ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΣΕΡΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ :ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ Γ΄ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΕΙ ΣΕΡΡΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΣΟΦΙΑΝΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:
ΑΛΕΞΑΝΔΡΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ - ΝΙΖΑΜΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Ελληνική Νομοθεσία……..…..1
2. Ενεργειακή Επιθεώρηση……..…..…11
2.1 Ορισμός……..…..…..…....11
2.2 Τύποι ενεργειακών επιθεωρήσεων……...…12
2.3 Περιγραφή της γενικής διαδικασίας μιας ενεργειακής επιθεώρησης …….....13
2.4 Σχεδιασμός ενεργειακής επιθεώρησης……16
2.5 Προκαταρτική επιθεώρηση……...…..……...17
3. Θερμομόνωση……...……20
3.1 Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας……..……..…...22
3.2 Θερμομονωτικά υλικά…..……..…..30
4. Θερμογέφυρες……..…33
4.1 Μόνωση θερμογεφυρών ……..……..…...38
5. Θέρμανση…….……..…..41
5.1 Βαθμός απόδοσης λέβητα……..…..42
5.2 Γενικός κανόνας για ρύθμιση λειτουργείς του λέβητα……..…..……..43
5.3 Δείκτης απόδοσης του συστήματος ……..……44
5.4 Θερμικές απώλειες κάθε θερμαινόμενου χώρου……...……....44
5.5 Θερμικές απώλειες λόγο αγωγιμότητας……..…45
5.6 Συντελεστής προσαύξησης των θερμικών απωλειών λόγο αγωγιμότητας ……..……45
5.7 Θερμικές απώλειες λόγο ανανέωσης του αέρα……..……..…47
5.8 Καυστήρας ……....……...…..47
5.9 Κυκλοφορητές ……...……..…...48
5.10 Λέβητας ……48
6. Φωτισμός……51
6.1 Ονοματολογία λαμπτήρων φωτισμού……52
6.2 Ballast……...…53
7. Ανάλυση επεμβάσεων στο κτιριακό συγκρότημα……..……..56
8. Όργανα μετρήσεων……68
9. Παραρτήματα-Σχεδία……79

Πρόλογος

Στη μέχρι σήμερα πορεία της ανθρωπότητας, η ανάπτυξη εμφανίζεται άμεσα εξαρτημένη από τις εξελίξεις στον τομέα της ενέργειας. Η οικονομική ανάπτυξη και το βιοτικό επίπεδο μιας χώρας συνδέεται με την κατανάλωση ενέργειας, τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της οποίας αποτελούν αποφασιστικό παράγοντα για την προώθηση των αναπτυξιακών επιλογών.

Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων είναι βασική προτεραιότητα των περισσοτέρων κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ένας από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας στην Ευρώπη είναι ο κτιριακός τομέας, καλύπτοντας το 40% της παραγόμενης ενέργειας και στην Ελλάδα περίπου 34%.

Η καύση υγρών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο, σε κεντρικές μονάδες θέρμανσης, η χρησιμοποίηση ηλεκτρικής ενέργειας για κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, μικρά και αυτόνομα κλιματιστικά, και τον φωτισμό, επιδεινώνουν το ενεργειακό πρόβλημα και επιβαρύνουν την ατμοσφαιρική ρύπανση. Η ένταση των προβλημάτων του εξωτερικού περιβάλλοντος έχει διαμορφώσει ένα πλαίσιο προβλημάτων και για το κτίριο. Ενδεικτικό της συντονισμένης προσπάθειας των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η ψήφιση της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/EC, σύμφωνα με την οποία τα κράτη μέλη καλούνται να θεσμοθετήσουν μεθοδολογίες υπολογισμού της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, καθώς και πρακτικές ενεργειακής πιστοποίησης με θέσπιση ανωτάτων ορίων ενεργειακής κατανάλωσης ανά κατηγορία κτιρίων και των σχετικών πιστοποιητικών που θα είναι απαραίτητα σε κάθε αγοραπωλησία ή ενοικίαση.

Η σημαντική έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί κατά τα τελευταία χρόνια έχει επιτρέψει την ανάπτυξη επιστημονικών μεθόδων, τεχνικών και τεχνολογιών που εξασφαλίζουν αφενός βέλτιστο εσωτερικό περιβάλλον και αφετέρου μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στους τομείς της ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας. Όσον αφορά τα κτίρια η προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας που γίνεται έχει σαν σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης θερμικής, ηλεκτρικής, ψυκτικής και εν γένει οιασδήποτε άλλης μορφής ενέργειας με άμεσο αποτέλεσμα τη μείωση των λειτουργικών εξόδων. Η εξοικονόμηση αυτή της ενέργειας οδηγεί ταυτόχρονα και στην ελάττωση της εκπομπής ρύπων προς το περιβάλλων γεγονός πολύ σημαντικό στις μέρες μας. Έχει δε υπολογιστεί ότι με την καύση ενός τόνου ισοδύναμου πετρελαίου υγρού καυσίμου εκπέμπονται τουλάχιστον τρεις τόνοι CO2 στο περιβάλλον με αποτέλεσμα την όξυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Κατά συνέπεια τα μέτρα και εν γένει η τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας, είναι από τις βασικές επεμβάσεις οι οποίες υποστηρίζουν τη διατήρηση καθαρού περιβάλλοντος συμβάλλοντας στην προστασία της δημόσιας υγείας ενώ συγχρόνως μειώνονται τα λειτουργικά έξοδα του κτιρίου.

Γι’ αυτό το λόγο, το θέμα της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων έχει τεθεί σε υψηλή προτεραιότητα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. 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.

Τρεις είναι λοιπόν οι βασικότεροι παράγοντες που συνηγορούν στην εξασφάλιση εξοικονόμησης ενέργειας :

α) Η ενεργειακή συνείδηση.

β) Η σωστή οργάνωση και ορθή διαχείριση.

γ) Η αποδοχή των νέων τεχνολογιών.

1. Η Ελληνική Νομοθεσία

Στην Ελλάδα ακολουθείται η πολιτική της δημόσιας ενίσχυσης των επενδύσεων που αφορούν στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε όλους τους τομείς της εθνικής οικονομίας. Έτσι, στο πλαίσιο της πολιτικής δημόσιας ενίσχυσης έργων, εκατοντάδες ελληνικές επιχειρήσεις όλων των τομέων της οικονομίας επιδοτούνται από τα μέσα της δεκαετίας του 1990, είτε στο πλαίσιο των Αναπτυξιακών Νόμων που έχουν εκδοθεί από το Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών, είτε μέσω συγκεκριμένων μέτρων των Επιχειρησιακών Προγραμμάτων Ενέργεια και Ανταγωνιστικότητα του Υπουργείου Ανάπτυξης στο πλαίσιο του Β' και Γ' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης αντίστοιχα, για την εκτέλεση έργων βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητάς τους.

