χρήση άλλων πηγών όπως το κάρβουνο παρέμεινε ίδια ή μειώθηκε.

Η ηλεκτρική ενέργεια φαίνεται να είναι η κύρια πηγή οικιακής ενέργειας στην Ελλάδα, εκτός από τη θέρμανση όπου το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας είναι κάτω από 10% και η κύρια πηγή ενέργειας είναι το πετρέλαιο diesel. Αυτή η αναλογία μπορεί να αλλάξει καθοριστικά μέσα στα επόμενα χρόνια λόγω της γρήγορης εισαγωγής του φυσικού αερίου. Επομένως η χρήση του φυσικού αερίου, που βλάπτει πολύ λιγότερο το περιβάλλον, μπορεί να οδηγήσει κατά τη διάρκεια του χρόνου στην αντικατάσταση των παραδοσιακών πηγών ενέργειας.

Στην Ελλάδα οι δραστηριότητες σχετικά με την ενέργεια συμπεριλαμβανομένης της εξόρυξης, της μεταφοράς και της καύσης των ορυκτών καυσίμων είναι υπεύθυνες για περίπου 76% των εκπεμπόμενων αερίων. Κατά την περίοδο 1990-1995 οι εκπομπές του CO₂ στην Ελλάδα από τον ενεργειακό τομέα αποτέλεσαν το 90% των συνολικών εκπομπών του CO₂.

2.2.2 Ελληνικά κτίρια: Αποτύπωση κτιριακού αποθέματος

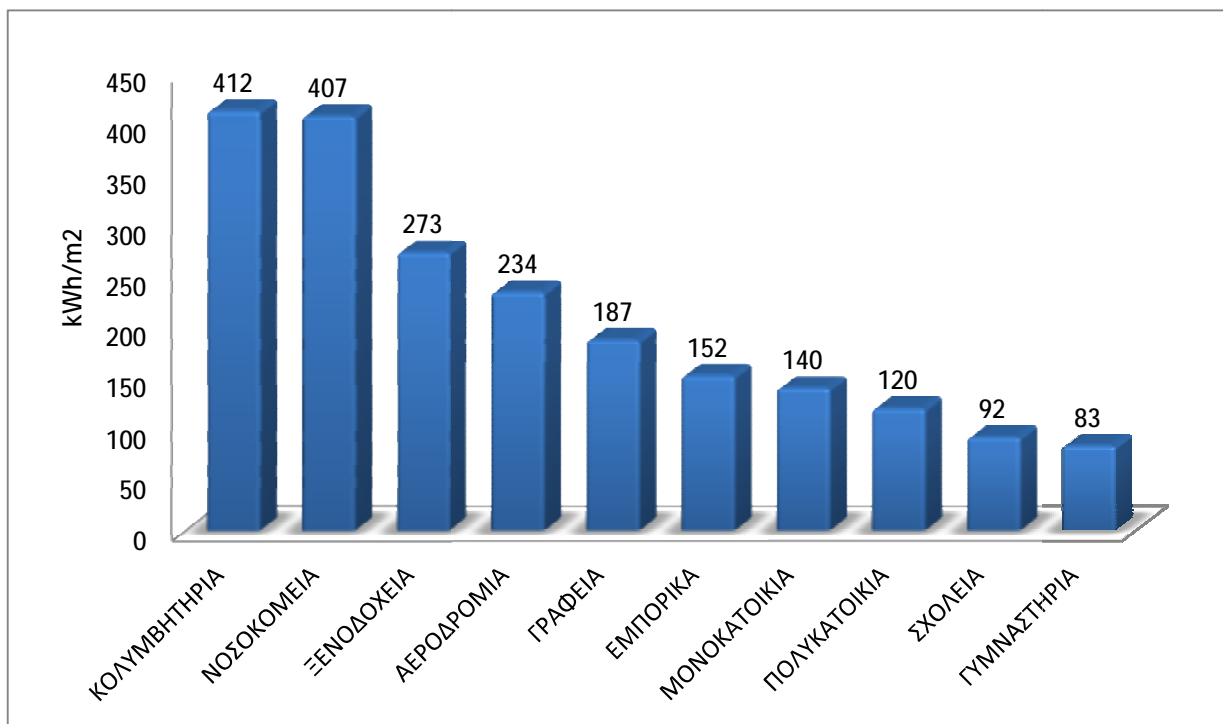
Τα κτίρια στην Ελλάδα ανήκουν κυρίως στον τριτογενή και οικιακό τομέα. Στα κτίρια του τριτογενή τομέα συμπεριλαμβάνονται κυρίως τα γραφεία, καταστήματα, ξενοδοχεία, σχολεία και νοσοκομεία. Υπάρχει επίσης ένα μικρό ποσοστό κτιρίων του τριτογενή τομέα με άλλες χρήσεις, όπως εργαστηριακοί, βιομηχανικοί και αποθηκευτικοί χώροι και αθλητικά κέντρα. Αντίστοιχα ο οικιακός τομέας περιλαμβάνει τα κτίρια μονοκατοικιών και πολυκατοικιών.

Ο τριτογενής τομέας που περιλαμβάνει σχεδόν όλα τα κτίρια, καταλαμβάνει σήμερα το 36% της ζήτησης ενέργειας στην χώρα μας. Αυτό αποδεικνύει ότι τα κτίρια είναι αρκετά ενεργοβόρα και συμμετέχουν δυναμικά στο ενεργειακό πρόβλημα. Στο Σχήμα 2.6 παρουσιάζονται οι ενεργειακοί

δείκτες που εκφράζουν την μέση ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφανείας για διάφορες χρήσεις Ελληνικών κτιρίων του τριτογενή τομέα.

Η μεγαλύτερη κατανάλωση παρουσιάζεται σε κλειστές αθλητικές εγκαταστάσεις με πισίνες και λόγω της υψηλής ζήτησης θερμικής ενέργειας. Οι τιμές αυτές είναι ακόμα μεγαλύτερες όταν υπάρχουν ειδικά Η/Μ συστήματα. Την μικρότερη κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζουν τα σχολεία και οι κλειστές αθλητικές εγκαταστάσεις με γυμναστήρια.

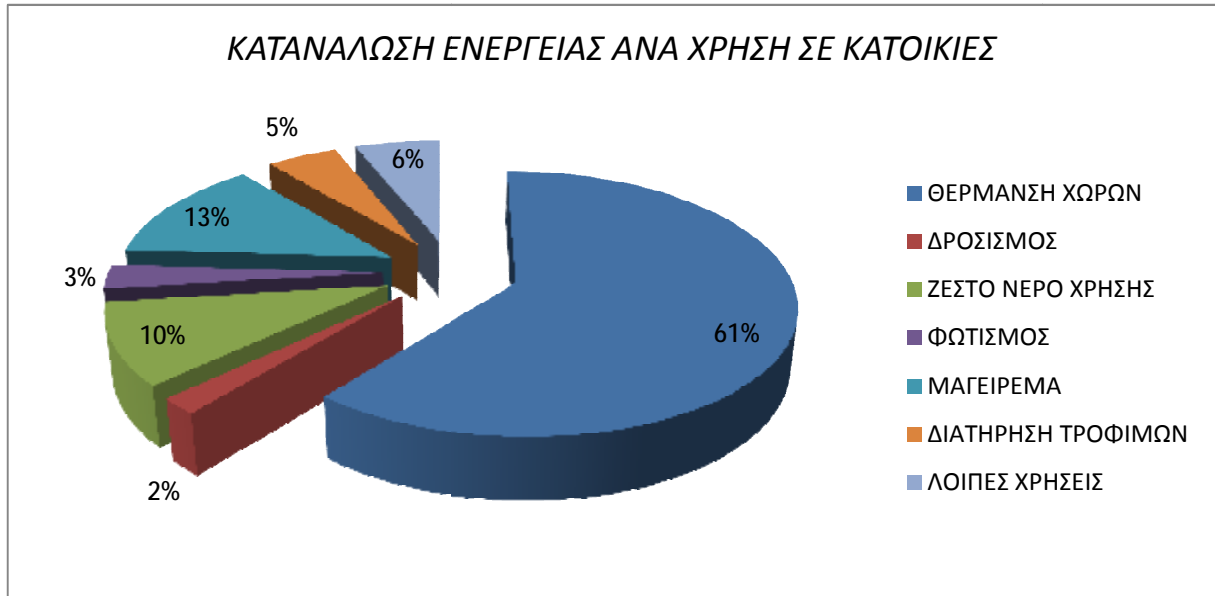
Τα ξενοδοχεία είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρα. Τα κτίρια γραφείων και εμπορικών έχουν αυξημένη ζήτηση ενέργειας λόγω της συνεχής λειτουργίας του Η/Μ εξοπλισμού κατά τις ώρες λειτουργίας τους. Τα κτίρια κατοικιών έχουν χαμηλότερο ενεργειακό δείκτη συγκριτικά με τα υπόλοιπα κτίρια, αλλά αν ληφθεί υπόψη ο μεγάλος αριθμός των κατοικιών, γίνεται αντιληπτό ότι η συμμετοχή τους στην κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα είναι πολύ μεγάλη.



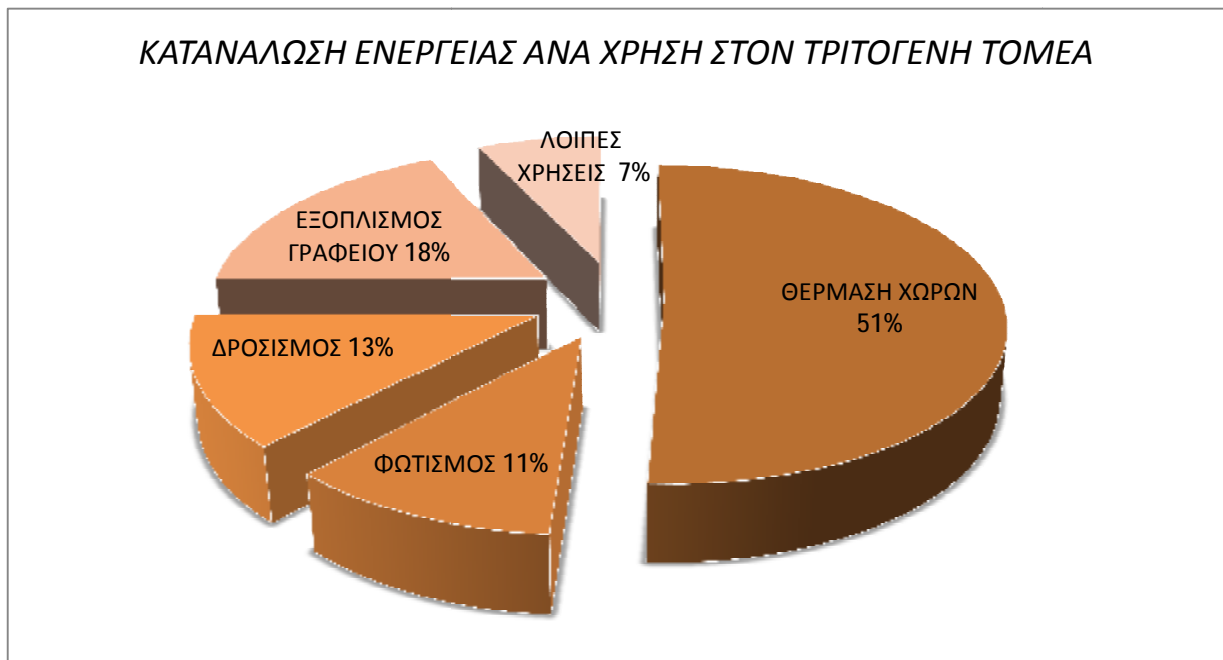
Σχήμα 2.6: Ενεργειακοί δείκτες κατανάλωσης ενέργειας σε κτίρια [Πηγή: ΥΠ.ΑΝ]

Στο παρακάτω σχήμα 2.7 παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται σε μια κατοικία, είναι για τις ανάγκες ψύξης τροφίμων. Σημαντική επίσης κατανάλωση ενέργειας αποτελεί το

μαγείρεμα καθώς και το ΖΝΧ. Στα κτίρια του τριτογενή τομέα το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας (σχήμα 2.8), περίπου το 51%, χρησιμοποιείται για την θέρμανση του χώρου. Στον τριτογενή τομέα υπάρχει πολύ μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για την ανάγκη φωτισμού του χώρου.

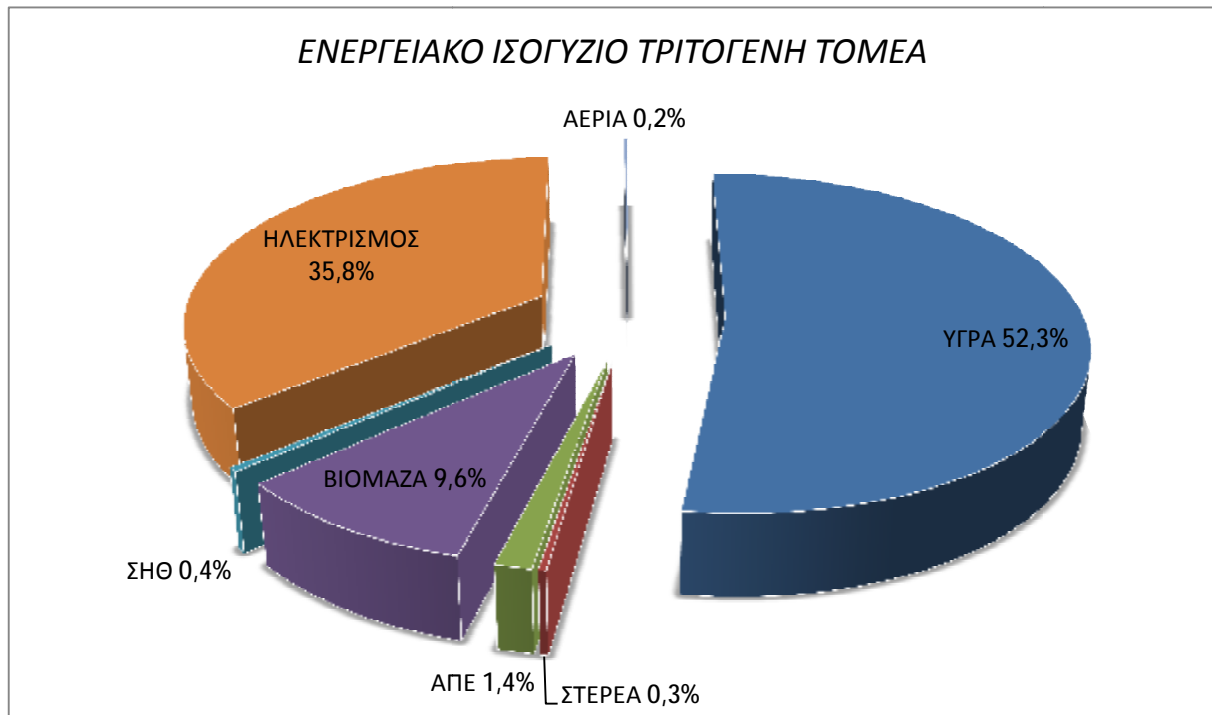


Σχήμα 2.7: Κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση σε κατοικίες [Πηγή: ΥΠ.ΑΝ.]



Σχήμα 2.8: Κατανομή ενέργειας στον τριτογενή τομέα [Πηγή: ΥΠ.ΑΝ.]

Οι μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούνται στον τριτογενή τομέα για όλες τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου, παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα 2.9 :



Σχήμα 2.9: Μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούνται στον τριτογενή τομέα για όλες τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου [Πηγή: ΥΠ.ΑΝ.]

2.2.3 Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια

Η εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και η ορθολογική χρήση της αποτελεί πρωταρχικό μέτρο για την προστασία του περιβάλλοντος. Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είναι ιδιαίτερα εμφανής στα ελληνικά κτίρια του οικιακού και του τριτογενή τομέα, όπου η χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και συσκευών καλύπτει ένα ποσοστό 30% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στη χώρα, με ετήσιο ρυθμό αύξησης 4% από τα μέσα της δεκαετίας του 1970.

Αναλυτικότερα οι κύριοι παράγοντες που συμβάλλουν στο ενεργειακό πρόβλημα και καθιστούν απαραίτητες τις επεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας είναι:

- Συνεχής αύξηση του πληθυσμού της γης

- Βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης του ανθρώπου. Αυτό συνεπάγεται τη χρήση όλο και περισσότερων ενεργοβόρων συσκευών για την κάλυψη των βασικών αναγκών όπως το μαγείρεμα, την χρήση ζεστού νερού, τα συστήματα κλιματισμού των εσωτερικών χώρων κ.α. . Επίσης η εξέλιξη της τεχνολογίας συμβάλλει στη συνεχή δημιουργία νέων ενεργοβόρων συστημάτων και συσκευών που βελτιώνουν την ποιότητα ζωής, όπως τα κινητά τηλέφωνα, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τα ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου, από τα οποία γίνεται άμεσα εξαρτώμενος ο άνθρωπος.
- Η συνεχής μείωση των αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων. Τα υγρά καύσιμα εξακολουθούν να είναι και σήμερα η κύρια πηγή ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού.
- Η περιορισμένη χρήση των ΑΠΕ- ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αν και η τεχνολογία των ΑΠΕ συνεχώς εξελίσσεται, ακόμη και σήμερα η αξιοποίηση τους είναι περιορισμένη.
- Οι απώλειες κατά την παραγωγή και μεταφορά ενέργειας. Οι απώλειες αυτές αφορούν κυρίως την τελικά μορφή ενέργειας (ηλεκτρική, θερμική)
- Η μη ορθολογική χρήση ενέργειας η οποία οφείλεται κυρίως στην κακή ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των τελικών καταναλωτών.

3. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

3.1 Νομοθεσία στην Ε.Ε.

Η οδηγία 2002/91/EK του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, έχει σκοπό και στόχο την εφαρμογή του ενεργειακού και βιοκλιματικού σχεδιασμού τους, αφορά τον τομέα της κατοικίας και τον τριτογενή τομέα, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων είναι κτίρια και αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Κοινότητα, τάση που πρόκειται να αυξήσει την ενεργειακή του κατανάλωση και, κατά συνέπεια, τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Κύρια επιδίωξη της Ευρωπαϊκής ένωσης είναι η δυνατότητα να επηρεάζει την παγκόσμια αγορά ενέργειας. Στόχος της οδηγίας 2002/91/EK είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων εντός της κοινότητας λαμβάνοντας υπόψη εξωτερικές κλιματολογικές και τοπικές συνθήκες, κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων, θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, εγκαταστάσεις θέρμανσης και κλιματισμού, αερισμό, συστήματα σκίασης και ηλιακής προστασίας καθώς και οικονομικά κριτήρια.

3.1.1 Βασικά στοιχεία και στόχοι της οδηγίας

Η οδηγία περιλαμβάνει 4 βασικά στοιχεία:

1. Κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Η κοινή μεθοδολογία υπολογισμού θα πρέπει να περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ενεργειακή απόδοση και όχι πλέον μόνο την ποιότητα της μόνωσης του κτιρίου.
2. Ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης για νέα κτίρια αλλά και τα υφιστάμενα όταν αυτά υποβάλλονται σε μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση.
3. Την ενεργειακή πιστοποίηση για νέα και υφιστάμενα κτίρια. Τα πιστοποιητικά δεν πρέπει να είναι παλαιότερα των 5 ετών.
4. Επιθεώρηση των λεβήτων και των κεντρικών εγκαταστάσεων κλιματισμού σε τακτά χρονικά διαστήματα, και αξιολόγηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης όταν οι λέβητες είναι παλαιότεροι των 15 ετών.

Στόχοι της οδηγίας:

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, δηλαδή μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται για θέρμανση, ψύξη, εξαερισμό, φωτισμό, παροχή ζεστού νερού χρήσης ενός κτιρίου.
- Αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και κυρίως της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση, ψύξη, φυσικό φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ενός κτιρίου.
- Περιορισμό των εκπομπών αέριων ρύπων που συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, προκειμένου να εξασφαλιστεί η προστασία του περιβάλλοντος.
- Σύγκλιση των κτιριακών προτύπων προς αυτά των κρατών μελών, που έχουν ήδη υψηλότερα επίπεδα απαιτήσεων.

3.1.2 Πεδίο εφαρμογής και εξαιρέσεις

Η οδηγία αυτή όπως αναφέραμε και παραπάνω αφορά τον τομέα της κατοικίας και τον τριτογενή τομέα, ωστόσο ορισμένα κτίρια εξαιρούνται από το πεδίο εφαρμογής των διατάξεων σχετικά με την πιστοποίηση. Αφορά όλες τις πλευρές της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και μέτρα όπως η επισήμανση και η υποχρεωτική ελάχιστη απόδοση προβλέπονται για την ενεργειακή απόδοση. Αναλυτικότερα η οδηγία έχει υποχρεωτική εφαρμογή :

- Στην ανέγερση νέων κτιρίων κατοικίας, προσωρινής διανομής, συνάθροισης κοινού, εκπαίδευσης, υγείας και κοινωνικής πρόνοιας, εμπορίου, γραφείων και βιομηχανιών.
- Στην επέκταση κτιρίων.
- Στην ανακαίνιση υφιστάμενων κτιρίων, αποκατάσταση όψεων, αλλαγή χρήσης και αναβάθμιση εγκαταστάσεων.
- Στην εφαρμογή επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης υφιστάμενων κτιρίων.

Εξαιρούνται της υποχρεωτικής εφαρμογής τα ακόλουθα κτίρια:

- Ανοιχτά κτίρια, δηλαδή κτίρια αποτελούμενα κατά μεγάλο ποσοστό από υμνοπαίθριους χώρους και κτίρια στα οποία δεν προβλέπεται μόνιμη ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση θέρμανσης ή ψύξης
- Θρησκευτικά κτίρια
- Κτίρια χαρακτηρισμένα ως διατηρητέα για τα οποία η εφαρμογή της οδηγίας θα επέφερε αλλοίωση της φυσιογνωμίας τους

- Νέες κατοικίες με επιφάνεια μικρότερη των 50m²
- Προσθήκες σε υφιστάμενα κτίρια με επιφάνεια μικρότερη των 30m²
- Κτίρια εξειδικευμένης χρήσης όπως χειρουργεία, χώροι μνημείων, νοσοκομεία, εργαστήρια, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, αγροτικά κτίρια.

3.1.3 Απαιτήσεις οδηγίας από τα κράτη-μέλη

Οι απαιτήσεις της οδηγίας από τα κράτη μέλη της Ε.Ε. θεσπίζει τα εξής:

- **Ανάπτυξη ολοκληρωμένης μεθοδολογίας για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.** Η μέθοδος αυτή πρέπει να λαμβάνει υπόψη τους ακόλουθους παράγοντες:
 - § Τα θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου
 - § Την εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσίας ζεστού νερού χρήσης
 - § Την εγκατάσταση κλιματισμού
 - § Τον αερισμό
 - § Την ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού
 - § Τη θέση και προσανατολισμό των κτιρίων
 - § Τα παθητικά ηλιακά συστήματα και την ηλιακή προστασία

Στον υπολογισμό αυτό θα πρέπει να συνεκτιμάται και η θετική επίδραση των εξής παραγόντων :

- § Ενεργών ηλιακών συστημάτων, άλλων συστημάτων θέρμανσης και ηλεκτρικών συστημάτων βασιζόμενων στις ΑΠΕ
- § Ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης με συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ)
- § Συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης
- § Συστημάτων φωτισμού
- **Εφαρμογή ελαχίστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση νέων κτιρίων.** Ειδικά για τα νέα κτίρια με επιφάνεια πάνω από 1000m², μελετάται η εγκατάσταση εναλλακτικών συστημάτων όπως οι αντλίες θερμότητας.

- Εφαρμογή ελαχίστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση μεγάλων υφιστάμενων κτιρίων (άνω των 1000 m²), στα οποία γίνεται ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας (άνω του 25%).
- Τακτική επιθεώρηση λέβητων.
 - § Ετήσια σε λέβητες ονομαστικής ισχύος 20100kW
 - § Ανά διετία σε λέβητες άνω των 100
 - § Οι λέβητες φυσικού αερίου επιθεωρούνται ανά τετραετία
 - § Γενική επιθεώρηση της εγκατάστασης και συστάσεις για μετατροπές σε λέβητες παλαιότητας μεγαλύτερης των 15 ετών.
- Τακτική επιθεώρηση συστημάτων κλιματισμού.
- Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίων.

Στόχος της παρούσας οδηγίας είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές κλιματολογικές και τις τοπικές συνθήκες, καθώς και τις κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων και τη σχέση κόστους/οφέλους, την μείωση των ρύπων και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

3.2 Νομοθεσία στην Ελλάδα

Την κύρια ευθύνη για την εφαρμογή της πολιτικής και τη παρακολούθηση των εθνικών ενεργειακών στόχων σχετικά με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση έχει το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ). Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) ως υποστηρικτικός φορέας παρέχει την τεχνική και επιστημονική βοήθεια στο ΥΠΕΚΑ. Παράλληλα, αρμοδιότητες δόθηκαν στην νέα ιδρυθείσα Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας Ε.Γ.Ε.Π.Ε. στο ΥΠΕΚΑ με σκοπό την επίβλεψη και το συντονισμό των αρμόδιων υπηρεσιών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο για την εφαρμογή της σχετικής περιβαλλοντικής και ενεργειακής νομοθεσίας.

Στην Ε.Γ.Ε.Π.Ε. δημιουργήθηκε επίσης και η Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.) που κύριο μέλημα της έχει τον έλεγχο και την παρακολούθηση της εφαρμογής του Ν.3661/2008, όπως θα δούμε παρακάτω, σχετικά με την εφαρμογή των προβλεπόμενων σε αυτόν μέτρων για

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων, καθώς και της έκδοσης των πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης. Σημαντική είναι και η συνεισφορά του Πράσινου Ταμείου για παρακολούθηση της είσπραξης, του έλεγχου και διασφάλισης της απόδοσης των Πράσινων Πόρων για εφαρμογές μέτρων και δράσεων για τη Βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης.

Η Ελλάδα με τον νόμο Ν40/75 «περί λήψεως μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας» και μετά, θέσπισε μια σειρά μέτρων που αφορούσαν την εξοικονόμηση ενέργειας.

- 1975 – Ν.40/75 (Νόμος –Πλαίσιο) περί «Λήψης Μέτρων για την Εξοικονόμηση Ενέργειας»
- 1979 – «Κανονισμός για την Θερμομόνωση των Κτιρίων» (ΚΘΚ)
- 1985 – Άρθρο 26 του Ν.1577/85 «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός» (ΓΟΚ-2000)
- 1989 – Υ.Α 3046/304 «Κτιριοδομικός Κανονισμός»
- 1993 – «Περιορισμό των εκπομπών CO₂ μέσω της βελτίωσης Ενεργειακής Απόδοσης »
- 1995- Σχεδίου Δράσης "Ενέργεια 2001" του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- 1998 – Εναρμόνιση Κοινοτικής Οδηγίας SAVE για τον «Περιορισμό των εκπομπών CO₂ με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων» - ΑΡΘΡΟ 4: Κ.ΟΧ.Ε.Ε.
- 1999 – ΥΑ 11038 «ΔΑΚ Κανονισμός Ενεργειακών Επιθεωρήσεων»
- 2001 – Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001»
- 2002 – Οδηγία 2002/91/EK για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων»

Αναλυτικότερα, η ελληνική νομοθεσία πριν το 1980 σε σχέση με την εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων, περιορίζεται στη μελέτη θερμομόνωσης που απαιτείται για κάθε νέα κατασκευή, σύμφωνα με τον κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων (ΚΘΚ), ο οποίος αντικαταστάθηκε από τον κανονισμό ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας-ΚΟΧΕΕ. Λόγω της αύξησης του ενδιαφέροντος σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας και την μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας και ιδιαίτερα των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, σε συνδυασμό με την ανάγκη εναρμόνισης της ελληνικής νομοθεσίας

σύμφωνα με τις σχετικές ευρωπαϊκές οδηγίες, συντάχθηκαν και θεσμοθετήθηκαν νέες διατάξεις.

Έτσι με το σχέδιο δράσης «Ενέργεια 2001» του ΥΠΕΧΩΔΕ, για την εξοικονόμηση ενέργειας στον οικιακό και τριτογενή τομέα, προετοιμάστηκε και εκδόθηκε η κοινή υπουργική απόφαση για τον `` περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τον καθορισμό μέτρων και ορών για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων ``. Το σχέδιο δράσης «Ενέργεια 2001» αποτελεί μέχρι και σήμερα πηγή μιας σειράς νομοθετημάτων και άλλων ρυθμίσεων και πιλοτικών εφαρμογών, σημαντικότερη των οποίων είναι ο νέος Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), μετά την απόσυρση του Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.. Τέλος η βασική καινοτομία είναι η καθιέρωση του ενεργειακού πιστοποιητικού κτιρίων, όπως προβλέπεται και από την οδηγία 2002/91/ΕΚ της ευρωπαϊκής κοινότητας την οποία θα δούμε παρακάτω αναλυτικότερα.

Με τον Ν.3661/2008 Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων ΦΕΚ 89/19 Μαΐου 2008, εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, ο οποίος προβλέπει:

- Κανονισμό και πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων που θέτει τις ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις για τα καινούργια κτίρια
- Ενεργειακούς επιθεωρητές και ενεργειακές επιθεωρήσεις λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού των έκαστου κτιρίων
- Συμμόρφωση όσων δεν εναρμονίζονται με τον νόμο
- Μελέτη ενεργειακής απόδοσης που αφορά το κέλυφος του κτιρίου και τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσης ,και φωτισμού. Για τους υπολογισμούς των απωλειών σε θέρμανση και ψύξη αυτό που χρειάζεται να ξέρουμε είναι τα χαρακτηριστικά του κτιρίου, δηλαδή τα δομικά υλικά, τον προσανατολισμό, την γεωμετρία, τις συνθήκες σχεδιασμού, και την χρήση του εκάστοτε χώρου που μελετάμε.

Η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων για την εξοικονόμηση ενέργειας πρέπει τουλάχιστον να περιλαμβάνει τους ακόλουθους παράγοντες:

- α) θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (κέλυφος και εσωτερικά χωρίσματα, κ.λπ.)

β) εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσία θερμού νερού,

γ) εγκατάσταση κλιματισμού

δ) αερισμό

ε) εγκατάσταση φωτισμού

στ) θέση και προσανατολισμό των κτιρίων

ζ) παθητικά ηλιακά συστήματα

η) φυσικό αερισμό

Κατά τον υπολογισμό λαμβάνουμε υπόψη:

α) ενεργά ηλιακά συστήματα και άλλα συστήματα θέρμανσης και ηλεκτρικά συστήματα βασιζόμενα σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

β) την συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας (ΣΗΘ)

γ) συστήματα θέρμανσης και ψύξης

δ) φυσικός φωτισμός

Τέλος τα κτίρια για ευκολότερους υπολογισμούς κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

α) κατοικίες

β) διαμερισμάτων

γ) γραφεία

δ) εκπαιδευτικά κτίρια

ε) νοσοκομεία

στ) ξενοδοχεία και εστιατόρια

ζ) αθλητικές εγκαταστάσεις

4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΓΕΝΙΚΑ

4.1 Ενεργειακή επιθεώρηση

Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί πρωταρχικό μέτρο για την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και για τον περιορισμό της εκροής συναλλάγματος από την εθνική οικονομία προς εξασφάλιση της απαιτούμενης ποσότητας ρυπογόνων ορυκτών καυσίμων και κύρια του πετρελαίου. Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είναι πολύ εμφανής στα ελληνικά κτίρια του οικιακού και τριτογενούς τομέα, όπου η χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και συσκευών καλύπτει ένα ποσοστό 30% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στη χώρα, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 4% από τα μέσα της δεκαετίας του 70.

Επιπλέον, η λειτουργία των κτιριακών ενεργειακών συστημάτων προκαλεί το 40% περίπου των συνολικών εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα, ενός αερίου που ευθύνεται για τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου. στον πλανήτη. Όσον αφορά το βιομηχανικό τομέα, αν και η συνολική κατανάλωση ενέργειας τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει ελαφριά κάμψη (κυρίως λόγω της ύφεσης σε ενεργειοβόρους βιομηχανικούς κλάδους), η συνεισφορά του στην τελική κατανάλωση ενέργειας είναι σημαντική (~ 25%).

4.1.1 Ορισμός

Ο όρος «ενεργειακή επιθεώρηση» χρησιμοποιείται γενικά για την περιγραφή μιας συστηματικής διαδικασίας που στοχεύει στην απόκτηση επαρκούς γνώσης γύρω από το προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου ή μιας βιομηχανικής μονάδας. Αυτή έχει, επίσης, στόχο τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση των οικονομικά αποδοτικών δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας στην εν λόγω μονάδα. Έτσι, οι ενεργειακές επιθεωρήσεις είναι αποφασιστικής σημασίας για την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και για την εξασφάλιση των στόχων της Ενεργειακής Διαχείρισης.

4.1.2 Σκοπός

Σε μία ενεργειακή επιθεώρηση:

- κύριος στόχος είναι η εξοικονόμηση ενέργειας,

- το σημείο ενδιαφέροντος είναι η κατανάλωση της ενέργειας και οι αντίστοιχες δυνατότητες εξοικονόμησης,
- μπορεί να υπάρχουν και άλλες πτυχές προς θεώρηση (κατάσταση εξοπλισμού, περιβάλλον) αλλά το ενδιαφέρον εστιάζεται κυρίως στα ενεργειακά κέρδη,
- παράγονται αναφορές σχετικά με τα δυνατά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας,
- το έργο που εκτελείται μπορεί να καλύψει όλες τις ενεργειακές χρήσεις μιας εγκατάστασης ή συγκεκριμένα περιορισμένα τμήματα (συστήματα, εξοπλισμός) πολλών εγκαταστάσεων (οριζόντια επιθεώρηση).

Εξάλλου, σε πολλές περιπτώσεις, μπορεί η όλη διαδικασία να ονομάζεται διαφορετικά (για παράδειγμα ενεργειακή σήμανση, ενεργειακή αποτίμηση, κ.λπ.), αλλά παράλληλα να ικανοποιεί τα ίδια κριτήρια με την ενεργειακή επιθεώρηση. Τέλος, αναφέρεται ότι η ενεργειακή επιθεώρηση δεν είναι μια συνεχόμενη δράση, αλλά θα πρέπει να επαναλαμβάνεται περιοδικά.

4.1.3 Διαδικασία Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου

Για την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου ακολουθείται συγκεκριμένη διαδικασία, σύμφωνα με το άρθρο 15 του ΚΕΝΑΚ, που περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

1. Ανάθεση Ενεργειακής Επιθεώρησης

Η ανάθεση γίνεται από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου κατόπιν πρόσκλησης στον Ενεργειακό Επιθεωρητή. Κατά την ανάθεση, γίνεται η αρχική ενημέρωση από τον επιθεωρητή για τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης και διατυπώνονται οι συμβατικές υποχρεώσεις του επιθεωρητή και του ιδιοκτήτη του ακινήτου. Ο επιθεωρητής ενημερώνει τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή για τις πληροφορίες που θα χρειαστεί για τη διενέργεια της επιθεώρησης (π.χ. αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου, μελέτη θερμομόνωσης (αν υπάρχει), σχέδια Η/Μ εγκαταστάσεων, πιστοποιητικά και δελτία αποστολής υλικών, κ.α.). Επιπλέον, εξασφαλίζει τη δυνατότητα πρόσβασης στους εσωτερικούς κοινόχρηστους και ιδιόκτητους χώρους για την επιθεώρησή τους.

2. Ηλεκτρονική Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου

Ο επιθεωρητής επισκέπτεται την ιστοσελίδα της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής (www.buildingcert.gr), καταχωρεί τα γενικά στοιχεία του ακινήτου που πρόκειται να επιθεωρήσει και λαμβάνει ηλεκτρονικά έναν αριθμό πρωτοκόλλου από το πληροφοριακό σύστημα της Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ. Ο συγκεκριμένος αριθμός πρωτοκόλλου συνοδεύει όλη τη διαδικασία μέχρι το πέρας της, καθώς και τα σχετικά έγγραφα που υποβάλλονται ηλεκτρονικά στην Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ. και παραλαμβάνει ο ιδιοκτήτης.

3. Προετοιμασία Ενεργειακής Επιθεώρησης- Συλλογή Στοιχείων Κτιρίου

Κατά το στάδιο αυτό συλλέγονται και διατίθενται στον επιθεωρητή τα απαραίτητα στοιχεία για το κέλυφος και τις εγκαταστάσεις του κτιρίου (π.χ. μελέτες και αρχιτεκτονικά σχέδια, σχέδια Η/Μ εγκαταστάσεων, λογαριασμοί ρεύματος, κ.α.). Επίσης, η προετοιμασία της ενεργειακής επιθεώρησης, μπορεί να περιλαμβάνει και την ενημέρωση του επιθεωρητή για τυχόν ιδιαίτερες ανάγκες των χρηστών του κτιρίου, τα σχέδια συντήρησης ή ανακαίνισης, τα προβλήματα εσωτερικού περιβάλλοντος κλπ.

4. Επιθεώρηση Κτιρίου:

Κατά την επιθεώρηση κτιρίου, συλλέγονται αναλυτικά τα στοιχεία για το υπό επιθεώρηση κτίριο κατά τη διάρκεια της επιτόπιας επίσκεψης του ενεργειακού επιθεωρητή με τη βοήθεια των σχετικών εντύπων ενεργειακής επιθεώρησης, τα οποία παρουσιάζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010. Ιδιαίτερα σε κτίρια μεγάλης επιφάνειας και σύνθετων Η/Μ εγκαταστάσεων, ο επιθεωρητής μπορεί να προβεί στη διεξαγωγή μετρήσεων ορισμένων μεγεθών με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού.

5. Υπολογισμοί & Ανάλυση Αποτελεσμάτων:

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης του εξεταζόμενου κτιρίου κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης, βασικό εργαλείο είναι το λογισμικό TEE-KENAK., το οποίο ενσωματώνει τη μεθοδολογία που αναπτύσσεται στον KENAK. και τις σχετικές

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

TOTEE και διατίθεται από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ), μαζί με όλες τις σχετικές πληροφορίες εγκατάστασης, μέσω της ηλεκτρονικής διεύθυνσης

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

Με την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό και την εκτέλεση των υπολογισμών, προσδιορίζεται η ειδική ενεργειακή κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ($\text{kWh/m}^2/\text{έτος}$) του εξεταζόμενου κτιρίου, συγκρίνεται με την αντίστοιχη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και κατατάσσεται το εξεταζόμενο κτίριο σε μια ενεργειακή κατηγορία. Στη συνέχεια, λαμβάνοντας υπόψη την ανάλυση των αποτελεσμάτων των υπολογισμών, ο επιθεωρητής διατυπώνει προτάσεις εναλλακτικών σεναρίων βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου.

Για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, ο επιθεωρητής ελέγχει, επίσης, την πιστή εφαρμογή της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κατά την κατασκευή του κτιρίου, διασταυρώνοντας π.χ. τις ποσότητες των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν (από τα δελτία αποστολής) και τις ιδιότητές τους (από τα πιστοποιητικά που τα συνοδεύουν), σε σχέση με αυτά που προέβλεπε η μελέτη.

6. Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου (Π.Ε.Α.)


Με την ολοκλήρωση των υπολογισμών, ο επιθεωρητής υποβάλλει ηλεκτρονικά στην Ε.Υ.Ε.Π.ΕΝ. το αρχείο δεδομένων (xml), το οποίο καταχωρείται, επίσης ηλεκτρονικά, στο Αρχείο Επιθεώρησης Κτιρίων και εκδίδεται το Π.Ε.Α., το οποίο και παραδίδεται στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου.