Ακόμη, η στρατηγική επιλογή της Ελλάδας να υποκαταστήσει την κατανάλωση υγρών και στερεών καυσίμων σε μεγάλο βαθμό με αέρια καύσιμα και πιο συγκεκριμένα με το φυσικό αέριο υποστηρίζεται με σημαντικές νομοθετικές παρεμβάσεις όπως οι κάτωθι:

- Ο νόμος για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη της Αττικής, σύμφωνα με τον οποίο όλες οι βιομηχανίες εντός της Αττικής στις οποίες είναι εφικτή η σύνδεση τους με τα δίκτυα φυσικού αερίου οφείλουν να συνδεθούν με αυτά.
- Η Υπουργική Απόφαση για την υποχρεωτική σύνδεση των κτιρίων του δημόσιου τομέα με τα δίκτυα φυσικού αερίου.

Επιπλέον, η Ελλάδα έχει δεσμευθεί από τις αρχές της δεκαετίας του ’90 για την προώθηση σχετικών θεσμικών, διοικητικών και οργανωτικών μέτρων, καθώς και των ενεργειακά αποδοτικών και περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών, μέσω της συμμετοχής της σε συμφωνίες και διακηρύξεις, όπως η Συνθήκη-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής. Επίσης ενισχύονται πρωτοβουλίες συμμετοχής ελληνικών φορέων στα διάφορα ερευνητικά και μη προγράμματα της ΕΕ (Προγράμματα - Πλαίσιο για την Έρευνα, Προγράμματα THERMIE, SAVE, ALTENER,. κ.α.). Η εφαρμογή των παραπάνω συμφωνιών και προγραμμάτων αναμένεται να αποφέρει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς και τα οφέλη που αυτή συνεπάγεται (The Chartered Institution Building Services Engineers, 1991).

Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες να διαμορφωθεί το κατάλληλο πλαίσιο για την ανάπτυξη ενός μηχανισμού ελέγχου και περιορισμού της ενεργειακής κατανάλωσης παράλληλα με την εξάπλωση της χρήσης των ΑΠΕ ούτως ώστε να μειωθούν σημαντικά οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα με αποτέλεσμα πολλαπλά οφέλη για την κοινωνία μας αλλά και τον πλανήτη ολόκληρο.

Πρόσφατα, όσον αφορά τον κτιριακό τομέα η Ελληνική Νομοθεσία εναρμονίστηκε με την Ευρωπαϊκή, και συγκεκριμένα με την Οδηγία 2002/91 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων» με τον Νόμο 3661-«Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων».

Ο Νόμος 3661 ενσωματώνει όλες τις διατάξεις της Οδηγίας, προβλέπει την έκδοση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων και διακρίνει πέντε βασικές θεματικές ενότητες, οι οποίες αφορούν στον καθορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης και στη μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης νέων και υφιστάμενων κτιρίων, στην έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, στις επιθεωρήσεις των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού και στην πρόβλεψη ειδικευμένων και διαπιστευμένων ενεργειακών επιθεωρητών.

Για την εφαρμογή του Νόμου, δημιουργείται και ο Κανονισμός για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) ο οποίος περιέχει λεπτομερείς οδηγίες για την διαδικασία διενέργειας των απαιτούμενων ενεργειακών επιθεωρήσεων και την μελέτη ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων από τον οποίο θα παρουσιάσουμε τα βασικότερα σημεία.

- Μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίου: εκπονείται κατά την αρχική φάση σχεδιασμού του κτιρίου και συνδέεται άμεσα και με την αρχιτεκτονική μελέτη και με τη μελέτη Η/Μ εγκαταστάσεων, διασφαλίζοντας έτσι την ορθότητα και τη συμβατότητα των μελετών, τη μείωση των πιθανοτήτων αστοχίας της κατασκευής και τη βελτιωμένη ενεργειακή και περιβαλλοντική απόδοση. Εκπονείται τόσο για νέα όσο και για υφιστάμενα ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια άνω των 1000 τ.μ.

Ο ενεργειακός σχεδιασμός του *κτιριακού κελύφους* θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη: τη θέση και τον προσανατολισμό του κτιρίου, τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών του στοιχείων, την αεροστεγανότητα, το φυσικό αερισμό και εξαερισμό, τα παθητικά ηλιακά συστήματα και την ηλιακή προστασία, τις επιδιωκόμενες εσωτερικές κλιματικές συνθήκες.

Ο ενεργειακός σχεδιασμός των *Η/Μ εγκαταστάσεων* αφορά: στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, λαμβάνοντας υπόψη τις κλιματικές συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος του κτιρίου, στο σύστημα παραγωγής ΖΝΧ και στο σύστημα τεχνητού φωτισμού.

- Ορισμός απαιτήσεων ενεργειακής αποδοτικότητας: Ο ΚΕΝΑΚ θεσπίζει τις απαιτήσεις ενεργειακής αποδοτικότητας, ορίζει δηλαδή τις επιτρεπόμενες τιμές διαφόρων συντελεστών και συγκεκριμένα: τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστών θερμικής διαπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες και τις κατηγορίες ενεργειακών ορίων, από το Α έως το Η, συναρτήσει: α) του δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού αποθέματος (Rs), οποίος αντιστοιχεί στην ενεργειακή κατανάλωση του 50% του κτιριακού αποθέματος, β) του δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κανονισμού (Rr), δηλαδή τη μέγιστη επιτρεπόμενη, από τον κανονισμό, ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων.

Οι δείκτες Rr και Rs αφορούν στο σύνολο των ενεργειακών απαιτήσεων (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης). Και οι δύο δείκτες είναι εκφρασμένοι σε kWh/(m2*έτος).

Βάσει του προτύπου, το μέγιστο όριο της κατηγορίας Β είναι ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κανονισμού (Rr), ενώ το μέγιστο όριο της κατηγορίας Δ είναι ο δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού αποθέματος (Rs).

- <u>Ενεργειακή Επιθεώρηση κτιρίου</u>: Η ενεργειακή επιθεώρηση αποσκοπεί:

    1) Στη διαπίστωση των ενεργειακών απαιτήσεων του κτιρίου για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ΖΝΧ

    2) Στην κατάταξή του σε κατηγορία, ανάλογα με την απόδοση του

    3) Στην έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης

    4) Στην παροχή διαπιστώσεων/υποδείξεων προς τον χρήστη/ιδιοκτήτη για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και την εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο ΚΕΝΑΚ περιγράφει αναλυτικά τα στάδια της όλης διαδικασίας τα οποία ονομαστικά είναι:

1) Ανάθεση Επιθεώρησης

2) Καταχώρηση ενεργειακής επιθεώρησης στην βάση δεδομένων ενεργειακών επιθεωρήσεων του ΥΠΑΝ

3) Συλλογή στοιχείων- Προετοιμασία Επιθεώρησης

4) Επίσκεψη στο κτίριο-προετοιμασία επιθεώρησης

5) Επίσκεψη στο κτίριο-διενέργεια επιθεώρησης

    - ✓ Καταγραφή γεωμετρικών χαρακτηριστικών
    - ✓ Καταγραφή θερμικών χαρακτηριστικών
    - ✓ Εντοπισμός θερμογεφυρών

- ✓ Καταγραφή στοιχείων διείσδυσης/απώλειας θερμότητας
- ✓ Μετρητικός εξοπλισμός

Επεξεργασία στοιχείων-Βαθμολόγηση κτιρίου-Έκδοση πιστοποιητικού Ενεργειακής απόδοσης.