Η έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης είναι το τελευταίο στάδιο της ενεργειακής επιθεώρησης. Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ η έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου είναι υποχρεωτική για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, καθώς επίσης και για τα υφιστάμενα κτίρια σε περίπτωση αγοραπωλησίας, μίσθωσης. Η τελική μορφή του Π.Ε.Α. (σχήμα 4.1α-4.1β) δίνεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010, στην οποία παρουσιάζονται και οι οδηγίες σύνταξης για τον επιθεωρητή.

Το ΠΕΑ εκδίδεται μετά την εισαγωγή του αρχείου δεδομένων και αποτελεσμάτων από τον επιθεωρητή και την οριστική του υποβολή στην Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ., επιστρέφει δε ηλεκτρονικά (υπό μορφή αρχείου PDF) στον επιθεωρητή, ο οποίος υποχρεούται να δώσει υπογεγραμμένο και σφραγισμένο

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

αντίγραφο στον ιδιοκτήτη του κτιρίου. Το ΠΕΑ ισχύει για δέκα χρόνια, εκτός από την περίπτωση ριζικής ανακαίνισης του κτιρίου πριν παρέλθει η δεκαετία, οπότε η ισχύς του λήγει με το πέρας των εργασιών ανακαίνισης και πρέπει να εκδοθεί νέο.

Α.Π.: Α.Α.:	
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	<p>ΧΡΗΣΗ:</p> <p>Κτίριο <input type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/></p> <p>Αριθμός ιδιοκτησίας:</p> <p>Κλιματική Ζώνη:</p> <p>Διεύθυνση: Τ.Κ.</p> <p>Πόλη:</p> <p>Έτος κατασκευής:</p> <p>Συνολική επιφάνεια [m²]:</p> <p>Θερμαινόμενη επιφάνεια [m²]:</p> <p>Όνομα ιδιοκτήτη:</p>
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
$EP \leq 0,33 \cdot R_{th}$ A+	
$0,33 \cdot R_{th} < EP \leq 0,5 \cdot R_{th}$ A	
$0,5 \cdot R_{th} < EP \leq 0,75 \cdot R_{th}$ B+	
$0,75 \cdot R_{th} < EP \leq 1,0 \cdot R_{th}$ B	
$1,0 \cdot R_{th} < EP \leq 1,41 \cdot R_{th}$ Γ	
$1,41 \cdot R_{th} < EP \leq 1,82 \cdot R_{th}$ Δ	
$1,82 \cdot R_{th} < EP \leq 2,27 \cdot R_{th}$ Ε	
$2,27 \cdot R_{th} < EP \leq 2,73 \cdot R_{th}$ Ζ	
$2,73 \cdot R_{th} < EP$ Η	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²):
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²):
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kgCO ₂ /m ²):
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO ₂	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m ²): Καύσιμα [kWh/m ²):	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²):	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²):	Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>

Σχήμα 4.1α : Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης [Πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010]

Α.Π.: Λ.Α.:

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση			Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Άλλο:	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Άλλο:	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Σύνολο	Φωτισμός <input type="checkbox"/>			

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m²]

Θέρμανση: Ψύξη:

Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX) : Φωτισμός :

ΑΠΕ & ΣΗΘ : (-)

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

1.

2.

3.

Αριθμός σύστασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και τιμή μονάδας*			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ * [kg/m ²]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής* [έτη]
		[kWh/m ²]	[%]	[€/kWh]		
1						
2						
3						

* Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.

Ημερομηνία έκδοσης ΠΕΑ: Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή: Α.Μ. Επιθεωρητή:	Σφραγίδα: Υπογραφή:
--	----------------------------

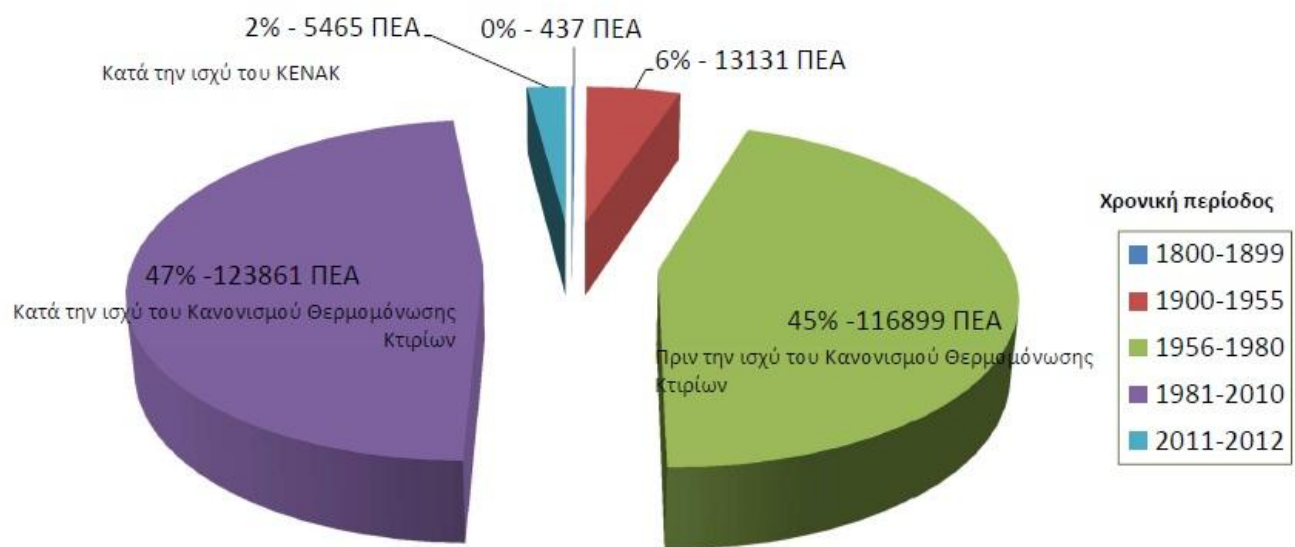
Σχήμα 4.1β : Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης [Πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010]

Ειδικά για τις περιπτώσεις νέων ή ριζικά ανακαινιζόμενων κτιρίων, κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης για έκδοση Π.Ε.Α. θα πρέπει να ελέγχεται εάν το κτίριο κατασκευάστηκε σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης. Σε περίπτωση διαπίστωσης μη τήρησης της μελέτης, ο εκάστοτε ιδιοκτήτης/διαχειριστής του κτιρίου υποχρεούται να συμμορφωθεί εντός προθεσμίας ενός (1) έτους από την έκδοση του Π.Ε.Α., εφαρμόζοντας μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, σύμφωνα με τις συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή, που αναφέρονται στο Π.Ε.Α..

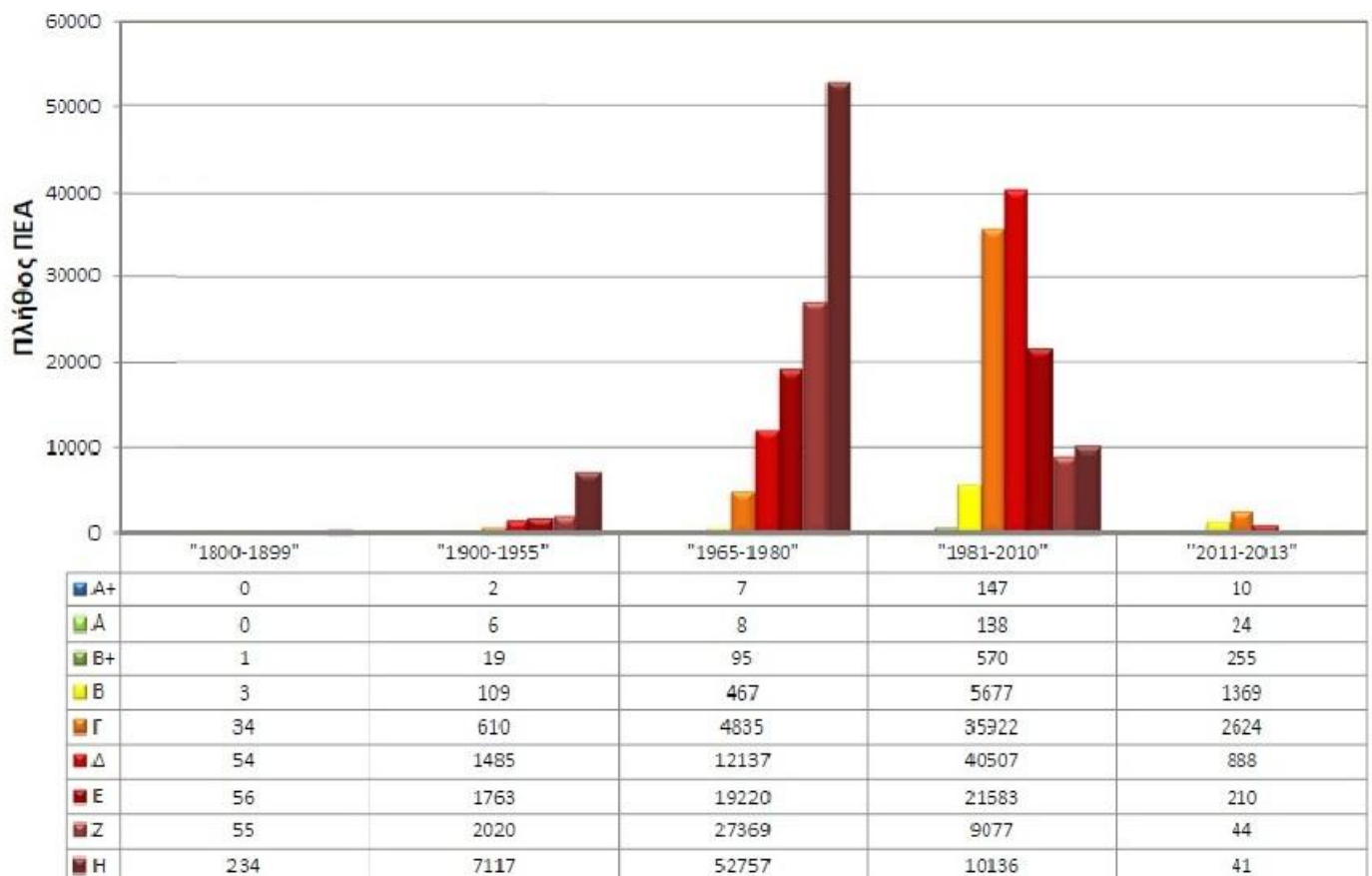
Σε περίπτωση όπου το Π.Ε.Α. εκδίδεται μετά την υλοποίηση επεμβάσεων στο πλαίσιο προγραμμάτων για τον οικιακό τομέα χρηματοδοτούμενων από εθνικούς ή/και κοινοτικούς πόρους, όπως το πρόγραμμα εξοικονομώ κατ' οίκον, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής καταγράφει αναλυτικά και διακριτά τις υλοποιημένες επεμβάσεις που ικανοποιούν τις απαιτήσεις του παρόντος Κανονισμού και του προγράμματος, τις αντίστοιχες τιμολογούμενες δαπάνες, καθώς και την εξοικονομούμενη από τις επεμβάσεις ενέργεια.

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης που έχουν εκδοθεί για το χρονικό διάστημα 9.1.2011-9.1.2013 ένα ποσοστό του 27.2% βρίσκεται στη χαμηλότερη ενεργειακή κλάση (H) και αφορά τα κτίρια χωρίς θερμομόνωση και με παλαιά ή μη αποδοτικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Ειδικότερα σύμφωνα με το αποτυπωμένο κτιριακό απόθεμα, η μέση υπολογιζόμενη κατανάλωση ενέργειας είναι 293kWh/m² ετησίως, ενώ αν αυτά ήταν κατασκευασμένα με προδιαγραφές του ΚΕΝΑΚ θα κατανάλωναν κατά μέσο όρο 141kWh/m² ετησίως με ποσοστό εξοικονόμησης 48%.

Κατά την περίοδο εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ (2011-2013), τα κτίρια όπως φαίνεται και στα σχήματα 4.2 και 4.3, κατατάσσονται κυρίως στις ενεργειακές κατηγορίες Β και Γ (73.06%), ενώ τις περιόδους πριν από την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ (έως το 1980) το μεγαλύτερο μέρος των κτιρίων (45.1%) είναι ενεργειακής κλάσης Η. Την περίοδο ισχύος του κανονισμού θερμομόνωσης (1981-2010) τα κτίρια βελτιώνονται και κατατάσσονται κυρίως στις ενεργειακές κλάσεις Γ και Δ σε ποσοστό 61.7%.



Σχήμα 4.2: Πλήθος ΠΕΑ ανά ενεργειακή κατηγορία για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους κατασκευής των κτιρίων [Πηγή: ΕΥΕΠ]



Σχήμα 4.3: Πλήθος ΠΕΑ ανά ενεργειακή κατηγορία για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους κατασκευής των κτιρίων [Πηγή: ΕΥΕΠ]

4.2 Λογισμικό ΤΕΕ- ΚΕΝΑΚ

Με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων-ΚΕΝΑΚ που εγκρίθηκε με την Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 Κοινή Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΦΕΚ Β΄ 407), ολοκληρώνεται το πλαίσιο των αναγκαίων κανονιστικών ρυθμίσεων για την πλήρη εφαρμογή του Ν. 3661/2008 (ΦΕΚ Α΄ 89), όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 10 του Ν. 3851/2010 (ΦΕΚ Α΄ 85), για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Με τον ΚΕΝΑΚ ενσωματώνεται πλέον η έννοια του ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού στη μελέτη των κτιρίων, που θα συμβάλλει ιδιαίτερα στη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης, στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Με τη θέσπιση του ΚΕΝΑΚ τίθενται δύο βασικές υποχρεώσεις:

Α) η υποχρέωση υποβολής Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων για έκδοση οικοδομικής άδειας,

Β) η υποχρέωση διενέργειας Ενεργειακών Επιθεωρήσεων Κτιρίων, Λεβήτων και Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων Κλιματισμού.

Για την υποστήριξη της εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ εγκρίθηκαν με την οικ. 17178/2010 Απόφαση Υπουργού ΠΕΚΑ (ΦΕΚ Β΄ 1387) οι παρακάτω Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ:

α) ΤΟΤΕΕ 20701–1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»,

β) ΤΟΤΕΕ 20701–2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων»,

γ) ΤΟΤΕΕ 20701–3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών»,

δ) ΤΟΤΕΕ 20701–4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».

5. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ-ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ

Το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πατρών ιδρύθηκε το 1970 σαν Κέντρο Ανώτατης Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (ΚΑΤΕ) και το 1983 ιδρύθηκε το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα σαν ανεξάρτητο και αυτοδιοικούμενο. Το ΤΕΙ Πάτρας στεγάζει κτίρια τα κτίρια της ΣΤΕΦ η οποία αποτελεί έναν από τους 3 κλάδους του ΤΕΙ. Στο παρακάτω σχήμα 5.1 φαίνεται η θέση των κτιρίων που θα μελετήσουμε.



Σχήμα 5.1 : Τοποθεσία κτιρίων μηχανολόγων

Πρόκειται για ένα τυπικό κτίριο δημόσιου και πανεπιστημιακού χαρακτήρα. Στα κτίρια αυτά στεγάζονται γραφεία εκπαιδευτικού προσωπικού, εργαστήρια, και αίθουσες διδασκαλίας. Το κτίριο 5 αποτελείται από 3 ορόφους όμοιους σε εξωτερικές διαστάσεις και είναι εκτεθειμένο από την ανατολική, βόρεια και δυτική πλευρά. Το ισόγειο συνορεύει με τον κεντρικό διάδρομο του ΤΕΙ στην δυτική όψη του οποίου βρίσκεται και η είσοδος. Το κτίριο 6

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

αποτελείται από 2 ορόφους όμοιους σε εξωτερικές διαστάσεις. Το ισόγειο είναι εκτεθειμένο από την ανατολική και νότια όψη, και η βόρεια όψη του συνορεύει με τον κεντρικό διάδρομο του ΤΕΙ, ενώ ο πρώτος όροφος είναι εκτεθειμένος από όλες τις όψεις. Και στα 2 κτίρια το δώμα είναι από κεραμίδι και δεν χρησιμοποιείται για κάποιο σκοπό.

Για την πραγματοποίηση της ενεργειακής επιθεώρησης του συγκροτήματος κτιρίων του τμήματος μηχανολογίας του ΤΕΙ Πατρών αλλά και την εισαγωγή των δεδομένων στο ΤΕΕ-KENAK έγιναν τα εξής:

1. Καθορισμός θερμικών ζωνών
2. Υπολογισμός των γενικών στοιχείων του κάθε κτιρίου όσο αφορά
 - Χρήση
 - Κλιματολογικά δεδομένα
 - Γεωμετρικά στοιχεία

Εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό ΤΕΕ-KENAK.

3. Υπολογισμός των στοιχείων κάθε θερμικής ζώνης. Όσο αφορά το κέλυφος αναλύουμε τις εξής επιφάνειες
 - Αδιαφανείς
 - Διαφανείς
 - Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος

Εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό ΤΕΕ-KENAK.

4. Υπολογισμός των συστημάτων κάθε θερμικής ζώνης που αφορούν την
 - Ψύξη
 - Θέρμανση
 - Φωτισμού κάθε θερμικής ζώνης.

Εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό ΤΕΕ-KENAK.

5. Υπολογισμός των στοιχείων για τους μη θερμαινόμενους χώρους.
Εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό ΤΕΕ-KENAK.

5.1 Καθορισμός θερμικών ζωνών κτιρίου

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου είναι απαραίτητος ο χωρισμός του σε θερμικές ζώνες. Η επιλογή χρήσης για την θερμική ζώνη συνδέεται με συγκεκριμένες εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας

όπως είναι η επιθυμητή θερμοκρασία, υγρασία, απαιτούμενο αερισμό, επίπεδα φωτισμού και εσωτερικά κέρδη, ωράριο λειτουργίας. Συνίσταται δηλαδή οι χώροι να έχουν παρόμοια χρήση ή λειτουργία.

Για το διαχωρισμό του κτιρίου σε θερμικές ζώνες συνίσταται να ακολουθούνται οι παρακάτω κανόνες:

- Ο διαχωρισμός του κτιρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών.
- Ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτιρίου.
- Τμήματα του κτιρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτιρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες.

Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης, το κτίριο θα πρέπει να χωρίζεται σε μία ή περισσότερες θερμικές ζώνες χωρίς συνυπολογισμό της θερμικής σύζευξης μεταξύ των θερμικών ζωνών, δεδομένου ότι η θερμική σύζευξη των ζωνών αυξάνει τόσο το πλήθος των δεδομένων στο μοντέλο του κτιρίου όσο και στον υπολογιστικό χρόνο, χωρίς ωστόσο να υπάρξει βελτίωση στην ακρίβεια των αποτελεσμάτων.

Ο καθορισμός ανεξάρτητων θερμικών ζωνών σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO επιβάλλεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4°C σε σχέση με άλλα τμήματα του κτιρίου κατά τη χειμερινή ή θερινή περίοδο.
- Όταν υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων έχουν συνήθως και διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, νωπό αέρα).
- Όταν υπάρχουν χώροι με μεγάλες συναλλαγές ενέργειας όπως είναι οι θερμικές απώλειες. Για παράδειγμα, οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτίριο έχουν ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.
- Όταν υπάρχουν χώροι στους οποίους το σύστημα μηχανικού αερισμού καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας του χώρου.

Ο διαχωρισμός των θερμικών ζωνών σε ένα κτίριο, όπως αναφέραμε παραπάνω, πρέπει να ακολουθεί ορισμένους κανόνες αλλά και τις σχετικές οδηγίες του ΤΟΤΕΕ. Παρόλα αυτά ο χωρισμός του κτιρίου σε περισσότερες θερμικές ζώνες από αυτές που κανονικά θα έπρεπε να υπάρχουν, δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα. Γι' αυτό συστήνεται ο αριθμός των θερμικών ζωνών να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος. Για τα κτίρια του τμήματος μηχανολογίας καθορίστηκαν (3) θερμικές ζώνες με κριτήριο την διαφορετική χρήση, οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω:

ΚΤΙΡΙΟ 5: ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	ΧΩΡΟΥΣ ΠΟΥ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΥΝ
ZΩNH 1	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΚΑΙ 2 ^{ου} ΟΡΟΦΟΥ
ZΩNH 2	ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ, 1 ^{ου} ΚΑΙ 2 ^{ου} ΟΡΟΦΟΥ
ZΩNH 3	WC ΙΣΟΓΕΙΟΥ, 1 ^{ου} ΚΑΙ 2 ^{ου} ΟΡΟΦΟΥ, ΔΙΑΔΡΟΜΟΙ

Πίνακας 5.1: Θερμικές ζώνες κτιρίου 5 μηχανολόγων

ΚΤΙΡΙΟ 6 : ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ, ΓΡΑΦΕΙΑ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΕΣ ΣΧΟΛΩΝ, ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ, ΑΠΟΘΗΚΕΣ, WC

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	ΧΩΡΟΥΣ ΠΟΥ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΥΝ
ZΩNH 1	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ 1 ^{ου} ΚΑΙ 2 ^{ου} ΟΡΟΦΟΥ
ZΩNH 2	ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 1 ^{ου} ΚΑΙ 2 ^{ου} ΟΡΟΦΟΥ ΓΡΑΦΕΙΑ 1 ^{ου} ΚΑΙ 2 ^{ου} ΟΡΟΦΟΥ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΕΣ 1 ^{ου} ΟΡΟΦΟΥ
ZΩNH 3	WC 1 ^{ου} ΟΡΟΦΟΥ ΑΠΟΘΗΚΕΣ 1 ^{ου} ΚΑΙ 2 ^{ου} ΟΡΟΦΟΥ, ΔΙΑΔΡΟΜΟΙ

Πίνακας 5.2: Θερμικές ζώνες κτιρίου 6 μηχανολόγων

5.2 Γενικά στοιχεία κτιρίου

ο Χρήση

Το ωράριο λειτουργίας ενός κτιρίου εξαρτάται από τα εξής χαρακτηριστικά:

- Από την χρήση του κτιρίου,
- Από τον ανθρώπινο παράγοντα,
- Από τις λειτουργικές συνθήκες

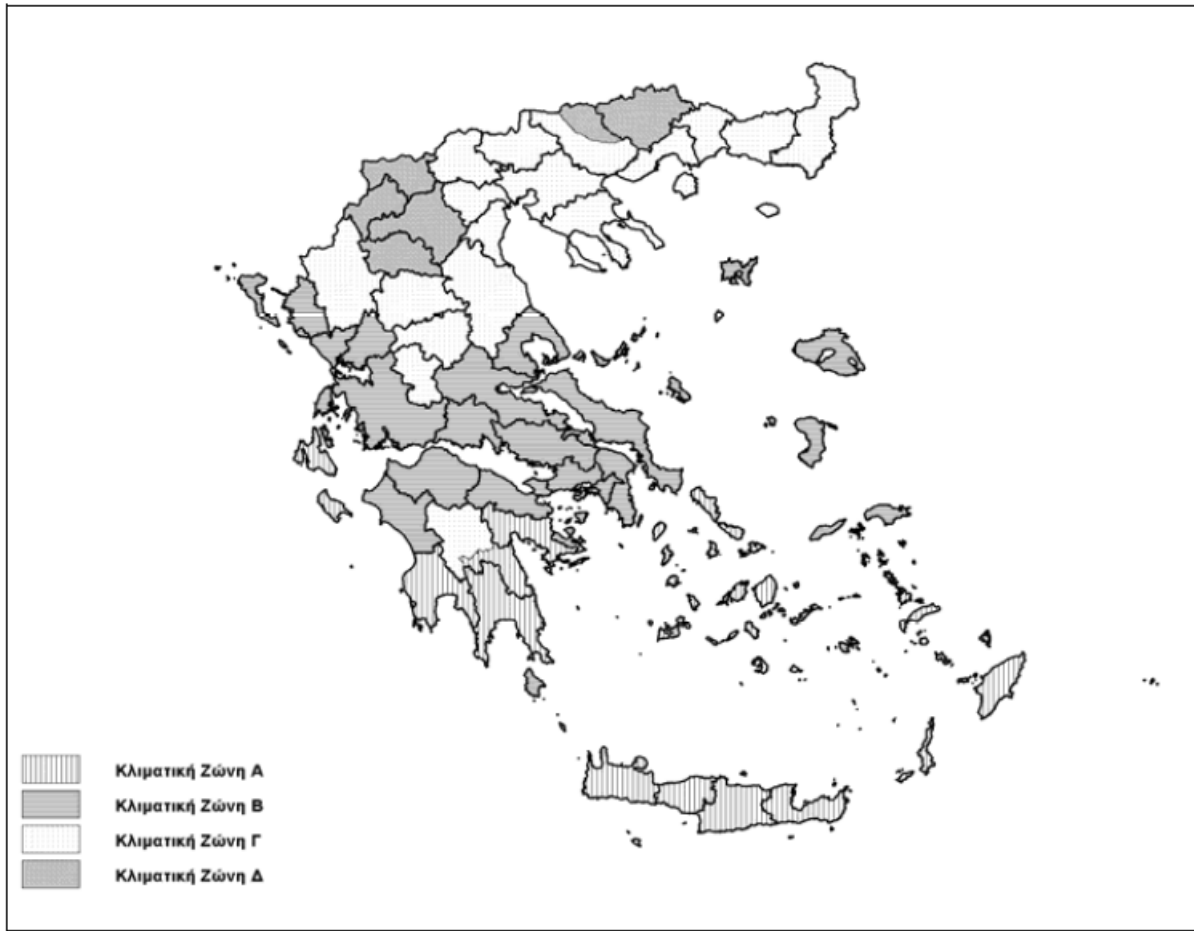
Έτσι λαμβάνοντας υπόψιν αυτά καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι και τα δύο κτίρια είναι μεικτής χρήσης, οπότε εντάσσεται στην κατηγορία «**Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης**».

ο Κλιματολογικά δεδομένα

Η Ελλάδα με βάση τις βαθμοημέρες χωρίζεται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες. Στον πίνακα 5.3 προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από την θερμότερη στην ψυχρότερη) καθώς και σχηματική απεικόνιση των ζωνών στο σχήμα 5.2. Επομένως τα κτίρια της μελέτης αυτής κατατάσσονται στην **κλιματική ζώνη Β**.

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

Πίνακας 5.3: Διαχωρισμός της Ελλάδας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]



Σχήμα 5.2: Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της Ελλάδας [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

ο Πηγές δεδομένων

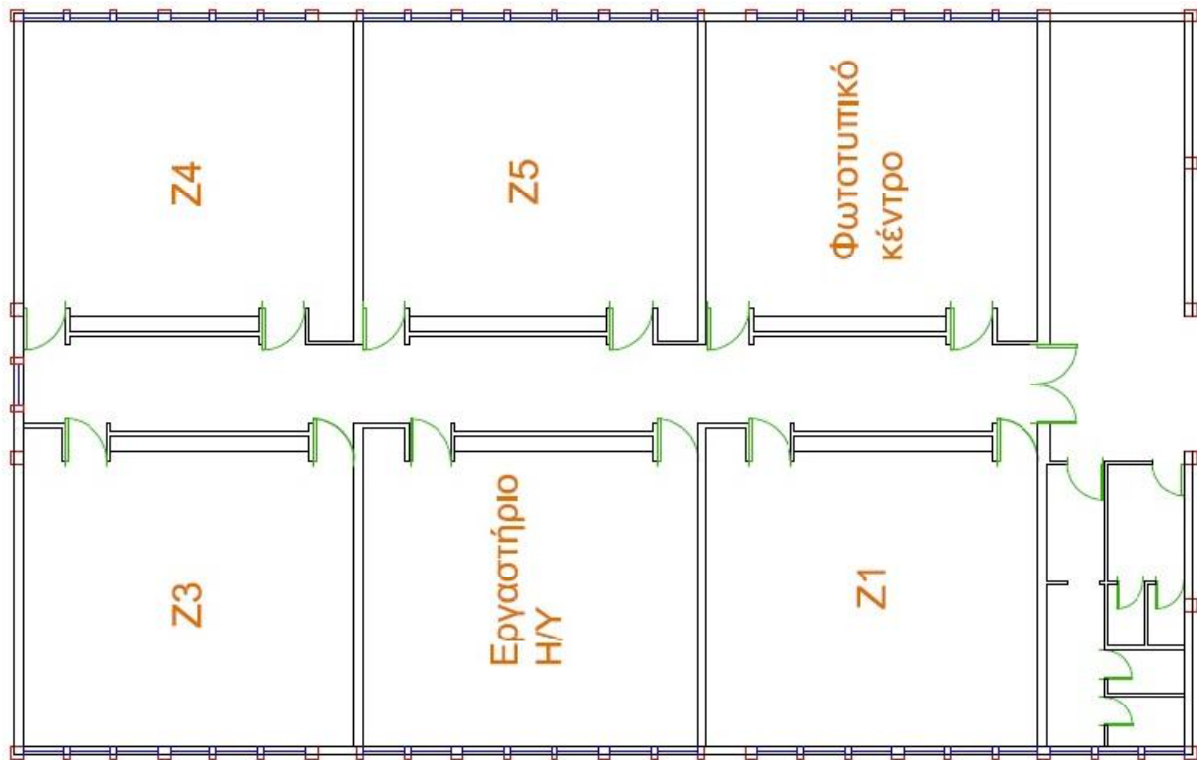
Προσδιορίζονται όλες οι πηγές δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή των δεδομένων που θα μας βοηθήσουν στους υπολογισμούς και αυτές είναι:

1. Αρχιτεκτονικά σχέδια
2. Η/Μ σχέδια
3. Φύλλο συντήρησης λέβητα
4. Φύλλο συντήρησης συστήματος κλιματισμού
5. Έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης λέβητα
6. Έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης συστήματος θέρμανσης
7. Έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης συστήματος κλιματισμού
8. Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων
9. Δελτία αποστολής ή τιμολόγια αγοράς υλικών
10. Πληροφορίες από ιδιοκτήτη/διαχειριστή

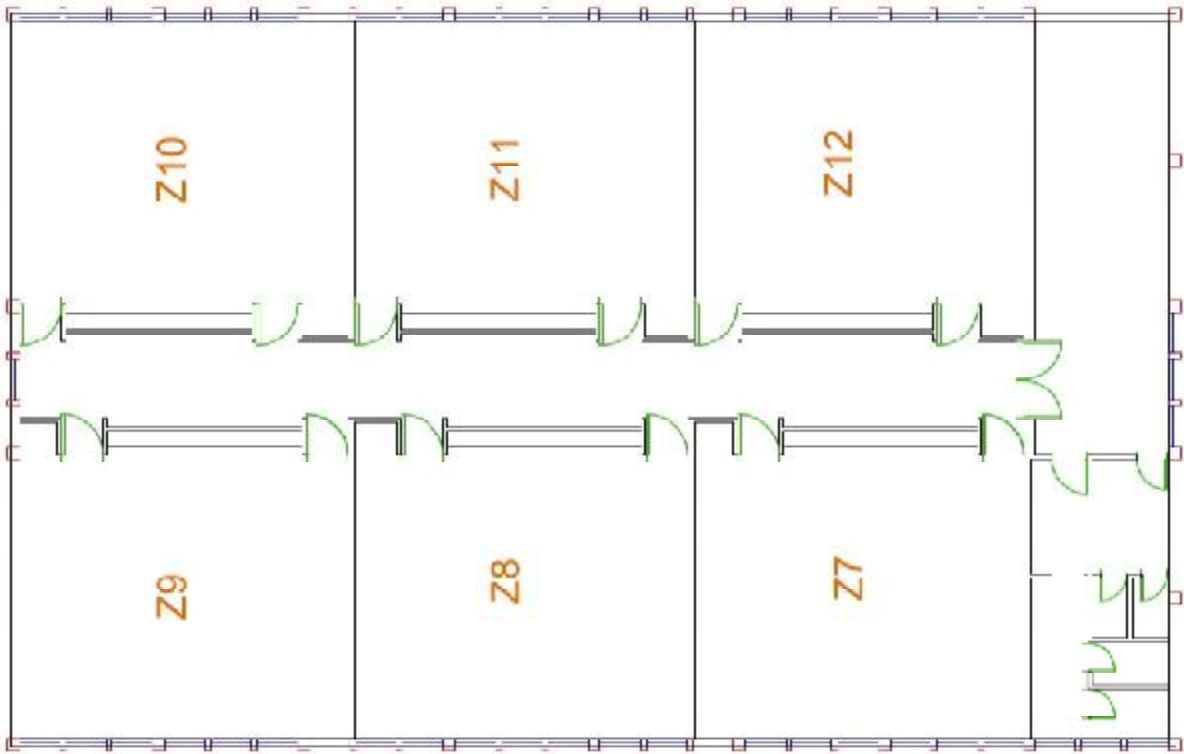
Στα υπό μελέτη κτίρια οι πηγές δεδομένων είναι τα αρχιτεκτονικά σχέδια, το φύλλο συντήρησης λέβητα και πληροφορίες από τους διαχειριστές.

ο Γεωμετρία κτιρίου – Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία κτιρίου

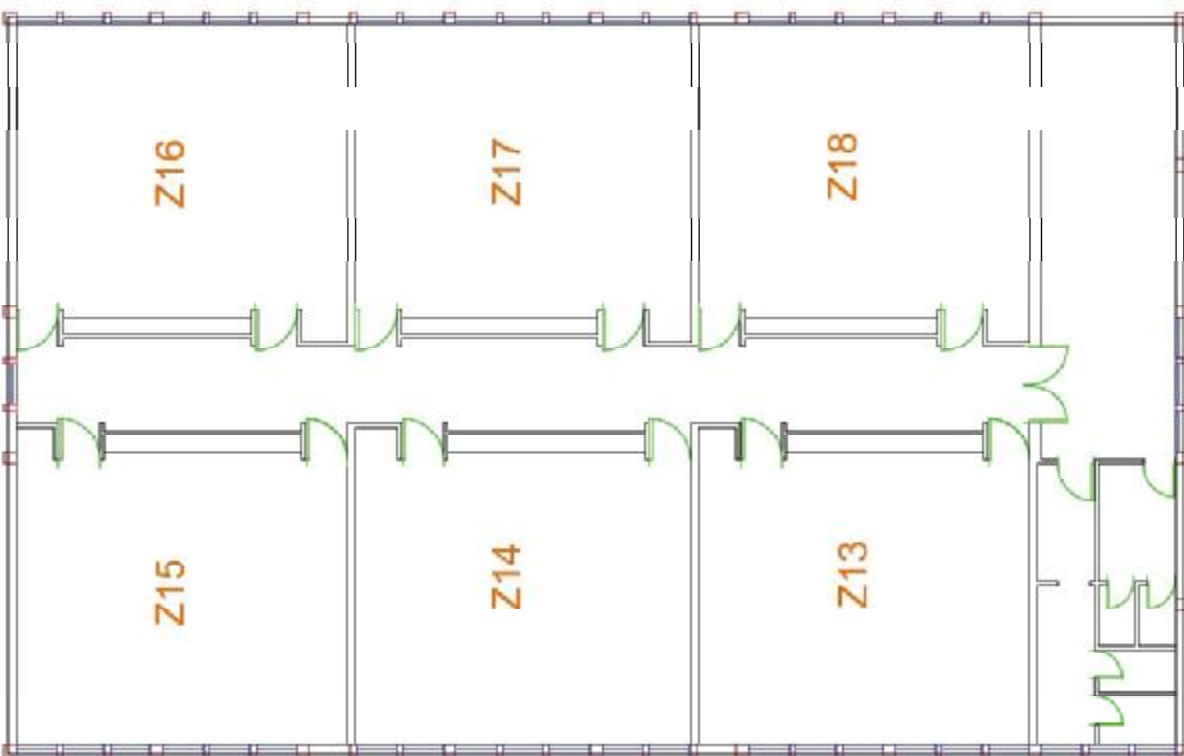
Μελετώντας τα σχέδια αλλά και τις κατόψεις του κτιρίου (βλ. παράρτημα), το κέλυφος των οποίων φαίνονται στα παρακάτω σχέδια 5.3-5.7, υπολογίσαμε ότι η συνολική επιφάνεια του κτιρίου για το κτίριο 5 είναι **1569,27 m²** και η συνολική επιφάνεια του κτιρίου 6 είναι **3048,06 m²**.