- Ενεργειακή επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης: Στον ΚΕΝΑΚ ορίζονται τα όρια εκπομπών λεβήτων για νέες και υφιστάμενες εγκαταστάσεις, η συχνότητα επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και, τέλος, τα στάδια ελέγχου του λέβητα και του συστήματος θέρμανσης τα οποία είναι:
  - Επιθεώρηση νέας εγκατάστασης
  - Περιοδική επιθεώρηση υφιστάμενης εγκατάστασης
  - Επιθεώρηση σε εγκαταστάσεις θέρμανσης με λέβητες παλαιότερους των 15 ετών

Η διαδικασία της επιθεώρησης περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

- Ανάθεση επιθεώρησης
- Καταχώρηση της επικείμενης επιθεώρησης στη βάση ενεργειακών επιθεωρήσεων του ΥΠΑΝ
- Επίσκεψη στο κτίριο-Διενέργεια επιθεώρησης
- Επεξεργασία των στοιχείων-Αξιολόγηση της ενεργειακής επιθεώρησης λέβητα/ εγκατάστασης θέρμανσης

Στις περιπτώσεις που ο λέβητας ή το σύστημα θέρμανσης βρίσκεται εκτός των θεσμοθετημένων ορίων, έπειτα από την επιθεώρηση που θα διενεργηθεί, θα πρέπει να γίνει επανέλεγχος της συγκεκριμένης εγκατάστασης από τον ίδιο ή άλλο επιθεωρητή. Σε εύλογο χρονικό διάστημα, θα πρέπει ο ιδιοκτήτης ή ο διαχειριστής να έχει φροντίσει για την ρύθμιση ή την αντικατάσταση της εγκατάστασης ώστε ο νέος έλεγχος να εξακριβώσει αν το σύστημα λειτουργεί εντός ορίων. Οποιοδήποτε και αν είναι το αποτέλεσμα την νέας επιθεώρησης, το κόστος αυτής επιβαρύνει τον ιδιοκτήτη ή τον διαχειριστή.

- Ενεργειακή Επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού: Η επιθεώρηση της εγκατάστασης κλιματισμού (με κλιματιστικά συνολικής ισχύος άνω των 12 kW) ενός νέου κτιρίου ή ενός ριζικά ανακαινιζόμενου, γίνεται μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής. Κατά την επιθεώρηση καταγράφονται τα χαρακτηριστικά του συστήματος κλιματισμού που έχει εγκατασταθεί, συγκρίνονται με αυτά που περιγράφονται στη μελέτη και με τις τιμές του πρότυπου συστήματος. Στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης περιλαμβάνονται υποδείξεις προς τον ιδιοκτήτη διαχειριστή του κτιρίου για τη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος κλιματισμού. Μαζί με το σύστημα κλιματισμού, εξετάζεται περιοδικά και το σύστημα αερισμού, που στην Ελλάδα θεωρείται τμήμα του πρώτου. Για το λόγο αυτό, στη διαδικασία επιθεώρησης του συστήματος κλιματισμού περιλαμβάνεται και η επιθεώρηση του συστήματος αερισμού και των κλιματιστικών μονάδων που υπάρχουν στο κτίριο. Επομένως, η αναφορά στο σύστημα κλιματισμού περιλαμβάνει τόσο τον κλιματισμό όσο και τον αερισμό.

Η ενεργειακή επιθεώρηση συστημάτων κλιματισμού σε υφιστάμενες εγκαταστάσεις (συνολικής ψυκτικής ισχύος άνω των 12 kW) διενεργείται μετά το πέρας της 5ετίας από την εγκατάσταση του συστήματος ή από την προηγούμενη επιθεώρησή του. Κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης συμπληρώνεται τυποποιημένο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης. Σε αυτό θα καταγράφονται τα χαρακτηριστικά του συστήματος, τυχόν μετρήσεις και θα συγκρίνονται με τις τιμές του αντίστοιχου πρότυπου συστήματος. Ο επιθεωρητής σημειώνει στο έντυπο επιθεώρησης πιθανές προτάσεις για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης κλιματισμού.

Τα βήματα της ενεργειακής επιθεώρησης εγκαταστάσεων κλιματισμού συνοπτικά είναι:

- ✓ Ανάθεση επιθεώρησης
- ✓ Καταχώρηση της επικείμενης επιθεώρησης στη Βάση Δεδομένων Ενεργειακών Επιθεωρήσεων του ΥΠΑΝ
- ✓ Επίσκεψη στο κτίριο – Διενέργεια επιθεώρησης
- ✓ Επεξεργασία στοιχείων – Αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος κλιματισμού

- <u>Ενεργειακή Επιθεώρηση Συστήματος Φωτισμού</u>: Αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της ενεργειακής πιστοποίησης του κτιρίου. Για τον ορθό σχεδιασμό και τη βέλτιστη ενεργειακή απόδοση των συστημάτων τεχνητού φωτισμού, στον ΚΕΝΑΚ δίνεται πίνακας ελαχίστων απαιτήσεων, για κτίρια εκτός κατοικιών, που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την κατασκευή ή την ανακαίνιση ενός κτιρίου.

Κατά τα διάρκεια της επιθεώρησης του συστήματος φωτισμού ο επιθεωρητής καταγράφει:

- ✓ Γενικά στοιχεία του κτιρίου και συγκεκριμένα τη χρήση του κτιρίου, τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη, τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου, την παλαιότητα του συστήματος φωτισμού κλπ.
- ✓ Αναλυτικά στοιχεία του συστήματος φωτισμού και συγκεκριμένα, τον τύπο και αριθμό φωτιστικών σωμάτων και των στραγγαλιστικών διατάξεων, τον τύπο και τον αριθμό των λαμπτήρων, τις διατάξεις και τα συστήματα ελέγχου, κλπ.

Όσον αφορά την ηλεκτρική κατανάλωση των λαμπτήρων, δεν είναι εύκολο να καταγραφεί γι' αυτό και ο ενεργειακός επιθεωρητής καταφεύγει στους καταλόγους των κατασκευαστών για να συλλέξει αυτά τα δεδομένα. Τα δεδομένα που συλλέγονται θα πρέπει να δίνουν την δυνατότητα να υπολογισθεί η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για φωτισμό (σε kW) και η ετήσια ηλεκτρική κατανάλωση για φωτισμό (σε kWh/yr) στο κτίριο.

Μετά την επιτόπια επιθεώρηση, ο Επιθεωρητής προσδιορίζει τα πεδία που μπορούν να βελτιωθούν, συντάσσει έκθεση Ενεργειακής Επιθεώρησης με τα αποτελέσματα της επιθεώρησης και προτάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Η έκθεση αποτελείται από το συμπληρωμένο έντυπο καταγραφής στοιχείων, περιλαμβανομένων των συστάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο νόμος 3661 προβλέπει την ύπαρξη εξειδικευμένων και διαπιστευμένων ενεργειακών επιθεωρητών. Για το σκοπό αυτό έχει δημιουργηθεί το σχέδιο προεδρικού διατάγματος που αναμένεται να ψηφιστεί και στο οποίο καθορίζονται: τα προσόντα των επιθεωρητών κτιρίων και των επιθεωρητών λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων, οι κανόνες και οι αρχές που διέπουν την εκτέλεση του έργου τους, η διαδικασία διαπίστευσής τους και χορήγησης αντίστοιχης άδειας, οι ιδιότητες που είναι ασυμβίβαστες με το έργο τους, τα ζητήματα που αφορούν στην εγγραφή τους σε αντίστοιχα μητρώα, η αμοιβή τους και ο τρόπος καθορισμού της.

2. Ενεργειακή Επιθεώρηση

2.1 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. 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 την εξασφάλιση των στόχων της Ενεργειακής Διαχείρισης.

Σε μια 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)

Τονίζεται ότι η ενεργειακή επιθεώρηση δεν είναι μια συνεχόμενη δράση αλλά επαναλαμβάνεται περιοδικά.

2.2 Τύποι ενεργειακών επιθεωρήσεων (Συνοπτική, Εκτενής)

Αναλόγως της πληρότητας των συλλεγόμενων στοιχείων, οι ενεργειακές επιθεωρήσεις διακρίνονται σε δύο τύπους, τις Συνοπτικές και τις Εκτενείς.

Στις **συνοπτικές** ενεργειακές επιθεωρήσεις αποτιμάται η ενεργειακή κατανάλωση και τα σχετικά κόστη με βάση τους ενεργειακούς λογαριασμούς-τιμολόγια και μμιας σύντομης αυτοψίας του χώρου. Καθορίζονται αρχικά κάποια μέτρα νοικοκυρέματος ή/και μέτρα ελάχιστου κόστους με βραχυπρόθεσμη αποπληρωμή, καθώς επίσης προτείνεται ένας κατάλογος με άλλες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, οι οποίες συχνά απαιτούν σημαντικές επενδύσεις κεφαλαίου, στη βάση του κόστους - οφέλους.

Οι **εκτενείς** διαγνωστικές ενεργειακές επιθεωρήσεις απαιτούν την λεπτομερέστερη καταγραφή και ανάλυση των στοιχείων ενεργειακής κατανάλωσης και άλλων συναφών στοιχείων της επιθεωρούμενης μονάδας. Η ενεργειακή κατανάλωση αναλύεται στις επιμέρους τελικές χρήσεις της (π.χ. θέρμανση, ψύξη, διάφορες διεργασίες, φωτισμός, κ.λπ.) και παρουσιάζονται και αναλύονται οι διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν αυτές τις τελικές χρήσεις (π.χ. παραγωγική ικανότητα ή ικανότητα παροχής υπηρεσιών, κλιματικές συνθήκες, χαρακτηριστικά πρώτων υλών, κ.λπ.).

Με αυτόν το τρόπο, προσδιορίζονται τόσο τα συνολικά οφέλη όσο και το αναλογούν κόστος των πιθανών επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας που ικανοποιούν τα κριτήρια και τις απαιτήσεις των διαχειριστών της μονάδας. Παράλληλα, συντάσσεται ένας κατάλογος με τις δυνατές επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που απαιτούν την επένδυση σημαντικού κεφαλαίου για να πραγματοποιηθούν, αλλά και πληρέστερη συλλογή και επεξεργασία σχετικών στοιχείων, μαζί με μια αναλυτική εκτόνωση οφέλους-κόστους γι' αυτές.

2.3 Περιγραφή της γενικής διαδικασίας μιας ενεργειακής επιθεώρησης

Η ενεργειακή επιθεώρηση βασίζεται στη δυνατότητα διακριτής εξέτασης των επιμέρους ενεργειακών εγκαταστάσεων-συστημάτων, αλλά και του κτιριακού κελύφους. Η πλήρης διαδικασία περιλαμβάνει τα ακόλουθα τρία στάδια καταγραφής και διάγνωσης (Μαλαματένιος, Οδηγός Ενεργειακής Επιθεώρησης, Μέρος 1: Μεθοδολογία και Τεχνικές, 2000):

1ο Στάδιο*: Σχεδιασμός ενεργειακής επιθεώρησης - Συλλογή πρωτογενών στοιχείων και προκαταρκτική ανάλυση ενεργειακών δεδομένων*

Στο στάδιο αυτό θα πρέπει αρχικά να συλλεχθούν πληροφορίες και δεδομένα σχετικά με την υφιστάμενη και παρελθούσα ενεργειακή εικόνα, την κατασκευή και τη χρήση της κάθε επιχειρησιακής μονάδας. Τα δεδομένα αυτά μμπορούν να συλλεχθούν με τη βοήθεια ενός δομημένου συνοπτικού εντύπου-ερωτηματολογίου, το οποίο συμπληρώνεται μετά την πρώτη επαφή του Υπεύθυνου για την εκτέλεση της ενεργειακής επιθεώρησης με τη διοικητική αρχή της επιχειρησιακής μονάδας, για την ανάθεση της εκτέλεσης

της επιθεώρησης. Βάση για τη συμπλήρωση του εντύπου αυτού αποτελούν οι πληροφορίες που προέρχονται από τους τεχνικούς και διοικητικούς υπεύθυνους της επιχειρησιακής μονάδας, καθώς και τα υπάρχοντα σχετικά στοιχεία (λογαριασμοί και τιμολόγια καυσίμων, σχέδια, μελέτες και κατάλογοι αρχείου, καταγραφές μετρήσεων και ενδείξεων κ.λπ.).

Η προκαταρκτική ανάλυση των συλλεχθέντων δεδομένων θα πρέπει να οδηγήσει στον προσδιορισμό της διαχρονικής τάσης και της μηνιαίας διακύμανσης της συνολικής κατανάλωσης και του κόστους ενέργειας στην εξεταζόμενη επιχειρησιακή μονάδα, τα οποία αρχικά υποδηλώνουν το ενεργειακό του προφίλ. Τα πρώτα αυτά ενεργειακά δεδομένα που συλλέγονται θα πρέπει, επίσης, να οδηγήσουν στην πρώτη προσέγγιση του επιμερισμού της ενεργειακής κατανάλωσης σε κάθε περιοχή και υποσύστημα της επιχειρησιακής μονάδας. Έτσι, τελικά, εκφράζεται για πρώτη φορά το γενικό ενεργειακό ισοζύγιο της μονάδας.