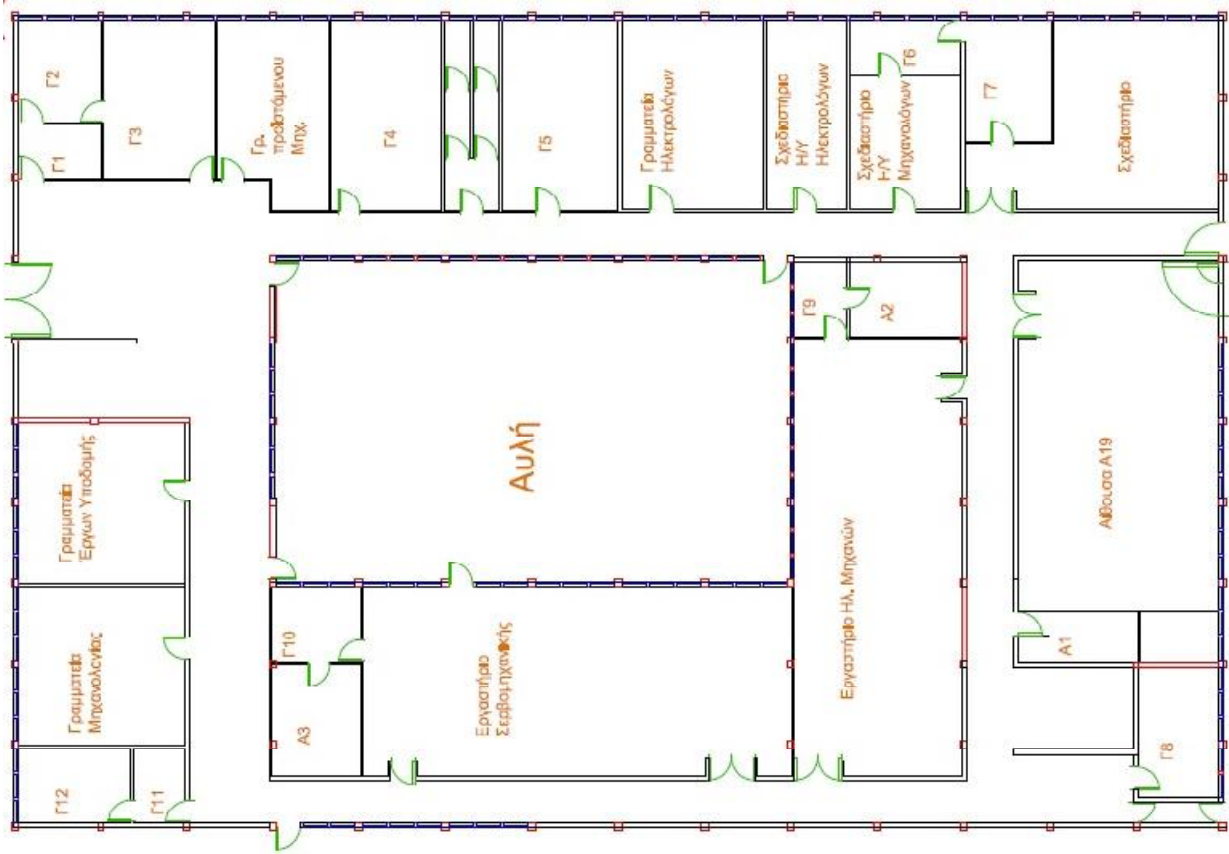
Σχήμα 5.3 : Κάτοψη ισογείου κτιρίου 5 μηχανολόγων



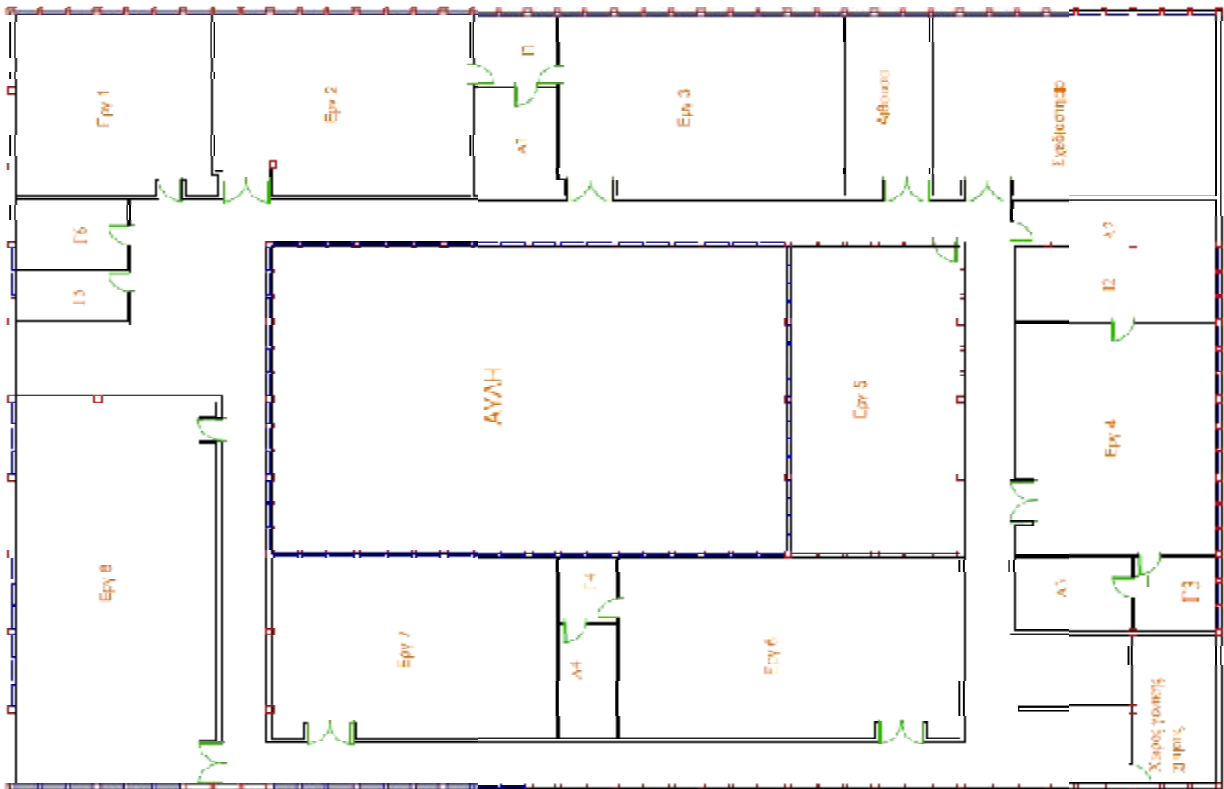
Σχήμα 5.4 : Κάτοψη 1^ο ορόφου κτιρίου 5 μηχανολόγων



Σχήμα 5.5 : Κάτοψη 2^ο ορόφου κτιρίου 5 μηχανολόγων



Σχήμα 5.6 : Κάτοψη ισογείου κτιρίου 6 μηχανολόγων



Σχήμα 5.7 : Κάτοψη 1^{ου} ορόφου κτιρίου 6 μηχανολόγων

Ο συνολικός όγκος του κτιρίου 5 υπολογίζεται στα **4707,81 m³**, ενώ ο συνολικός όγκος του κτιρίου 6 στα **9144,48 m³**.

Επιπλέον το ύψος του τυπικού ορόφου είναι **3m** και στα δύο κτίρια, και το ύψος του ισογείου είναι **3m** και στα δύο κτίρια. Ο αριθμός των ορόφων είναι **τρεις** στο κτίριο 5 και **δύο** στο κτίριο 6. Τα παραπάνω δεδομένα εισήχθησαν στο λογισμικό TEE-KENAK και φαίνονται στα παρακάτω σχήματα 5.8 και 5.9 :

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου: ΣΗΒ Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | "Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση" | Ανελιкуστήρες

Περιγραφή: Υπάρχον κτίριο

Χρήση κτιρίου: Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης

Συνολική επιφάνεια (m²): 1569.27 Συνολικός όγκος (m³): 4707.81

Θερμαινόμενη επιφάνεια (m²): 1145.66 Θερμαινόμενος όγκος (m³): 3436.98

Ψυχόμενη επιφάνεια (m²): 1145.66 Ψυχόμενος όγκος (m³): 3436.98

Αριθμός ορόφων: 2 "Υψος τυπικού ορόφου (m): 3 "Υψος ισογείου (m): 3

"Εκθεση κτιρίου: Ενδιάμεσο

Αριθμός θερμικών ζωνών: 3

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0 Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

Θερμομόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων

Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ΖΝΧ	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
Πετρέλαιο θέρμανσης	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		lt	15/11/12 - 25/04/13
Ηλεκτρική	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		kWh	1/09/12 - 31/08/13
**	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

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

Σχήμα 5.8 : Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία κτιρίου 5

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου: ΣΗΘ Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | "Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελικυστήρες |

Περιγραφή:

Χρήση κτιρίου:

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

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

Ψυχόμενη επιφάνεια (m²): Ψυχόμενος όγκος (m³):

Αριθμός ορόφων: "Υψος τυπικού ορόφου (m): "Υψος ισογείου (m):

"Εκθεση κτιρίου:

Αριθμός θερμικών ζωνών:

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: Αριθμός ηλιακών χώρων:

Θερμομόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων

	Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ΖΝΧ	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
	Πετρέλαιο θέρμανσης	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		lt	15/11/12 - 25/04/13
/	Ηλεκτρική	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		kWh	1/09/12 - 31/08/13
*		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

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

Σχήμα 5.9 : Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία κτιρίου 6

5.3 Γενικά χαρακτηριστικά θερμικών ζωνών

5.3.1 Γενικά στοιχεία κάθε θερμικής ζώνης

Για κάθε θερμική ζώνη καθορίζονται οι γενικές πληροφορίες οι οποίες περιλαμβάνουν:

§ Συνολική επιφάνεια (m²)

Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν της ζώνης. Η συνολική επιφάνεια κάθε ζώνης υπολογίζεται ως άθροισμα των επιφανειών των επιμέρους χώρων της. Όλες οι επιφάνειες αναφέρονται σε εξωτερικές συνθήκες σε m.

§ Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ /m² * K)

Καταγράφεται η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα του υπό μελέτη κτιρίου σύμφωνα με τον πίνακα 5.4 που ακολουθεί. Όπως φαίνεται η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα έχει άμεση σχέση με τα υλικά δόμησης του. Για το υπό μελέτη κτίριο προκύπτει **260 (kJ /m²K)**.

Κατηγορία	Περιγραφή	Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/(m ² .K))
1	Ελαφριά κατασκευή με ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης από γυψοσανίδα ή ξύλο και εσωτερική θερμομόνωση σε όλα τα δομικά στοιχεία (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο).	80
2	Φέρων οργανισμός από ελαφριά μεταλλική κατασκευή, πλήρωση από υαλοπετάσματα ή ελαφριά πετάσματα με θερμομόνωση.	110
3	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.	165
4	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	260
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από βαριά υλικά, όπως πέτρα, συμπαγείς οπτόπλινθους, ωμόπλινθους ή σκυρόδεμα.	370

Πίνακας 5.4 : Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m² δαπέδου [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Ø Μέση κατανάλωση ZNX

Καταγράφεται η μέση ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης για κάθε ζώνη από τον πίνακα 5.5. Για τα υπό μελέτη κτίρια η τιμή για χρήση τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας είναι **0.76 (m³/m²/έτος)** και υπολογίζεται με βάση τις ώρες και ημέρες λειτουργίας

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [l/άτομο/ημέρα]	Ημερήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [l/m ² /ημέρα]	Ετήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [m ³ /m ² /έτος]
Λουτρό (κοινόχρηστο)	40	4,00	1,46
Νηπιαγωγείο	5	2,50	0,43
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	7	3,50	0,68
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	7	3,50	0,76
Φροντιστήριο, ωδείο	5	2,75	0,54

Πίνακας 5.5 : Κατανάλωση ZNX ανά κτίριο [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Ø Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών

Καθορίζεται η κατηγορία διατάξεων αυτόματου ελέγχου σύμφωνα με τον πίνακα 5.6. Η περιγραφή των διατάξεων ελέγχου γίνεται ανά κατηγορία και περιλαμβάνει τα συστήματα παραγωγής, διανομής και εκπομπής θέρμανσης / ψύξης και συστήματα αερισμού κτιρίων τριτογενή τομέα. Η κατηγορία διατάξεων έλεγχου και αυτοματισμών που αντιστοιχεί στα κτίρια 5 και 6 είναι <<Δ>>.

Περιγραφή διατάξεων ελέγχου ανά κατηγορία	Κατηγορία
<p>Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ολοκληρωμένος διάταξη ελέγχου (με έλεγχο παρουσίας και ποιότητα ελέγχου) της λειτουργίας των τερματικών μονάδων. 2. Ρύθμιση λειτουργίας δικτύου διανομής ανάλογα με τη θερμοκρασία εσωτερικού χώρου. Έλεγχος διακοπτόμενης λειτουργίας των τερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής με βέλτιστη εκκίνηση / παύση, π.χ. έξυπνοι ελεγκτές, που προσαρμόζονται στην λειτουργία της εγκατάστασης. 3. Αντλίες διανομής με μεταβλητή ταχύτητα, με σταθερό ΔΡ (υδραυλική ισορροπία δικτύου π.χ. ρυθμιστές στροφών -inverters) ή αναλογικό ΔΡ (υδραυλική ισορροπία, π.χ. με στραγγαλιστικές διατάξεις). 4. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με αυτόματο έλεγχο, με βέλτιστη εκκίνηση / παύση, π.χ. έξυπνοι ελεγκτές, που προσαρμόζονται ανάλογα στη λειτουργία της εγκατάστασης και στις απαιτήσεις των φορτίων. 5. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό φορτίο). 6. Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας υπάρχει σύστημα απόψυξης. <p>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και ύπαρξης κεντρικής κλιματιστικής μονάδας υπάρχει αυτόματος έλεγχος της ροής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της ζήτησης φορτίου (έλεγχο εσωτερικής θερμοκρασίας και παρουσία χρηστών). 2. Αυτόματος έλεγχος ροής αέρα ή πίεσης σε επίπεδο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας (με ή χωρίς επαναφορά πίεσης). Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) και νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με τη μεταβολή του απαιτούμενου φορτίου). 4. Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή απόρριψης. 	<p>A</p>

<p>Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Μεμονωμένος αυτόματος έλεγχος (σε επίπεδο θερμικής ζώνης) της λειτουργίας των τερματικών μονάδων με θερμοστατικές βαλβίδες ή ηλεκτρονικό ελεγκτή. 2. Κεντρικός έλεγχος δικτύου διανομής π.χ. αντιστάθμιση ή χρονοδιακόπτης σε σχέση με τη μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης. 3. Έλεγχος αντλιών διανομής με αφή / σβέση. 4. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο και το χώρο. 5. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανση / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στα φορτία και στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό φορτίο). 6. Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας δεν υπάρχει σύστημα απόψυξης. <p>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται έλεγχος της ροής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της παρουσίας χρηστών. 2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με την επιθυμητή και την εξωτερική θερμοκρασία). 4. Δεν υπάρχει έλεγχος της υγρασίας του αέρα. 	<p>Β</p>
---	-----------------

<p>Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Κεντρικός αυτόματος έλεγχος (σε επίπεδο κτηρίου) της λειτουργίας των τερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής π.χ. αντιστάθμιση ή χρονοδιακόπτης σε σχέση με την μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης. 2. Έλεγχος αντλιών διανομής με αφή / σβέση. 3. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο και το χώρο. 4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται μόνο στα φορτία. 5. Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας δεν υπάρχει σύστημα απόψυξης. <p>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας υπάρχει έλεγχος της ροής αέρα μέσα στον χώρο με χρονοδιακόπτη ή χειροκίνητος έλεγχος της ροής αέρα στο επίπεδο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας. 2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής του αέρα (σταθερή θερμοκρασία ίση με την επιθυμητή). Δεν υπάρχει έλεγχος της υγρασίας του αέρα. 	<p>Γ</p>
--	-----------------

<p>Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Κανένας αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των θερματικών μονάδων, του δικτύου διανομής, των αντλιών διανομής. 2. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσω προς το δίκτυο και το χώρο. 3. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης δεν ελέγχεται η προτεραιότητα. 4. Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας δεν υπάρχει σύστημα απόψυξης. <p>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας δεν υπάρχει κανένας έλεγχος ή είναι χειροκίνητος ο έλεγχος της ροής αέρα μέσα στον χώρο ή στο επίπεδο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας. 2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Κανένας θερμοστατικός έλεγχος του αέρα προσαγωγής και της υγρασίας του αέρα. 	Δ
--	----------

Πίνακας 5.6 : Συστήματα διατάξεων έλεγχου [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

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

Είναι ο ρυθμός διείσδυσης του εξωτερικού αέρα από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων σύμφωνα με τον πίνακα 5.7 .

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)	Διείσδυση του αέρα	
	Πόρτα	Παράθυρο
	[$m^3/h/m^2$]	[$m^3/h/m^2$]
Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές χωνευτό ή συρόμενο.	11,8	15,1
Κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, συρόμενο επάλληλα ή μη, με ψήκτρες, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, μη πιστοποιημένο.	9,8	12,5
Ανοιγόμενο κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, αεροστεγές με πιστοποίηση. Κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση.	7,9	10,0
Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές χωνευτό ή συρόμενο .	7,4	8,7
Κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, συρόμενο επάλληλα ή μη, με ψήκτρες, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, μη πιστοποιημένο.	5,3	6,8
Ανοιγόμενο κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, αεροστεγές με πιστοποίηση. Κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση.	4,8	6,2
Γυάλινες προσόψεις		
Για τα μερικώς ανοιγόμενα κουφώματα των γυάλινων προσόψεων (π.χ. με προβαλλόμενα τμήματα) λαμβάνεται υπόψη μόνο το μη σταθερό τμήμα, ανάλογα προς τις παραπάνω κατηγορίες αυτού του πίνακα.		

Πίνακας 5.7 : Τυπικές τιμές αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμάδων ανά μονάδα επιφάνειας κουφώματος [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Εισάγουμε τα παραπάνω δεδομένα στο λογισμικό TEE-KENAK και έτσι έχουμε τα στοιχεία για τις 3 ζώνες των 2 κτιρίων :

Γενικά

Χρήση: Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, Αίθουσες διδασκαλίας

Συνολική επιφάνεια (m²): 272.97 Μέση κατανάλωση ZHX (m³/έτος): Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZHX

Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m³): 260

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Τύπος Δ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): 452.4 Αριθμός καμινάδων: 0 Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Σχήμα 5.10 : Γενικά στοιχεία κτίριο 5 ζώνη 1

Γενικά

Χρήση: Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, Αίθουσες διδασκαλίας

Συνολική επιφάνεια (m²): 955.64 Μέση κατανάλωση ZHX (m³/έτος): Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZHX

Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m³): 260

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Τύπος Δ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): 1496.4 Αριθμός καμινάδων: 0 Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Σχήμα 5.11 : Γενικά στοιχεία κτίριο 5 ζώνη 2

Γενικά

Χρήση: Διάδρομοι και άλλοι καινούχρηστοι βοηθητικοί χώροι

Συνολική επιφάνεια (m²): 487.96 Μέση κατανάλωση ZNX (m³/έτος): Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX

Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m³K): 260

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Τύπος Δ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): 195.75 Αριθμός καμινάδων: 0 Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Σχήμα 5.12: Γενικά στοιχεία κτίριο 5 ζώνη 3

Γενικά

Χρήση: Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, Αίθουσες διδασκαλίας

Συνολική επιφάνεια (m²): 1561.1 Μέση κατανάλωση ZNX (m³/έτος): 0.76 Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX

Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m³K): 260

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Τύπος Δ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): 1541 Αριθμός καμινάδων: 0 Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Σχήμα 5.13 : Γενικά στοιχεία κτίριο 6 ζώνη 1

Γενικά

Χρήση: Γραφεία

Συνολική επιφάνεια (m²): 721.166 Μέση κατανάλωση ZNX (m³/έτος): 0.76 Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX

Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m³K): 260

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Τύπος Δ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): 1161 Αριθμός καμινάδων: 0 Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Σχήμα 5.14 : Γενικά στοιχεία κτίριο 6 ζώνη 2

Γενικά

Χρήση:

Συνολική επιφάνεια (m²): Μέση κατανάλωση ΖΝΧ (m³/έτος): Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖΝΧ

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m²K):

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών:

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): Αριθμός καμινάδων: Αριθμός θυρίδων εξαερισμού:

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής:

Σχήμα 5.15 : Γενικά στοιχεία κτίριο 6 ζώνη 3

5.3.2 Γεωμετρικά στοιχεία των επιφανειών των θερμικών ζωνών

Για κάθε θερμική ζώνη καταγράφονται και υπολογίζονται όλα τα στοιχεία για τις αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες του κελύφους και για τις εσωτερικές επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή αίθρια.

ο Αδιαφανείς επιφάνειες

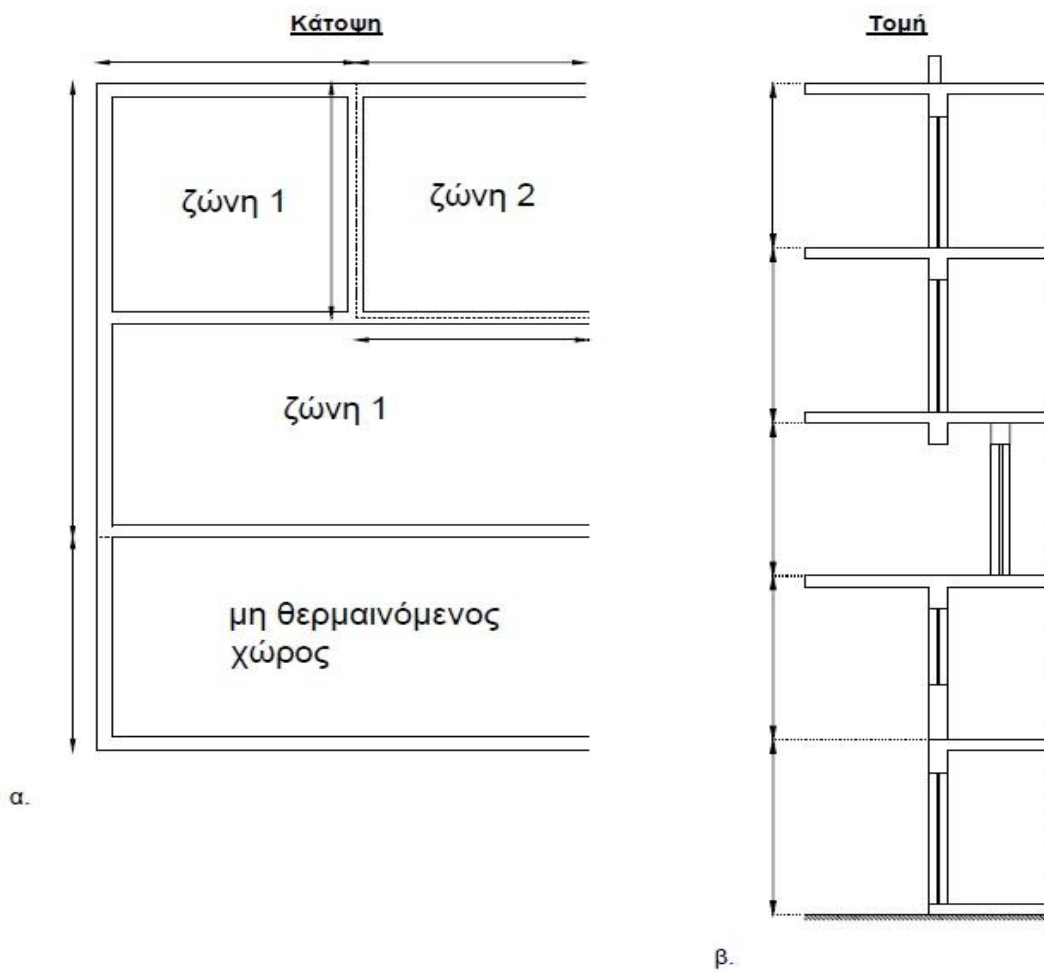
Σαν αδιαφανείς επιφάνειες ορίζονται τα δοκάρια, οι κολώνες, οι τοιχοποιίες, οι οροφές, οι στέγες και τα δάπεδα που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Για τους υπολογισμούς του εμβαδού των αδιαφανών επιφανειών, τα μήκη των δομικών στοιχείων μετρώνται στις κατόψεις των ορόφων από τα αρχιτεκτονικά σχέδια ως εξής (σχήμα 5.16) :

- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (αέρα, έδαφος) λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις της εξωτερικής επιφάνειας.
- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις της τελικής επιφάνειας που βρίσκεται προς την πλευρά του μη θερμαινόμενου χώρου.

- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη, η οποία είναι θερμαινόμενη, λαμβάνεται υπόψη η αξονική διάσταση του δομικού στοιχείου, ανεξάρτητα από την ύπαρξη θερμομόνωσης.

Οι πλευρικές διαστάσεις των οριζόντιων δομικών στοιχείων ορίζονται με βάση την αφετηρία μέτρησης των κατακόρυφων δομικών στοιχείων που τα ορίζουν. Το ύψος των κατακόρυφων δομικών (κατακόρυφες διαστάσεις) μετράται από τα σχέδια των τομών της αρχιτεκτονικής μελέτης.



Σχήμα 5.16: Ορισμός μέτρησης οριζόντιων και κατακόρυφων διαστάσεων [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Για τους υπολογισμούς του συντελεστή θερμοπερατότητας λαμβάνουμε υπόψη το έτος έκδοσης της οικοδομικής άδειας του κτιρίου. Όλα τα κτίρια κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με την περίοδο ανέγερσης τους και το βαθμό της θερμομονωτικής τους προστασίας.

Ειδικότερα, ως προς την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας ο διαχωρισμός γίνεται σε 3 κατηγορίες:

A) 1^η κατηγορία: περιλαμβάνει τα κτίρια, των οποίων η οικοδομική άδεια έχει εκδοθεί πριν το 1979, πριν δηλαδή από την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης κτιρίων. Τα κτίρια αυτά δεν ακολουθούν κανένα κανόνα θερμομονωτικής προστασίας.

B) 2^η κατηγορία: περιλαμβάνει τα κτίρια, των οποίων η οικοδομική άδεια έχει εκδοθεί από το 1979-2010 κατά την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης κτιρίων. Τα κτίρια αυτά έπρεπε να πληρούν τις απαιτήσεις του κανονισμού θερμομόνωσης κτιρίων.

Γ) 3^η κατηγορία: περιλαμβάνει τα κτίρια, των οποίων η οικοδομική άδεια έχει εκδοθεί μετά το 2010 κατά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. . Τα κτίρια αυτά υποχρεούνται να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του κανονισμού.

Ø Τύπος- Περιγραφή

Καθορίζεται ο τύπος του δομικού στοιχείου και δίπλα μία περιγραφή του δομικού στοιχείου τα στοιχεία του οποίου θα εισάγουμε στο λογισμικό. Ανάλογα με το δομικό στοιχείο που μελετάμε επιλέγουμε: τοίχος, οροφή, πυλωτή, πόρτα, μεσοτοιχία.

Ø Προσανατολισμός γ (deg)

Καταγράφεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου, ο οποίος ορίζεται ως η κατεύθυνση της καθέτου στην επιφάνεια. Έτσι επιφάνεια με προσανατολισμό

- προς τον Βορά η τιμή είναι 0° ,
- προς Ανατολή 90° ,
- προς Νότο 180° ,
- και προς Δύση 270° όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 5.8

Προσανατολισμός	Βόρειος	Ανατολικός	Νότιος	Δυτικός
Γωνία αζιμούθιου [°]	0	90	180	270

Πίνακας 5.8: Γωνίες αζιμούθιου επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Ø Κλίση β (deg)

Καταγράφεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου. Ένας κατακόρυφος τοίχος έχει κλίση 90° , μια επίπεδη επιφάνεια 0° , ενώ μία πυλωτή 180° .

Ø Εμβαδόν (m^2)

Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας χωρίς τα ανοίγματα δηλαδή τα παράθυρα και τις πόρτες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Ø Συντελεστής θερμοπερατότητας U ($W/m^2 \cdot K$)

Καταγράφεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Στα υπό μελέτη κτίρια, τα οποία έχουν κατασκευαστεί πριν από τον 1979 και δεν έχουν θερμομονωτική προστασία, για να είναι εφικτοί οι υπολογισμοί με βάση τον ΚΕΝΑΚ χρησιμοποιούμε τις τιμές του πίνακα 5.9 όπως φαίνεται παρακάτω, που παίρνουμε από το TOTEE 20701-1/2010, και στον οποίο καταγράφονται οι τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας U των αδιαφανών δομικών στοιχείων. Στα κτίρια 5 και 6 ο συντελεστής θερμοπερατότητας λαμβάνεται ίσος με **3.65 ($W/m^2 \cdot K$)**.

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
Στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80 cm)						
Ανεπίχριστο από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,65	2,75	4,30	1,00	0,90	1,05
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις.	3,40	2,60	–	1,00	0,90	–
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,45	2,00	2,90	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή.	2,90	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	3,50	2,05	4,00	1,00	0,90	1,05
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,05	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85

Πίνακας 5.9 : Συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Όσο αφορά τις θερμογέφυρες σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα 5 δεν χρειάζεται να υπολογιστούν. Ο ρόλος τους ωστόσο στον υπολογισμό της θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι πολύ σημαντικός. Ενδεικτικά παραθέτουμε και τους πίνακες 5.10 και 5.11 που αναφέρονται σε περίοδο έκδοσης οικοδομικής άδειας **πριν και μετά το 1979**.

Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας	Θερμομονωτική προστασία	Κτήριο μελέτης		Κτήριο αναφοράς	
		Υπολογισμός τιμών U	Υπολογισμός θερμογεφυρών	Υπολογισμός τιμών U	Υπολογισμός θερμογεφυρών
Πριν από το 1979 (ανυπαρξία κανονισμού)	Χωρίς θερμομονωτική προστασία	Τιμές από πίνακα 3.4.	όχι	U_{\max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)
	Μερική πρόνοια θερμικής προστασίας (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Τιμές από πίνακα 3.4.	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)	U_{\max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)
	Μετέπειτα επεμβάσεις που καλύπτουν τις απαιτήσεις του Κ.Θ.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με k_{\max} Κ.Θ.Κ.	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)	U_{\max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)
	Μετέπειτα επεμβάσεις που καλύπτουν τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με U_{\max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)	U_{\max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)

Πίνακας 5.10 : Συμβατικός τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας και της τιμής των θερμογεφυρών στα επί μέρους δομικά στοιχεία πριν από το 1979 [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Περίοδος 1979 - 2010 (ισχύς Κ.Θ.Κ.)	Χωρίς θερμομονωτική προστασία (μη εφαρμογή Κ.Θ.Κ.)	Τιμές από πίνακα 3.4.	όχι	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$
	Πλημμελής εφαρμογή Κ.Θ.Κ.	Τιμές από πίνακα 3.4.	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$
	Σύμφωνα με απαιτήσεις Κ.Θ.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με k_{max} κατά Κ.Θ.Κ.	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$
	Κάλυψη των απαιτήσεων του Κ.Εν.Α.Κ. (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Σύμφωνα με τη μελέτη	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	$U + 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$
Μετά το 2010 (ισχύς Κ.Εν.Α.Κ.)	Πλημμελής εφαρμογή Κ.Εν.Α.Κ.	Υποχρέωση βελτίωσης εντός έτους	ναι	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	ναι
	Πλήρης εφαρμογή Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	ναι	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	ναι

Πίνακας 5.11 : Συμβατικός τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας και της τιμής των θερμογεφυρών στα επί μέρους δομικά στοιχεία μετά το 1979 [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Ø Απορροφητικότητα α

Καταγράφεται η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία της εξωτερικής πλευράς της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Εξαρτάται από τον τύπο του δομικού στοιχείου, το υλικό και το χρώμα των τελικών επιστρώσεων. Η απορροφητικότητα των στιλπνών και λείων επιφανειών είναι κάτω από τη μονάδα, ενώ οι σκουρόχρωμες και τραχιές επιφάνειες εμφανίζουν υψηλή απορροφητικότητα. Οι ιδιότητες αυτές των τελικών επιφανειών προσδιορίζουν τα ηλιακά κέρδη των αδιαφανών δομικών στοιχείων και παίζουν σημαντικό ρόλο κυρίως όταν οι επιφάνειες δέχονται μεγάλες ποσότητες ακτινοβολίας.

Στον παρακάτω πίνακα 5.12 δίνονται οι τιμές της απορροφητικότητας (και της ανακλαστικότητας) για διάφορες επιφάνειες που είναι τελικές επιστρώσεις των κατακόρυφων και οριζόντιων δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους. Η τιμή της απορροφητικότητας που χρησιμοποιήθηκε στο

λογισμικό TEE-KENAK για το υπό μελέτη κτίριο είναι **0.80** και αντιστοιχεί σε κατακόρυφα δομικά στοιχεία με σκουρόχρωμο επίχρισμα.

Περιγραφή επιφάνειας	Ανακλαστικότητα	Απορροφητικότητα
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία		
Επίχρισμα λευκό, λεία επιφάνεια (σπατουλαριστό)	0,70	0,30
Επίχρισμα ανοιχτόχρωμο (π.χ. ανοιχτό γκρι, μπεζ, κίτρινο, ροζ ή γαλάζιο)	0,60	0,40
Επίχρισμα μέτριας απόχρωσης (π.χ. γκρι, μπεζ, σκούρη ώχρα, σομόν)	0,40	0,60
Επίχρισμα σκουρόχρωμο (π.χ. σκούρο λαδί, καφέ, γκρι)	0,20	0,80
Εμφανής οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,20	0,80
Εμφανής ανοιχτόχρωμη οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,40	0,60
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. φύλλα αλουμινίου)	0,80	0,20
Αδιαφανές τμήμα γυάλινης πρόσοψης (π.χ. πάνελ με επικάλυψη γυαλιού)	0,40	0,60
Οριζόντια δομικά στοιχεία (οροφές)		
Κόκκινο κεραμίδι	0,40	0,60
Πολύ σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωματίων (ασφαλτόπανα)	0,10	0,90
Σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωματίων (π.χ. επικάλυψη με σχιστολιθικές πλάκες, ασφαλτικά κεραμίδια)	0,20	0,80
Ανοιχτόχρωμες επιστρώσεις στεγών ή δωματίων (π.χ. επικάλυψη με πλάκες πεζοδρομίου, ασφαλτόπανα με χαλαζιακή ψηφίδα)	0,35	0,65
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. ανακλαστικές μεμβράνες)	0,80	0,20
Γαρμπίλι	0,70	0,30

Πίνακας 5.12 : Τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Ø Συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας ϵ

Καταγράφεται ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Η ικανότητα αυτή διαφοροποιείται ανάλογα με το υλικό και τη διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας. Στον παρακάτω πίνακα 5.13 φαίνονται οι τιμές του συντελεστή ανάλογα με την επιφάνεια. Η τιμή του συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας που χρησιμοποιήθηκε στο λογισμικό TEE-KENAK για τα υπό μελέτη κτίρια είναι **0.80**.

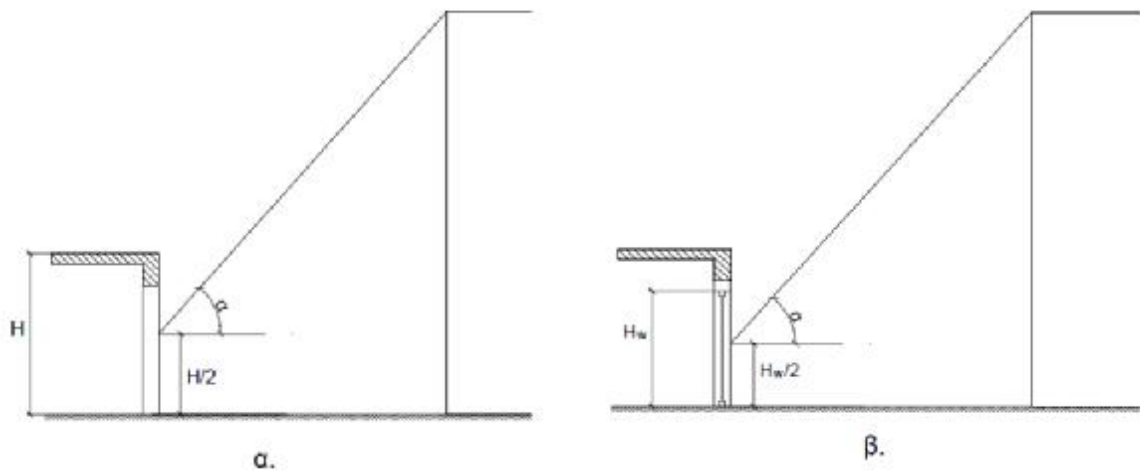
Περιγραφή επιφάνειας	Συντελεστής εκπομπής
Σύνηθες δομικό υλικό	0,80
Γυαλί	0,90
Στίλπνες μεταλλικές επιφάνειες	0,20
Γαρμπίλι	0,30

Πίνακας 5.13 : Τιμές του συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Ø Συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα F_{hor}

Καταγράφεται ο συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών ή τεχνητών εμποδίων, κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο σύμφωνα με τις τυπικές τιμές του TOTEE 20701-1/2010 βάσει του περιβάλλοντα χώρου. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα ($F_{hor}=1$), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν ($F_{hor}=0$).

Για τον προσδιορισμό του συντελεστή σκίασης ορίζοντα μιας επιφάνειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας θέασης α του εμποδίου (σχήμα 5.17). Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτιρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Κατά παραδοχή είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης από ορίζοντα για τα αδιαφανή στοιχεία του κτιρίου μίας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σ' αυτήν την περίπτωση η γωνία θέασης α ορίζεται ως η γωνία που σχηματίζεται από το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το μέσο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της κατακόρυφης επιφάνειας με την ανώτερη πορεία του εμποδίου.



Σχήμα 5.17: Γραφική απεικόνιση της γωνίας θέασης α που σχηματίζουν τα εμπόδια σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β). [Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010]

Η τιμή του συντελεστή σκίασης προκύπτει από τον πίνακα 5.14 για την περίοδο θέρμανσης και ψύξης, ανάλογα με την γωνία θέασης α και τον προσανατολισμό της επιφάνειας

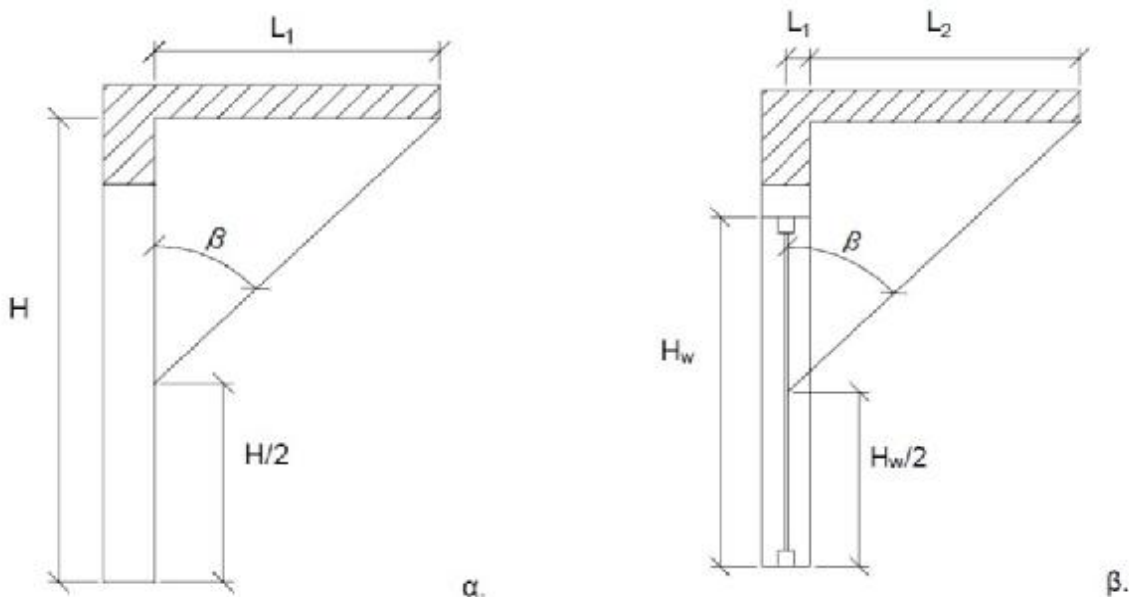
Γωνία α	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	NA και ΝΔ	A και Δ	ΒΑ και ΒΔ	B
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,98	0,97	0,96	0,98	1,00
	ψύξης	1,00	0,98	0,97	0,96	0,96
10°	θέρμανσης	0,96	0,95	0,93	0,95	1,00
	ψύξης	1,00	0,97	0,94	0,92	0,92
15°	θέρμανσης	0,91	0,89	0,86	0,92	1,00
	ψύξης	1,00	0,94	0,90	0,88	0,90
20°	θέρμανσης	0,86	0,84	0,80	0,89	1,00
	ψύξης	1,00	0,92	0,86	0,84	0,87
25°	θέρμανσης	0,73	0,73	0,72	0,87	1,00
	ψύξης	1,00	0,90	0,83	0,82	0,87
30°	θέρμανσης	0,61	0,62	0,65	0,85	1,00
	ψύξης	1,00	0,89	0,81	0,81	0,86
35°	θέρμανσης	0,53	0,54	0,61	0,84	1,00
	ψύξης	0,99	0,85	0,77	0,77	0,86
40°	θέρμανσης	0,44	0,47	0,57	0,83	1,00
	ψύξης	0,98	0,82	0,72	0,73	0,85
45°	θέρμανσης	0,40	0,44	0,55	0,82	1,00
	ψύξης	0,95	0,78	0,68	0,70	0,85
50°	θέρμανσης	0,36	0,40	0,53	0,81	1,00
	ψύξης	0,93	0,74	0,63	0,67	0,85
55°	θέρμανσης	0,34	0,38	0,52	0,81	1,00
	ψύξης	0,89	0,70	0,60	0,65	0,85
60°	θέρμανσης	0,32	0,37	0,51	0,81	1,00
	ψύξης	0,86	0,67	0,57	0,63	0,85
65°	θέρμανσης	0,32	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,79	0,63	0,55	0,63	0,85
70°	θέρμανσης	0,31	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,73	0,58	0,52	0,62	0,85

Πίνακας 5.14 : Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor} [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Ø Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov}

Καταγράφεται ο συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα όπως πρόβολοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια, κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο σύμφωνα με τις τυπικές τιμές του TOTEE 20701-1/2010 βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει προεξοχή ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα ($F_{ov}=1$), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν ($F_{ov}=0$).

Για τον προσδιορισμό του συντελεστή σκίασης από προβόλους μιας επιφάνειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας β του προβόλου (σχήμα 5.18). Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτιρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Κατά παραδοχή είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης προβόλου για τα αδιαφανή στοιχεία του κτιρίου μίας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σ' αυτήν την περίπτωση η γωνία β ορίζεται ως η γωνία που σχηματίζεται από το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το μέσο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της όψης με το πέρας του προβόλου.