Στο τέλος του σταδίου αυτού, ο Υπεύθυνος για την εκτέλεση της ενεργειακής επιθεώρησης μπορεί να συντάξει ένα πρώτο κατάλογο με τις πιθανές για το συγκεκριμένο κτίριο - μονάδα δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, με βάση και τις απαιτήσεις της ιδιοκτησίας-διαχείρισής του για τυχόν κατηγορίες επεμβάσεων ή εξοπλισμού εξοικονόμησης ενέργειας που πρέπει να εξαιρεθούν.

2ο Στάδιο*:* *Επιτόπια συνοπτική Ενεργειακή Επιθεώρηση*

Το στάδιο αυτό συνίσταται στον επιτόπιο ποιοτικό, κυρίως, έλεγχο του κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτιρίου, καθώς και στην καταγραφή των κατασκευαστικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών των δομικών κατασκευών και του εξοπλισμού των εγκαταστάσεων σε ειδικό έντυπο.

Η καταγραφή αυτή, σε συνδυασμό με ενδεικτικές στιγμιαίες μετρήσεις, βοηθά στον καλύτερο επιμερισμό των ενεργειακών χρήσεων και, επομένως, του ενεργειακού ισοζυγίου του κτιρίου.

Η διαδικασία αυτή, σε συνδυασμό με τις προτάσεις του προηγούμενου σταδίου, συνεπάγεται τον τελικό προσδιορισμό των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας με μέτρα νοικοκυρέματος, καθώς και με επεμβάσεις χαμηλού κόστους και άμεσης εφαρμογής, που δεν απαιτούν ειδική οικονομική αξιολόγηση μέσω σχετικών ενεργειακών μελετών. Επίσης, συνεπάγεται τον προσδιορισμό των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας σε επιμέρους περιοχές και συστήματα, για περαιτέρω διερεύνηση αυτών σε επόμενη φάση από ειδικούς συμβούλους ή από τα ίδια τα στελέχη διαχείρισης της μονάδας, εάν αυτό είναι εφικτό. Αυτές οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας θα πρέπει να χωρισθούν σε τρεις ομάδες, ανάλογα με το ενεργειακό τους δυναμικό για το συγκεκριμένο κτίριο (υψηλό, μέσο, χαμηλό).

<u>3ο Στάδιο</u>*:* *Επιτόπια λεπτομερής Ενεργειακή Επιθεώρηση*

Συνίσταται στη συλλογή (μέσω επιτόπιων αναλυτικών μετρήσεων) και την ανάλυση των απαραίτητων δεδομένων, καθώς και στην πλήρη εξέταση τμημάτων των ενεργειακών συστημάτων του κτιρίου - μονάδας , που θα επιτρέψουν τη σύνταξη του πλήρους τελικού ενεργειακού ισοζυγίου του. Αυτή η διαδικασία θα επιτρέψει, επίσης, την ορθή τεχνοοικονομική αξιολόγηση μιας ή περισσοτέρων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας, με επενδύσεις μέσου και υψηλού αρχικού κόστους, σε συγκεκριμένο ενεργειακό υποσύστημα, μέσω σχετικής ειδικής μελέτης .

Η διαδικασία της Ενεργειακής Επιθεώρησης ολοκληρώνεται με την παρουσίαση όλων των προτάσεων για εξοικονόμηση ενέργειας στο κτίριο ή την μονάδα, υπό τη μορφή μιας συνοπτικής τεχνοοικονομικής έκθεσης, από τον Υπεύθυνο για την εκτέλεσή της προς την διοίκηση-διαχείριση του κτιρίου, του συγκροτήματος ή της μονάδας.

2.4 Σχεδιασμός ενεργειακής επιθεώρησης

Η διενέργεια μιας άρτιας και ολοκληρωμένης ενεργειακής επιθεώρησης προϋποθέτει σωστό σχεδιασμό και προετοιμασία της όλης διαδικασίας. Συγκεκριμένα, πριν την έναρξη των μετρήσεων πρέπει να έχουν προηγηθεί τα παρακάτω βήματα:

- Καθορισμός του αντικειμένου, των στόχων και των κριτηρίων της επιθεώρησης.
- Οριοθέτηση των μονάδων, των εγκαταστάσεων και των κτιρίων του προς επιθεώρηση συστήματος.
- Περιγραφή των καθηκόντων και των σταδίων της επιθεώρησης.
- Χρονικός προγραμματισμός της επιθεώρησης με στόχο την εκμετάλλευση των εποχικών παραγόντων και άλλων προγραμματισμένων δράσεων.
- Εξασφάλιση της δυνατότητας πρόσβασης στις εγκαταστάσεις με την εκ των προτέρων ενημέρωση του προσωπικού ασφαλείας.
- Προσδιορισμός εκείνων των μονάδων ή τμημάτων του φορέα που θεωρούνται υψηλότερης προτεραιότητας.

- Προσδιορισμός των προτύπων και των μεθόδων που θα χρησιμοποιηθούν στην επιθεώρηση. Πρέπει να γίνεται σαφής αναφορά τόσο στα πρότυπα αυτά όσο και στους διάφορους κανονισμούς.
- Καθορισμός των τμημάτων των ατόμων του φορέα που θα συνεργαστούν με τον επιθεωρητή για την διενέργεια της επιθεώρησης.
- Προσδιορισμός μελετών, στοιχείων και πηγών για τη συλλογή των δεδομένων αναφοράς.
- Ανάλυση του χρόνου εκτέλεσης των καθηκόντων της επιθεώρησης.
- Προσδιορισμός των μελών της ομάδας του επιθεωρητή.
- Ικανοποίηση των όποιων απαιτήσεων εμπιστευτικότητας.

2.5 Προκαταρκτική ενεργειακή επιθεώρηση

Τα στοιχεία που αφορούν την κατανάλωση ενέργειας και το παραγωγικό δυναμικό μιας μονάδας, όπου αυτά είναι διαθέσιμα, είναι απαραίτητα για όλες τις επιθεωρήσεις, μέχρι και την πιο απλή. Για τον λόγο αυτό, η συλλογή και ο έλεγχος των στοιχείων κατανάλωσης και παραγωγής θα πρέπει να ξεκινάει από τη στιγμή που αποφασίζεται η επιθεώρηση. Για όσο πιο μεγάλη περίοδο υπάρχουν στοιχεία, τόσο το καλύτερο για τη διαδικασία της επιθεώρησης.