Σχήμα 5.18 : Γραφική απεικόνιση της γωνίας β που σχηματίζει πρόβολος με την κατακόρυφη επιφάνεια σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β). [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Η τιμή του συντελεστή σκίασης από προβόλους προκύπτει από τον πίνακα 5.15 για την περίοδο θέρμανσης και ψύξης, ανάλογα με την γωνία β του προβόλου και τον προσανατολισμό της επιφάνειας

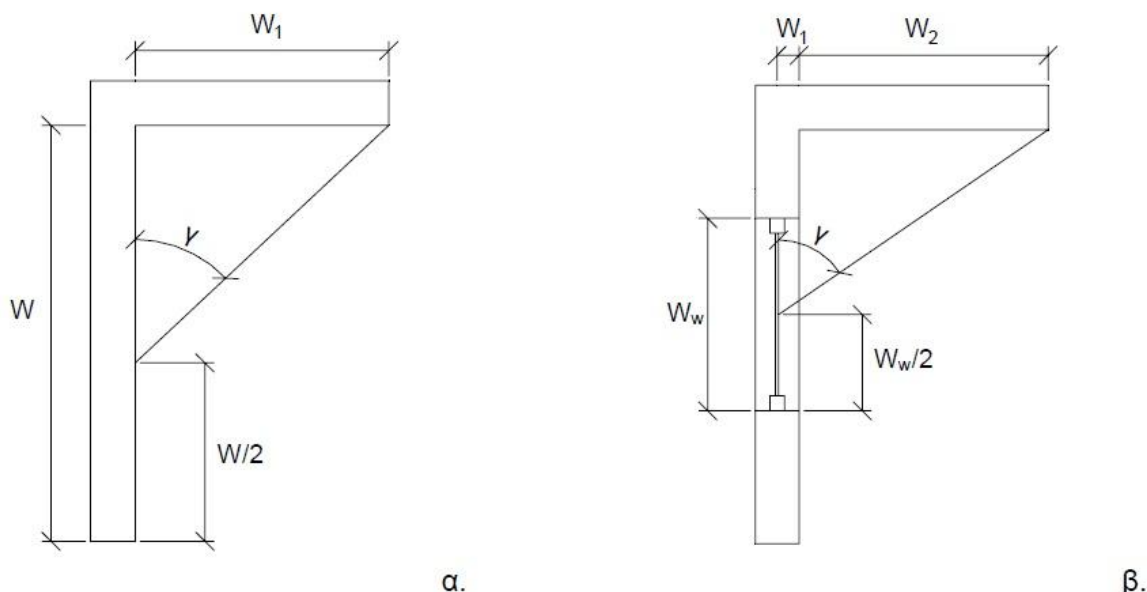
Γωνία β	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	NA και ΝΔ	A και Δ	ΒΑ και ΒΔ	B
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96
	ψύξης	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97
10°	θέρμανσης	0,94	0,94	0,94	0,93	0,92
	ψύξης	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94
15°	θέρμανσης	0,91	0,91	0,91	0,90	0,89
	ψύξης	0,84	0,86	0,89	0,90	0,90
20°	θέρμανσης	0,87	0,88	0,88	0,86	0,85
	ψύξης	0,78	0,82	0,85	0,87	0,87
25°	θέρμανσης	0,84	0,84	0,85	0,83	0,81
	ψύξης	0,73	0,77	0,81	0,83	0,84
30°	θέρμανσης	0,80	0,81	0,82	0,80	0,77
	ψύξης	0,67	0,72	0,77	0,80	0,80
35°	θέρμανσης	0,76	0,77	0,78	0,76	0,74
	ψύξης	0,61	0,67	0,72	0,76	0,77
40°	θέρμανσης	0,72	0,73	0,75	0,73	0,70
	ψύξης	0,56	0,62	0,68	0,72	0,74
45°	θέρμανσης	0,68	0,69	0,70	0,69	0,66
	ψύξης	0,51	0,57	0,63	0,68	0,70
50°	θέρμανσης	0,63	0,64	0,66	0,65	0,62
	ψύξης	0,46	0,52	0,58	0,64	0,67
55°	θέρμανσης	0,57	0,58	0,62	0,61	0,59
	ψύξης	0,42	0,48	0,53	0,59	0,63
60°	θέρμανσης	0,50	0,52	0,57	0,57	0,55
	ψύξης	0,39	0,43	0,48	0,55	0,60
65°	θέρμανσης	0,42	0,45	0,50	0,53	0,51
	ψύξης	0,36	0,39	0,43	0,49	0,56
70°	θέρμανσης	0,34	0,37	0,44	0,48	0,47
	ψύξης	0,33	0,34	0,38	0,44	0,52
80°	θέρμανσης	0,17	0,21	0,29	0,38	0,40
	ψύξης	0,28	0,26	0,27	0,32	0,41
90°	θέρμανσης	0,10	0,12	0,17	0,27	0,33
	ψύξης	0,24	0,19	0,18	0,22	0,30

Πίνακας 5.15 : Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους F_{ov} [Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010]

Ø Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin}

Καταγράφεται ο συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα, όπως πτερύγια, πλευρικές εσοχές, ή εξοχές ανοιγμάτων, κατά την θερινή και χειμερινή περίοδο, βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές του ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα ($F_{fin}=1$), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν ($F_{fin}=0$).

Για τον προσδιορισμό του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας γ της πλευρικής προεξοχής (σχήμα 5.19). Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτιρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Κατά παραδοχή είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης πλευρικής προεξοχής για τα αδιαφανή στοιχεία του κτιρίου μίας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σ' αυτήν την περίπτωση η γωνία γ ορίζεται ως η γωνία που σχηματίζεται από το κατακόρυφο επίπεδο που διέρχεται από το μέσο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της όψης με το πέρας του πλευρικής προεξοχής.



Σχήμα 5.19: Γραφική απεικόνιση της γωνίας γ που σχηματίζει η πλευρική προεξοχή σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β). [Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010]

Η τιμή του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές προκύπτει τόσο για την περίοδο θέρμανσης όσο και για την περίοδο ψύξης από τον πίνακα 5.16α για πλευρική προεξοχή στη δεξιά μεριά της επιφάνειας όπως φαίνεται από έξω, και από τον πίνακα 5.16β για πλευρική προεξοχή στην αριστερή μεριά της επιφάνειας, ανάλογα με την γωνία γ της πλευρικής προεξοχής και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Στην περίπτωση που η επιφάνεια σκιάζεται και από τις δύο μεριές, λαμβάνονται και οι δύο συντελεστές ανεξάρτητα και γίνεται χρήση του συνολικού συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές ο οποίος ισούται με το γινόμενο των δύο.

Γωνία γ	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	0,97
	ψύξης	0,97	0,97	1,00	1,00	0,97	0,96	0,99	0,99
20°	θέρμανσης	0,95	0,99	1,00	1,00	1,00	0,92	0,90	0,93
	ψύξης	0,95	0,94	0,99	1,00	0,95	0,93	0,98	0,99
30°	θέρμανσης	0,92	0,98	1,00	1,00	1,00	0,89	0,86	0,90
	ψύξης	0,93	0,90	0,99	1,00	0,93	0,89	0,96	0,98
40°	θέρμανσης	0,89	0,97	1,00	1,00	1,00	0,86	0,80	0,87
	ψύξης	0,91	0,86	0,98	1,00	0,92	0,84	0,95	0,97
50°	θέρμανσης	0,85	0,95	1,00	1,00	1,00	0,84	0,75	0,83
	ψύξης	0,89	0,81	0,97	1,00	0,92	0,79	0,93	0,96
60°	θέρμανσης	0,81	0,93	1,00	1,00	1,00	0,82	0,69	0,79
	ψύξης	0,88	0,76	0,96	1,00	0,92	0,73	0,91	0,96
70°	θέρμανσης	0,76	0,90	1,00	1,00	1,00	0,81	0,62	0,73
	ψύξης	0,86	0,71	0,94	1,00	0,92	0,66	0,88	0,95

Πίνακας 5.16α : Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} από την αριστερή πλευρά [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Γωνία γ	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	NA	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	A	NA
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,97	0,99	0,99	0,96	0,97	1,00	1,00	0,97
20°	θέρμανσης	0,95	0,93	0,90	0,92	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,95	0,99	0,98	0,93	0,95	1,00	0,99	0,94
30°	θέρμανσης	0,92	0,90	0,86	0,89	1,00	1,00	1,00	0,98
	ψύξης	0,93	0,98	0,96	0,89	0,93	1,00	0,99	0,90
40°	θέρμανσης	0,89	0,87	0,80	0,86	1,00	1,00	1,00	0,97
	ψύξης	0,91	0,97	0,95	0,84	0,92	1,00	0,98	0,86
50°	θέρμανσης	0,85	0,83	0,75	0,84	1,00	1,00	1,00	0,95
	ψύξης	0,89	0,96	0,93	0,79	0,92	1,00	0,97	0,81
60°	θέρμανσης	0,81	0,79	0,69	0,82	1,00	1,00	1,00	0,93
	ψύξης	0,88	0,96	0,91	0,73	0,92	1,00	0,96	0,76
70°	θέρμανσης	0,76	0,73	0,62	0,81	1,00	1,00	1,00	0,90
	ψύξης	0,86	0,95	0,88	0,66	0,92	1,00	0,94	0,71

Πίνακας 5.16β : Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} από την δεξιά πλευρά [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Τα παραπάνω δεδομένα εισήχθησαν στο λογισμικό TEE-KENAK σύμφωνα με τις παραδοχές και τους υπολογισμούς για τα δύο κτίρια και τα αποτελέσματα φαίνονται στα παρακάτω σχήματα 5.20-5.25.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (°)	ε* (°)	F_hor_h (°)	F_hor_c (°)	F_ov_h (°)	F_ov_c (°)	F_fin_h (°)	F_fin_c (°)
1	Τείχος	ΕΡΓ. Η/Υ	225	90	11,26	3,65	0,80	0,80	1	1	1	1	1	1
2	Τείχος	ΕΡΓ. ΣΑΕ	225	90	11,26	3,65	0,80	0,80	1	1	1	1	1	1
3	Τείχος	ΕΡΓ. ΜΑΤΛΑΒ ΒΔ	315	90	13,29	3,65	0,80	0,80	0,81	0,65	1	1	1	1
4	Τείχος	ΕΡΓ. ΜΑΤΛΑΒ ΝΑ	225	90	24,3	3,65	0,8	0,8	1	1	1	1	1	1
5	Τείχος	ΕΡΓ. ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ ΒΔ	315	90	13,29	3,65	0,8	0,8	0,81	0,65	1	1	1	1
6	Τείχος	ΕΡΓ. ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ ΒΑ	45	90	24,3	3,65	0,8	0,8	0,95	0,81	1	1	1	1
7	Τείχος													

Σχήμα 5.20: Αδιαφανείς επιφάνειες κτίριο 5 ζώνη 1

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εσωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a^* (-)	ϵ^* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Τοίχος	Z1	225	90	13.29	3.65	0.80	0.80	1	1	1	1	1	1
2	Τοίχος	Z3 NΔ	225	90	13.29	3.65	0.80	0.80	1	1	1	1	1	1
3	Τοίχος	Z3 ΒΔ	315	90	24.3	3.65	0.80	0.80	0.81	0.65	1	1	1	1
4	Τοίχος	Z4 ΒΔ	315	90	24.3	3.65	0.80	0.80	0.81	0.65	1	1	1	1
5	Τοίχος	Z4 ΒΑ	45	90	13.29	3.65	0.8	0.8	0.85	0.81	1	1	1	1
6	Τοίχος	Z5	45	90	11.26	3.65	0.8	0.8	0.85	0.81	1	1	1	1
7	Τοίχος	Z6	45	90	13.29	3.65	0.8	0.8	0.85	0.81	1	1	1	1
8	Τοίχος	Z7	225	90	13.29	3.65	0.8	0.8	1	1	1	1	1	1
9	Τοίχος	Z8	225	90	13.26	3.65	0.8	0.8	1	1	1	1	1	1
10	Τοίχος	Z9 NΔ	225	90	13.29	3.65	0.8	0.8	1	1	1	1	1	1
11	Τοίχος	Z9 ΒΔ	315	90	24.3	3.65	0.8	0.8	0.81	0.65	1	1	1	1
12	Τοίχος	Z10 ΒΔ	315	90	24.3	3.65	0.8	0.8	0.81	0.65	1	1	1	1
13	Τοίχος	Z10 ΒΑ	45	90	13.29	3.65	0.8	0.8	0.85	0.81	1	1	1	1
14	Τοίχος	Z11	45	90	13.26	3.65	0.8	0.8	0.85	0.81	1	1	1	1
15	Τοίχος	Z12	45	90	13.29	3.65	0.8	0.8	0.85	0.81	1	1	1	1
16	Τοίχος	Z13	225	90	13.29	3.65	0.8	0.8	1	1	1	1	1	1
17	Τοίχος	Z17	45	90	11.26	3.65	0.8	0.8	0.85	0.81	1	1	1	1
18	Τοίχος	Z18	45	90	13.29	3.65	0.8	0.8	0.85	0.81	1	1	1	1
# 19														

Σχήμα 5.21: Αδιαφανείς επιφάνειες κτίριο 5 ζώνη 2

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εσωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a^* (-)	ϵ^* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Τοίχος	ΝΔ WC	225	90	28.8	3.65	0.80	0.80	1	1	1	1	1	1
2	Τοίχος	ΒΔ ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	315	90	11.1	3.65	0.8	0.80	0.85	0.81	1	1	1	1
3	Τοίχος	ΝΑ ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	135	90	10.44	3.65	0.8	0.80	1	1	1	1	1	1
# 4														

Σχήμα 5.22 : Αδιαφανείς επιφάνειες κτίριο 5 ζώνη 3

Επιλέξτε το δωμάτιο στο οποίο τη ζώνη: Αριθμός ανεξαρτητών διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικό ηλιακό

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Ευθύνονται το δωμάτιο για τις αδιαφανείς επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό χώρο

	Τύπος	Περιγραφή	κ (cm)	β (cm)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	g _Η	g _Γ	Γ _{διαφ.βλ.}	Γ _{διαφ.ε.Η}	Γ _{διαφ.β.Γ}	Γ _{διαφ.ε.Γ}	Γ _{διαφ.β.Γ}	Γ _{διαφ.ε.Γ}	Γ _{διαφ.β.Γ}	Γ _{διαφ.ε.Γ}
1	Τόπος	Σταθ. Η/Υ Ηλεκτ.	45	90	6	3,05	0,00	0,00	0,03	0,73	1	1	-	-	-	-
2	Τόπος	Σχεδιαστήριο Μηχανολόγων	45	90	12,45	3,65	0,05	0,30	1	-	-	-	-	-	-	-
3	Τόπος	Εργ. Ηλεκτρικών Μηχανών	315	90	13,5	3,65	0,60	0,30	1	-	-	-	1	-	-	-
4	Τόπος	Εργ. Σερβομηχανικής	45	90	33	3,65	0,00	0,00	0,03	0,73	1	1	-	-	-	-
5	Τόπος	Εργ 1	45	90	14,57	3,65	0,60	0,30	1	-	-	-	1	-	-	-
6	Τόπος	Εργ 2	45	90	19,90	3,65	0,60	0,30	1	1	1	1	1	-	-	-
7	Τόπος	Εργ 1	45	90	22,02	3,65	0,60	0,30	1	-	-	-	1	-	-	-
8	Τόπος	Εργ 4	135	90	19,20	3,65	0,60	0,60	1	1	1	1	1	-	-	-
9	Τόπος	Εργ 5	315	90	37,16	3,65	0,60	0,30	0,35	0,92	-	-	-	1	-	-
10	Τόπος	Εργ 6	45	90	14	3,65	0,60	0,30	1	-	-	-	1	-	-	-
11	Τόπος	Εργ 7	45	90	21,54	3,65	0,60	0,30	1	-	-	-	1	-	-	-
12	Τόπος	Εργ 8 ΝΔ	225	90	17,4	3,65	0,60	0,60	1	1	1	1	1	-	-	-
13	Τόπος	Εργ 9 Βα	315	90	4,1	3,65	0,60	0,30	1	-	-	-	1	-	-	-
14	Τόπος	A2	135	90	21	3,65	0,60	0,60	1	-	-	-	1	-	-	-
15	Τόπος	Χώμας Γραφείο/Αμ.Πληρ	125	90	21,00	3,05	0,00	0,00	0,05	0,92	-	-	-	0,9	-	0,7
16	Τόπος	Σχεδιαστήριο ΒΑ	45	90	23,4	3,65	0,60	0,60	1	1	1	1	1	-	-	-
17	Τόπος	Σχεδιαστήριο ΗΡ	45	90	23,4	3,05	0,00	0,00	1	-	-	-	1	-	-	-
* 18																

Σχήμα 5.23: Αδιαφανείς επιφάνειες κτίριο 6 ζώνη 1

Επιλέξτε το δωμάτιο στο οποίο τη ζώνη: Αριθμός ανεξαρτητών διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικό ηλιακό

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Ευθύνονται το δωμάτιο για τις αδιαφανείς επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό χώρο

	Τύπος	Περιγραφή	κ (cm)	β (cm)	εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	g _Η	g _Γ	Γ _{διαφ.βλ.}	Γ _{διαφ.ε.Η}	Γ _{διαφ.β.Γ}	Γ _{διαφ.ε.Γ}	Γ _{διαφ.β.Γ}	Γ _{διαφ.ε.Γ}	Γ _{διαφ.β.Γ}	Γ _{διαφ.ε.Γ}
1	Τόπος	Γ2	45	90	6,75	3,65	0,00	0,00	0,01	0,65	0,61	0,92	-	-	-	1
2	Τόπος	Γ3	45	90	6,75	3,65	0,60	0,30	0,91	0,61	0,61	0,61	-	-	-	1
3	Τόπος	Γ4	45	90	3,1	3,65	0,00	0,00	0,01	0,62	0,48	0,44	-	-	-	1
4	Τόπος	Γ5	45	90	3,85	3,65	0,60	0,30	0,92	0,61	0,30	0,31	-	-	-	1
5	Τόπος	Γ6	45	90	3,25	3,65	0,60	0,00	1	1	1	1	-	-	-	1
6	Τόπος	Γ7	45	90	9,75	3,65	0,00	0,00	1	1	1	1	-	-	-	1
7	Τόπος	Γ8	135	90	10,71	3,65	0,00	0,00	0,92	0,61	1	1	-	-	-	1
8	Τόπος	Γ9	315	90	6,15	3,65	0,60	0,60	0,91	0,65	1	1	-	-	-	1
9	Τόπος	Γ10	45	90	7,05	3,65	0,60	0,60	1	1	1	1	-	-	-	1
11	Τόπος	Γ11	45	90	7,25	3,65	0,60	0,30	1	1	1	1	-	-	-	1
11	Τόπος	Γ12 ΝΔ	225	90	14,97	3,65	0,00	0,00	1	1	1	1	-	-	-	1
12	Τόπος	Γ12 ΒΑ	315	90	3,75	3,65	0,60	0,30	1	1	-	-	-	-	-	1
13	Τόπος	Γραφείο Πρ. Μηχ	45	90	6,31	3,65	0,00	0,00	0,01	0,65	0,61	0,92	-	-	-	1
14	Τόπος	Γραμματοείο Ηλεκτρ. Έργων	45	90	1,05	3,65	0,60	0,30	0,91	0,61	0,31	0,31	-	-	-	1
15	Τόπος	Γραμματοείο Μηχανολόγων	315	90	12,6	3,65	0,00	0,00	1	1	1	1	-	-	-	1
16	Τόπος	Γραμματοείο Γραμ. Πληροφορικής	315	90	11,25	3,65	0,60	0,30	1	1	-	-	-	-	-	1
17	Τόπος	A19	135	90	23,4	3,65	0,00	0,00	1	1	1	1	-	-	-	1
18	Τόπος	Γ	45	90	6,3	3,65	0,60	0,60	1	1	-	-	-	-	-	1
19	Τόπος	Ε	135	90	6,45	3,65	0,60	0,60	1	1	1	1	-	-	-	1
20	Τόπος	Ε	135	90	3,75	3,65	0,60	0,30	1	1	-	-	-	-	-	1
21	Τόπος	Κ	45	90	4,41	3,65	0,60	0,60	1	1	1	1	-	-	-	1
21	Τόπος	Κ	135	90	4,95	3,65	0,60	0,30	1	1	-	-	-	-	-	1
23	Τόπος	Β	315	90	8,64	3,65	0,00	0,00	1	1	1	1	-	-	-	1
24	Τόπος	Αίθουσα	45	90	3,5	3,65	0,60	0,30	1	1	-	-	-	-	-	1
* 25																

Σχήμα 5.24: Αδιαφανείς επιφάνειες κτίριο 6 ζώνη 2

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αδιαφανές ενδοτοιχώσιον διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικό ηλιακό

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Επιλέξτε το υλικό βάσει του υλικού των επιφανειών που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Κατάσταση	Τύπος	Περιγραφή	ε (mm)	ρ (kg/m³)	Εμβαδόν (m²)	U (W/m²K)	g (H)	g (D)	Εξωτερική	Εξωτερική	Εξωτερική	Εξωτερική	Εξωτερική	Εξωτερική
1	Τείχος	Διάβρωμα Ισόγειο Α	135	90	14.99	3.65	0.60	0.60	1	1	1	1	-	-
2	Τείχος	Διάβρωμα Ισόγειο Β1	225	90	37.49	3.65	0.60	0.60	1	1	1	1	-	-
3	Τείχος	Διάβρωμα Ισόγειο Β2	135	90	9.75	3.65	0.60	0.60	-	1	1	-	-	-
4	Τείχος	Διάβρωμα Ισόγειο Δ1	225	90	32.1	3.65	0.60	0.60	1	1	1	1	-	-
5	Τείχος	Διάβρωμα Ισόγειο Δ2	135	90	3.904	3.65	0.60	0.60	1	1	1	1	-	-
6	Τείχος	Διάβρωμα Ισόγειο Ε	225	90	73.19	3.65	0.60	0.60	1	1	1	1	-	-
7	Τείχος	Διάβρωμα Ισόγειο Ζ1	225	90	10.5	3.65	0.60	0.60	-	1	1	-	-	-
8	Τείχος	Διάβρωμα Ισόγειο Ζ2	135	90	15.29	3.65	0.60	0.60	1	1	1	1	-	-
9	Τείχος	Υ/C	45	90	6.2	3.65	0.60	0.60	0.64	0.77	0.76	0.76	-	-
10	Τείχος	Διάβρωμα Ορόφου Α1	315	90	9.2	3.65	0.60	0.60	-	1	1	-	-	-
11	Τείχος	Διάβρωμα Ορόφου Δ2	135	90	11.7	3.65	0.60	0.60	1	1	1	1	-	-
12	Τείχος	Διάβρωμα Ορόφου Β	225	90	37.2	3.65	0.60	0.60	1	1	1	1	-	-
13	Τείχος	Διάβρωμα Ορόφου Γ	225	90	30.7	3.65	0.60	0.60	1	1	1	1	-	-
14	Τείχος	Διάβρωμα Ορόφου Δ	225	90	73.8	3.65	0.60	0.60	1	1	1	1	-	-
15	Τείχος	Διάβρωμα Ορόφου Ε1	225	90	6.3	3.65	0.60	0.60	1	1	1	1	-	-
16	Τείχος	Διάβρωμα Ορόφου Ζ2	135	90	10.6	3.65	0.60	0.60	-	1	1	-	-	-
17	Τείχος													

Σχήμα 5.25: Αδιαφανείς επιφάνειες κτίριο 6 ζώνη 3

ο Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος

Η ροή θερμότητας από ένα δομικό στοιχείο που έρχεται σε επαφή με το έδαφος εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, κάποιες από τις οποίες είναι η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους, η γεωμετρία του κτιρίου, το πάχος του στρώματος του εδάφους που το διαχωρίζει από τον εξωτερικό αέρα.

Ø Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m²*K)

Καταγράφεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Για τα νέα κτίρια οι υπολογισμοί γίνονται σύμφωνα με την TOTEE 20701-2/2010 (δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος). Για τα κτίρια που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία χρησιμοποιούνται εναλλακτικά οι τυπικές κατασκευές δομικών στοιχείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010. Για τα κτίρια μετά την ισχύ του ΚΕΝΑΚ οι υπολογισμοί γίνονται επίσης σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010.

Στα υπό μελέτη κτίρια για να είναι εφικτοί οι υπολογισμοί με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ. χρησιμοποιούμε τις τιμές του παρακάτω πίνακα 5.17, σύμφωνα με το TOTEE 20701-1/2010, όπου καταγράφονται οι τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας U των οριζόντιων αδιαφανών δομικών στοιχείων. Στα κτίρια 5 και 6 ο συντελεστής θερμοπερατότητας για τα δάπεδα λαμβάνεται ίσος με 3.1

(W/m²*K).

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαιν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή)						
Συμβατικού τύπου δώμα.	3,05	–	–	0,95	–	–
Αντεστραμμένου τύπου δώμα.	–	–	–	0,95	–	–
Αεριζόμενο δώμα.	–	3,70	–	1,00	–	–
Φυτεμένο δώμα.	1,20	–	–	0,70	–	–
Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.	3,70	–	–	1,00	–	–
Οροφή κάτω από μη θερμαινόμενο χώρο.	–	2,90	–	–	0,90	–
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος.	4,70	–	–	1,05	–	–
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης.	4,25	–	–	1,00	–	–
Δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου (ξύλο, μάρμαρο, πλακάκι, μωσαϊκό κ.τ.λ.)						
Επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο (πυλωτή).	2,75	–	–	0,90	–	–
Επί εδάφους.	–	–	3,10	–	–	0,95
Επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο.	–	2,00	–	–	0,80	–

Πίνακας 5.17: Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία, με οικοδομική άδεια πριν το 1979 [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Ø Κ. Βάθος (m)

Συμπληρώνουμε το βάθος έδρασης μέσα στο οποίο βρίσκεται η επιφάνεια, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010. Για δάπεδα (πλάκα σε έδαφος), καταγράφεται μόνο το βάθος μέχρι του οποίου εκτείνεται το δομικό στοιχείο (κατώτερο). Για δάπεδα σε επαφή με το έδαφος, το βάθος λαμβάνεται 0.

Ø Α. Βάθος (m)

Συμπληρώνουμε το βάθος έδρασης μέσα στο οποίο βρίσκεται η επιφάνεια, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Για τοίχους (κατακόρυφα δομικά στοιχεία), καταγράφονται δύο τιμές, που αντιστοιχούν στο βάθος από το οποίο ξεκινάει το δομικό στοιχείο (ανώτερο) και στο βάθος μέχρι του οποίου εκτείνεται το δομικό στοιχείο (κατώτερο). Για δάπεδα σε επαφή με το έδαφος, το βάθος λαμβάνεται **0**.

Ø Περίμετρος δαπέδου (m)

Καταγράφεται η εκτεθειμένη περίμετρος του δαπέδου. Σε περίπτωση τοίχου το πεδίο είναι ανενεργό.

Τα παραπάνω δεδομένα εισήχθησαν στο λογισμικό ΤΕΕ-KENAK σύμφωνα με τις παραδοχές και τους υπολογισμούς για τα δύο κτίρια και τα αποτελέσματα φαίνονται στα παρακάτω σχήματα 5.26-5.31:

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο	ΕΡΓ. Η/Υ	58.20	3.1	3.15		32.04
* 2							

Σχήμα 5.26: επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος κτίριο 5 ζώνη 1

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο	Z1	63.41	3.1	3.15		31.86
2	Δάπεδο	Z3	63.41	3.1	3.15		31.86
3	Δάπεδο	Z4	63.41	3.1	3.15		31.86
4	Δάπεδο	Z5	64.12	3.1	3.15		32.04
5	Δάπεδο	Z6	63.41	3.1	3.15		31.86
* 6							

Σχήμα 5.27 επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος κτίριο 5 ζώνη 2

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο	ΔΑΠΕΔΟ WC	26.27	3.1	3.15		20.6
2	Δάπεδο	ΔΑΠΕΔΟ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ	204.2	2	3.15		63
3	Δάπεδο	ΔΑΠΕΔΟ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ	59.09	2	3.15		66
* 4							

Σχήμα 5.28: Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος κτίριο 5 ζώνη 3

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο	Σχεδιαστήριο Η/Υ	30.8	3.1	0		24.6
2	Δάπεδο	Σχεδιαστήριο Η/Υ	29.21	3.1	0		21.8
3	Δάπεδο	Σχεδιαστήριο Μηχανολόγων	32.92	3.1	0		31.9
4	Δάπεδο	Σχεδιαστήριο Μηχανολόγων	11.62	3.1	0		13.7
5	Δάπεδο	Εργ. Ηλεκτρικών Μηχανών	142.825	3.1	0		53.9
6	Δάπεδο	Εργ. Σερβομηχανικής	158.4	3.1	0		53.6
7	Δάπεδο	A1	12.6	3.1	0		15.3
8	Δάπεδο	A2	17.57	3.1	0		17
9	Δάπεδο	A3	19.83	2.1	0		18
* 10							

Σχήμα 5.29: Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος κτίριο 6 ζώνη 1

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
1	Δάπεδο	Γ1	9.95	3.1	0		12.84
2	Δάπεδο	Γ2	18.16	3.1	0		17.16
3	Δάπεδο	Γ3	35.2	3.1	0		24.26
4	Δάπεδο	Γ4	41.36	3.1	0		27
5	Δάπεδο	Γ5	43.56	3.1	0		27.5
6	Δάπεδο	Γ6	12.58	3.1	0		14.8
7	Δάπεδο	Γ7	21.18	3.1	0		19.74
8	Δάπεδο	Γ8	23.066	3.1	0		12
9	Δάπεδο	Γ9	8.7	3.1	0		15.2
10	Δάπεδο	Γ10	14.44	3.1	0		11.92
11	Δάπεδο	Γ11	8.56	3.1	0		17.08
12	Δάπεδο	Γ12	17.72	3.1	0		24.34
13	Δάπεδο	Γραφείο Πρ. Μηχ Α	35.298	3.1	0		8.1
14	Δάπεδο	Γραφείο Πρ. Μηχ Β	3.825	3.1	0		29.7
15	Δάπεδο	Γραμματεία Ηλεκτρολόγων	53.24	3.1	0		29.2
16	Δάπεδο	Γραμματεία Μηχανολόγων	53.28	3.1	0		29.7
17	Δάπεδο	Γραμματεία Έργων Υποδομής	55.13	3.1	0		49.2
18	Δάπεδο	A19	139.04	3.1	0		
* 19							

Σχήμα 5.30: Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος κτίριο 6 ζώνη 2

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο	Διάδρομος Ισόγειο Α	110.25	3.1	0		42
2	Δάπεδο	Διάδρομος Ισόγειο Β	83.58	3.1	0		83.8
3	Δάπεδο	Διάδρομος Ισόγειο Γ	34.77	3.1	0		40.4
4	Δάπεδο	Διάδρομος Ισόγειο Δ	53.28	3.1	0		37.86
5	Δάπεδο	Διάδρομος Ισόγειο Ε	61.11	3.1	0		62.4
6	Δάπεδο	Διάδρομος Ισόγειο Ζ	63.7	3.1	0		43.4
7	Δάπεδο	WC	21.12	3.1	0		22.4
* 8							

Σχήμα 5.31: Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος κτίριο 6 ζώνη 3

ο Διαφανείς επιφάνειες

Ως διαφανείς επιφάνειες ορίζονται όλες οι κατασκευές που μπορούν να χαρακτηριστούν ως ανοίγματα όπως είναι τα παράθυρα, οι μπαλκονόπορτες, οι πόρτες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Ø Τύπος επιφάνειας – περιγραφή

Καθορίζεται ο τύπος της επιφάνειας και δίπλα μία σύντομη περιγραφή τα στοιχεία του οποίου εισάγουμε στο λογισμικό. Ανάλογα με το τύπο του ανοίγματος που μελετάμε επιλέγουμε: ανοιγόμενο κούφωμα, μη ανοιγόμενο κούφωμα, ανοιγόμενη πρόσοψη, μη ανοιγόμενη πρόσοψη.

Ø Προσανατολισμός γ (deg)

Προσδιορίζεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου, ο οποίος ορίζεται ως η κατεύθυνση της καθέτου στην επιφάνεια. Έτσι επιφάνεια με προσανατολισμό

- προς τον Βορά η τιμή είναι 0° ,
- προς Ανατολή 90° ,
- προς Νότο 180° ,
- και προς Δύση 270° όπως φαίνεται παραπάνω στον πίνακα 4.8

Ø Κλίση β (deg)

Είναι η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου. Ένας κατακόρυφος τοίχος έχει κλίση 90° , μια επίπεδη επιφάνεια 0° , ενώ μία πυλωτή 180° .

Ø Εμβαδόν (m^2)

Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας χωρίς τα ανοίγματα δηλαδή τα παράθυρα και τις πόρτες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Ø Τύπος ανοίγματος

Καθορίζεται ο τύπος του ανοίγματος ανάλογα με τον τύπο του πλαισίου, το ποσοστό του επί του κουφώματος και το τύπο του υαλοπίνακα.

Ø Συντελεστής θερμοπερατότητας U ανοίγματος ($W/m^2 \cdot K$)

Συμπληρώνεται αυτόματα ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ανοίγματος ανάλογα με τα δεδομένα που έχουμε εισάγει από τον τύπο ανοίγματος σύμφωνα με τις τιμές του ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 οι οποίες φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 5.18. Σε περίπτωση που ο τύπος ανοίγματος δεν υπάρχει στις επιλογές που δίνει το πρόγραμμα έτσι ώστε να συμπληρωθεί το U τότε ο μελετητής μπορεί να υπολογίσει το U του κουφώματος σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010. Στα υπό μελέτη κτίρια ο συντελεστής είναι $6 W/m^2 \cdot K$ καθώς εισάγεται αυτόματα για τύπο ανοίγματος «μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% μονός».

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F_f	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμφιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο Αέρα 12 mm
	[%]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	–	3,6	3,2	3,1	2,6
	30%	–	3,5	3,2	3,1	2,7
	40%	–	3,5	3,2	3,0	2,8
Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	–	3,4	3,0	3,0	2,3
	30%	–	3,3	3,0	2,9	2,4
	40%	–	3,2	3,0	2,9	2,4
Συνθετικό πλαίσιο	20%	–	3,4	3,0	2,9	2,2
	30%	–	3,3	2,9	2,9	2,3
	40%	–	3,2	2,9	2,9	2,4
Ξύλινο πλαίσιο	20%	5,0	3,2	2,9	2,7	2,1
	30%	4,7	3,1	2,8	2,6	2,1
	40%	4,3	3,0	2,7	2,6	2,1
Διπλό παράθυρο (ξύλινο)*	20%	2,4	–	–	–	–
	30%	2,3	–	–	–	–
	40%	2,1	–	–	–	–
Εξωτερικές Πόρτες						
Υλικό	Χωρίς υαλοπίνακες [W/(m ² K)]					
Μέταλλο	6,0					
Συνθετικό	3,5					
Ξύλο	3,5					

Πίνακας 5.18: Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Ø Διαπερατότητα g_w

Συμπληρώνεται αυτόματα ο συντελεστής διαπερατότητας ανάλογα με τα δεδομένα που έχουμε εισάγει από τον τύπο ανοίγματος σύμφωνα με τις τιμές της TOTEE 20701-1/2010 όπως φαίνεται στον πίνακα 5.19:

Τύπος υαλοπίνακα	Ποσοστό πλαισίου F_f			
	10%	20%	30%	40%
Μονός υαλοπίνακας	0,69	0,62	0,54	0,46
Διπλός υαλοπίνακας	0,61	0,54	0,48	0,41
Διπλός υαλοπίνακας, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,54	0,48	0,42	0,36
Διπλό παράθυρο	0,61	0,54	0,48	0,41
Έγχρωμος ή ανακλαστικός υαλοπίνακας χωρίς δυνατότητα διαπίστωσης των ιδιοτήτων του	0,41	0,36	0,32	0,27

Πίνακας 5.19: Τυπικές τιμές της διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφωμάτων [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Ø Συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα F_{hor} - Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov} - Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin}

Για τους συντελεστές F_{hor} , F_{ov} και F_{fin} ισχύουν οι παραδοχές και οι πίνακες που ισχύουν για τις αδιαφανείς επιφάνειες.

Επομένως τα παραπάνω δεδομένα εισάγονται στο λογισμικό TEE-KENAK σύμφωνα με τις παραδοχές και τους υπολογισμούς για τα δύο κτίρια και τα αποτελέσματα φαίνονται στα παρακάτω σχήματα 5.32-5.37 :

Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	θ (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος υαλοπίνακα*	U (W/m ²)	g _{gl} (%)	F _{hor_h} (%)	F _{hor_o} (%)	F _{sk_h} (%)	F _{ov_o} (%)	F _{fin_h} (%)	F _{fin_o} (%)
1	Αναγόμενο κάλυμμα	ΕΡΓ. Η/Υ	225	90	12	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1
2	Αναγόμενο κάλυμμα	ΕΡΓ. ΣΑΕ	225	90	14	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1
3	Αναγόμενο κάλυμμα	ΕΡΓ. MATLAB	225	90	12	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1
4	Αναγόμενο κάλυμμα	ΕΡΓ. ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ	45	90	12	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.85	0.81	1	1	1
5													

Σχήμα 5.32: Διαφανείς επιφάνειες κτίριο 5 ζώνη 1

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικά ηλιακά

Διαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το εδάφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έπονται σε επαφή με τον εσωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος αναίματος*	U (W/m ² K)	g _g (-)	F _{hor,h} (-)	F _{hor,e} (-)	F _{ov,h} (-)	F _{ov,e} (-)	F _{fn,h} (-)	F _{fn,e} (-)
▶ 1	Αναγόμενο κάλυμμα	21	225	90	12	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
2	Αναγόμενο κάλυμμα	23	225	90	12	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
3	Αναγόμενο κάλυμμα	24	45	90	12	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.85	0.81	1	1	1	1
4	Αναγόμενο κάλυμμα	25	45	90	14	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.85	0.81	1	1	1	1
5	Αναγόμενο κάλυμμα	26	45	90	12	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.85	0.81	1	1	1	1
6	Αναγόμενο κάλυμμα	27	225	90	12	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
7	Αναγόμενο κάλυμμα	28	225	90	12	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
8	Αναγόμενο κάλυμμα	29	225	90	12	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
9	Αναγόμενο κάλυμμα	210	45	90	12	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.85	0.81	1	1	1	1
10	Αναγόμενο κάλυμμα	211	45	90	12	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.85	0.81	1	1	1	1
11	Αναγόμενο κάλυμμα	212	45	90	12	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.85	0.81	1	1	1	1
12	Αναγόμενο κάλυμμα	213	225	90	12	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
13	Αναγόμενο κάλυμμα	217	45	90	14	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.85	0.81	1	1	1	1
14	Αναγόμενο κάλυμμα	218	45	90	12	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.85	0.81	1	1	1	1
+ 15														

Σχήμα 5.33: Διαφανείς επιφάνειες κτίριο 5 ζώνη 2

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικά ηλιακά

Διαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το εδάφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έπονται σε επαφή με τον εσωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος αναίματος*	U (W/m ² K)	g _g (-)	F _{hor,h} (-)	F _{hor,e} (-)	F _{ov,h} (-)	F _{ov,e} (-)	F _{fn,h} (-)	F _{fn,e} (-)
▶ 1	Αναγόμενο κάλυμμα	ΝΑ WC	225	90	4.5	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
2	Αναγόμενο κάλυμμα	ΒΔ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ	315	90	2	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.85	0.81	1	1	1	1
3	Αναγόμενο κάλυμμα	ΝΑ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ	135	90	6	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
◀ 4														

Σχήμα 5.34: Διαφανείς επιφάνειες κτίριο 5 ζώνη 3

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικά ηλιακά

Διαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το εδάφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έπονται σε επαφή με τον εσωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος αναίματος*	U (W/m ² K)	g _g (-)	F _{hor,h} (-)	F _{hor,e} (-)	F _{ov,h} (-)	F _{ov,e} (-)	F _{fn,h} (-)	F _{fn,e} (-)
1	Αναγόμενο κάλυμμα	Σταθιστήριο Η/Υ	45	90	4.5	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1.83	0.73	1	1	1	1
2	Αναγόμενο κάλυμμα	Σταθιστήριο Μηχανολογών	45	90	9	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
3	Αναγόμενο κάλυμμα	Εργ. Ηλεκτρικών Μηχανών	315	90	3.5	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
4	Αναγόμενο κάλυμμα	Εργ. Σερβιτσιαντικής	45	90	27	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1.83	0.73	1	1	1	1
5	Αναγόμενο κάλυμμα	Εργ. 1	45	90	0.5	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
6	Αναγόμενο κάλυμμα	Εργ. 2	45	90	13.91	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
7	Αναγόμενο κάλυμμα	Εργ. 3	45	90	13.90	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
8	Αναγόμενο κάλυμμα	Σταθιστήριο	45	90	15	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
9	Αναγόμενο κάλυμμα	Εργ. 4	135	90	3.5	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
10	Αναγόμενο κάλυμμα	Εργ. 5	315	90	16.64	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1.86	0.82	1	1	1	1
11	Αναγόμενο κάλυμμα	Εργ. 6	45	90	9	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
12	Αναγόμενο κάλυμμα	Εργ. 7	45	90	15	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
13	Αναγόμενο κάλυμμα	Εργ. ΒΒΔ	225	90	9	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
14	Αναγόμενο κάλυμμα	Εργ. ΒΒΔ	315	90	3.5	Μεταλλικό κυρίως θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
★ 15														

Σχήμα 5.35: Διαφανείς επιφάνειες κτίριο 6 ζώνη 1

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός συστημάτων διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικό ηλιακό

Διαφανείς επιφάνειες: Σε επαφή με το έδαφος: Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που δρουν σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ [deg]	β [deg]	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος αναγωγής*	U (W/m ² K)	g_w (-)	F _{hor,h} (H)	F _{hor,c} (H)	F _{ov,h} (H)	F _{ov,c} (H)	F _{in,h} (H)	F _{in,c} (H)
1	Ανοηγμένο καύσιμα	G2	45	90	6	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.81	0.85	0.81	0.59	1	1
2	Ανοηγμένο καύσιμα	G3	45	90	8	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.81	0.85	0.81	0.59	1	1
3	Ανοηγμένο καύσιμα	G4	45	90	8	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.81	0.62	0.49	0.44	1	1
4	Ανοηγμένο καύσιμα	G5	45	90	6	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.85	0.81	0.80	0.80	1	1
5	Ανοηγμένο καύσιμα	G6	45	90	6	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
6	Ανοηγμένο καύσιμα	G7	45	90	4.5	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
7	Ανοηγμένο καύσιμα	G8	135	90	7.5	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.95	0.95	1	1	1	1
8	Ανοηγμένο καύσιμα	G9	315	90	4.5	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.81	0.85	1	1	1	1
9	Ανοηγμένο καύσιμα	G10	45	90	4.5	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
10	Ανοηγμένο καύσιμα	G12 Βδ	315	90	4.5	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
11	Ανοηγμένο καύσιμα	Γραφείο Γρ. Μησ	45	90	8	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.81	0.85	0.81	0.59	1	1
12	Ανοηγμένο καύσιμα	Γραμματεία Ηλεκτρολόγων	45	90	7.5	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.85	0.81	0.80	0.80	1	1
13	Ανοηγμένο καύσιμα	Γραμματεία Μηχανολόγων	315	90	9	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
14	Ανοηγμένο καύσιμα	Γραμματεία Έργων Υποβολής	315	90	9	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
15	Ανοηγμένο καύσιμα	A19	135	90	18	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
* 16														

Σχήμα 5.36: Διαφανείς επιφάνειες κτίριο 6 ζώνη 2

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός συστημάτων διαχωριστικών επιφανειών: Παθητικό ηλιακό

Διαφανείς επιφάνειες: Σε επαφή με το έδαφος: Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που δρουν σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ [deg]	β [deg]	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος αναγωγής*	U (W/m ² K)	g_w (-)	F _{hor,h} (H)	F _{hor,c} (H)	F _{ov,h} (H)	F _{ov,c} (H)	F _{in,h} (H)	F _{in,c} (H)
1	Ανοηγμένο καύσιμα	Διάδρομος Ισόγειο Α	135	90	4.5	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
2	Ανοηγμένο καύσιμα	Διάδρομος Ισόγειο Β1	225	90	22.61	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
3	Ανοηγμένο καύσιμα	Διάδρομος Ισόγειο Ε	225	90	12	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
4	Ανοηγμένο καύσιμα	Διάδρομος Ισόγειο Σ2	135	90	4.5	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
5	Ανοηγμένο καύσιμα	Ύψ	45	90	1	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.84	0.77	0.76	0.76	1	1
6	Ανοηγμένο καύσιμα	Διάδρομος Πόρτου Α2	135	90	9	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
7	Ανοηγμένο καύσιμα	Διάδρομος Πόρτου Β	225	90	27	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
8	Ανοηγμένο καύσιμα	Διάδρομος Ορόφου Δ	225	90	13.5	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
9	Ανοηγμένο καύσιμα	Διάδρομος Ορόφου Ε2	135	90	9	Μεταλλικό χωρίς θ.θ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	1	1	1	1
** 10														

Σχήμα 5.37: Διαφανείς επιφάνειες κτίριο 6 ζώνη 3

5.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά κτιρίων Μηχανολογίας

Σε κάθε κτίριο σημαντικό ρόλο για την ενεργειακή του κατάσταση αποτελούν τα συστήματα που είναι εγκατεστημένα σε αυτό. Με τον όρο συστήματα εννοούμε τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, το ζεστό νερό χρήσης, το σύστημα φωτισμού, τα ηλιακά συστήματα.

5.4.1 Σύστημα θέρμανσης

Κάθε μονάδα παραγωγής θερμότητας έχει μια ονομαστική θερμική απόδοση σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή. Η πραγματική απόδοση όμως μιας μονάδας θέρμανσης διαφοροποιείται και εξαρτάται από την περίοδο θέρμανσης, το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου επομένως και της μονάδας θέρμανσης και τις εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας των χώρων. Για τους υπολογισμούς απαιτείται να υπολογιστεί ο μέσος βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης. Σε περίπτωση που το κτίριο δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης, τότε πρέπει να οριστεί ένα θεωρητικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου με βαθμό απόδοσης 0.935, με δίκτυο διανομής θερμού μέσου με βαθμό απόδοσης 0.95, με τερματικά με βαθμό απόδοσης 0.93 και βοηθητικές μονάδες με ειδική ισχύς 5 W/m^2 .

Αναλυτικότερα για τα υπό μελέτη κτίρια το σύστημα θέρμανσης αποτελείται από την παραγωγή, το δίκτυο διανομής, τις τερματικές μονάδες και τις βοηθητικές μονάδες.

- Παραγωγή

Καταγράφονται οι μονάδες παραγωγής ενέργειας κάθε ζώνης

- Ø Τύπος

Καθορίζεται τύπος κάθε μονάδας παραγωγής ενέργειας. Στα υπό μελέτη κτίρια το σύστημα θέρμανσης που χρησιμοποιείται είναι ένας λέβητας πετρελαίου 800000 kcal.

- Ø Πηγή ενέργειας

Καταγράφεται η πηγή ενέργειας της μονάδας και συγκεκριμένα για τα δυο κτίρια είναι πετρέλαιο θέρμανσης.

- Ø Ισχύς (KW)

Εισάγεται η ισχύς κάθε μονάδας, η οποία για σύστημα θέρμανσης λέβητα είναι η πραγματική ισχύς όπως προκύπτει από την ανάλυση καυσαερίων, η οποία είναι υποχρεωτική σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 189533/2011

Λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική ισχύ του λέβητα P_m , ελέγχουμε την περίπτωση υπερδιαστασιολόγησης του λέβητα συγκρίνοντας τη πραγματική

ισχύ του λέβητα με την υπολογιζόμενη θερμική ισχύ P_{gen} του κτιρίου από την σχέση 5.1:

$$P_{gen}=A*U_m*\Delta T*1.8 \quad [5.1]$$

Όπου:

P_{gen} η υπολογιζόμενη απαιτούμενη θερμική ισχύς του κτιρίου σε W

A η συνολική εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα σε m^2

U_m ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της A σε $W/(m^2*k)$. Ανάλογα με το έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας ισχύει:

- για τα κτίρια πριν από το 1979, $U_m = 2.5 W/(m^2*k)$
- για τα κτίρια μετά το 1979, $U_m = 1.55 W/(m^2*k)$ για την ζώνη A, $U_m = 1.20 W/(m^2*k)$ για την ζώνη B, $U_m = 0.95 W/(m^2*k)$ για την ζώνη Γ

ΔT η διαφορά θερμοκρασίας του συστήματος όπου ισχύει :

- για την ζώνη A $18^\circ C$
- για την ζώνη B $20^\circ C$
- για την ζώνη Γ $23^\circ C$
- για την ζώνη Δ $28^\circ C$

1.8 συντελεστής λόγω αερισμού

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς το P_{gen} για το κτίριο 5 είναι 123.22 KW και το P_{gen} για το κτίριο 6 είναι 231.04 KW. Έτσι το συνολικό P_{gen} των υπό μελέτη κτιρίων είναι $P_{gen}=354.26 KW$. Ο λόγος της πραγματικής προς την υπολογιζόμενη ισχύ είναι $(P_m/ P_{gen})=1.94$, σχεδόν διπλάσια ισχύ από την μέγιστη υπολογιζόμενη. Αυτό θα μας βοηθήσει παρακάτω στο να υπολογίσουμε τον συνολικό βαθμό απόδοσης.

Στην περίπτωση του θεωρητικού συστήματος τότε η τιμή είναι μηδέν διότι η ισχύς δεν λαμβάνεται υπόψη για το αποτέλεσμα της ενεργειακής απόδοσης αλλά χρησιμοποιείται μόνο στον υπολογισμό του βαθμού απόδοσης.

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

Ø Βαθμός απόδοσης

Ο πραγματικός βαθμός απόδοσης του λέβητα όπως προέκυψε από την ανάλυση καυσαερίων, η οποία είναι υποχρεωτική σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 189533/2011, είναι $n_{gm}=0.9$.

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης n_{gen} όμως προκύπτει από τον πραγματικό βαθμό απόδοσης n_{gm} του λέβητα, μειωμένο κατά τον συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} και τον συντελεστή μόνωσης του λέβητα n_{g2} σύμφωνα με την σχέση 5.2 και τους παρακάτω πίνακες από την TOTEE 20701-1/2010

$$n_{gen} = n_{gm} * n_{g1} * n_{g2} \quad [5.2]$$

όπου:

$n_{gm}=0.9$ ο πραγματικός βαθμός απόδοσης

$n_{g1}=0.75$ από τον πίνακα 5.20 για λόγο πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ 1.94, δηλαδή σχεδόν διπλάσια από την μέγιστη υπολογιζόμενη.

$n_{g2}=1$ από τον πίνακα 5.21 για λέβητα με μόνωση σε καλή κατάσταση

Έτσι ο τελικός βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης είναι $n_{gen}=0.675$

Σε περίπτωση θεωρητικού συστήματος θέρμανσης ο βαθμός απόδοσης λαμβάνεται ίσος με 0.935 όπως είπαμε και παραπάνω.

Σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης (P_m/P_{gen})	Συντελεστής βαρύτητας n_g
Λέβητας με διπλάσια ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,75
Λέβητας με 50% μεγαλύτερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,85
Λέβητας με 25% μεγαλύτερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,95
Λέβητας με ίση ή μικρότερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	1,00

Πίνακας 5.20: Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} μονάδας λέβητα [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Ονομαστική ισχύς (kW)	20-100	100-200	200-300	300-400	>400
Λέβητας με μόνωση σε καλή κατάσταση μόνωσης	1,0				
Λέβητας γυμνός ή με κατεστραμμένη μόνωση	0,936	0,949	0,948	0,951	0,952

Πίνακας 5.21: Συντελεστής μόνωσης n_{g2} μονάδας λέβητα [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Ø Συντελεστής επίδοσης COP

Ο συντελεστής επίδοσης για λέβητα ισούται με την μονάδα.

Ø Ιαν-Δεκ

Οι μήνες όπου δεν λειτουργεί το σύστημα θέρμανσης εμφανίζονται με τιμή 0, για τους υπόλοιπους πρέπει να εισάγουμε τιμή από 0-1 σε σχέση με το βαθμό κάλυψης. Το 1 είναι για 100% κάλυψη και το 0 για μηδενική κάλυψη.

ο Δίκτυο διανομής

Τα δίκτυα διανομής διακρίνονται σε 2 τύπους τα δίκτυα διανομής θερμού μέσου, δηλαδή οι σωληνώσεις, και τους αεραγωγούς. Ανάλογα με τον τύπο που επιλέγεται, εισάγεται η ισχύς την οποία μεταφέρουν οι σωληνώσεις, η οποία υπολογίζεται ως η εγκατεστημένη ισχύς της μονάδας επί το συνολικό συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης και μόνωσης του λέβητα. Συγκεκριμένα εδώ είναι $0.9 \cdot 688.47 = 619.62 \text{ KW}$. Στη συνέχεια καθορίζεται ο χώρος διέλευσης του δικτύου, δηλαδή αν οι σωληνώσεις είναι Εσωτερικοί ή και μέχρι 20% σε εξωτερικούς ή Πάνω από 20% σε εξωτερικούς και εισάγεται ο βαθμός απόδοσης του δικτύου. Στα υπό μελέτη κτίρια επιλέγεται η πρώτη περίπτωση, δηλαδή Εσωτερικοί ή και μέχρι 20% σε εξωτερικούς με βαθμό απόδοσης 1. Τέλος σημειώνεται αν υπάρχει μόνωση στις σωληνώσεις.

ο Τερματικές μονάδες

Η θερμότητα στους χώρους που μας ενδιαφέρουν γίνεται μέσω τερματικών μονάδων όπως είναι τα θερμαντικά σώματα-καλοριφέρ. Στη περίπτωση αυτή γίνεται μία περιγραφή τύπου των τερματικών μονάδων που είναι τα καλοριφέρ και εισάγεται ο βαθμός απόδοσης έχοντας υπόψη τη κατάσταση των σωμάτων.

ο Βοηθητικές μονάδες

Οι βοηθητικές μονάδες διακρίνονται σε 4 τύπους, αντλία, κυκλοφορητής, ηλεκτροβάννα και ανεμιστήρας. Επιλέγοντας έναν από τους 4 τύπους, και συγκεκριμένα εδώ κυκλοφορητή, καταγράφουμε τον αριθμό του και την ισχύ του.

Έτσι τα στοιχεία που μελετήσαμε και υπολογίσαμε στο σύνολο για το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου φαίνονται παρακάτω στο σχήμα 5.38

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύγραση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΘΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (-)	COP (-)	Ιαν. (-)	Φεβ. (-)	Μαρ. (-)	Απρ. (-)	Μαϊ. (-)	Ιουν. (-)	Ιουλ. (-)	Αυγ. (-)	Σεπ. (-)	Οκτ. (-)	Νοε. (-)	Δεκ. (-)
1	Λέβητας	Πετρέλαιο	692	0.85	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Αν. (-)	Μόνωση
1	Δίκτυο διανομής θερμότητας	500	Εσωτερική / Δίκτυο και 20% σε	0.85	<input type="checkbox"/>
2	Αερισμός				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Αν. (-)
1	ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ	0.85

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
1	Κυκλοφορητής	1	1.44
2		1	0

Σχήμα 5.38 : Σύστημα θέρμανσης των υπό μελέτη κτιρίων 5 και 6

5.4.2 Σύστημα ψύξης

Τα συστήματα ψύξης σχεδιάζονται να καλύπτουν τις απαιτήσεις ψύξης όταν οι εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος είναι δυσμενείς. Επειδή οι εξωτερικές συνθήκες κατά την περίοδο ψύξης μεταβάλλονται συνεχώς αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το σύστημα ψύξης να λειτουργεί τον περισσότερο χρόνο σε

συνθήκες μερικού φορτίου και έτσι η ενεργειακή του απόδοση να είναι χαμηλότερη από την πραγματική. Έτσι ο σχεδιασμός πρέπει να γίνεται έτσι ώστε να προβλέπεται η κάλυψη αυτών των φορτίων με την καλύτερη ενεργειακή απόδοση.

Για κάθε σύστημα ψύξης είναι απαραίτητο να προσδιορίζουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά. Τα συστήματα ψύξης που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα είναι ψύκτες ή αντλίες θερμότητας ηλεκτρικής ενέργειας. Αναλυτικότερα το σύστημα ψύξης αποτελείται από την παραγωγή, το δίκτυο διανομής, τις τερματικές μονάδες και τις βοηθητικές μονάδες όπως ακριβώς και το σύστημα θέρμανσης.

Έτσι στα υπό μελέτη κτίρια χρησιμοποιούνται 16 αερόψυκτες αντλίες θερμότητας στο κτίριο 5 που λειτουργούν με ηλεκτρικό ρεύμα, με ονομαστική ισχύ 2.64KW η καθεμία και έχουν ως τερματικές μονάδες A/C. Για τους ψύκτες και τις αντλίες θερμότητας ο βαθμός απόδοσης καθορίζεται από τον ονομαστικό δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (EER). Για τοπικές αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας ο δείκτης αποδοτικότητας είναι ίσος με

- 1.5 για συστήματα 20-ετίας
- 2.0 για συστήματα 10-ετίας

Το σύστημα ψύξης των υπό μελέτη κτιρίων φαίνεται παρακάτω στα σχήματα 5.39α και 5.39β.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγρασία Μηχανικός αερισμός Ηλιακός ουδέτερος Φωτισμός

Θέρμανση: Ύδρη ΖΝΧ Φωτοαπώλεια

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	EER (-)	Ιαν. (-)	Φεβ. (-)	Μαρ. (-)	Απρ. (-)	Μαρ. (-)	Ιουν. (-)	Ιουλ. (-)	Αυγ. (-)	Σεπ. (-)	Οκτ. (-)	Νοε. (-)	Δεκ. (-)
1	Αερόψυκτος ψύκτης	Ηλεκτρικός	4224	1.0	1.5	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1.0	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An. (-)
1	A/C	1

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
1		1	0

Σχήμα 5.39α : Σύστημα ψύξης του υπό μελέτη κτιρίου 5

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγρασία Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός αερισμός Φωτισμός

Θέρμανση: Ψύξη, ΖΚ, Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν. (-)	EER (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αεροκλιματικός ψυκτήρας	Ηλεκτρισμός	58.4	1.0	1.5	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο θέρμανσης

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Μέγρος διάθεσης	B. Αν. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο θέρμανσης ψυκτικού υγρού		Εσωτερικοί ή έως και 2000 σε	1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγή				<input type="checkbox"/>

Τεμαχιστικές μονάδες

	Τύπος	B. Αν. (-)
▶ 1	Δ/Σ	1

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Σχήμα 5.39β : Σύστημα ψύξης του υπό μελέτη κτιρίου 6

5.4.3 Σύστημα φωτισμού

Το σύστημα φωτισμού είναι ενεργό μόνο για κτίρια τριτογενή τομέα. Αν το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει φωτιστικά και λαμπτήρες με στάθμη φωτισμού λιγότερο από 55lm/W που είναι η ελάχιστη τιμή φωτισμού τότε, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010 υπολογίζουμε μία θεωρητική τιμή για τεχνολογία φωτιστικών ίδια με αυτή που καταγράφεται στο κτήριο. Στους μη θερμαινόμενους χώρους δεν λαμβάνουμε υπόψη τον φωτισμό. Κάθε φωτιστικό ανάλογα με τον τύπο του λαμπτήρα έχει διαφορετική φωτεινή δραστηριότητα. Αναλυτικότερα για το σύστημα φωτισμού καταγράφονται τα εξής στο λογισμικό σχήμα 5.40:

- Η εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών του εκάστοτε χώρου, η οποία υπολογίζεται από τον τύπο του φωτισμού και τον αριθμό των φωτιστικών και λαμπτήρων που είναι εγκατεστημένα.
- Την περιοχή φυσικού φωτισμού, δηλαδή καταγράφεται το ποσοστό της επιφάνειας που καλύπτεται με φυσικό φωτισμό, ο οποίος εξαρτάται από τον προσανατολισμό του κτιρίου, τον ηλιασμό, τα πλευρικά ανοίγματα των χώρων, τις ώρες λειτουργίας, την χρήση του κτιρίου και τις διαστάσεις του χώρου.
- Οι αυτοματισμοί ελέγχου του φυσικού φωτισμού. Επιλέγεται αν ο έλεγχος του φυσικού φωτισμού είναι αυτόματος ή χειροκίνητος. Για να

είναι δυνατή η επιλογή αυτόματος έλεγχος θα πρέπει τουλάχιστον το 60 % των εγκατεστημένων φωτιστικών να ελέγχονται από αυτόν.

- Οι αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης. Επιλέγεται η επίδραση παρουσίας ή απουσίας των χρηστών στους εκάστοτε χώρους. Έτσι έχουμε συστήματα χωρίς αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας όπου υπάρχει χειροκίνητος διακόπτης αφής/σβέσης και συστήματα με αισθητήρες ανίχνευσης όπου υπάρχει αυτόματη ή χειροκίνητη έναυση και ρύθμιση της φωτεινότητας και αυτόματη έναυση και σβέση ή χειροκίνητη έναυση/ αυτόματη σβέση.
- Άλλοι παράμετροι τους οποίους πρέπει να λάβουμε υπόψη στο σύστημα φωτισμού είναι το σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας, ο φωτισμός ασφαλείας, και το σύστημα εφεδρείας συστήματα τα οποία στα υπό μελέτη κτίρια δεν υπάρχουν και έτσι δεν καθορίζονται στο λογισμικό.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγρανση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ | Φωτισμός

Εγκατεστημένη ισχύς (kW):

Περιοχή ΦΦ (%):

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ:

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης:

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

Σχήμα 5.40α : Σύστημα φωτισμού του υπό μελέτη κτιρίου 5

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγρανση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ | **Φωτισμός**

Εγκατεστημένη ισχύς (kW):

Περιοχή ΦΦ (%):

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 2. Χειροκίνητος ▾

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: 1. Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης) ▾

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

Σχήμα 5.40β : σύστημα φωτισμού του υπό μελέτη κτιρίου 6

6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΤΗΣ ΣΤΕΦ

Με την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό TEE-KENAK, πραγματοποιούνται οι απαραίτητοι υπολογισμοί καθώς και η σύγκριση με τα αντίστοιχα δεδομένα του κτιρίου αναφοράς.

Αποτέλεσμα των υπολογισμών είναι να δίνονται οι τελικές χρήσεις για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό για κτίρια του τριτογενή τομέα, όπως είναι αυτό του ΤΕΙ. Με βάση τις προδιαγραφές του κτιρίου αναφοράς, εμφανίζεται η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου καθώς επίσης και ένας συγκριτικός πίνακας με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση και την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου, όπως θα εμφανίζονται στο ΠΕΑ για το υπάρχον κτίριο και το κτίριο αναφοράς.

Επιπλέον εμφανίζονται σε πίνακα τα αποτελέσματα του κτιρίου σε μηνιαία και ετήσια βάση για:

- § *Ενεργειακές απαιτήσεις, kWh/m²*: εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση, ψύξη, ύγρανση και ZNX
- § *Ενεργειακή κατανάλωση, kWh/m²*: εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές τελικής κατανάλωσης για θέρμανση, συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης (ZNX), συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για ZNX, φωτισμό συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΦΒ και συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση.
- § *Κατανάλωση καυσίμων, kWh/m²*: εμφανίζονται ετήσιες τιμές για κατανάλωση καυσίμων,
- § *Εκπομπές CO₂, kg/m²*: εμφανίζονται ετήσιες τιμές για τις εκπομπές CO₂, ανάλογα με το ποια καύσιμα χρησιμοποιούνται στα διάφορα συστήματα του κτιρίου.

Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτιρίων δίνονται στον παρακάτω πίνακα 6.1.

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

Πίνακας 6.1: Κατηγορίες Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων [Πηγή: ΚΕΝΑΚ]

EP : κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου

R_R : κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς

$$T = EP / R_R$$

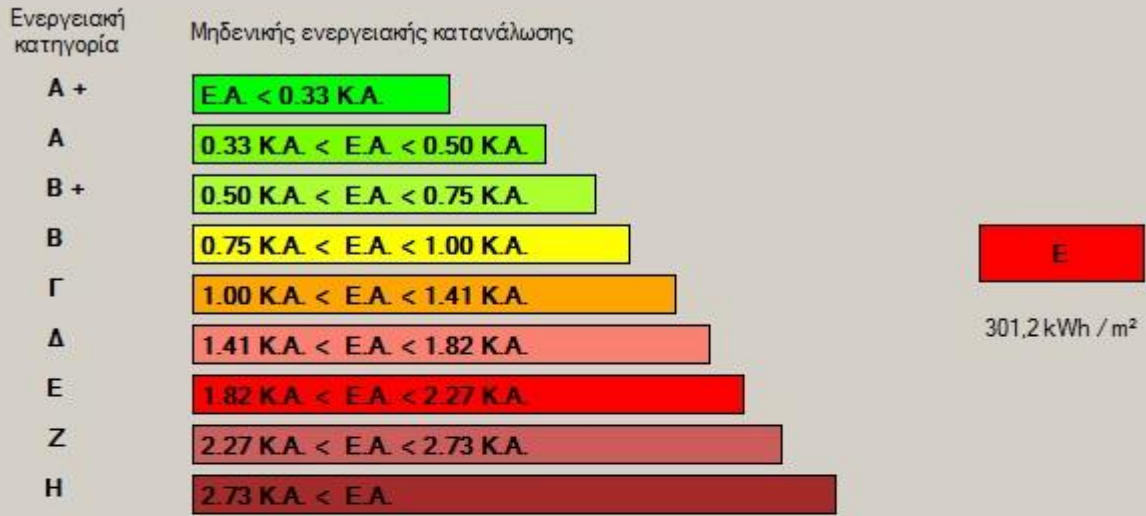
Έτσι για τα υπό μελέτη κτίρια από την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό προκύπτει η τελική ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων, όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα 6.1 και 6.2



Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Θέρμανση	8,7	21,5
	Ψύξη	20,5	56,9
	ZNX	0,0	0,0
	Φωτισμός	111,3	174,8
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0
	Σύνολο	140,6	253,1
	Κατάταξη	-	Δ

Σχήμα 6.1: Αποτελέσματα και ενεργειακή κατάταξη κτίριο 5



Ενεργειακά μη αποδοτικό

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Θέρμανση	6,0	19,5
	Ψύξη	17,9	57,0
	ZNX	0,0	0,0
	Φωτισμός	112,2	224,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0
	Σύνολο	136,1	301,2
	Κατάταξη	-	E

Σχήμα 6.2: Αποτελέσματα και ενεργειακή κατάταξη κτίριο 6

Προκύπτει ότι το κτίριο 5 ανήκει στην κατηγορία Δ με 253,1 kWh/m² και το κτίριο 6 ανήκει στην κατηγορία E με 301,2 kWh/m². Παρατηρείται μεγάλη διαφορά στις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης καθώς και στο σύστημα φωτισμού.

Οι ενεργειακές απαιτήσεις και οι ενεργειακές καταναλώσεις των υπό μελέτη κτιρίων παρουσιάζονται στα παρακάτω σχήματα 6.3 και 6.4 για το κτίριο 5 και 6 αντίστοιχα, από τα οποία καταλαβαίνουμε ότι πρέπει να ληφθούν κάποια μέτρα για την μείωση της απαιτούμενης ενέργειας του κτιρίου.

Υπάρχον κτίριο

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	1,9	1,3	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,3	5,6
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	13,5	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	23,8
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΖηΧ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	4,4	3,3	2,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	3,2	14,4
Ηλική ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	11,2	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	19,6
ΖηΧ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	60,3
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	10,4	9,3	8,0	6,3	9,7	17,2	0,0	0,0	10,8	6,0	7,3	9,2	94,3

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
► Ηλεκτρισμός	67,3	06,3
Πετρέλαιο	1,3	3,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ήλιαση	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλα ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	96,5	88,3

Σχήμα 6.3: Απαιτήσεις, Κατανάλωση και εκπομπές CO₂ κτιρίου 5

Υπάρχον κτίριο

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	2,1	1,5	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,5	6,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	13,8	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	23,8
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΖηΧ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	4,8	3,5	2,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	3,4	15,0
Ηλική ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	11,9	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	19,7
ΖηΧ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	77,5
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	12,5	11,3	9,7	8,0	10,7	19,6	0,0	0,0	12,6	7,7	8,9	11,1	112,2

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
► Ηλεκτρισμός	120,7	119,4
Πετρέλαιο	13,4	3,5
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ήλιαση	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλα ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	134,1	122,9

Σχήμα 6.4: Απαιτήσεις, Κατανάλωση και εκπομπές CO₂ κτιρίου 6

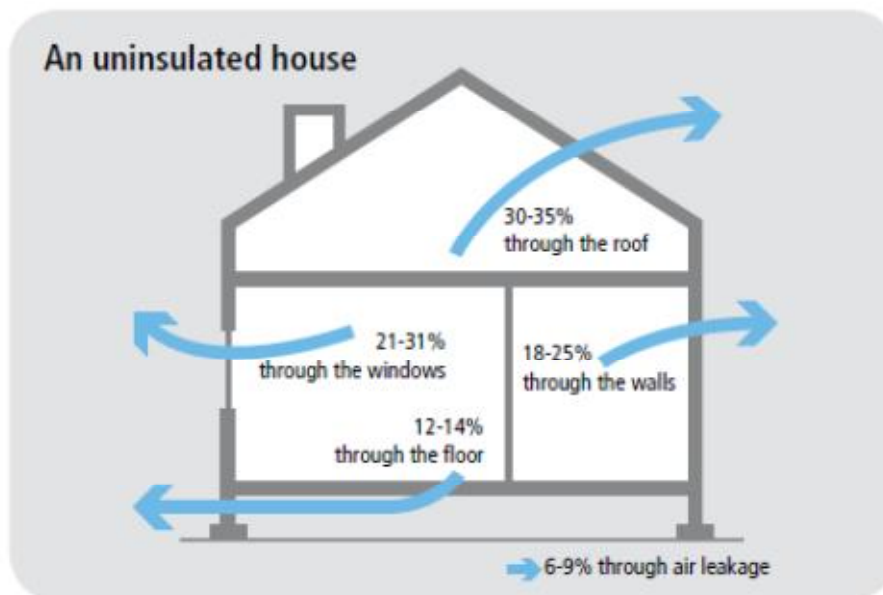
7. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΩΝ

Το πιο σημαντικό βήμα μιας ενεργειακής επιθεώρησης είναι τα μέτρα ενεργειακής βελτίωσης που πρέπει να πάρει ο ενεργειακός επιθεωρητής σύμφωνα με την ημερίδα του ΤΕΕ για την ενεργειακή μελέτη των κτιρίων ανάλογα με τις απαιτήσεις και τους στόχους της επιθεώρησης. Παρακάτω θα μελετήσουμε όλες τις προτεινόμενες επεμβάσεις.

7.1 Εξωτερική θερμομόνωση

7.1.1 Θερμομόνωση τοιχοποιίας

Ένα πολύ σημαντικό μέτρο για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για τις ανάγκες της θέρμανσης και της ψύξης είναι η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου. Από τις εκτεθειμένες στον εξωτερικό αέρα πλευρές του κτιρίου έχουμε μεγάλες απώλειες ενέργειας της τάξης του 18-25 % των συνολικών απωλειών του κελύφους όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 7.1: Απώλειες ενέργειας από τις επιφάνειες του κτιρίου.

Έτσι με την εξωτερική θερμομόνωση, περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατό η ανταλλαγή θερμότητας του κτιρίου με το εξωτερικό περιβάλλον, κρατώντας την θερμοκρασία στον εσωτερικό χώρο σε σταθερά επίπεδα. Το εσωκλίμα του κτιρίου παίζει επίσης πολύ σημαντικό ρόλο στην άνεση των ατόμων που ζούνε ή εργάζονται μέσα σε αυτό. Η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης όχι μόνο μειώνει την καταναλισκόμενη ενέργεια, αλλά βελτιώνει επίσης και τις συνθήκες διαβίωσης των ανθρώπων μέσα στο κτίριο.

Ανάμεσα στην λύση της εσωτερικής και εξωτερικής θερμομόνωσης προτιμάται συνήθως η εξωτερική θερμομόνωση γιατί παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Εκμεταλλεύεται την θερμοχωρητικότητα της υφιστάμενης τοιχοποιίας και διατηρεί τη θερμοκρασία του χώρου μετά την διακοπή λειτουργίας των θερμαντικών σωμάτων. Αυτό το πλεονέκτημα είναι απαραίτητο για τη συγκεκριμένη περίπτωση, επειδή το κτίριο είναι συχνής χρήσης και χρειάζεται να διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία στον εσωτερικό χώρο.
- Μείωση στο ελάχιστο της πιθανότητας σχηματισμού θερμογεφυρών.
- Προστασία της τοιχοποιίας από τις μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας.
- Εκμετάλλευση όλου του εσωτερικού χώρου. Η περίπτωση εσωτερικής θερμομόνωσης θα μείωνε τον ωφέλιμο χώρο του κτιρίου μας.
- Πιο εύκολη διάχυση των υδρατμών με μειωμένο το ενδεχόμενο σχηματισμού υγρασίας, συμπύκνωσης.

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι το μεγαλύτερο κόστος εγκατάστασης, καθώς και ότι για να θερμανθεί το κτίριο χρειάζεται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απ' ότι στην περίπτωση της εσωτερικής θερμομόνωσης. Για αυτό και την εξωτερική θερμομόνωση την χρησιμοποιούμε σε κτίρια συνεχούς λειτουργίας ενώ την εσωτερική θερμομόνωση σε κτίρια μη συνεχούς.

Στην αγορά υπάρχουν πολλά υλικά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξωτερική θερμομόνωση. Από αυτά τα σημαντικότερα είναι η εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS), η διογκωμένη πολυστερίνη (EPS), ο υαλοβάμβακας, η πολυουρεθάνη, περλίτης, πετροβάμβακας και άλλα, με την πολυστερίνη να χρησιμοποιείται ευρέως στις περισσότερες περιπτώσεις.

Στην περίπτωση μας θα χρησιμοποιήσουμε την διογκωμένη πολυστερίνη κύρια χαρακτηριστικά της οποίας θα αναφέρουμε παρακάτω και η οποία προέρχεται από την εταιρία STO-HELLAS.

7.1.2 Εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης

Η διογκωμένη πολυστερίνη είναι ένα ελαφρύ, άκαμπτο, πλαστικό και αφρώδες υλικό που παράγεται από συμπαγείς σταγόνες πολυστυρενίου καθώς και πολύ οικονομικό και ευέλικτο υλικό. Ένα άλλο σημαντικό του προτέρημα είναι η ανθεκτικότητα του στην υγρασία καθώς και ότι είναι ανακυκλώσιμο και περιβαλλοντολογικά ασφαλές.

Το μοντέλο της μόνωσης είναι το ολοκληρωμένο σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης StoTherm Vario. Το περιορισμένης αναφλεξιμότητας σύστημα StoTherm Vario είναι η κατάλληλη επιλογή για εκείνους που επιλέγουν τα πλεονεκτήματα της διογκωμένης πολυστερίνης σαν μονωτικό υλικό σε συνδυασμό με ανόργανα υλικά για την στρώση ενίσχυσης και σχεδόν απεριόριστη επιλογή σε τελικά επιχρίσματα.

Το σύστημα βασίζεται σε θερμομονωτικές πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης Sto-EPS Board K80 CE ή διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη Sto-EPS Board K80 Top32 CE παρέχοντας άριστη θερμομόνωση, πολύ καλή διαπνοή, αξεπέραστη ευελιξία -χάρη στην ευκολία χρήσης των θερμομονωτικών πλακών- και τεράστια ελαστικότητα, σε ένα πιο προσιτό οικονομικά σύστημα.

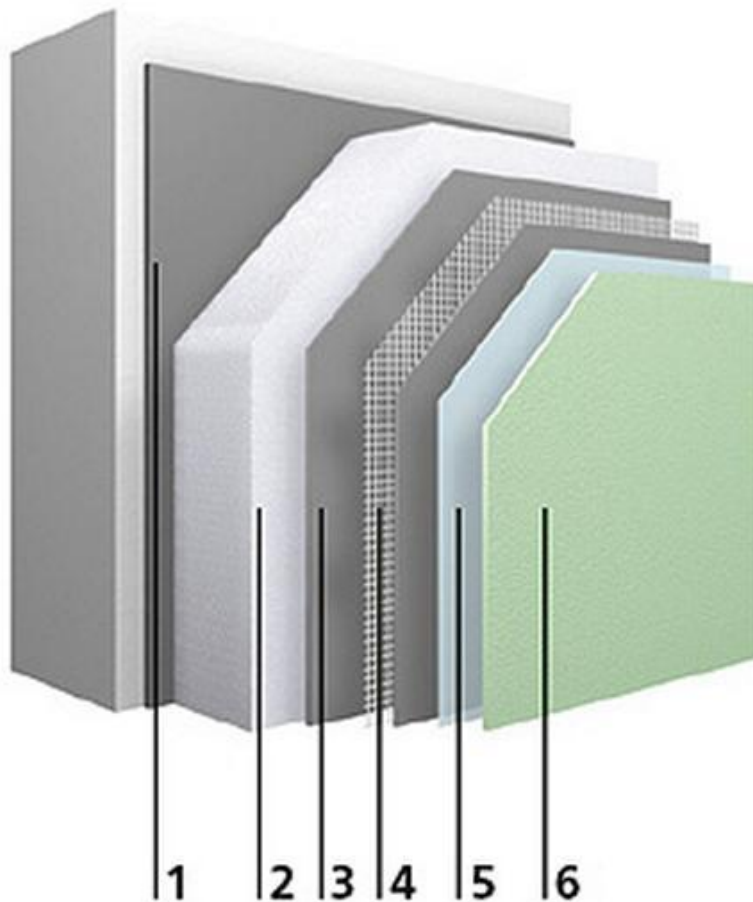
Τα συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης πρέπει να είναι σχεδιασμένα για να αντέξουν όλες τις καταπονήσεις που δέχονται καθημερινά οι εξωτερικοί τοίχοι των κτιρίων για πολλές δεκαετίες. Το StoTherm Vario αξιοποιώντας την τεχνολογική υπεροχή του ομίλου Sto AG προσφέρει μια αξιόπιστη λύση που

συνδυάζει ευελιξία και οικονομία.

Ο συνδυασμός της τεχνολογίας των υλικών και των μηχανημάτων εφαρμογής καθώς και το πολυάριθμα τεχνικά βοηθήματα, εξασφαλίζουν γρήγορη, εύκολη και απλή εγκατάσταση του συστήματος, ώστε να είναι σίγουρο το τελικό αποτέλεσμα, που θα παρέχει στο κτίριο αντοχή και προστασία.

Το σύστημα είναι περιορισμένης αναφλεξιμότητας, όντας ιδανικό τόσο για νέα κτίρια όσο και για ανακαινίσεις και λόγω της ιδιαίτερα υψηλής ποιότητας των συγκολλητικών υλικών είναι πιστοποιημένο για χρήση χωρίς μηχανική στερέωση ακόμα και σε κτίρια με ύψος πάνω από 20m.

Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει την διαστρωμάτωση των υλικών που χρησιμοποιούνται για την μόνωση της εξωτερικής τοιχοποιίας.



Σχήμα 7.2: Στρώματα υλικών για την μόνωση εξωτερικών επιφανειών.

Τα υλικά που αποτελούν το ολοκληρωμένο σύστημα της μόνωσης όπως αυτό απεικονίζεται στο σχήμα 7.2 είναι τα παρακάτω και τοποθετούνται με την συγκεκριμένη σειρά.

1. *StoADH-B / StoLevel Classic / Sto-Turbofix*: Συγκολλητικά υλικά, χρήση ανάλογα με το υπόστρωμα, με ιδιαίτερα υψηλή συγκόλληση για μέγιστη ασφάλεια.
2. *Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης*: Sto-EPS Board K80 CE ($\lambda=0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) και Sto-EPS Board K80 Top32 CE ($\lambda=0,032 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) πιστοποιημένες για χρήση ειδικά σε συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης (ETICS) με σήμανση CE σε πάχη από 3εκ. έως 20εκ.
3. *Sto Levell Duo Plus*: Τσιμεντοειδής ελαστομερής ενισχυτικός σοβάς εμποτισμού υαλοπλέγματος με υαλοΐνες και οργανικά πρόσθετα.
4. *StoGlass Fibre Mesh Fine 110cm*: Υαλόπλεγμα οπλισμού ιδιαίτερα υψηλών αντοχών, ανθεκτικό στα αλκάλια και την υγρασία.
5. *Sto Primer ή StoPrep Miral*: Αστάρια για οργανικά ή ανόργανα επιχρίσματα.
6. *Τελική επικάλυψη*: **StoLotusan, Stolit, StoSilco, StoSil, StoNivellit, StoMarlit, StoSuperlit** Έτοιμοι προς χρήση διακοσμητικοί τελικοί σοβάδες. ή **StoMiral K/R, Sto Miral Nivell** Ανόργανης βάσης σοβάδες για χρήση ως τελικό επίχρισμα σε συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης.

7.1.3 Τοποθέτηση μονωτικού Υλικού

Ο σωστός σχεδιασμός και η σωστή τοποθέτηση είναι τα θεμέλια για την ποιότητα και την αντοχή στον χρόνο. Η τοποθέτηση του StoTherm Vario απαιτεί κάποια βήματα. Αυτά τα βήματα με την σειρά έχουν ως εξής:

§ Υπόστρωμα

Το υπόστρωμα πρέπει να είναι ικανό να φέρει φορτία και σχετικά ομαλό. Σε περίπτωση που αμφισβητείται η φέρουσα ικανότητα ή σε γωνιακά τμήματα πολυώροφων κτιρίων (εξαιτίας τάσεων αποκόλλησης που ασκούνται από

στροβιλισμούς του ανέμου), ενδέχεται να απαιτηθεί πλήρης ή κατά τόπους μηχανική στερέωση, το σχήμα 7.3 απεικονίζει ένα τυπικό υπόστρωμα ικανό να επιδεχθεί μόνωση.



Σχήμα 7.3: Υπόστρωμα ικανό να φέρει φορτία και κατάλληλο για συγκόλληση, με ανεπιπεδότητες έως 1cm/m.

Σε οπτοπλινθοδομή συνιστάται το κλείσιμο των πιθανών οπών στα τούβλα (π.χ. μπατική), ενώ πρέπει να έχει παρέλθει ο απαιτούμενος χρόνος στεγνώματος των επιφανειών σκυροδέματος και των επιχρισμάτων. Επίσης σε κάθε περίπτωση (νέα κατασκευή ή υπάρχουσα) προτείνεται να ελέγχεται η επιπεδότητα των υποστρωμάτων καθώς και η τελειότητα του τελικού αποτελέσματος, καθώς επίσης και οι <<περασιές>> με τα υπόλοιπα στοιχεία του κτιρίου όπως κουφώματα, μάρμαρα, ποδιές παραθύρων. Δηλαδή μπαίνουν <<ράμματα>> και αλφαδιάζεται η όψη του κτιρίου κατά την έναρξη των εργασιών εξωτερικής θερμομόνωσης.

§ Έναρξη συστήματος

Τοποθετούνται οι οδηγοί έναρξης αλουμινίου StoStarter Track στον τοίχο. Οι οδηγοί βιδώνονται στο υπόστρωμα με κενό μεταξύ τους 3mm ανά τεμάχιο λόγω συστολοδιαστολών του υλικού (αλουμίνιο) και επιπεδώνονται με

αλφάδι. Στην περίπτωση που πρέπει να ξεκινήσει από την επιφάνεια του δαπέδου είτε των θεμελίων θα πρέπει να δημιουργηθεί η ζώνη στεγάνωσης του κάτω άκρου του συστήματος StoTherm, ώστε να προστατεύεται το κτίριο από την υγρασία.



Σχήμα 7.4: Τοποθέτηση οδηγών έναρξης.

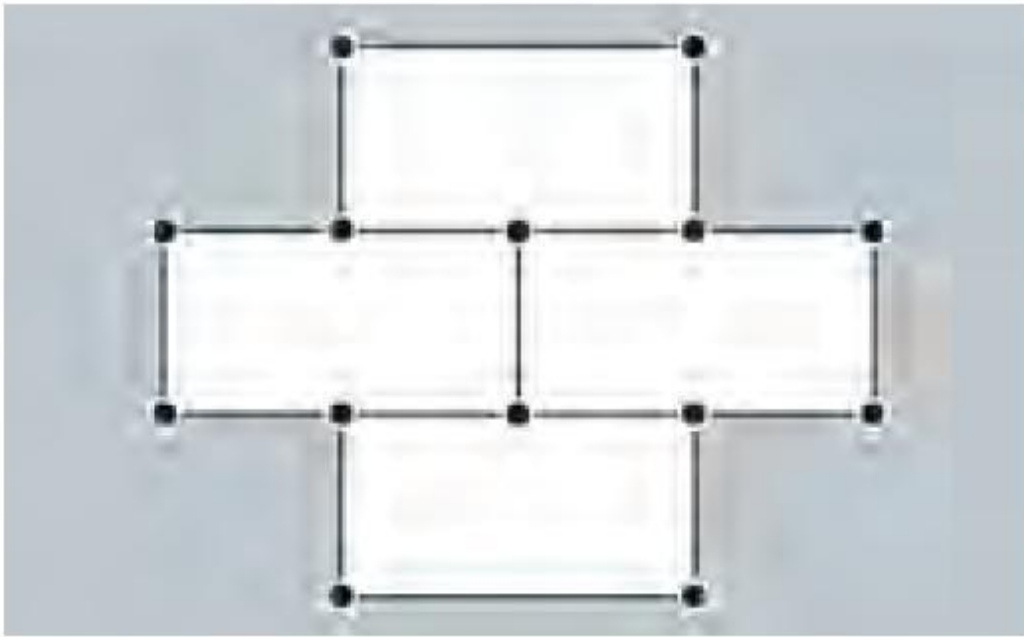
§ Τοποθέτηση των πλακών του θερμομονωτικού υλικού

Μετά την εφαρμογή του κατάλληλου συγκολλητικού υλικού στην επιφάνεια των θερμομονωτικών πλακών διογκωμένης πολυστερίνης Sto-EPS Board K80 CE ή διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη Sto-EPS Board Top32 K80 CE, στην συνέχεια τοποθετούνται οι θερμομονωτικές πλάκες στο υπόστρωμα .



Σχήμα 7.5: Τοποθέτηση θερμομονωτικών πλακών.

Η τοποθέτηση των πλακών της πολυστερίνης γίνεται σταυρωτά (όπως στα τούβλα - σχήμα 7.6 -) σε όλες τις επιφάνειες και ειδικά στις γωνίες του κτιρίου ώστε να μην δημιουργούνται ενιαίοι κάθετοι αρμοί. Φροντίζεται ταυτόχρονα να μην μένουν κενά μεταξύ των πλακών και μεγάλες ανεπιπεδότητες στην τελική τους επιφάνεια.



Σχήμα 7.6: Σωστή τοποθέτηση θερμομονωτικών πλακών.

Το σύστημα StoTherm Vario με διογκωμένη πολυστερίνη, εξαιτίας του ιδιαίτερα χαμηλού βάρους του (συνολικά περίπου 10 kg/m² για πάχος 6cm), αλλά και της τεράστιας αντοχής των συγκολλητικών υλικών της Sto, είναι πιστοποιημένα για χρήση μόνο με κόλλα σε όλα τα κτίρια εφόσον το υπόστρωμα είναι ικανό να φέρει φορτία (π.χ. νέες οικοδομές). Σε περίπτωση σαθρών ή παλαιών υποστρωμάτων απαιτείται να χρησιμοποιηθεί μηχανική στερέωση του συστήματος με κατά μέσο όρο 4 βύσματα/m².



Σχήμα 7.7: Εξαρτήματα στερέωσης.

Τυχόν κενά μεταξύ των πλακών θερμομόνωσης γεμίζονται με τον ειδικό αφρό πολουρεθάνης περιορισμένης διόγκωσης και περιορισμένης αναφλεξιμότητας. Για την δημιουργία τέλει επιφάνειας ελέγχεται η επιπεδότητα των πλακών διογκωμένης πολυστερίνης με πήχη και τρίβεται όλη η επιφάνεια με γυαλόχαρτο ή με ειδικά τριβεία ώστε να είναι σίγουρο πως δεν υπάρχει καμία ατέλεια ή ανεπιπεδότητα που θα δημιουργήσει αισθητικό πρόβλημα στο τελικό αποτέλεσμα.



Σχήμα 7.8: Μέθοδος γεμίσματος κενών.

§ Ενδιάμεση στρώση και τοποθέτηση πλέγματος ενίσχυσης

Αρχικά εφαρμόζονται όλα τα ειδικά τεμάχια του συστήματος όπως γωνιόκρανα, νεροσταλάκτες, αρμοί διαστολής κτιρίων κλπ. τοποθετώντας τα επί της επιφάνειας της μόνωσης με εμβαπτισμό τους στον τοπικά εφαρμοσμένο αντιρρηγματικό σοβά.



Σχήμα 7.9: Τοποθέτηση γωνιόκρανων.

Εφαρμόζεται σε όλη την επιφάνεια ο ενδιάμεσος ενισχυτικός, ελαστικός σοβάς (StoArmat Classic για το οργανικό σύστημα StoThem Classic ή StoLevell Duo Plus για το StoTherm Vario) με ίσια ανοξείδωτη σπάτουλα σε μια στρώση κατάλληλου πάχους βάσει των προδιαγραφών του υλικού και τοποθετείται στην επιφάνεια του το υαλόπλεγμα Sto Glassfibre Mesh το οποίο πρέπει να εμβαπτίζεται στο υγρό ακόμα επίχρισμα, έτσι ώστε να καλυφθεί πλήρως (πρέπει να φαίνεται η υφή του υαλοπλέγματος ελαφρά αλλά όχι τα χρώματα ή τα λογότυπα της Sto). Οι στρώσεις του υαλοπλέγματος πρέπει πάντα να επικαλύπτονται κατά 10cm στις άκρες.



Σχήμα 7.10: Τοποθέτηση ενισχυτικού σοβά.

§ Τελική επικάλυψη

Εφαρμογή των έτοιμων διακοσμητικών σοβάδων Sto στην επιθυμητή απόχρωση, υφή και τεχνοτροπία σύμφωνα με τις απαιτήσεις του αρχιτέκτονα ή του ιδιοκτήτη.



Σχήμα 7.11: Τοποθέτηση τελικού διακοσμητικού σοβά.

Ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τους εξωτερικούς τοίχους σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα για την Πάτρα που ανήκει στην Β κλιματική ζώνη, είναι $U = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ σύμφωνα με τον πίνακα 7.1.

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

Πίνακας 7.1: Μέγιστος επιτρεπόμενος Συντελεστής Θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων κατά κλιματική ζώνη [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Για τις επιφάνειες και τα δομικά στοιχεία, για τα οποία ήταν γνωστά τα κατασκευαστικά τους στοιχεία, οι υπολογισμοί έγιναν βάσει όσων αναφέρονται στη αναλυτική οδηγία TOTEE-20701-2/2010. Αναλυτικά, κατά παγοποιητική παραδοχή η ροή θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου αντιμετωπίζεται ως

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

μονοδιάστατο μέγεθος και με διεύθυνση κάθετη προς την επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου. Οι ανταλλαγές θερμότητας θεωρούνται επίσης ανεξάρτητες από το χρόνο (στάσιμη κατάσταση) και ανεπηρέαστες από εξωγενείς παράγοντες. Ομοίως όλα τα δομικά υλικά θεωρούνται κατά παραδοχή ομογενή και ισότροπα, με σταθερά θερμοφυσικών χαρακτηριστικά και ανεπηρέαστα από τις μεταβολές της θερμοκρασίας.

Με βάση τα παραπάνω, η αντίσταση που προβάλλει μια ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας υπολογίζεται από το γενικό τύπο 7.1:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad [\text{m}^2\text{K/W}] \quad (7.1)$$

Όπου : R [$\text{m}^2\text{K/W}$] η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας η συγκεκριμένη στρώση

d [m] το πάχος της στρώσης

λ [W/mK] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης

Το σύνολο των θερμικών αντιστάσεων όλων των στρώσεων ενός πολυστρωματικού δομικού στοιχείου, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζει την αντίσταση θερμοδιαφυγής και προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους αντιστάσεων της κάθε στρώσης κατά τη γενικευμένη σχέση 7.2:

$$R_A = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_j^n R_j \quad [\text{m}^2\text{K/W}] \quad (7.2)$$

Η σειρά των στρώσεων ενός δομικού στοιχείου πρακτικά δεν επηρεάζει τη ροή θερμότητας, επηρεάζει όμως την αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητάς του. Ωστόσο, η θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου επηρεάζεται καθοριστικά από τη μάζα του. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας.

Η συνολική θερμική αντίσταση που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο, ορίζεται από το άθροισμα των επιμέρους αντιστάσεων των επί μέρους στρώσεων και του στρώματος αέρα από την εξίσωση 7.3:

$$R_{o\lambda} = R_i + R_1 + \dots + R_n + R_a \quad (7.3)$$

Οι θερμικές απώλειες ενός δομικού στοιχείου καθορίζονται από το συντελεστή θερμοπερατότητας, που δείχνει την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου σε σταθερό θερμοκρασιακό πεδίο μέσω της μοναδιαίας επιφάνειας ενός δομικού στοιχείου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα στις δύο όψεις ισούται με τη μονάδα.

Ο συντελεστής αυτός ορίζεται από τη σχέση (7.4):

$$\frac{1}{U} = R_i + \sum_{j=1}^n R_j + R_a \quad (7.4)$$

Ενώ για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία ο συντελεστής θερμοπερατότητας U δίνεται από τη σχέση 7.5:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a} \quad (7.5)$$

Όπου

R_δ [$m^2 \cdot K/W$] η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου

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

R_a [$m^2 \cdot K/W$] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Οι τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης R_i και R_a δίνονται από τον πίνακα 7.2.

Α/Α	Κατεύθυνση θερμικής ροής	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		1/R _i	1/R _a	R _i	R _a
		W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)
1	Οριζόντια θερμική ροή	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα άνω	10,00	25,00	0,10	0,04
3	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα κάτω	5,88	25,00	0,17	0,04

Πίνακας 7.2: Αντιστάσεις Θερμικής μετάβασης [Πηγή: TOTEE 20701-2/2010]

Οι συντελεστές που έχουν υπολογιστεί σύμφωνα με την TOTEE 2010α κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου της ΣΤΕΦ για την υφιστάμενη τοιχοποιία δίνονται παρακάτω.

Α/Α	Πάχος [m]	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας [λ]	d/λ
Εξωτερική μόνωση	0,06	0,032	1,785
Τοίχος εξωτερικός	0,1	0,6375	0,1568
Τοίχος εσωτερικός	0,06	0,3825	0,1568
Εσωτερικό επίχρισμα	0,02	0,87	0,023
Σύνολο	0,24		2,21

Πίνακας 7.3: Αναλυτικοί υπολογισμοί για την τοιχοποιία

Έτσι ο συντελεστής θερμοπερατότητας U γίνεται:

$$U_{\text{τοιχοποιίας}} = \frac{1}{0,17+2,21} = \frac{1}{2,38} = \mathbf{0,42} \quad (7.7)$$

Έπειτα από επικοινωνία με την εταιρία Sto-Hellas ενημερωθήκαμε για το κόστος της μόνωσης καθώς και το κόστος της εγκατάστασης. Η προσφορά από την εταιρία αφορά το Stotherm Vario και έχει ως εξής:

ΣΥΣΤΗΜΑ	ΣΥΝΟΛΟ, €/ m2
STOTHERM VARIO	31-35 €/m2

Πίνακας 7.4: Ενδεικτική εκτίμηση κόστους

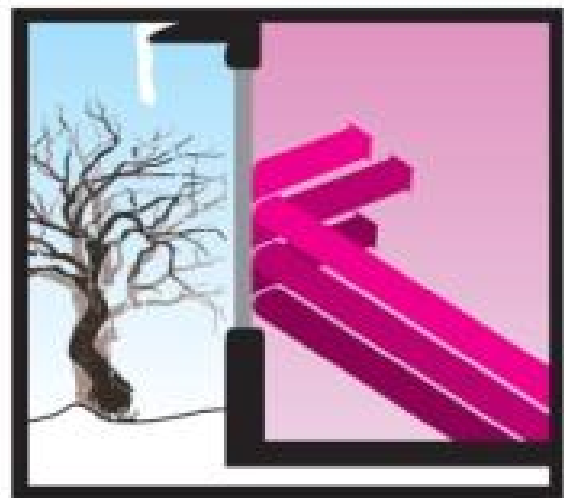
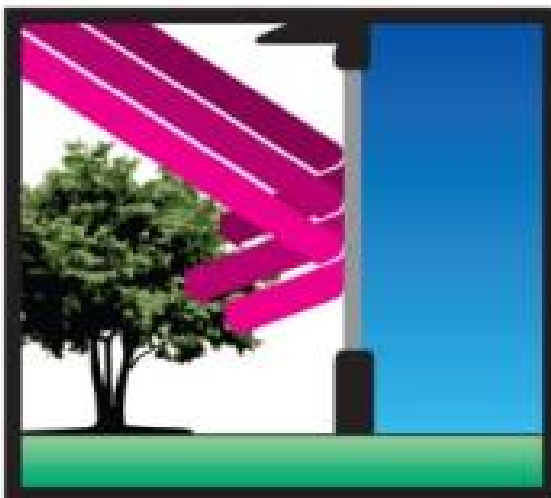
Επίσης το κόστος της εγκατάστασης για την εφαρμογή του συστήματος υπολογίζεται γύρω στα 20€/m2, έτσι το τελικό κόστος είναι 51-55 €/m2.

7.2 Αντικατάσταση κουφωμάτων

Τα τελευταία χρόνια έχει επιτευχθεί μεγάλη πρόοδος στο θέμα της βελτίωσης της τεχνολογίας στα κουφώματα στον τομέα της θερμοδιακοπής τους, αλλά κυρίως στα προφίλ που χρησιμοποιούνται (θερμοδιακοπόμενες σειρές αλουμινίου, pvc, ξύλο). Παρότι το προφίλ καταλαμβάνει ένα 20%-35% της επιφάνειας του ανοίγματος ενός κουφώματος, ενώ το υπόλοιπο 65%-80% αποτελείται από τον υαλοπίνακα του κουφώματος, μέχρι τελευταία οι περισσότεροι δεν δίνανε ιδιαίτερη σημασία πλην της ανάγκης για διπλή υάλωση.

Όπως είναι φυσικό η τεχνολογία δεν θα μπορούσε να μείνει πίσω, όταν μάλιστα μιλάμε για το κομμάτι που καλύπτει έως και 80% της επιφάνειας του κουφώματος. Πριν από μια δεκαετία έκαναν την εμφάνιση τους οι πρώτοι επονομαζόμενοι "ενεργειακοί υαλοπίνακες". Στην μία πλευρά της επιφάνειας του τζαμιού κατά την κατασκευή του εφαρμοζόταν μία επίστρωση μεταλλικών στοιχείων που ανακλούσαν την ενέργεια σε αρκετά καλύτερο βαθμό από όσο οι απλοί διπλοί υαλοπίνακες. Οι ενεργειακοί αυτοί υαλοπίνακες, ονομάστηκαν «δεύτερης γενεάς» και «σκληρής επίστρωσης» καθώς η επίστρωσή τους ήταν τέτοια (σκληρή) που δεν χρειαζόταν ιδιαίτερο χειρισμό από πλευράς κατασκευαστών στο θέμα του πλυσίματος ή κολλήματος των υαλοπινάκων αυτών.

Πλέον έχουμε φτάσει στους ενεργειακούς υαλοπίνακες τρίτης γενεάς, μαλακής επίστρωσης (low-e) με την χρήση αερίου στο μέσο των υαλοπινάκων που έδωσαν μεγάλη βελτίωση στον δείκτη θερμοπερατότητας.



Σχήμα 7.12: Απορροφούμενη και ανακλώμενη ενέργεια σε low-e γυαλιά

Οι διαφορές μεταξύ ενεργειακών γυαλιών σχετίζονται με την μέθοδο επίστρωσης λόγω των διαφορετικών συνδυασμών μετάλλων. Έτσι έχουμε:

- Ενεργειακό γυαλί σκληρής επίστρωσης:

Αναφέρεται σε γυαλί του οποίου η επιφάνεια έχει επιστρωθεί μέσω εμβάπτισης ή χημικού ψεκασμού. Θεωρείται ξεπερασμένη τεχνολογία γιατί εμφανίζουν τα παρακάτω μειονεκτήματα:

α) Η τιμή U είναι υψηλότερη σε σχέση με της μαλακής επίστρωσης

β) Έχουν χαμηλότερη διαφάνεια (ορατότητα και φωτεινότητα) σε σχέση με αυτή της μαλακής επίστρωσης

γ) Στην μεριά της επίστρωσης δημιουργούνται χρωματικές αποχρώσεις

- Ενεργειακό γυαλί μαλακής επίστρωσης

Αναφέρεται σε γυαλί του οποίου η επιφάνεια έχει επιστρωθεί μέσω φυσικού ψεκασμού. Ο φυσικός ψεκασμός επιτυγχάνεται με την μαγνητρονική μέθοδο η οποία είναι ανεξάρτητη από τη διαδικασία παραγωγής του γυαλιού. Είναι εξέλιξη στην τεχνολογία των ενεργειακών υαλοπινάκων. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν είναι τα εξής:

α) Προσφέρουν την χαμηλότερη τιμή U που υπάρχει στην αγορά

β) Έχουν υψηλή μετάδοση του ορατού φωτός

γ) Η ακτινοβολία UV μειώνεται έως και 70% σε σχέση με τον απλό υαλοπίνακα

δ) Έχουμε οπτική διαφάνεια χωρίς χρωματισμούς

Αναλυτικότερα στους ενεργειακούς υαλοπίνακες, ο δείκτης που εκφράζει την θερμοπερατότητα μιας επιφάνειας ονομάζεται U_g και εκφράζει το ποσό της ενέργειας που καταφέρνει να περάσει από 1m^2 επιφάνειας μέσα σε μια ώρα έκθεσης της επιφάνειας αυτής σε διαφορετικές θερμοκρασίες μεταξύ των πλευρών της. Όσο μικρότερος είναι ο δείκτης αυτός, τόσο λιγότερη η ενέργεια

που καταφέρνει να περάσει από την επιφάνεια την οποία εξετάζουμε και ως εκ τούτου τόσο καλύτερο θερμομονωτικά είναι το υλικό μας.

Στον παρακάτω πίνακα 7.5 βλέπουμε την εξέλιξη της θερμοπερατότητας με την χρήση του ανάλογου υαλοπίνακα:

Είδος υαλοπίνακα	$U_g=W/(m^2*K)$
Μονός υαλοπίνακας	5,8
Διπλός υαλοπίνακας (απλός)	2,7
Διπλός υαλοπίνακας σκληρής επίστρωσης	2,0
Διπλός υαλοπίνακας 3 ^{ης} γενιάς μαλακής επίστρωσης (low-e) με χρήση argon στο μέσο	1,1

Πίνακας 7.5: Θερμοπερατότητα διαφόρων υαλοπινάκων

Είναι προφανής η βελτίωση που έχει επιτευχθεί πλέον, αρχής γενομένης από την μονή υάλωση που κάποτε χρησιμοποιούνταν ($U_g=5,8 W/(m^2*K)$) στους ενεργειακούς υαλοπίνακες τρίτης γενιάς μαλακής επίστρωσης low-e ($U_g=1,1 W/(m^2*K)$).

Αυτό που παίζει σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή απόδοση ενός υαλοπίνακα 3^{ης} γενιάς, είναι δύο πράγματα:

A) Η επίστρωση

B) Το διάκενο μεταξύ των δύο υαλοπινάκων

A) Η επίστρωση αποτελείται από μεταλλικά στοιχεία και είναι εφαρμοσμένη στην εσωτερική πλευρά του υαλοπίνακα κατά την φάση της κατασκευής του. Αυτό σημαίνει πως:

- Το τζάμι εξωτερικά μπορούμε να το χειριστούμε όπως ένα κοινό τζάμι
- Για την ενεργειακή απόδοση, δεν παίζει ρόλο το πάχος του τζαμιού αλλά η επίστρωση. Έτσι είτε το εξωτερικό μας ενεργειακό τζάμι είναι 4mm είτε είναι 6mm είτε 8mm, έχει την ίδια ενεργειακή απόδοση καθώς η επίστρωση του κάθε φορά είναι αυτή που διαδραματίζει το ρόλο της ενεργειακής θωράκισης και όχι το πάχος του τζαμιού.

Β) Το διάκενο επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη της απόδοσης του $U_g=1,1$. Η μέγιστη ωφελιμότητα παρουσιάζεται όταν το διάκενο μεταξύ των δύο υαλοπινάκων είναι 16mm, χωρίς να παρουσιάζονται ιδιαίτερες αποκλίσεις στο U_g , στα $\pm 2\text{mm}$ (14mm-18mm).



Σχήμα 7.13: Θέση επίστρωσης στα ζεστά κλίματα

Πέρα όμως από την θερμοπερατότητα των υαλοπινάκων υπάρχουν και άλλοι σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να προσέξουμε στην επιλογή των υαλοπινάκων:

Ο δείκτης μετάδοσης φωτός (L_t) ο οποίος μας δείχνει πόσο από το φως που βρίσκεται στην μία πλευρά (εξωτερική) καταφέρνει να περάσει μέσα από τον υαλοπίνακα:

Είδος υαλοπίνακα	Light Transmittance (%)
Διπλός υαλοπίνακας (απλός)	82%
Διπλός υαλοπίνακας σκληρής επίστρωσης	54%
Διπλός υαλοπίνακας 3 ^{ης} γενιάς μαλακής επίστρωσης (low-e) με χρήση argon στο μέσο (2 εποχών)	80%
Διπλός υαλοπίνακας 3 ^{ης} γενιάς μαλακής επίστρωσης (low-e) με χρήση argon στο μέσο (4 εποχών)	65%

Πίνακας 7.6: Δείκτης μετάδοσης φωτός διαφόρων υαλοπινάκων

Στον πίνακα 7.6 βλέπουμε βελτίωση των ενεργειακών υαλοπινάκων 3ης γενιάς (low-e), που αφορά την μετάδοση φωτός. Ενώ οι υαλοπίνακες 2ης γενιάς σκληρής επίστρωσης καταφέρανε μεν να κατεβάσουν το Ug, εντούτοις για αυτό θυσιάστηκε η φωτοπερατότητα του υαλοπίνακα, με αποτέλεσμα σκούρα τζάμια και μεγαλύτερη κατανάλωση για φωτισμό. Οι ενεργειακοί υαλοπίνακες 3^{ης} γενιάς καταφέρνουν να δώσουν ποσοστό μετάδοσης φωτεινότητας ακόμη και κοντά στον απλό διάφανο υαλοπίνακα, 80% καθιστώντας τους οπτικά ίδιους.

Επίσης στον πίνακα αυτό έχουμε τις έννοιες «2εποχών» και «4 εποχών», που προέκυψαν από τις ανάγκες τις αγοράς. Ένα κτίριο δεν έχει να αντιμετωπίσει μόνο το κρύο ή μόνο τη ζέστη. Οι εναλλαγές των εποχών οδηγούν και σε άλλες ανάγκες, πχ το καλοκαίρι θέλω να κρατήσω έξω την ζέστη του ήλιου, όμως τον χειμώνα θέλω την ζέστη του ήλιου να εισέλθει και να βοηθήσει στην άνοδο της θερμοκρασίας.

Με τον δείκτη *solar g* που εκφράζεται σε %, μπορούμε να έχουμε εικόνα του πόσο από το ποσοστό της θερμικής ακτινοβολίας (πίνακας 7.7) που προσπίπτει επάνω στον υαλοπίνακα καταφέρνει να περάσει μέσα:

Είδος υαλοπίνακα	Solar g factor (%)
Μονός υαλοπίνακας	87%
Διπλός υαλοπίνακας (απλός)	78%
Διπλός υαλοπίνακας σκληρής επίστρωσης	41%
Διπλός υαλοπίνακας 3 ^{ης} γενεάς μαλακής επίστρωσης με χρήση αργον στο μέσο (2 εποχών)	58%
Διπλός υαλοπίνακας 3 ^{ης} γενεάς μαλακής επίστρωσης με χρήση αργον στο μέσο (4 εποχών)	42%

Πίνακας 7.7: Δείκτης solar g διαφόρων υαλοπινάκων

Έτσι λοιπόν ένας υαλοπίνακας «2 εποχών» θα αφήσει μεγαλύτερο ποσοστό θερμικής ηλιακής ακτινοβολίας να περάσει μέσα (58%), σε σχέση με έναν ενεργειακό υαλοπίνακα «4 εποχών» που θα αφήσει πολύ λιγότερη από αυτή την ενέργεια να περάσει (42%).

Συνοψίζοντας τα χαρακτηριστικά σε έναν πίνακα μπορούμε να επιλέξουμε τον κατάλληλο υαλοπίνακα. Έτσι έχουμε:

Είδος υαλοπίνακα	Ug=W/(m2 *K)	Light Transmittance (%)	Solar g factor (%)
Μονός υαλοπίνακας	5,8	90%	87%
Διπλός υαλοπίνακας (απλός)	2,7	82%	78%
Διπλός υαλοπίνακας σκληρής επίστρωσης	2,0	54%	41%
Διπλός υαλοπίνακας 3 ^{ης} γενεάς μαλακής επίστρωσης (low-e) με χρήση αργον στο μέσο (2 εποχών)	1,1	80%	58%
Διπλός υαλοπίνακας 3 ^{ης} γενεάς μαλακής επίστρωσης (low-e) με χρήση αργον στο μέσο (4 εποχών)	1,1	65%	42%

Πίνακας 7.8: Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά υαλοπινάκων

Από τον παραπάνω πίνακα 7.8 προκύπτει ότι η επιλογή ενεργειακών υαλοπινάκων 3ης γενεάς μαλακής επίστρωσης (low-e) είναι η καταλληλότερη έτσι ώστε να έχουμε μείωση της κατανάλωσης. Από εκεί και πέρα ο διαχωρισμός των 2 και 4 εποχών έχει να κάνει με την περιοχή στην οποία βρίσκεται η οικία την οποία θέλουμε να θωρακίσουμε ενεργειακά.

Σε περιοχές λοιπόν όπου οι ανάγκες είναι περισσότερο για θέρμανση και όχι τόσο για δροσισμό όπως στην Βόρειο Ελλάδα είναι προτιμότερη η χρήση ενεργειακών υαλοπινάκων 3^{ης} γενεάς «2 εποχών». Ενώ για περιοχές με μεγαλύτερες ανάγκες δροσισμού, όπως είναι η Νότιο Ελλάδα και τα νησιά, ενδείκνυται η χρήση των ενεργειακών υαλοπινάκων «4 εποχών».

ο Επιλογή υαλοπίνακα

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός υαλοπίνακα βρίσκεται στις τεχνικές οδηγίες κάθε υαλοπίνακα. Στις TOTEE δίνονται τυπικές τιμές οι οποίες λαμβάνονται υπόψη (πίνακας 7.9).

Τύπος υαλοπίνακας	U _g [W/m ² K]
Μονός υαλοπίνακας	5,7
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6mm	3,3
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12mm	2,8
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε=0,10)	2,6
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε=0,10)	1,8

Πίνακας 7.9 : Συντελεστές θερμοπερατότητας υαλοπινάκων [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Συγκεκριμένα για τα υπό μελέτη κτίρια επιλέξαμε να τοποθετηθούν διπλοί υαλοπίνακες 6-12-5 low-e (μαλακής επίστρωσης) planibel τεσσάρων εποχών φωτεινή διαπερατότητα LT 72%, ηλιακός συντελεστής solar factor 0.43, συντελεστής θερμομόνωσης U-value, 1,5 w/ m²k με αέρα. Ο λόγος που επιλέχθηκε το συγκεκριμένο γυαλί είναι επειδή είναι το βέλτιστο ενεργειακά για τα κλιματικά δεδομένα της Ελλάδας.

Τα τζάμια Low e προηγούμενης γενιάς έχουν παρόμοια U Value και LT, αλλά με σημαντικά υψηλότερο Solar Factor(g). Είναι πιο οικονομικά, αλλά δεν αποδίδουν ικανοποιητικά το καλοκαίρι, με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του εσωτερικού του κτιρίου, ή την μεγάλη επιβάρυνση των κλιματιστικών. Παρομοίως άλλα τζάμια low e, έχουν ικανοποιητικά U Value και Solar factor, αλλά έχουν χαμηλό LT (<60%). Ο χαμηλός συντελεστής φωτεινότητας επιβαρύνει την κατανάλωση στο σύστημα τεχνητού φωτισμού.

Αναλυτικά οι προδιαγραφές του έχουν ως εξής: **6mm Planibel Energy N pos.2 - 12mm Air – 5mm Planibel Clear Thermal properties (EN 673)**

Ug-Value (W/(m²*K))	1.5
Light properties (EN 410)	
Light transmission (tv)	72
Light reflection (rv)	12
Internal light reflection (rvi)	13
Colour rendering – RD65 (Ra)	97

Energy properties

	EN 410	ISO 9050
Direct Energy transmission (te)	40	37
Energy Reflection (re)	37	39
Total energy absorption (ae)	23	24
Solar abs. glass 1 (ae (1))	21	22
Solar abs. glass 2 (ae(2))	2	2
Solar factor (g)	43	40
Shading coefficient (SC)	0.49	0.46

Πίνακας 7.10 : Προδιαγραφές ενεργειακού υαλοπίνακα

ο Επιλογή πλαισίου

Η επιλογή πλαισίου είναι εξίσου σημαντική με την επιλογή του υαλοπίνακα. Τα είδη πλαισίων είναι τα παρακάτω:

Συνθετικό πλαίσιο (PVC): χαρακτηρίζονται από εξαιρετικά υψηλό συντελεστή θερμομόνωσης. Οι μονάδες παράγουν κουφώματα με πολύ καλές εφαρμογές και άριστη λειτουργικότητα. Από την άλλη αμφισβητείται η αντοχή τους στις καταπονήσεις, την ηλιακή ενέργεια και η χρήση του σε πολύ μεγάλα ανοίγματα. Επίσης, από περιβαλλοντικής άποψης είναι το χειρότερο πλαστικό και η χρήση του πρέπει να αποφεύγεται. Παρόλα αυτά έχουν υψηλό δείκτη ηχομόνωσης και ελάχιστη συντήρηση.



Σχήμα 7.14: Συνθετικό πλαίσιο

Εύλινο πλαίσιο: παρουσιάζουν άψογες θερμομονωτικές ικανότητες και ηχομόνωση και από άποψη αισθητικής είναι τα καλύτερα, έχει όμως αυξημένες απαιτήσεις συντήρησης.



Σχήμα 7.15: Ξύλινο πλαίσιο

Πλαίσιο αλουμινίου: Τα πλαίσια αλουμινίου τα βρίσκουμε εύκολα στην αγορά και υπάρχουν σε μεγάλη ποικιλία διατομών έτσι ώστε να καλύπτουν κάθε ανάγκη. Ενώ έχουν υψηλή μηχανική αντοχή οι θερμομονωτικές τους ιδιότητες είναι ανεπαρκείς. Με την χρήση της θερμοδιακοπής ο συντελεστής θερμοπερατότητας U έχει ελαττωθεί πολύ με αποτέλεσμα την ευρεία χρήση τους.



Σχήμα 7.16: Πλαίσιο αλουμινίου

Θερμοδιακοπή είναι η παρεμβολή μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού προφίλ αλουμινίου, ενός υλικού που είναι κακός αγωγός της θερμότητας. Αποτελείται από πολυαμίδιο, ένα πολύ ανθεκτικό υλικό το οποίο εκτός από την πολύ μικρή αγωγιμότητα διαθέτει και υψηλή σκληρότητα, γεγονός το οποίο συμβάλλει στη στιβαρότητα και ανθεκτικότητα των κουφωμάτων.

Οι τυπικές τιμές που δίνει η TOTEE για τους συντελεστές θερμοπερατότητας των πλαισίων φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 7.11:

Τύπος πλαισίου	Uf (W/m ² K)
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	7,00
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12mm	3,50
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24mm	2,80
Συνθετικό πλαίσιο	2,80
Εύλινο πλαίσιο	2,20

Πίνακας 7.11: Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Με βάση τα παραπάνω για τα υπό μελέτη κτίρια επιλέγεται η χρήση μεταλλικών πλαισίων αλουμινίου με θερμοδιακοπή 24mm.

ο Συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα Ψg

Όπως αναφέρεται στις TOTEE απαραίτητος προσδιορισμός της θερμοπερατότητας του κουφώματος αποτελεί ο προσδιορισμός της θερμογέφυρας κατά μήκος της συναρμογής της υάλωσης με το πλαίσιο. Στον παρακάτω πίνακα 7.12 έχουμε τον συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας για κάθε τύπο πλαισίου.

Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων Ψ_g [W/Mk]	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0.02	0.05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0.08	0.11
Συνθετικό πλαίσιο	0.06	0.08
Ξύλινο πλαίσιο	0.06	0.08

Πίνακας 7.12: Συντελεστές γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Έτσι για τον υπολογισμό του συνολικού συντελεστή θερμοπερατότητας μονού κουφώματος χρησιμοποιείται ο παρακάτω τύπος 7.8 :

$$U_w = \frac{A_r \cdot U_r + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_w} \quad (7.8)$$

Όπου

U_w [W/m²K]= ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος

U_f [W/m²K]= ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος

A_f [m²]= η επιφάνεια του πλαισίου του κουφώματος

U_g [W/m²K]= ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα

A_g [m²]= η επιφάνεια του υαλοπίνακα

I_g [m]= το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα

Ψ_g [W/mK]= ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα

A_w [m²]= το εμβαδό επιφάνειας του κουφώματος

Για την απλοποίηση των υπολογισμών του ενεργειακού επιθεωρητή έχουν υπολογιστεί οι τιμές θερμοπερατότητας των συνηθέστερων κουφωμάτων. Στον παρακάτω πίνακα δίνεται το εύρος τιμών που αντιστοιχεί σε συνδυασμό διαφορετικών υαλοπινάκων και πλαισίων για διάφορα ποσοστά επί του

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

κουφώματος και μήκη θερμογέφυρας που σχηματίζεται στη συναρμογή υαλοπίνακα και πλαισίου. Έτσι υπολογίζοντας το ποσοστό πλαισίου και ανάλογα με τον τύπο του υαλοπίνακα και του πλαισίου επιλέγουμε τον αντίστοιχο συντελεστή θερμοπερατότητας κουφώματος από τον πίνακα 7.13.