Ακόμα και στις περιπτώσεις διαθεσιμότητας πλήρων αρχείων, όταν για παράδειγμα υπάρχουν μηνιαίοι λογαριασμοί ηλεκτρικού ρεύματος, στην ανάλυση της ενεργειακής χρήσης, των απωλειών ή

και των κερδών μπορεί να βοηθήσουν πολύ και κάποιες εβδομαδιαίες ή ημερήσιες μετρήσεις που λαμβάνονται ανεξάρτητα. Εξάλλου, όταν συντάσσεται ένα ενεργειακό ισοζύγιο, τα λεπτομερή στοιχεία για τις επιμέρους καταναλώσεις βοηθούν στην ποσοτικοποίηση των ενεργειακών ροών, αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό την ακρίβεια του ισοζυγίου.

Όσον αφορά, συγκεκριμένα, στο πρώτο στάδιο της ενεργειακής επιθεώρησης ενός κτιρίου-μονάδας, είναι απαραίτητη η συλλογή προκαταρκτικών δεδομένων που σχετίζονται με την ενεργειακή συμπεριφορά του. Είναι σκόπιμο να συμπληρωθεί ένα έντυπο-ερωτηματολόγιο με τα εξής στοιχεία:

- Γενικές πληροφορίες για το κτίριο (τύπος κτιρίου, έτος κατασκευής, είδος χρήσης και παρεχόμενων υπηρεσιών, ιδιοκτησιακό καθεστώς, υπεύθυνος εκπρόσωπος, πιθανές προσθήκες-ανακαινίσεις στο κέλυφος και τις εγκαταστάσεις του, όγκοι και επιφάνειες χώρων, πλήθος ατόμων προϊόντων και σχετικού εξοπλισμού υποστήριξης υπηρεσιών, καθεστώς λειτουργίας, σκαρίφημα τυπικού ορόφου).
- Στοιχεία κατανάλωσης και κόστους ενέργειας των τελευταίων πέντε (5) ετών (ετήσια εξέλιξη κατανάλωσης καυσίμων και ηλεκτρισμού, μηνιαία διακύμανση καταναλώσεων έτους ελέγχου).
- Καθεστώς ενεργειακής διαχείρισης και τυχόν υπάρχοντα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.

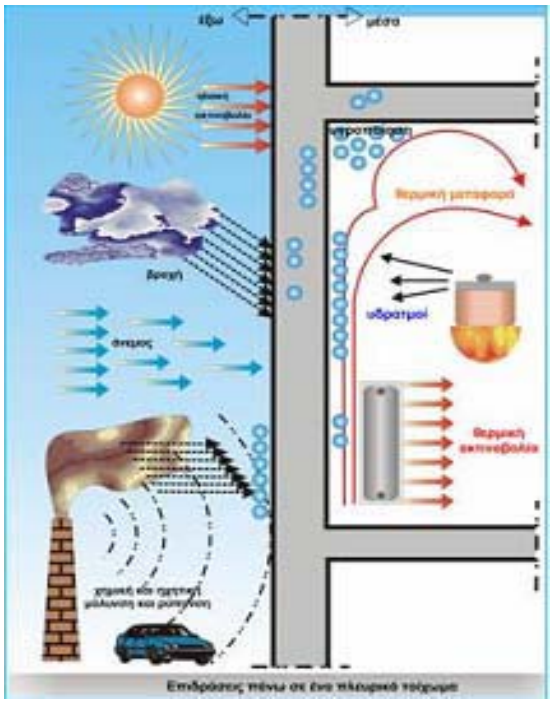
Επιπλέον πρέπει να συλλεχθούν τα ακόλουθα υποστηρικτικά αρχεία:

- Λογαριασμοί και τιμολόγια αγοράς ενέργειας (ηλεκτρικού, καυσίμων) για την περίοδο ελέγχου και για μια περίοδο 3-4 προηγουμένων ετών.
- Σχέδια και μελέτες για το κτίριο και τις Η/Μ εγκαταστάσεις του.
- Κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του βασικού εξοπλισμού.
- Κλιματικά δεδομένα περιόδων ενεργειακής ανάλυσης για την περιοχή.
- Τυχόν υπάρχοντα έγγραφα αρχείου με καταγραφές από υπάρχοντες μετρητές ή θεωρητικές εκτιμήσεις της ενεργειακής κατανάλωσης στο κτίριο.

Η συμπλήρωση του εντύπου και η συλλογή των υποστηρικτικών στοιχείων γίνονται από τον σχετικό υπεύθυνο για το κτίριο-μονάδα σε συνεργασία με τον υπεύθυνο για την εκτέλεση της Ενεργειακής Επιθεώρησης. Επίσης, όλα τα προαναφερθέντα στοιχεία για το κτίριο-μονάδα μπορούν να εισαχθούν σε μία βάση δεδομένων για μελλοντική επεξεργασία, σε περιπτώσεις ενεργειακής ανάλυσης δείγματος ομοειδών κτιρίων ή εγκαταστάσεων.

3. <u>Θερμομόνωση</u>

Η Θερμομόνωση αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη σωστή θερμική συμπεριφορά οποιουδήποτε κτιρίου. Απαιτεί προσεκτική μελέτη και σχεδιασμό έτσι ώστε από την μία πλευρά να μειώνει τις ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ του κτιρίου και του περιβάλλοντος κατά τη χειμερινή περίοδο και από την άλλη πλευρά να μην επιβαρύνει τη θερμική λειτουργία του κατά την καλοκαιρινή περίοδο, επιτρέποντας την αποφόρτιση του κτιρίου από τη συσσωρευμένη θερμότητα.



Οι βασικοί παράμετροι που προσδιορίζουν τη θερμομόνωση είναι οι ακόλουθοι:

1. <u>Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ) οικοδομικών υλικών</u>, η ποσότητα δηλαδή θερμότητας που ρέει σε μία ώρα μέσα από τη στρώση ομοιογενούς υλικού επιφάνειας 1 m^2, όταν η θερμοκρασιακή πτώση κατά τη διεύθυνση ροής της θερμότητας είναι 1^0 *C/ μέτρο*.

2. Αντίσταση θερμοδιαφυγής (1/Λ) των στρωμάτων αέρος ανάλογα με το πάχος τους, η οποία εκφράζει την θερμομονωτική ικανότητα ενός στοιχείου.

3. Συντελεστής θερμοδιαφυγής (Λ): είναι η ποσότητα θερμότητας που διέρχεται σε μια ώρα από επιφάνεια 1 m^2 στρώσης υλικού, όταν μεταξύ των επιφανειών της υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας 1^0C.
4. Συντελεστής θερμοπερατότητας (K): είναι η ποσότητα θερμότητας που μεταδίδεται σε μια ώρα από επιφάνεια 1 m^2 ενός στοιχείου κατασκευής, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα που εφάπτεται στις δύο πλευρές του στοιχείου είναι 1^0C.
5. Αντίσταση θερμοπερατότητας (1/K)
6. Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας κτιρίου (K_m): δίνει τις απώλειες του

   εσωτερικού του κτιρίου ανοιγμένες στη μονάδα της εξωτερικής επιφάνειας που εμφανίζει απώλειες θερμότητας, για διαφορά θερμοκρασίας 1K μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού αέρα.