Συγκεκριμένα η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας διαμορφώνεται στο $U=2.3W/(m^2K)$.

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F_f	Υαλοπίνακας μόνος	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμφιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο Αέρα 12 mm
	[%]	$[W/(m^2K)]$	$[W/(m^2K)]$	$[W/(m^2K)]$	$[W/(m^2K)]$	$[W/(m^2K)]$
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	–	3,6	3,2	3,1	2,6
	30%	–	3,5	3,2	3,1	2,7
	40%	–	3,5	3,2	3,0	2,8
Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	–	3,4	3,0	3,0	2,3
	30%	–	3,3	3,0	2,9	2,4
	40%	–	3,2	3,0	2,9	2,4
Συνθετικό πλαίσιο	20%	–	3,4	3,0	2,9	2,2
	30%	–	3,3	2,9	2,9	2,3
	40%	–	3,2	2,9	2,9	2,4
Ξύλινο πλαίσιο	20%	5,0	3,2	2,9	2,7	2,1
	30%	4,7	3,1	2,8	2,6	2,1
	40%	4,3	3,0	2,7	2,6	2,1
Διπλό παράθυρο (ξύλινο)*	20%	2,4	–	–	–	–
	30%	2,3	–	–	–	–
	40%	2,1	–	–	–	–
Εξωτερικές Πόρτες						
Υλικό	Χωρίς υαλοπίνακες $[W/(m^2K)]$					
Μέταλλο	6,0					
Συνθετικό	3,5					
Ξύλο	3,5					

Πίνακας 7.13: Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Η αντικατάσταση των κουφωμάτων εκτός από την επίδραση που έχει στη μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας, συμβάλλει θετικά στην καλύτερη

αεροστεγάνωση του χώρου. Το γεγονός αυτό αποδεικνύεται ποσοτικά από την διαφοροποίηση στην τιμή της διείσδυσης αέρα που παρατηρείται σε όλες τις ζώνες του κτιρίου.

Συγκεκριμένα σύμφωνα με την TOTEE (πίνακας 7.14) η τιμή της διείσδυσης αέρα για τα νέα κουφώματα προτείνονται προς εγκατάσταση καθορίζεται στα $6,2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$.

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)	Διείσδυση του αέρα	
	Πόρτα	Παράθυρο
	[$\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$]	[$\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$]
Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές χωνευτό ή συρόμενο.	11,8	15,1
Κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, συρόμενο επάλληλα ή μη, με ψήκτρες, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, μη πιστοποιημένο.	9,8	12,5
Ανοιγόμενο κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, αεροστεγές με πιστοποίηση. Κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση.	7,9	10,0
Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές χωνευτό ή συρόμενο .	7,4	8,7
Κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, συρόμενο επάλληλα ή μη, με ψήκτρες, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, μη πιστοποιημένο.	5,3	6,8
Ανοιγόμενο κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, αεροστεγές με πιστοποίηση. Κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση.	4,8	6,2
Γυάλινες προσόψεις		
Για τα μερικώς ανοιγόμενα κουφώματα των γυάλινων προσόψεων (π.χ. με προβαλλόμενα τμήματα) λαμβάνεται υπόψη μόνο το μη σταθερό τμήμα, ανάλογα προς τις παραπάνω κατηγορίες αυτού του πίνακα.		

Πίνακας 7.14: Τυπικές τιμές αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμάδων [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Ø Κόστος κουφωμάτων-Κατανάλωση ενέργειας

Η μέση τιμή του κουφώματος που θα χρησιμοποιηθεί είναι 250 €/m^2 ενώ η μέση τιμή της μόνωσης όπως αναφέραμε και παραπάνω είναι 55 €/m^2 .

Εισάγοντας τα παραπάνω αποτελέσματα στο λογισμικό για το σενάριο της εξωτερικής θερμομόνωσης αλλά και την αντικατάσταση των υαλοπινάκων η πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση διαμορφώνεται ως εξής όπως μπορούμε να δούμε και παρακάτω σχήμα 7.17α και 7.17β :

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	8,7	21,5	9,3
	Ψύξη	20,5	56,9	53,7
	ZNX	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	111,3	174,8	174,8
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	140,6	253,1	237,8
	Κατάταξη	-	Δ	Δ

Σχήμα 7.17α: Σενάριο 1 αντικατάσταση μόνωσης και υαλοπινάκων κτίριο 5-ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	6,0	19,5	6,4
	Ψύξη	17,9	57,0	51,9
	ZNX	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	112,2	224,6	224,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	136,1	301,2	283,0
	Κατάταξη	-	Ε	Ε

Σχήμα 7.17β: Σενάριο 1 αντικατάσταση μόνωσης και υαλοπινάκων κτίριο 6-ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

Κτίριο 5: Για θέρμανση πριν την επέμβαση στο κέλυφος το κτίριο καταναλώνει 21.5 kWh/m² για τις θερμικές ανάγκες του, ενώ μετά την επέμβαση εξωτερικής θερμομόνωσης το κτίριο καταναλώνει 9.3 kWh/m². Για ψύξη πριν την επέμβαση στο κέλυφος το κτίριο καταναλώνει 56.9 kWh/m², ενώ μετά 53.7 kWh/m².

Κτίριο 6: Για θέρμανση πριν την επέμβαση στο κέλυφος το κτίριο καταναλώνει 19.5 kWh/m² για τις θερμικές ανάγκες του, ενώ μετά την επέμβαση εξωτερικής θερμομόνωσης το κτίριο καταναλώνει 6.4 kWh/m². Για

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

ψύξη πριν την επέμβαση στο κέλυφος το κτίριο καταναλώνει 57 kWh/m², ενώ μετά 51.9 kWh/m².

Έτσι, η οικονομοτεχνική ανάλυση του TEE-KENAK μας δίνει τα παρακάτω αποτελέσματα (σχήμα 7.18α και 7.18β):

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής				
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	9.539,8	18.706,8	16.625,0
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			79.119,9
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			15,3
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			6,1
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			3,0
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			4,7
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			38,0

Σχήμα 7.18α: Σενάριο 1-Αποτελέσματα επεμβάσεων κτίριο 5 (μόνωση και υαλοπίνακες) -TEE KENAK

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής				
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	17.541,5	44.797,4	38.974,6
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			145.299,3
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			18,2
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			6,1
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			2,6
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			10,6
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			25,0

Σχήμα 7.18β: Σενάριο 1-Αποτελέσματα επεμβάσεων κτίριο 6 (μόνωση και υαλοπίνακες) -TEE KENAK

Από τις δυο παραπάνω οικονομοτεχνικές αναλύσεις του λογισμικού TEE KENAK βγαίνουν τα εξής συμπεράσματα:

- Το λειτουργικό κόστος δεν αλλάζει σημαντικά
- Η αποπληρωμή του κόστους θα γίνει μακροπρόθεσμα
- Έχουμε ικανοποιητική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας. Από το σχήμα 7.17α και 7.17β παρατηρούμε ότι η πρωτογενής ενέργεια στην θέρμανση μειώνεται πάνω από 50%

Παρόλο που οι επεμβάσεις στο κέλυφος συνεισφέρουν περισσότερο στη μείωση της ενέργειας για θέρμανση και λιγότερο για ψύξη και είναι σαφώς αρκετά μεγάλη επένδυση, θα δούμε παρακάτω πως σε συνδυασμό με επιπλέον μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας αλλά και εγκατάσταση νέων συστημάτων τόσο η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας για την θέρμανση και την ψύξη όσο και η αποπληρωμή θα μειωθούν σημαντικά. Έτσι θα πετύχουμε καλύτερη ενεργειακή κατάσταση που ήταν ο στόχος της πτυχιακής για τα 2 αυτά κτίρια.

7.3 Αντικατάσταση φωτιστικών

Τα φωτιστικά σώματα καταναλώνουν σημαντική ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία μπορεί να μειωθεί σημαντικά με κάποια μέτρα. Έτσι η σημαντικότερη αλλαγή που πρέπει να γίνει ώστε να επιτευχθεί ο στόχος εξοικονόμησης ενέργειας είναι η αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων.

Στο κτίριο υπάρχουν λάμπες φθορισμού ισχύος 18 και 36 W. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού σύμφωνα με τους υπολογισμούς είναι η παρακάτω για κάθε ζώνη:

	Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (kW)	
	Κτίριο 5	Κτίριο 6
Ζώνη 1	2,592	17,736
Ζώνη 2	9,072	8,568
Ζώνη 3	0,576	2,052
Σύνολο	12,240	28,356
	40,596	

Πίνακας 7.15: Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού στο κτίριο της ΣΤΕΦ.

Σύμφωνα με την TOTEE οι λαμπτήρες και η αντίστοιχη φωτιστική δραστηκότητα τους δίνεται στον παρακάτω πίνακα 7.16:

Τύπος λαμπτήρα	Φωτεινή δραστηριότητα [lm/W]
Πυρακτώσεως	10 - 18
Αλογόνου	15 - 25
Συμπαγείς φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	50 - 70
Γραμμικοί φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	60 - 100
Αλογονιδίων μετάλλων (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	65 - 110
Φωτοδίοδοι (LED) (συμπεριλαμβανομένου του οδηγού (driver))	30 - 60

Πίνακας 7.16: Τυπικές τιμές φωτεινής δραστηριότητας λαμπτήρων [Πηγή: TOTEE 20701-1/2010]

Έτσι μετά από σχετική έρευνα βγήκε το συμπέρασμα πως προτιμάται η χρήση λαμπτήρων φθορίου LED T8 (Light Emitting Diode, Δίοδος Εκπομπής Φωτός) με κατανάλωση ισχύς ρεύματος 9 και 18 W. Τα σημαντικά πλεονεκτήματα των παραπάνω λαμπτήρων είναι :

1. *Απόδοση*: Τα LED παράγουν περισσότερο φως ανά watt συγκριτικά με της λάμπες πυράκτωσης.
2. *Χρώμα*: Τα LED εκπέμπουν φως συγκεκριμένου χρώματος χωρίς την χρήση φίλτρων που απαιτούν οι παραδοσιακοί μέθοδοι φωτισμού. Είναι πιο αποδοτικά και χαμηλώνουν το αρχικό κόστος.
3. *Χρόνος ON/OFF*: Τα LED έχουν γρήγορη απόκριση. Μια τυπική κόκκινη LED μπορεί να έρθει σε κατάσταση πλήρους φωτεινότητας σε χρόνο microsecond. Τα LED που χρησιμοποιούνται ως συσκευές επικοινωνίας έχουν ακόμα μικρότερους χρόνους απόκρισης.
4. *Ψυχρό φως*: Σε αντίθεση με τις κοινές πηγές φωτός, τα LED εκπέμπουν πολύ λίγη θερμότητα σε μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας που μπορεί να προκαλέσει ζημιά σε ευαίσθητα αντικείμενα ή κατασκευές. Η ενέργεια που χάνεται διαχέεται ως θερμότητα μέσω της βάσης του LED.
5. *Χρόνος ζωής*: Τα LED έχουν μεγάλους χρόνους ζωής. Οι ώρες λειτουργίας τους κυμαίνονται από 35.000 έως 50.000 ώρες, αριθμός τεράστιος συγκριτικά με αυτόν των λαμπτήρων πυράκτωσης που κυμαίνεται από 1.000 έως 2.000 ώρες και των λαμπτήρων φθορισμού που κυμαίνεται από 10.000 έως 15.000 ώρες.

6. *Αντίσταση σε κραδασμούς:* Τα LED, όντας στοιχεία στερεάς κατάστασης, είναι δύσκολο να υποστούν ζημιά από κραδασμούς όπως συμβαίνει με τις λάμπες πυράκτωσης και φθορισμού.
7. *Εστίαση:* Τα LED μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να εστιάζουν το φως σε ένα συγκεκριμένο σημείο ή περιοχή. Οι λάμπες πυράκτωσης και φθορισμού απαιτούν ένα εξωτερικό ανακλαστήρα για να συλλέγει το φως και να το κατευθύνει με ένα χρήσιμο τρόπο.
8. *Τοξικότητα:* Τα LED δεν περιέχουν υδράργυρο όπως οι λάμπες φθορισμού.

Οι λαμπτήρες που θα χρησιμοποιηθούν προέρχονται από τη εταιρία electroled και φαίνονται στο παρακάτω σχήμα 7.19 . Τα ειδικά χαρακτηριστικά των λαμπτήρων αυτών είναι:

- Οι λυχνίες εκπέμπουν φως ομοιόμορφα σε όλο το ορατό φάσμα και δεν επηρεάζουν αρνητικά την ευημερία.
- Δεν απαιτούν τη χρήση των πηνίων ή άλλων εξωτερικών εξαρτημάτων.
- Λειτουργούν χωρίς μαγνητικό ballast και starter.
- Διαστάσεις **60 - 120cm**
- Κατανάλωση **9 - 18W**
- Φωτεινότητα **810 - 1550lm**
- Τάση **100 – 265 V**
- Τύπος LED **5630 SMD LED**
- Γωνία δέσμης **120 μοίρες**
- Ώρες λειτουργίας **50000 ώρες**
- CRI Ra **>80 (Δείκτης χρωματικής απόδοσης)***



Σχήμα 7.19: Λαμπτήρες φθορίου LED T8

***Δείκτης χρωματικής απόδοσης (CRI – Colour Rendering Index)** χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ικανότητας πιστής απόδοσης των χρωμάτων επιφανειών και αντικειμένων από το φως που εκπέμπει μια πηγή φωτός.

Συμβατικά λέμε ότι ο χρωματικός δείκτης 100 αντιπροσωπεύει το φως ημέρας. Η σύγκριση της ικανότητας διάκρισης χρωμάτων κάτω από τεχνητές πηγές φωτισμού και από το φυσικό φως, αποτελεί τη βάση αυτού του μέτρου. Έτσι η καλύτερη φωτεινή πηγή κατά αυτή την έννοια είναι ο λαμπτήρας πυράκτωσης αλογόνου που έχει η άριστη χρωματική απόδοση (CRI 100). Οι λαμπτήρες αλογόνου εκπέμπουν περισσότερο στο κόκκινο / κίτρινο τμήμα του ορατού φάσματος και έχουν συνεχόμενο φάσμα όπως και το φως της ημέρας, το οποίο είναι σημαντικός παράγοντας όσο αφορά την ανταπόκριση του ανθρώπινου ματιού στο φως. Οι μόνες άλλες φωτεινές πηγές που ο δείκτης χρωματικής τους απόδοσης κυμαίνεται μεταξύ 90 και 100 είναι ορισμένοι από τους λαμπτήρες φθορισμού.

Classification	Color Rendition Class	Color Rendering Index Ra
very good	1A	$Ra \geq 90$
	1B	$80 \leq Ra < 90$
good	2A	$70 \leq Ra < 80$
	2B	$60 \leq Ra < 70$
not so good	3	$40 \leq Ra < 60$
	4	$20 \leq Ra < 40$

Η φωτεινότητα των νέων λαμπτήρων διαφέρει από αυτήν των ήδη εγκατεστημένων και είναι μεγαλύτερη, 86 [lm/w] για τους λαμπτήρες 120 [cm] και 90 [lm/w] για τους λαμπτήρες 60 [cm], παρόλη την ισχυρότερη φωτεινότητα θα χρησιμοποιηθεί ο ίδιος αριθμός λαμπτήρων ώστε να αποφευχθεί η επαναδιάταξη που έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους, το κόστος του κάθε νέου λαμπτήρα είναι 15€

Τα νέα φορτία είναι:

	Ισχύς φωτισμού (kW)	
	Κτίριο 5	Κτίριο 6
Ζώνη 1	1,296	8,856
Ζώνη 2	4,536	4,284
Ζώνη 3	0,288	0,954
Σύνολο	6,120	14,094
	20,214	

Πίνακας 7.17 : Ισχύ φωτισμού μετά την αντικατάσταση λαμπτήρων

Με την αντικατάσταση των λαμπτήρων η πρωτογενής ενέργεια διαμορφώνεται σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα 7.20α και 7.20β:

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m ²)					
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
►	Θέρμανση	8,7	21,5	9,3	9,5
	Ψύξη	20,5	56,9	53,7	45,3
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	111,3	174,8	174,8	87,4
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	140,6	253,1	237,8	142,1
	Κατάταξη	-	Δ	Δ	Γ

Σχήμα 7.20α: Σενάριο 2 αντικατάσταση λαμπτήρων κτίριο 5-TEE KENAK

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
▶	Θέρμανση	6,0	19,5	6,4	9,1
	Ψύξη	17,9	57,0	51,9	41,2
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	112,2	224,6	224,6	111,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	136,1	301,2	283,0	161,8
	Κατάταξη	-	Ε	Ε	Γ

Σχήμα 7.20β: Σενάριο 2 αντικατάσταση λαμπτήρων κτίριο 6-TEE KENAK

Τα αποτελέσματα (σχήμα 7.21α και 7.21β) από την αντικατάσταση λαμπτήρων, σε συνδυασμό με τους υαλοπίνακες και την μόνωση, για την ετήσια κατανάλωση ηλεκτρισμού, την εξοικονόμηση καθώς και τον χρόνο αποπληρωμής για τα 2 κτίρια φαίνονται παρακάτω:

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	9.539,8	18.706,8	16.625,0	9.965,6
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			79.119,9	84.382,9
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			15,3	111,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			6,1	43,9
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			3,0	0,4
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			4,7	38,8
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			38,0	9,7

Σχήμα 7.21α: Αποτελέσματα επεμβάσεων κτίριο 5 -TEE KENAK

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	17.541,5	44.797,4	38.974,6	23.745,3
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			145.299,3	157.515,3
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			18,2	139,3
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			6,1	46,3
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			2,6	0,4
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			10,6	56,1
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			25,0	7,5

Σχήμα 7.21β: Αποτελέσματα επεμβάσεων κτίριο 6 -TEE KENAK

Τα συμπεράσματα εδώ είναι τα εξής:

- Το λειτουργικό κόστος με την αντικατάσταση των λαμπτήρων μειώνεται κατά 50% σε σχέση με το υπάρχον κτίριο.
- Σε διάστημα λιγότερο από 10 χρόνια έχουμε αποπληρωμή του κόστους της επένδυσης.
- Έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας πάνω από 40%, αλλά και μεγάλη μείωση των εκπομπών CO₂ σε σχέση με το σενάριο 1.

7.4 Αντλίες θερμότητας

Το σύστημα θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσεως για το υπό μελέτη κτίριο θα ολοκληρωθεί με αερόψυκτες αντλίες θερμότητας και με τερματικές μονάδες fan coils.

Η αντλία θερμότητας είναι η συσκευή που αντλεί θερμική ενέργεια από μια θερμή δεξαμενή (αναφέρεται ως πηγή) που βρίσκεται σε χαμηλή θερμοκρασία προς μια καταβόθρα (συνήθως αέρας ή νερό) που βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία είτε (α) με την χρήση μηχανικού έργου είτε (β) με την βοήθεια μιας θερμής δεξαμενής πολύ υψηλής θερμοκρασίας. Η αρχή λειτουργίας της αντλίας θερμότητας πρωτοεφαρμόστηκε ως επί το πλείστον στα συνήθη ψυγεία και καταψύκτες, τα κλιματιστικά και εν συνεχεία σε συσκευές παραγωγής ζεστού νερού χρήσης. Πολλές φορές ταυτίζεται ο όρος Αντλία Θερμότητας με το κλιματιστικό. Η διαφορά μεταξύ μιας αντλίας θερμότητας και ενός κοινού κλιματιστικού είναι ότι η αντλία θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη λειτουργώντας βάση του ίδιου θερμοδυναμικού κύκλου του οποίου η λειτουργία μπορεί να αντιστραφεί ανάλογα με την ανάγκη (θέρμανση ή ψύξη). Σε ψυχρά κλίματα είναι μάλιστα σύνηθες να σχεδιάζονται και να κυκλοφορούν στην αγορά αντλίες θερμότητας μόνο για θέρμανση ενώ στα θερμότερα κλίματα είναι σύνηθες η χρήση αυτών των μηχανών τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη.

Στη μηχανή κλιματισμού που απαιτεί μηχανικό έργο (που με τη σειρά του απαιτεί συνήθως κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας) για την συντήρηση του θερμοδυναμικού κύκλου, ο όρος αντλία θερμότητας αναφέρεται σε μηχανές που λειτουργούν με την χρήση συμπιεζόμενου αερίου ως μέσο μεταφοράς της

ενέργειας ανάμεσα σε πηγή και καταβόθρα. Η μηχανή αυτή αποτελείται από κυκλοφορητή, συμπιεστή, βαλβίδα εκτόνωσης και εναλλάκτες θερμότητας ώστε η κατεύθυνση άντλησης της θερμικής ενέργειας να μπορεί να αντιστραφεί. Για το λόγο αυτό συνήθως παρέχει θέρμανση και ψύξη εσωτερικών χώρων αλλά και ζεστό νερό χρήσης. Οι πιο κοινές πηγές άντλησης θερμότητας για τέτοιες μηχανές είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας και το έδαφος. Ανάλογα με την φύση της πηγής και αντίστοιχα της καταβόθρας οι αντλίες θερμότητας διαχωρίζονται σε αέρα-αέρα, αέρα-νερού, εδάφους-αέρα και εδάφους-νερού.

Η αντλίες που θα χρησιμοποιήσουμε στην μελέτη είναι αέρα-νερού προέρχονται από την εταιρία CLIMAVENETA της σειράς NECS-N/B και τα μοντέλα ανάλογα με τις απαιτήσεις σε ενέργεια είναι: το 0302,0412,0512 και το 1004 το κόστος κυμαίνεται από 23000 έως 61000 €

Στο Κτήριο 5 θα τοποθετηθούν δυο αντλίες θερμότητας, μια για το ισόγειο και τον 1^ο όροφο και άλλη μια για τον 2^ο, αυτό γίνεται για να υπάρχει καλύτερη κατανομή των φορτίων. Αυτές είναι οι 0302 και η 0412 και έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά (σχήμα 7.22):

NECS-N / B

Models		0152	0302	0352	0412	0452	0512	0552
COOLING ONLY								
Cooling capacity (1)	kW	37,7	72	82,5	93,9	107	120	138
Total power input (1)	kW	13,6	28	32	36	39,9	44	50,6
EER		2,77	2,57	2,58	2,61	2,68	2,73	2,73
ESEER		4,04	3,95	4,06	3,92	4,09	4,04	4,18
HEATING ONLY								
Heating capacity (2)	kW	42,9	81	93,5	105	121	136	157
Total power input (2)	kW	14,2	26,1	29,8	33,8	38,1	42,4	48,6
COP		3,02	3,10	3,14	3,11	3,18	3,21	3,23
COOLING WITH PARTIAL RECOVERY								
Cooling capacity (3)	kW	39,1	74,7	85,6	97,4	111	125	143
Total power input (3)	kW	13,1	27,1	30,9	34,8	38,5	42,5	48,7
Desuperheater heating capacity (3)	kW	11,2	23,7	27,2	30,3	33,8	37	42,7
COMPRESSORS								
No. Compressors/No. Circuits	N.	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
NOISE LEVELS								
Sound power (4)	dB(A)	84	85	86	86	86	87	87
Sound pressure (5)	dB(A)	52	53	54	54	54	55	55
SIZE								
A (6)	mm	1695	2195	2195	2745	2745	3245	3245
B (6)	mm	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120
H (6)	mm	1420	1420	1420	1420	1420	1620	1620
Operating weight (6)	kg	400	630	690	770	850	950	1020

Note:

- 1 Evaporator water (in/out) = 12/7°C; Condenser air (in) = 35°C.
- 2 Condenser water (in/out) = 40/45°C; evaporator air (in) = 7°C - r.h. 87%.
- 3 Evaporator water (in/out) = 12/7°C; Condenser air (in) = 35°C. Desuperheater water (in/out) = 40/45°C.
- 4 Sound power on the basis of measurements made in compliance with ISO 9614 and Eurovent 8/1 for Eurovent certified units; in compliance with ISO 3744 for non-certified units.
- 5 Average sound pressure level, at 10m distance, unit in a free field on a reflective surface; non-binding value obtained from the sound power level.
- 6 Unit in standard configuration/execution, without optional accessories

Σχήμα 7.22: Χαρακτηριστικά αντλίας Climaveneta

Στο Κτήριο 6 θα χρησιμοποιηθούν επίσης δυο αντλίες για τον ίδιο λόγο και αυτές είναι οι 0512 και η 1004, τα χαρακτηριστικά των οποίων είναι (σχήμα 7.23):

NECS-N / B

Models		0152	0182	0352	0412	0452	0512	1004
COOLING ONLY								
Cooling capacity (1)	kW	37,7	42,8	82,5	93,9	107	120	240
Total power input (1)	kW	13,6	15,7	32	36	39,9	44	95,6
EER		2,77	2,73	2,58	2,61	2,68	2,73	2,51
ESEER		4,04	4,08	4,06	3,92	4,09	4,04	3,68
HEATING ONLY								
Heating capacity (2)	kW	42,9	48,1	93,5	105	121	136	267
Total power input (2)	kW	14,2	15,6	29,8	33,8	38,1	42,4	92,1
COP		3,02	3,08	3,14	3,11	3,18	3,21	2,90
COOLING WITH PARTIAL RECOVERY								
Cooling capacity (3)	kW	39,1	44,4	85,6	97,4	111	125	249
Total power input (3)	kW	13,1	15,1	30,9	34,8	38,5	42,5	92,7
Desuperheater heating capacity (3)	kW	11,2	13,1	27,2	30,3	33,8	37	74,1
COMPRESSORS								
No. Compressors/No. Circuits	N.	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	4/2
NOISE LEVELS								
Sound power (4)	dB(A)	84	84	86	86	86	87	94
Sound pressure (5)	dB(A)	52	52	54	54	54	55	62
SIZE								
A (6)	mm	1695	1695	2195	2745	2745	3245	4110
B (6)	mm	1120	1120	1120	1120	1120	1120	2220
H (6)	mm	1420	1420	1420	1420	1420	1620	2150
Operating weight (6)	kg	400	410	690	770	850	950	2410

Note:

1 Evaporator water (in/out) = 12/7°C; Condenser air (in) = 35°C.

2 Condenser water (in/out) = 40/45°C; evaporator air (in) = 7°C - r.h. 87%.

3 Evaporator water (in/out) = 12/7°C; Condenser air (in) = 35°C. Desuperheater water (in/out) = 40/45°C.

4 Sound power on the basis of measurements made in compliance with ISO 9614 and Eurovent 8/1 for Eurovent certified units; in compliance with ISO 3744 for non-certified units.

5 Average sound pressure level, at 10m distance, unit in a free field on a reflective surface; non-binding value obtained from the sound power level.

6 Unit in standard configuration/execution, without optional accessories

Σχήμα 7.23: Χαρακτηριστικά αντλίας Climaveneta

Οι τερματικές μονάδες νερού (fan coils), είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται για να καλύψουν ανάγκες θέρμανσης αλλά και ψύξης σε διάφορους χώρους μέσω της τροφοδοσίας τους με νερό κατάλληλης θερμοκρασίας χρησιμοποιώντας τις ίδιες σωληνώσεις και το ίδιο νερό.

Μπορούν να συνδυαστούν ιδανικά με αντλίες θερμότητας, λέβητες ιόντων αλλά και με οποιοδήποτε άλλο σύστημα θέρμανσης προσφέροντας μεγάλη οικονομία και αποτελεσματικότητα αφού απαιτεί νερό μόλις 40/50 °C για την λειτουργία της θέρμανσης και 7/12 °C για την λειτουργία της ψύξης.

Επίσης στα σημαντικά του πλεονεκτήματα είναι ότι διατηρεί μικρότερο όγκο νερού. Αυτό οδηγεί σε μεγαλύτερη και άμεση (μέσα σε λίγα λεπτά) απόδοση σε λειτουργία θέρμανσης αλλά και ψύξης αλλά και σημαντική εξοικονόμηση στη λειτουργία του συστήματος.

Κύριο χαρακτηριστικό της συσκευής είναι το βεντιλατέρ που χρησιμοποιείτε για την βεβιασμένη κυκλοφορία του αέρα στον χώρο παρέχοντας χαμηλή στάθμη θορύβου, υψηλή αλλά και οικονομική απόδοση. Διανέμουν τον θερμό ή τον κρύο αέρα στον εσωτερικό χώρο. Η ταχύτητα του βεντιλατέρ κάθε μονάδας μπορεί να ρυθμιστεί ανάλογα με τις προσωπικές ανάγκες των χρηστών.

Τα Fan-coils που θα χρησιμοποιηθούν στα υπό μελέτη κτίρια είναι και αυτά από την εταιρία Climaveneta της σειράς a-Life. Τα μοντέλα που θα χρησιμοποιηθούν σε κάθε χώρο καθώς και το πλήθος τους παρουσιάζονται παρακάτω στον πίνακα 7.18 και 7.19 και το κόστος κυμαίνεται από 268 - 472€

Για το Κτήριο 5

Χώρος	a-Life	Ποσότητα
Z1	330	2
Z2	430	2
Z3	430	2
Z4	330	2
Z5	430	2
Z6	430	2
Z7	430	2
Z8	330	3
Z9	430	2
Z10	430	2
Z11	430	2
Z12	430	2
Z13	430	3
Z14	430	3
Z15	430	3
Z16	430	3
Z17	430	3
Z18	430	3
	Σύνολο	43

Πίνακας 7.18: Κατανομή fan coil κτήριο 5

Για το Κτίριο 6

Ισόγειο		
Χώρος	a-Life	Ποσότητα
Γραφείο 1	130	1
Γραφείο 2	230	1
Γραφείο 3	230	1
Γραφείο Προϊσταμένου Μηχ.	130	2
Γραφείο 4	130	2
Γραφείο Προϊσταμένου Ηλεκτρ.	130	2
Γραμματεία Ηλεκτρολόγων	430	2
Σχεδιαστήριο Η/Υ Ηλ.	330	4
Σχεδιαστήριο Η/Υ Μηχ.	330	4
Γραφείο 6	130	1
Γραφείο 7	130	1
Σχεδιαστήριο Μηχ.	130	4
A19	130	6
Γραφείο 8	330	1
ΕΡΓ. ΗΛΕΚ ΜΗΧ	330	6
Γραφείο 9	130	1
ΕΡΓ. ΣΕΡΒ	330	1
Γραφείο 10	230	1
Γραφείο 11	230	1
Γραφείο 12	230	1
Γραμματεία Μηχανολόγων	330	3
Γραμματεία Έργων Υποδομής	330	3
	Σύνολο	49

1ος Όροφος		
Χώρος	a-Life	Ποσότητα
Εργαστήριο 1	430	6
Εργαστήριο 2	330	6
Γραφείο 1	430	1
Εργαστήριο 3	330	7
ΑΙΘΟΥΣΑ	230	3
ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΡΙΟ	230	7
Γραφείο 2	530	1
Εργαστήριο 4	330	7
Γραφείο 3	530	1
Χώρος Γενικής Χρήσης	130	2
Εργαστήριο 5	630	5
Εργαστήριο 6	330	6
Γραφείο	330	1
Εργαστήριο 7	330	7
Εργαστήριο 8	430	6
Γραφείο 5	430	1
Γραφείο 6	430	1
	Σύνολο	68

Πίνακας 7.19: Κατανομή fan coil κτίριο 6

Τα χαρακτηριστικά των μοντέλων αυτών φαίνονται συνοπτικά στο παρακάτω πίνακα 7.20:

a-LIFE / DFU

Modelli		130	140	230	240	330	340	430	440	530	540	630	640
Air flow rate													
Speed 1	m3/h	410	390	480	450	485	460	815	790	915	880	925	900
Speed 2	m3/h	380	340	410	380	415	390	680	660	780	750	790	770
Speed 3	m3/h	315	290	350	320	355	330	565	545	680	655	685	670
Speed 4	m3/h	270	250	300	270	305	280	470	455	585	560	590	560
Speed 5	m3/h	200	180	225	210	230	220	315	300	440	420	445	440
Speed 6	m3/h	105	95	120	110	130	120	200	190	310	295	320	305
Total output cooling capacity (1)													
Speed 1 (1)	kW	1,81	2,32	2,67	3,20	3,22	3,68	4,69	5,57	5,75	5,54	6,92	7,47
Speed 2 (1)	kW	1,75	2,10	2,37	2,81	2,86	3,23	4,14	4,87	5,13	5,80	6,16	6,57
Speed 3 (1)	kW	1,59	1,87	2,10	2,46	2,53	2,79	3,62	4,22	4,65	5,26	5,53	5,84
Speed 4 (1)	kW	1,42	1,67	1,85	2,13	2,24	2,42	3,16	3,65	4,15	4,63	4,88	5,08
Speed 5 (1)	kW	1,11	1,27	1,42	1,71	1,77	1,97	2,31	2,56	3,36	3,66	3,90	4,14
Speed 6 (1)	kW	0,70	0,75	0,88	1,00	1,06	1,16	1,56	1,64	2,53	2,72	2,95	2,95
Sensible output cooling capacity (1)													
Speed 1 (1)	kW	1,63	1,77	2,17	2,41	2,47	2,68	3,77	4,20	4,50	4,86	5,13	5,40
Speed 2 (1)	kW	1,47	1,58	1,91	2,09	2,17	2,34	3,27	3,62	3,96	4,27	4,52	4,72
Speed 3 (1)	kW	1,32	1,39	1,67	1,82	1,90	2,01	2,82	3,10	3,54	3,84	4,03	4,17
Speed 4 (1)	kW	1,16	1,23	1,46	1,56	1,67	1,73	2,42	2,66	3,12	3,35	3,53	3,59
Speed 5 (1)	kW	0,89	0,93	1,11	1,24	1,30	1,40	1,72	1,84	2,48	2,61	2,78	2,82
Speed 6 (1)	kW	0,53	0,54	0,66	0,70	0,77	0,77	1,15	1,18	1,84	1,91	2,07	1,95
Max Water flow (1)	l/h	330	400	460	550	550	630	800	960	990	1120	1190	1280
Max Pressure drop (1)	kPa	5	10	5	8	7	5	14	11	22	18	18	14
Total output heating capacity (2)													
Speed 1 (2)	kW	4,46	5,01	5,79	6,28	6,36	6,76	9,58	10,7	11,2	12,3	13,1	13,5
Speed 2 (2)	kW	4,04	4,49	5,12	5,44	5,60	5,85	8,33	9,18	9,88	10,7	11,4	11,8
Speed 3 (2)	kW	3,66	3,94	4,51	4,70	4,92	5,05	7,19	7,81	8,65	9,56	10,1	10,4
Speed 4 (2)	kW	3,25	3,49	3,98	4,05	4,33	4,36	6,20	6,69	7,83	8,34	8,88	8,85
Speed 5 (2)	kW	2,56	2,64	3,13	3,24	3,39	3,50	4,45	4,63	5,18	5,47	6,91	7,09
Speed 6 (2)	kW	1,50	1,49	1,81	1,78	2,04	1,94	3,00	3,05	4,58	4,70	5,12	4,44
Max Water flow (2)	l/h	390	440	510	550	560	590	840	930	980	1080	1150	1190
Max Pressure drop (2)	kPa	5	8	4	7	6	5	12	10	19	15	11	12
Total output heating capacity (3)													
Speed 1 (3)	kW	2,71	3,04	3,52	3,80	3,86	4,09	6,83	6,46	6,81	7,44	7,93	8,25
Speed 2 (3)	kW	2,46	2,72	3,11	3,30	3,40	3,54	5,06	5,57	6	6,50	6,93	7,19
Speed 3 (3)	kW	2,22	2,39	2,74	2,84	2,98	3,05	4,37	4,73	5,37	5,79	6,12	6,35
Speed 4 (3)	kW	1,97	2,11	2,41	2,45	2,62	2,63	3,76	4,05	4,75	5,05	5,37	5,33
Speed 5 (3)	kW	1,55	1,60	1,90	1,96	2,05	2,09	2,69	2,80	3,75	3,91	4,18	4,19
Speed 6 (3)	kW	0,91	0,90	1,10	1,05	1,23	1,14	1,82	1,80	2,77	2,81	3,05	2,90
Water flow Max (3)	l/h	470	530	610	660	670	710	1020	1130	1190	1300	1380	1440
Pressure drop Max (3)	kPa	5	8	5	7	6	5	13	10	20	16	16	12
Output supplementary coil (2)													
Speed 1 (2)	kW	1,48	-	2,12	-	2,48	-	3,48	-	4,11	-	4,52	-
Speed 2 (2)	kW	1,37	-	1,92	-	2,24	-	3,13	-	3,71	-	4,09	-
Speed 3 (2)	kW	1,26	-	1,74	-	2,02	-	2,78	-	3,40	-	3,72	-
Speed 4 (2)	kW	1,15	-	1,57	-	1,82	-	2,46	-	3,09	-	3,37	-
Speed 5 (2)	kW	0,95	-	1,30	-	1,50	-	1,92	-	2,55	-	2,78	-
Speed 6 (2)	kW	0,62	-	0,84	-	1,00	-	1,36	-	2,01	-	2,21	-
Water flow Max (2)	l/h	130	-	190	-	220	-	310	-	380	-	400	-
Pressure drop Max (2)	kPa	2	-	4	-	7	-	13	-	20	-	24	-
Sound pressure level (4)													
Speed 1 (4)	dB(A)	48	47	48	49	48	49	51	52	51	52	52	53
Speed 2 (4)	dB(A)	41	42	44	45	44	45	47	48	47	48	48	49
Speed 3 (4)	dB(A)	38	39	40	41	40	41	43	44	44	45	45	46
Speed 4 (4)	dB(A)	35	36	37	38	37	38	41	42	40	42	41	42
Speed 5 (4)	dB(A)	30	31	30	31	31	32	33	34	33	34	35	36
Speed 6 (4)	dB(A)	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	26	26
Water content	l	0,70	0,70	1	1	1,40	1,40	1,40	1	1,80	1,40	2,20	2,20
Fan	1 C	1 C	1 C	1 C	1 C	1 C	1 C	2 C	2 C	2 C	2 C	2 C	2 C
Water IN connection	inch	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F
Water OUT connection	inch												
Max absorbed power	W	33	33	34	34	37	37	59	59	72	72	74	74
Min absorbed power	W	4	4	4	4	4	4	7	7	7	7	7	7
Max absorbed current	A	0,29	0,29	0,29	0,29	0,31	0,31	0,49	0,49	0,57	0,57	0,58	0,58
Electrical power supply	V-Ph-Hz	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50
DIMENSION													
With Cabinet													
L	(mm)	732	732	922	922	1112	1112	1112	1112	1302	1302	1492	1492
H	(mm)	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541
P	(mm)	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245
Weight	kg	18	18	22	22	26	26	28	28	32	32	38	38

Note:

1 Operation in cooling mode: room temperature 27°C d.b./19°C w.b., chilled water at inlet 7°C and at outlet 12°C

2 Operation in heating mode: room temperature 20°C d.b., hot water at inlet 70°C and at outlet 80°C

3 Operation in heating mode: room temperature 20°C d.b., hot water at inlet 50°C, with identical flow rate that in the cooling mode

4 Sound pressure in samlianechoic rooms at 1 m from fan front and 1 m from the ground

Πίνακας 7.20: Τεχνικό φυλλάδιο fan coils

Σε αυτό το σύστημα θέρμανσης-κλιματισμού που θα χρησιμοποιηθεί στα υπό μελέτη κτίρια, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα 7.24, ο αέρας του

χώρου ψύχεται ή θερμαίνεται μέσα στις κατάλληλες τερματικές μονάδες, στις οποίες κυκλοφορεί θερμό ή ψυχρό νερό το οποίο έχει ψυχθεί ή θερμανθεί από την αντλία θερμότητας.