Το κτιριακό κέλυφος για να θεωρηθεί ότι είναι σωστά θερμομονωμένο θα πρέπει ο υπολογιζόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου για τη ζώνη στην οποία ανήκει το κτίριο και για το δεδομένο λόγο περιβάλλουσας επιφάνειας κτιρίου προς τον όγκο του να είναι μικρότερος από την αντίστοιχη τιμή που δίνεται στον πίνακα 5.

3.1 <u>Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας</u>

<u>Βήμα 1:</u> Υπολογισμός και έλεγχος του συντελεστή θερμοπερατότητας για το κάθε δομικό στοιχείο ξεχωριστά.

Τα χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν τις θερμομονωτικές ιδιότητες των δομικών στοιχείων είναι:

a. Τα υλικά από τα οποία αποτελείται
b. Τα πάχη των διαδοχικών στρώσεων
c. Ο προσανατολισμός του (οριζόντιο ή κατακόρυφο) και
d. Το μέσο με το οποίο βρίσκεται σε επαφή (περιβάλλον, έδαφος στεγασμένος χώρος, κλπ)

Εφόσον υπάρχει διαφοροποίηση έστω και ενός από τα παραπάνω χαρακτηριστικά σε ένα δομικό στοιχείο, τότε θα πρέπει να γίνει ξεχωριστός υπολογισμός του K. Για κάθε δομικό στοιχείο σχεδιάζεται η τομή του και υπολογίζεται ο συντελεστής θερμικής αντίστασης της κάθε στρώσης του από το πάχος της d και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού λ, από το οποίο αποτελείται αυτή. Ο συντελεστής λ δίνεται στον πίνακα 4. Στη συνέχεια υπολογίζεται η αντίσταση θερμοδιαφυγής του στοιχείου, ως το άθροισμα των επί μέρους θερμικών αντιστάσεων και προστίθενται οι δύο συντελεστές θερμικής μετάβασης $1/\alpha_{εσωτ} και 1/\alpha_{εξωτ}$, οι οποίοι δίνονται στον πίνακα 2. Η τιμή αυτή που προκύπτει είναι η αντίσταση θερμοπερατότητας, ενώ η αντίστροφη τιμή της είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου, k. Η τιμή αυτή όμως θα πρέπει να συγκριθεί με την μέγιστη επιτρεπόμενη k_{max} που έχει οριστεί από τον Κανονισμό Θερμομόνωσης και η οποία δίνεται στον πίνακα 2. Αν δεν ισχύει $k < k_{max}$ τότε επανασχεδιάζεται το δομικό στοιχείο.

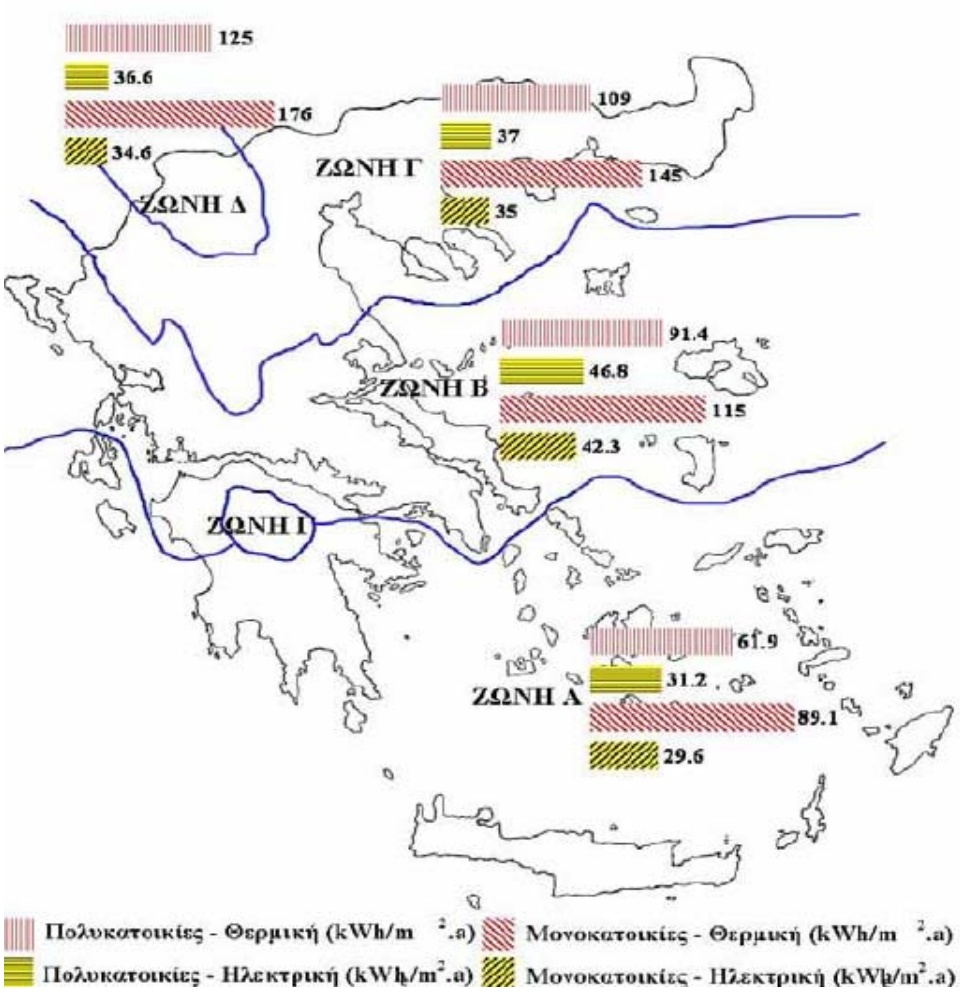
<u>Βήμα 2:</u> Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε ορόφου.

Αρχικά καταγράφονται όλα τα δομικά στοιχεία που συναποτελούν το κατακόρυφο κέλυφος του κάθε ορόφου και υπολογίζεται η επιφάνεια που καταλαμβάνει το κάθε στοιχείο στο κατακόρυφο κέλυφος του έκαστου ορόφου. Η ίδια διαδικασία γίνεται και για τα κουφώματα, με τη διαφορά ότι οι συντελεστές θερμοπερατότητας υπάρχουν έτοιμοι σε πίνακα. Στη συνέχεια υπολογίζονται τα γινόμενα των συντελεστών k επί την επιφάνεια F που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στο κέλυφος του εκάστοτε ορόφου. Η αντιστροφή του αθροίσματος των γινομένων και ο πολλαπλασιασμός του με τη συνολική επιφάνεια του κατακόρυφου κελύφους του ορόφου δίνει τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας του ορόφου, οποίος πρέπει να είναι μικρότερος του 1.86^/m^2K. Αν δεν ισχύει αυτό τότε γίνεται επανασχεδιασμός του κελύφους του συγκεκριμένου ορόφου.