Σχήμα 7.24: Αντλία αέρα-νερού Climaveneta

1. Εξωτερική μονάδα (αντλίας θερμότητας) για την παραγωγή κρύου / ζεστού νερού με ερμητικά κλειστούς περιστροφικούς σπειροειδείς συμπιεστές προσαρμοσμένους στη χρήση του R410A, αξονικούς ανεμιστήρες, χαλκοσυγκόλλησεις- πλακοειδή τύπου εναλλάκτη και θερμική βαλβίδα εκτόνωσης. Εξωτερικά πάνελ σε προ-επενδυμένα φύλλα χάλυβα και βάση από γαλβανισμένο ατσάλι. Η σειρά περιλαμβάνει τις εκδόσεις, μονό κύκλωμα με δύο συμπιεστές και το διπλό κύκλωμα τεσσάρων συμπιεστών.
2. Δοχείο Αδρανείας για παραγωγή και αποθήκευση ζεστού νερού για το σύστημα θέρμανσης και ψύξης.
3. Κυκλοφορητής.
4. Κολεκτέρ επιστροφής.
5. Κολεκτέρ προσαγωγής.
6. Τερματικά σώματα Fan-coils.

Τα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι τα εξής:

- Μικρότερο κόστος και
- Αποτελεσματικότητα, δηλαδή ικανοποιεί τις απαιτήσεις του χρήστη στην άμεση ζήτηση

Εφαρμόζοντας αυτό το σενάριο, όπως θα δούμε και παρακάτω, για σύστημα θέρμανσης-ψύξης και σε συνδυασμό με τα άλλα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, τα κτίρια πλέον αλλάζουν ριζικά ενεργειακό αποτύπωμα και γίνονται λιγότερο απαιτητικά σε ενέργεια το οποίο συνεπάγεται με χαμηλότερες δαπάνες λειτουργίας.

Έτσι με την αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης-ψύξης η πρωτογενής ενέργεια διαμορφώνεται σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα 7.25α και 7.25β:

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m ²)						
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
▶	Θέρμανση	8,7	21,5	9,3	9,5	0,3
	Ψύξη	20,5	56,9	53,7	45,3	36,0
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	111,3	174,8	174,8	87,4	87,4
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	140,6	253,1	237,8	142,1	123,7
	Κατάταξη	-	Δ	Δ	Γ	Β

Σχήμα 7.25α: Σενάριο 3 αντικατάσταση συστήματος θέρμανσης-ψύξης κτίριο 5-TEE KENAK

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m ²)						
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
▶	Θέρμανση	6,0	19,5	6,4	9,1	3,1
	Ψύξη	17,9	57,0	51,9	41,2	32,3
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	112,2	224,6	224,6	111,6	111,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	136,1	301,2	283,0	161,8	147,1
	Κατάταξη	-	Ε	Ε	Γ	Γ

Σχήμα 7.25β: Σενάριο 3 αντικατάσταση συστήματος θέρμανσης-ψύξης κτίριο 6-TEE KENAK

Τα αποτελέσματα (σχήμα 7.26α και 7.26β) από την αντικατάσταση λαμπτήρων, σε συνδυασμό με τους υαλοπίνακες και την μόνωση, για την ετήσια

κατανάλωση ηλεκτρισμού, την εξοικονόμηση καθώς και τον χρόνο αποπληρωμής για τα 2 κτίρια φαίνονται παρακάτω:

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής						
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	9.539,8	18.706,8	16.625,0	9.965,6	8.610,5
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			79.119,9	84.382,9	177.108,9
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			15,3	111,0	129,5
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			6,1	43,9	51,1
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			3,0	0,4	0,8
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			4,7	38,8	45,5
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			38,0	9,7	17,5

Σχήμα 7.26α: Αποτελέσματα επεμβάσεων κτίριο 5 -TEE KENAK

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής						
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	17.541,5	44.797,4	38.974,6	23.745,3	20.555,9
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			145.299,3	157.515,3	344.681,3
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			18,2	139,3	154,1
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			6,1	46,3	51,2
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			2,6	0,4	0,7
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			10,6	56,1	63,3
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			25,0	7,5	14,2

Σχήμα 7.26β: Αποτελέσματα επεμβάσεων κτίριο 6 -TEE KENAK

Η οικονομοτεχνική ανάλυση του λογισμικού σε αυτό το σενάριο μας οδηγεί στα εξής συμπεράσματα:

- Το τελικό λειτουργικό κόστος μειώνεται πάνω 50% σε σχέση με το υπάρχον κτίριο.
- Η αποπληρωμή του κόστους της επένδυσης αυτής θα γίνει σε 17.5 χρόνια στο κτίριο 5 και σε 14.2 στο κτίριο 6
- Έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 51.2% αλλά και μεγάλη μείωση των εκπομπών CO₂.

Τέλος η τελική ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων που προκύπτει είναι κατηγορία Β για το κτίριο 5 και κατηγορία Γ για το κτίριο 6.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την πραγματοποίηση της πτυχιακής εργασίας ολοκληρώθηκε η εφαρμογή της αναθεωρημένης οδηγίας ενεργειακής συμπεριφοράς για τα δυο κτίρια του ΤΕΙ της σχολής των μηχανολόγων.

Ως αποτέλεσμα αυτής της εφαρμογής προέκυψαν αξιόλογα συμπεράσματα σχετικά με τις βελτιώσεις που επιδέχονται τα υφιστάμενα κτίρια σε ότι έχει να κάνει με την ενεργειακή τους συμπεριφορά και τη δυνατότητα ριζικής μεταβολής τους με αποκλειστικό στόχο την ελάχιστη ενεργειακή κατανάλωση.

Για την αξιολόγηση της σημερινής ενεργειακής συμπεριφοράς των υφιστάμενων κτιρίων μέσω της ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίων, έγινε χρήση του ειδικού λογισμικού TEE-KENAK. Από τα αποτελέσματα της επιθεώρησης, προέκυψε η αναμενόμενη εικόνα των ενεργειακά μη αποδοτικών κτιρίων. Ιδιαίτερα, οι καταναλώσεις για θέρμανση και ψύξη κατέδειξαν τον ελλιπή σχεδιασμό του κτιριακού κελύφους και έδειξαν την κατεύθυνση για βελτιωτικές επεμβάσεις.

Επομένως, το πρώτο βήμα για την εξοικονόμηση ενέργειας δεν θα μπορούσε να είναι άλλο από την επέμβαση στις αδιαφανείς επιφάνειες του κτιρίου και την αντικατάσταση των κουφωμάτων. Η επίτευξη ελάχιστων συντελεστών θερμοπερατότητας και επαρκούς αεροστεγανότητας ενίσχυσαν το κτιριακό κέλυφος. Στη συνέχεια εξετάστηκε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών που είχαν ως στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και τον περιορισμό χρήσης συμβατικών καυσίμων καθώς και τη φιλικότερη στάση του κτιρίου απέναντι στο περιβάλλον.

Για τις κατηγορίες χρήσης θέρμανσης και ψύξης, επιχειρήθηκε η εγκατάσταση νέων συστημάτων, πιο αποδοτικών και ανεξαρτημένων από τη χρήση συμβατικών καυσίμων. Για το σύστημα θέρμανσης και ψύξης, η κάλυψη των φορτίων καλύφθηκε από αντλίες θερμότητας και fan coils, τα οποία επιπλέον επέφερε σημαντική μείωση στην εκπομπή ρύπων.

Ακόμα μεγαλύτερη εξοικονόμηση επέφεραν οι επεμβάσεις στο φωτισμό του κτιρίου. Ο συνδυασμός όλων αυτών των μέτρων ελαχιστοποιούν την

κατανάλωση ενέργειας στο κτίριο, μειώνουν τη χρήση συμβατικών καυσίμων και την εκπομπή ρύπων, μετατρέποντας ένα ενεργειακά σπάταλο κτίριο σε κτίριο υψηλής ενεργειακής απόδοσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης», Έκδοση Α'.
- 2) ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων», Έκδοση Α'.
- 3) ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών», Έκδοση Α'.
- 4) ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού», Έκδοση Α'.
- 5) Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010 (ΦΕΚ Β' 407) «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)».
- 6) Οδηγία 2002/91/ΕΚ Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων
- 7) Ν.3661/2008 «Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 89).
- 8) Kyoto protocol
- 9) Κανόνας θερμομόνωσης κτιρίων
- 10) Σελλούντος.Β.Η., Θέρμανση-κλιματισμός, τόμος Α, Γ' έκδοση ΣΕΛΚΑ-4Μ-ΤεΚΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα, 2002.
- 11) Σελλούντος.Β.Η., Θέρμανση-κλιματισμός, τόμος Β, Γ' έκδοση ΣΕΛΚΑ-4Μ-ΤεΚΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα, 2002.
- 12) Σταμάτης Δ.Περδίας, «Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων και βιομηχανιών».
- 13) Ζήσης Σ. «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων», ΕΜΠ, Αθήνα, Φεβρουάριος 2011
- 14) Τοπρίσκα Ευαγγελία- Βασιλική, Τσίβου Μαρία, "Αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς πανεπιστημιακών κτιρίων- Το κτίριο της υδραυλικής του ΑΠΘ", Διπλωματική εργασία τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2010
- 15) Πιπεράκη Μ. «Ενεργειακή βαθμονόμηση κτηρίου σύμφωνα με τον κανονισμό ενεργειακής απόδοσης κτηρίων(Κ.Εν.Α.Κ)»,ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ, Ηράκλειο,Φεβρουάριος 2012

Ιστοσελίδες:

- a. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας: www.cres.gr
- b. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας-ΤΕΕ: www.tee.gr
- c. Ελληνική στατιστική αρχή: www.statistics.gr
- d. Υπουργείο ανάπτυξης: www.ypan.gr
- e. Υπουργείο περιβάλλοντος ενέργειας και κλιματικής αλλαγής: www.ypeka.gr
- f. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πατρών: www.teipat.gr
- g. Ειδική υπηρεσία επιθεωρητών περιβάλλοντος: www.minenv.gr
- h. Ρυθμιστική αρχή ενέργειας: www.rae.gr
- i. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας: www.kape.gr
- j. www.ecodomisi.gr
- k. lampini.gr/
- l. www.greekarchitects.gr/
- m. www.electroled.gr/
- n. www.dei.gr/
- o. el.wikipedia.org/

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ



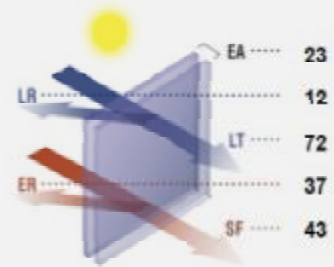
6 mm Planibel Energy N on Clearvision pos.2 - 12 mm Air 100% - 5 mm Planibel Clear

Thermal properties (EN 673)

Ug-Value (W/(m².K))	1.5
---------------------	-----

Light properties (EN 410)

Light Transmission (t _v)	72
Light Reflection (r _v)	12
Internal light reflection (r _{vi})	13
Colour Rendering - RD65 (R _a)	97



Energy Properties

	EN 410	ISO 9050
Direct Energy Transmission (t _e)	40	37
Energy Reflection (r _e)	37	39
Total Energy absorption (a _e)	23	24
Solar abs. Glass 1 (a _e (1))	21	22
Solar abs. Glass 2 (a _e (2))	2	2
Solar factor (g)	43	40
Shading coefficient (SC)	0.49	0.46
UV Transmission (UV)	7	
Schattenfaktor (DE) (b-Faktor)		50.0

Other properties

Resistance to fire (EN 13501-2)	NPD
Reaction to fire (EN 13501-1)	NPD
Bullet Resistance (EN 1063)	NPD
Burglar Resistance (EN 356)	NPD
Pendulum body impact resistance (EN 12600)	NPD / NPD
Direct airborne sound insulation (ESTIMATED - R _w (C;Ctr): dB)	32 (0, -2)

Hydronic - reversible

NECS-N 0152÷1204



Reversible unit, air source for outdoor installation

35,8 - 322 kW

Unit Description

Outdoor unit with heat pump for the production of chilled/hot water with hermetic rotary scroll compressors dedicated to the use of R410A, axial fans, braze-welded plate-type exchanger and thermal expansion valve. External panels in pre-clad sheet steel (simil Pereluman) and base in galvanised steel with paint finish. The range includes the single-circuit two-compressor versions and the dual circuit four-compressor versions.

Commands

W3000 Base / W3000SE Compact

The controller can be chosen as: - W3000 Base: keypad and LED display - W3000SE Compact: the keypad features an easy-to-use interface and a complete LCD display, allowing to consult and intervene on the unit by means of a multi-level menu, with selectable language setting. The diagnostics includes a complete alarm management, with the "black-box" and alarm logging functions for enhanced analysis of the unit operation. Compatibility with the remote keyboard managing up to 10 units. Availability of an internal real time clock for operation scheduling (4-day profiles with 10 hour belts). Common features: The regulation is based on the exclusive QuickMind algorithm, including self-adaptive control logics, beneficial in low water content systems. As alternatives the proportional- or proportional-integral regulations are also available. For multiple units systems, the regulation of the resources, via optional proprietary devices, can be implemented. Energy metering, for both consumption and capacity, can also be developed. Supervision can be easily developed via proprietary devices or the integration in third party systems by means of the most common protocols as ModBus, Bacnet, Bacnet-over-IP, Echelon LonWorks. The defrost adopts a proprietary self-adaptive logic, which features the monitoring of numerous operational parameters. This allows to reduce the number and duration of the defrost cycles, with a benefit for the overall energy efficiency.

Versions

B	base version
HL	low noise, high efficiency, high outdoor temperature version
HT	high efficiency, high outdoor temperature version
LN	low noise version
SL	super-low noise version

Configurations

-	base function
D	partial condensing heat recovery function

Features

REFRIGERANT GAS R410A

The use of R410A has resulted in units offering better energy efficiency in full respect for the environment (ODP = 0)

TOTAL VERSATILITY

Climaveneta is the only company offering units with Scroll compressors in 5 versions and 2 different configurations designed to satisfy all service system and application requirements

STANDARD SUPPLY WITH WATER FILTER ALREADY INSTALLED

The water filter is already installed as standard supply on all units, including those without hydronic kit. This simplifies installation procedures, while ensuring maximum working reliability

INTEGRATED HYDRONIC MODULE

The incorporated hydronic unit already contains the main water circuit components; it is available in various configurations with one or two pumps with high or low head and the buffer tank

Main accessories

- Set-up for remote connectivity with ModBus/Echelon/Bacnet protocol cards
- Remote keyboard (distance to 200m and to 500m)
- Soft starters
- LT kit for working down to -10°C in heat pump mode
- Rubber anti-vibration mounting kit. Spring anti-vibration mounting kit (4 compressors models only)



ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

NECS-N / B

Models		0152	0302	0352	0412	0452	0512	0552
COOLING ONLY								
Cooling capacity (1)	kW	37,7	72	82,5	93,9	107	120	138
Total power input (1)	kW	13,6	28	32	36	39,9	44	50,6
EER		2,77	2,57	2,58	2,61	2,68	2,73	2,73
ESEER		4,04	3,95	4,06	3,92	4,09	4,04	4,18
HEATING ONLY								
Heating capacity (2)	kW	42,9	81	93,5	105	121	136	157
Total power input (2)	kW	14,2	26,1	29,8	33,8	38,1	42,4	48,6
COP		3,02	3,10	3,14	3,11	3,18	3,21	3,23
COOLING WITH PARTIAL RECOVERY								
Cooling capacity (3)	kW	39,1	74,7	85,6	97,4	111	125	143
Total power input (3)	kW	13,1	27,1	30,9	34,8	38,5	42,5	48,7
Desuperheater heating capacity (3)	kW	11,2	23,7	27,2	30,3	33,8	37	42,7
COMPRESSORS								
No. Compressors/No. Circuits	N.	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
NOISE LEVELS								
Sound power (4)	dB(A)	84	85	86	86	86	87	87
Sound pressure (5)	dB(A)	52	53	54	54	54	55	55
SIZE								
A (6)	mm	1695	2195	2195	2745	2745	3245	3245
B (6)	mm	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120
H (6)	mm	1420	1420	1420	1420	1420	1620	1620
Operating weight (6)	kg	400	630	690	770	850	950	1020

Note:

- 1 Evaporator water (in/out) = 12/7°C; Condenser air (in) = 35°C.
- 2 Condenser water (in/out) = 40/45°C; evaporator air (in) = 7°C - r.h. 87%.
- 3 Evaporator water (in/out) = 12/7°C; Condenser air (in) = 35°C. Desuperheater water (in/out) = 40/45°C.
- 4 Sound power on the basis of measurements made in compliance with ISO 9614 and Eurovent 8/1 for Eurovent certified units; in compliance with ISO 3744 for non-certified units.
- 5 Average sound pressure level, at 10m distance, unit in a free field on a reflective surface; non-binding value obtained from the sound power level.
- 6 Unit in standard configuration/execution, without optional accessories

NECS-N / B

Models		0152	0182	0352	0412	0452	0512	1004
COOLING ONLY								
Cooling capacity (1)	kW	37,7	42,8	82,5	93,9	107	120	240
Total power input (1)	kW	13,6	15,7	32	36	39,9	44	95,6
EER		2,77	2,73	2,58	2,61	2,68	2,73	2,51
ESEER		4,04	4,08	4,06	3,92	4,09	4,04	3,68
HEATING ONLY								
Heating capacity (2)	kW	42,9	48,1	93,5	105	121	136	267
Total power input (2)	kW	14,2	15,6	29,8	33,8	38,1	42,4	92,1
COP		3,02	3,08	3,14	3,11	3,18	3,21	2,90
COOLING WITH PARTIAL RECOVERY								
Cooling capacity (3)	kW	39,1	44,4	85,6	97,4	111	125	249
Total power input (3)	kW	13,1	15,1	30,9	34,8	38,5	42,5	92,7
Desuperheater heating capacity (3)	kW	11,2	13,1	27,2	30,3	33,8	37	74,1
COMPRESSORS								
No. Compressors/No. Circuits	N.	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	4/2
NOISE LEVELS								
Sound power (4)	dB(A)	84	84	86	86	86	87	94
Sound pressure (5)	dB(A)	52	52	54	54	54	55	62
SIZE								
A (6)	mm	1695	1695	2195	2745	2745	3245	4110
B (6)	mm	1120	1120	1120	1120	1120	1120	2220
H (6)	mm	1420	1420	1420	1420	1420	1620	2150
Operating weight (6)	kg	400	410	690	770	850	950	2410

Note:

- 1 Evaporator water (in/out) = 12/7°C; Condenser air (in) = 35°C.
- 2 Condenser water (in/out) = 40/45°C; evaporator air (in) = 7°C - r.h. 87%.
- 3 Evaporator water (in/out) = 12/7°C; Condenser air (in) = 35°C. Desuperheater water (in/out) = 40/45°C.
- 4 Sound power on the basis of measurements made in compliance with ISO 9614 and Eurovent 8/1 for Eurovent certified units; in compliance with ISO 3744 for non-certified units.
- 5 Average sound pressure level, at 10m distance, unit in a free field on a reflective surface; non-binding value obtained from the sound power level.
- 6 Unit in standard configuration/execution, without optional accessories

a-LIFE 120÷840



Fan-coil for professional applications, with cabinet or built-in version

1,45 - 11,9 kW

Unit Description

a-LIFE fan-coil has been specifically developed to adapt to every ambient thanks to its modern and minimal design, which is a result of the full experience and know-how Climaveneta has in this range of products.

Commands

NS plug-in/NSW wall mounted

Fan speed slider, mode slider (OFF/summer/winter), ON/OFF valve unit control (summer/winter for 2 pipes installation), ON/OFF second valve unit control (winter for 4 pipes installation). Setting for minimum temperature thermostat.

PS plug-in/PSW wall mounted

Fan speed slider, mode slider (OFF/summer/winter), ON/OFF valve unit control (summer/winter for 2 pipes installation), ON/OFF second valve unit control (winter for 4 pipes installation). Remote water temperature probe.

MT plug-in/MTW wall mounted

Fan speed slider, mode slider (OFF/summer/winter). Thermostat with set point regulation, ON/OFF valve unit control (summer/winter for 2 pipes installation), ON/OFF second valve unit control (winter for 4 pipes installation). Room temperature probe. Remote water temperature probe.

AT plug-in/ATW wall mounted

Mode button (OFF/summer/winter/AUTO), fan speed button (Max/Med/Min/AUTO). Thermostat with set point regulation, ON/OFF valve unit control (summer/winter for 2 pipes installation), ON/OFF second valve unit control (winter for 4 pipes installation). Control of traditional or PWM modulating valve units. Room temperature probe and water temperature probe. Digital input configurable as: window contact, economy, heating or cooling remote changeover, periodic ventilation. Configuration dip switch. TTL serial port with Modbus protocol for installation in Building Management System.

Versions

DFI	built-in version, front air intake
DFU	version with cabinet, front air intake
DLI	built-in version, bottom air intake
DLU	version with cabinet, bottom air intake

Features

Low noise centrifugal fan, with double intake and forward blade;
Four pipe system: 3+2 and 4+1 (number of rows for main + additional coil);
6-speed autotransformer;
Air filter on all models;
Cabinet in galvanised steel with prevarnished finish for maximum resistance to rust;
Automatically closing flap to cover and protect electric controls from dripping water (in conformity with directive 60335-2-40);

Main accessories

- Hot water coil kit 1 row and 2 rows
- Kit RS485 - Interface for Building Management System
- Kit control board to manage 0-10V or 3 points modulating valve unit
- Main coil valve unit ON/OFF, 0-10 V, 3 points 2-way or 3-way
- Additional coil valve unit ON/OFF, PWM, 0-10 V, 3 points 3-way or 2-way
- Kit LIFE BOX
- Straight and angular (90°) plenum kits for air inlet
- Straight and angular (90°) plenum kits for air outlet
- Plenum kit with round air ducts for plenum kit
- Electric heaters



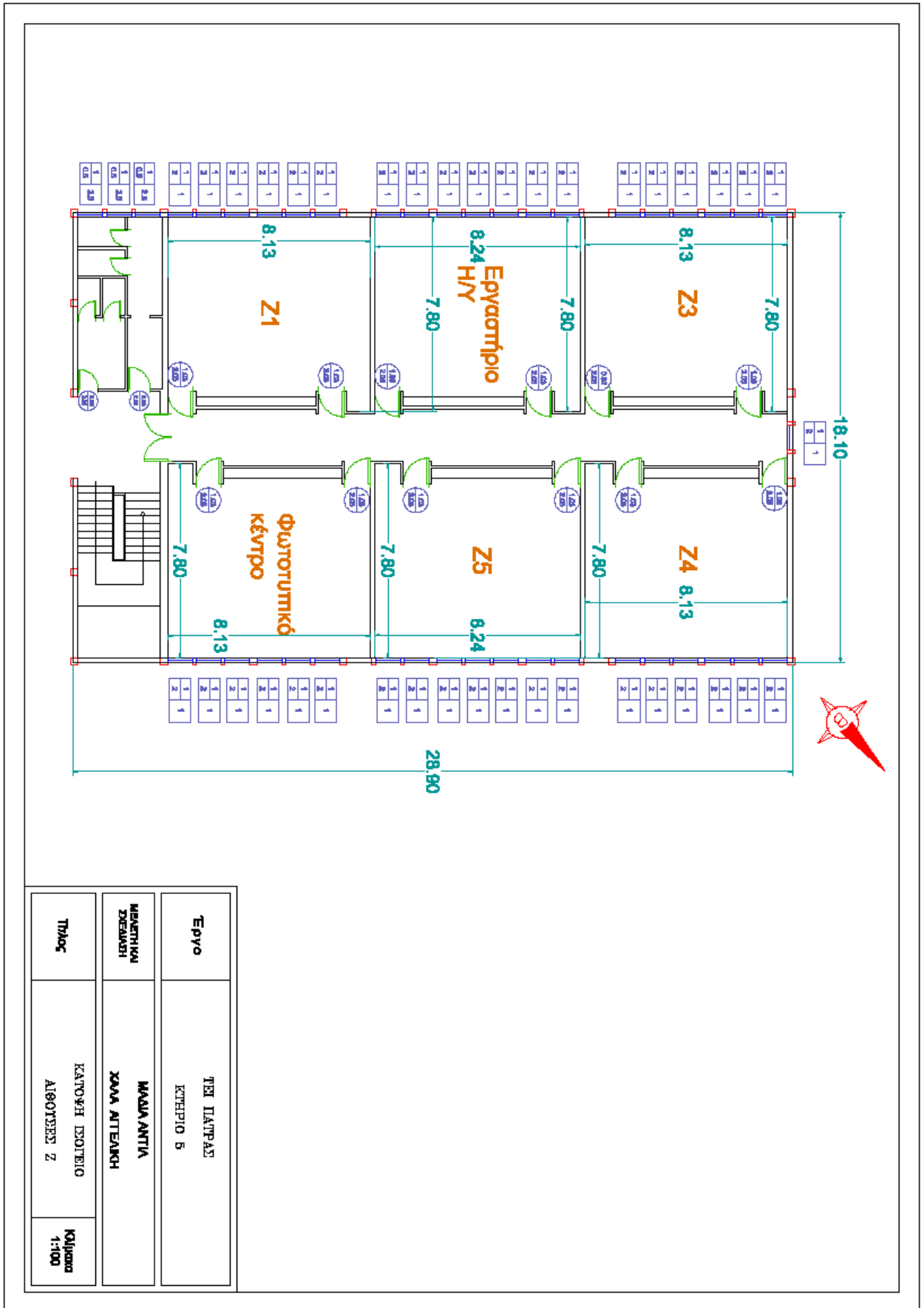
a-LIFE / DLU

Modelli		120	130	140	220	230	240	320	330	340	420	430
Air flow rate												
Speed 1	m3/h	430	410	390	500	480	450	510	485	460	830	815
Speed 2	m3/h	390	360	340	430	410	380	440	415	390	700	680
Speed 3	m3/h	330	315	290	365	350	320	375	355	330	580	565
Speed 4	m3/h	290	270	250	310	300	270	320	305	280	480	470
Speed 5	m3/h	220	200	180	240	225	210	250	230	220	330	315
Speed 6	m3/h	180	175	160	210	200	180	220	205	190	280	270
Total output cooling capacity (1)												
Speed 1 (1)	kW	1,45	1,91	2,32	2,13	2,67	3,20	2,76	3,22	3,68	3,77	4,89
Speed 2 (1)	kW	1,37	1,75	2,10	1,93	2,37	2,81	2,49	2,86	3,23	3,39	4,14
Speed 3 (1)	kW	1,24	1,59	1,87	1,72	2,10	2,46	2,23	2,53	2,79	3	3,62
Speed 4 (1)	kW	1,14	1,42	1,67	1,53	1,85	2,13	1,99	2,24	2,42	2,64	3,16
Speed 5 (1)	kW	0,96	1,11	1,27	1,26	1,42	1,71	1,65	1,77	1,97	2,02	2,31
Speed 6 (1)	kW	0,84	0,97	1,16	1,13	1,23	1,48	1,49	1,59	1,64	1,79	2,03
Sensible output cooling capacity (1)												
Speed 1 (1)	kW	1,36	1,63	1,77	1,89	2,17	2,41	2,26	2,47	2,68	3,25	3,77
Speed 2 (1)	kW	1,27	1,47	1,58	1,68	1,91	2,09	2,01	2,17	2,34	2,86	3,27
Speed 3 (1)	kW	1,13	1,32	1,39	1,48	1,67	1,82	1,77	1,90	2,01	2,48	2,82
Speed 4 (1)	kW	1,03	1,16	1,23	1,30	1,46	1,56	1,56	1,67	1,73	2,15	2,42
Speed 5 (1)	kW	0,83	0,89	0,93	0,94	1,11	1,24	1,27	1,30	1,40	1,59	1,72
Speed 6 (1)	kW	0,71	0,78	0,84	0,93	0,97	1,07	1,14	1,17	1,18	1,39	1,50
Max Water flow (1)	l/h	250	330	400	370	460	550	470	550	630	650	800
Max Pressure drop (1)	kPa	12	5	10	6	5	8	11	7	5	19	14
Total output heating capacity (2)												
Speed 1 (2)	kW	3,25	4,46	5,01	4,77	5,79	6,28	5,40	6,36	6,76	7,68	9,58
Speed 2 (2)	kW	3,04	4,04	4,49	4,28	5,12	5,44	4,84	5,60	5,85	6,81	8,33
Speed 3 (2)	kW	2,72	3,66	3,94	3,79	4,51	4,70	4,28	4,92	5,05	5,94	7,19
Speed 4 (2)	kW	2,49	3,25	3,49	3,36	3,98	4,05	3,79	4,33	4,36	5,16	6,20
Speed 5 (2)	kW	2,09	2,56	2,64	2,76	3,13	3,24	3,11	3,39	3,50	3,88	4,45
Speed 6 (2)	kW	1,77	2,30	2,38	2,49	2,83	2,82	2,81	3,07	3,05	3,41	3,90
Max Water flow (2)	l/h	350	390	440	420	510	550	470	560	590	670	840
Max Pressure drop (2)	kPa	10	5	8	5	4	7	9	6	5	16	12
Total output heating capacity (3)												
Speed 1 (3)	kW	1,98	2,71	3,04	2,91	3,52	3,80	3,29	3,86	4,09	4,69	5,83
Speed 2 (3)	kW	1,86	2,46	2,72	2,61	3,11	3,30	2,94	3,40	3,54	4,15	5,06
Speed 3 (3)	kW	1,66	2,22	2,39	2,31	2,74	2,84	2,60	2,96	3,05	3,62	4,37
Speed 4 (3)	kW	1,52	1,97	2,11	2,04	2,41	2,45	2,30	2,62	2,63	3,14	3,76
Speed 5 (3)	kW	1,25	1,55	1,60	1,68	1,80	1,96	1,89	2,05	2,08	2,36	2,69
Speed 6 (3)	kW	1,08	1,39	1,44	1,51	1,72	1,70	1,71	1,85	1,80	2,07	2,36
Water flow Max (3)	l/h	350	470	530	510	610	660	570	670	710	820	1020
Pressure drop Max (3)	kPa	11	5	8	5	5	7	10	6	5	17	13
Output supplementary coil (2)												
Speed 1 (2)	kW	1,48	1,48	-	2,12	2,12	-	2,48	2,48	-	3,48	3,48
Speed 2 (2)	kW	1,37	1,37	-	1,82	1,82	-	2,24	2,24	-	3,13	3,13
Speed 3 (2)	kW	1,26	1,26	-	1,74	1,74	-	2,02	2,02	-	2,78	2,78
Speed 4 (2)	kW	1,15	1,15	-	1,57	1,57	-	1,82	1,82	-	2,46	2,46
Speed 5 (2)	kW	0,95	0,95	-	1,30	1,30	-	1,50	1,50	-	1,92	1,92
Speed 6 (2)	kW	0,87	0,87	-	1,20	1,20	-	1,39	1,39	-	1,72	1,72
Water flow Max (2)	l/h	130	130	-	190	190	-	220	220	-	310	310
Pressure drop Max (2)	kPa	2	2	-	4	4	-	7	7	-	13	13
Sound pressure level (4)												
Speed 1 (4)	dB(A)	46	46	47	48	48	49	48	48	49	51	51
Speed 2 (4)	dB(A)	41	41	42	44	44	45	44	44	45	47	47
Speed 3 (4)	dB(A)	38	38	39	40	40	41	40	40	41	43	43
Speed 4 (4)	dB(A)	35	35	36	37	37	38	37	37	38	41	41
Speed 5 (4)	dB(A)	30	30	31	30	30	31	31	31	32	33	33
Speed 6 (4)	dB(A)	28	28	29	29	29	30	29	29	30	30	30
Water content	l	0,50	0,70	0,70	0,70	1	1	1	1,40	1,40	1	1,40
Fan	1 C	1 C	1 C	1 C	1 C	1 C	1 C	1 C	1 C	1 C	2 C	2 C
Water IN connection	inch	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F
Water OUT connection	inch											
Max absorbed power	W	66	66	66	77	77	77	93	93	93	130	130
Max absorbed current	A	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,41	0,41	0,41	0,57	0,57
Electrical power supply	V-Ph-Hz	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50
DIMENSION												
With Cabinet												
L	(mm)	732	732	732	922	922	922	1112	1112	1112	1112	1112
H	(mm)	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541
P	(mm)	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233
Weight	kg	18	18	18	22	22	22	26	26	26	26	26

Modelli		440	520	530	540	620	630	640	720	730	740
Air flow rate											
Speed 1	m ³ /h	790	950	915	890	940	925	900	1360	1310	1260
Speed 2	m ³ /h	660	815	780	750	810	790	770	1150	1090	1070
Speed 3	m ³ /h	454	710	680	655	710	685	670	970	920	880
Speed 4	m ³ /h	455	610	585	560	600	580	560	790	740	700
Speed 5	m ³ /h	300	460	440	420	460	445	440	640	580	570
Speed 6	m ³ /h	260	400	390	380	410	400	390	480	440	430
Total output cooling capacity (1)											
Speed 1 (1)	kW	5.57	4.66	5.75	6.54	5.18	6.92	7.47	6.59	8.94	9.64
Speed 2 (1)	kW	4.87	4.21	5.13	5.80	4.68	6.16	6.57	5.92	7.81	8.54
Speed 3 (1)	kW	4.22	3.84	4.65	5.26	4.26	5.53	5.84	5.29	6.89	7.30
Speed 4 (1)	kW	3.65	3.45	4.15	4.63	3.77	4.88	5.06	4.60	5.87	6.02
Speed 5 (1)	kW	2.56	2.81	3.36	3.66	3.09	3.90	4.14	3.96	4.88	5.13
Speed 6 (1)	kW	2.28	2.52	3.05	3.38	2.83	3.58	3.71	3.20	3.87	4.03
Sensible output cooling capacity (1)											
Speed 1 (1)	kW	4.20	3.95	4.50	4.86	4.23	5.13	5.40	5.61	6.81	7.12
Speed 2 (1)	kW	3.62	3.51	3.96	4.27	3.76	4.52	4.72	4.94	5.86	6.24
Speed 3 (1)	kW	3.10	3.15	3.54	3.84	3.38	4.03	4.17	4.33	5.11	5.26
Speed 4 (1)	kW	2.66	2.79	3.12	3.35	2.95	3.53	3.59	3.66	4.30	4.31
Speed 5 (1)	kW	1.84	2.22	2.48	2.61	2.37	2.78	2.82	3.11	3.53	3.63
Speed 6 (1)	kW	1.63	1.97	2.24	2.40	2.15	2.54	2.50	2.45	2.75	2.82
Max Water flow (1)	l/h	960	800	990	1120	890	1190	1280	1130	1530	1650
Max Pressure drop (1)	kPa	11	11	22	18	16	18	14	24	27	23
Total output heating capacity (2)											
Speed 1 (2)	kW	10.7	9.92	11.2	12.3	10.8	13.1	13.5	13.7	17.4	18
Speed 2 (2)	kW	9.18	8.66	9.88	10.7	9.61	11.4	11.8	12.2	15	15.7
Speed 3 (2)	kW	7.81	7.98	8.85	9.56	8.88	10.1	10.4	10.7	13	13.3
Speed 4 (2)	kW	6.69	7.11	7.83	8.34	7.61	8.88	8.85	9.16	10.8	10.8
Speed 5 (2)	kW	4.63	5.70	6.18	6.47	6.15	6.91	7.09	7.78	8.88	8.89
Speed 6 (2)	kW	4.07	5.09	5.58	5.91	5.59	6.28	6.33	6.18	6.84	6.84
Max Water flow (2)	l/h	930	870	980	1080	960	1150	1190	1210	1530	1580
Max Pressure drop (2)	kPa	10	10	19	15	14	11	12	21	22	19
Total output heating capacity (3)											
Speed 1 (3)	kW	6.46	6.04	6.81	7.44	6.67	7.93	8.25	8.37	10.6	11
Speed 2 (3)	kW	5.57	5.39	6	6.50	5.93	6.93	7.19	7.40	9.10	9.55
Speed 3 (3)	kW	4.73	4.66	5.37	5.79	5.33	6.12	6.35	6.52	7.89	8.05
Speed 4 (3)	kW	4.05	4.32	4.75	5.05	4.73	5.37	5.33	5.57	6.55	6.57
Speed 5 (3)	kW	2.80	3.46	3.75	3.91	3.77	4.18	4.19	4.73	5.37	5.42
Speed 6 (3)	kW	2.46	3.09	3.38	3.57	3.36	3.79	3.72	3.75	4.13	4.10
Water flow Max (3)	l/h	1130	1050	1190	1300	1160	1380	1440	1460	1850	1920
Pressure drop Max (3)	kPa	10	10	20	16	14	16	12	22	24	21
Output supplementary coil (2)											
Speed 1 (2)	kW	-	4.11	4.11	-	4.52	4.52	-	5.62	5.62	-
Speed 2 (2)	kW	-	3.71	3.71	-	4.09	4.09	-	5.02	5.02	-
Speed 3 (2)	kW	-	3.40	3.40	-	3.72	3.72	-	4.51	4.51	-
Speed 4 (2)	kW	-	3.09	3.09	-	3.37	3.37	-	3.92	3.92	-
Speed 5 (2)	kW	-	2.55	2.55	-	2.78	2.78	-	3.37	3.37	-
Speed 6 (2)	kW	-	2.35	2.35	-	2.59	2.59	-	2.76	2.76	-
Water flow Max (2)	l/h	-	360	360	-	400	400	-	490	490	-
Pressure drop Max (2)	kPa	-	20	20	-	24	24	-	35	35	-
Sound pressure level (4)											
Speed 1 (4)	dB(A)	52	51	51	52	52	52	53	54	54	55
Speed 2 (4)	dB(A)	46	47	47	48	48	48	49	49	49	50
Speed 3 (4)	dB(A)	44	44	44	45	45	45	46	46	46	47
Speed 4 (4)	dB(A)	42	40	40	42	41	41	42	41	41	42
Speed 5 (4)	dB(A)	34	33	33	34	35	35	36	36	36	37
Speed 6 (4)	dB(A)	31	30	30	31	33	33	34	33	33	34
Water content	l	1	1.20	1.80	1.40	1.50	2.20	2.20	1.50	2.20	2.20
Fan	2 C	2 C	2 C	2 C	2 C	2 C	2 C	2 C	3 C	3 C	3 C
Water In connection	inch	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F	1/2" G F
Water OUT connection	inch										
Max absorbed power	W	130	160	160	160	165	165	165	245	245	245
Max absorbed current	A	0.57	0.60	0.60	0.60	0.73	0.73	0.73	1.10	1.10	1.10
Electrical power supply	V/Ph-Hz	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50
DIMENSION											
With Cabinet											
L	(mm)	1112	1302	1302	1302	1492	1492	1492	1492	1492	1492
H	(mm)	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541
P	(mm)	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233
Weight	kg	28	32	32	32	38	38	38	43	43	43

Notes

- 1 Operation in cooling mode: room temperature 27°C db./19°C w.b., chilled water at inlet 7°C and at outlet 12°C
- 2 Operation in heating mode: room temperature 20°C d.b., hot water at inlet 70°C and at outlet 60°C
- 3 Operation in heating mode: room temperature 20°C d.b., hot water at inlet 50°C, with identical flow rate that in the cooling mode
- 4 Sound pressure in semi-anechoic room at 1 m from fan front and 1 m from the ground



Έργο	ΤΕΠ ΙΑΤΡΩΝ ΚΕΝΤΡΙΟ 5
ΜΙΣΘΗΤΙΚΑ ΣΥΜΒΑΣΗ	ΜΑΔΙΑ ΑΝΤΙΑ ΧΑΛΑ ΑΠΕΛΑΚΗ
Τίτλος	ΚΑΤΟΧΗ ΠΡΟΤΥΠΟ ΑΙΘΡΕΣ Ζ
	Κλίμακα 1:100