<u>Βήμα 3</u>: Υπολογισμός συνολικού μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιριακού κελύφους.

Επαναλαμβάνεται το **βήμα 2** για τα οριζόντια στοιχεία του κελύφους (δώματα, στέγες, δάπεδα πάνω από το έδαφος, πιλοτή κλπ). Αφού έχουν βρεθεί τα αντίστοιχα του βήματος 2 αθροίσματα γινομένων kF προστίθενται και τα αθροίσματα του βήματος 2 και το αποτέλεσμα διαιρείται με την συνολική επιφάνεια του κελύφους. Η τιμή αυτή είναι ο μέσος συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιριακού κελύφους. Τέλος υπολογίζεται το πηλίκο της συνολικής επιφάνειας του κελύφους προς τον συνολικό περιεχόμενο όγκο του κτιρίου, έτσι ώστε από πίνακα να βρίσκεται ο μέγιστος επιτρεπτός συντελεστής θερμοπερατότητας που αντιστοιχεί στην εκάστοτε περίπτωση. Σε περίπτωση που δεν ισχύει $k_m < k_{mmax}$ τότε επανασχεδιάζεται το κέλυφος του κτιρίου.

Σχήμα 1


125
36.6
176
34.6
ΖΩΝΗ Δ
109
37
ΖΩΝΗ Γ
145
35
91.4
46.8
ΖΩΝΗ Β
115
42.3
ΖΩΝΗ Ι
61.9
31.2
ΖΩΝΗ Α
89.1
29.6
Πολυκατοικίες - Θερμική (kWh/m 2.a)
Μονοκατοικίες - Θερμική (kWh/m 2.a)
Πολυκατοικίες - Ηλεκτρική (kWh/m2.a)
Μονοκατοικίες - Ηλεκτρική (kWh/m2.a)

Πίνακας 1 . Μέγιστες επιτρεπόμενες θερμικές απώλειες

ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ		Kmax kcal/m²h°C	επιτρεπόμ. kcal/m²h°C
Εξωτερικοί τοίχοι συμπεριλαμβανομένων καί τῶν στοιχείων ἀπό σκυρόδεμα		K≤0,6	K≤0,7
Οριζόντιες ἐπιφάνειες καί ὀροφές πού χωρίζουν θερμαινόμενο χῶρο ἀπό τόν ἐλεύθερο ἀέρα, εἴτε πρός τά πάνω εἴτε πρός τά κάτω (π.χ. κατασκευή ἐπί ὑποστηλωμάτων Pilotis)		K≤0,4	K≤0,5
Δάπεδα πάνω στό ἔδαφος ἤ δάπεδα ὑπερκείμενα κλειστοῦ μή θερμαινόμενου ὑπογείου ἤ ἡμιυπογείου χώρου	Ζώνη Α Ζώνη Β Ζώνη Γ	K≤2,6 K≤1,6 K≤0,6	K≤3,0 K≤1,9 K≤0,7
Διαχωριστικοί τοῖχοι πρός μή θερμαινόμενόμενους κλειστούς χώρους	Ζώνη Α Ζώνη Β Ζώνη Γ	K≤2,6 K≤1,6 K≤0,6	K≤3,0 K≤1,9 K≤0,7

	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	**km** [kcal / $m^2h°C$]		
		ΖΩΝΗ Α	ΖΩΝΗ Β	ΖΩΝΗ Γ
1	Εξωτερική τοιχοποιία	0,6	0,6	0,6
2	Εσωτ., διαχωρ. τοιχοποιία	2,6	1,6	0,6
3	Τοίχοι συρομένων	0,6	0,6	0,6
4	Τοίχοι δίπλα σε έδαφος	2,6	1,6	0,6
5	Δοκοί - Υποστυλώματα	0,6	0,6	0,6
6	Δάπεδο σε φυσικό έδαφος	2,6	1,6	0,6
7	Δάπεδο σε Pilotis	0,4	0,4	0,4
8	Στέγες - Δώματα	0,4	0,4	0,4
9	Οροφές, Δάπεδα μη θερμ. χώρων	2,6	1,6	0,6
10	Οροφές κάτω από στέγη	0,4	0,4	0,4

Πίνακας 2. **Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης δομικών στοιχείων**

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ		1 / αεσ [$m^2h°C/kcal$]	1 / αεξ
1	Εξωτερική τοιχοποιία	0,14	0,05
2	Εσωτ., διαχωρ. τοιχοποιία	0,14	0,14
3	Τοίχοι συρομένων	0,14	0,14
4	Τοίχοι δίπλα σε έδαφος	0,14	0
5	Δοκοί – Υποστυλώματα	0,14	0,05
6	Δάπεδο σε φυσικό έδαφος	0,2	0
7	Δάπεδο σε Pilotis	0,2	0.05
8	Στέγες – Δώματα	0,14	0,05
9	Οροφές, Δάπεδα μη θερμ. χώρων	0,2	0,2
10	Οροφές κάτω από στέγη	0,14	0,014

Πίνακας 3. Συντελεστές θερμοπερατότητας θυρών και παραθύρων

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ Kf ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΥΛΙΚΟ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΝ ΤΥΠΟ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ					
ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ		**ΥΛΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟΥ**			
		ΞΥΛΟ - ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ		ΧΑΛΥΒΑΣ - ΑΛΛΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	
		[kcal/m^{2}h °C]	W/m²	[kcal/m^{2}h° C]	W/m²
	Απλός υαλοπίνακας	4,50	5,23	5,00	5,81
	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 6 mm	2,80	3,26	3,20	3,72
	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 12 mm	2,60	3,02	3,00	3,49
	Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση 2 ως 4 cm	2,20	2,56	2,60	3,02
	Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση 4 ως 7 cm	2,00	2,33	2,40	2,79
	Διπλό παράθυρο με απόσταση υαλοπινάκων >7cm	2,20	2,56	0,00	0,00
	Τοίχος από υαλόπλινθους πάχους 80 mm	0,00	0,00	3,00	3,49
	Χωρίς υαλοπίνακα	3,00	3,49	5,00	5,81

Πίνακας 4. Συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας υλικών

Υλικά	Φαινόμενο ειδικό βάρος kg/m³	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ kcal/mh°C	W/mk
1. Δομικά υλικά			
1.1. Λίθοι			
1.1.1. Συμπαγείς λίθοι (ασβεστόλιθος, μάρμαρο, γρανίτης, βασάλτης κλπ.)		3,00	3,49
1.1.2. Πορώδεις λίθοι			
1.1.2.1. Ψαμίτης		2,00	2,33
1.1.2.2. Πλάκες τύπου Μάλτας		0,90	1,05
1.1.3. Άμμος φυσικής προέλευσης με φυσική ύγρασία		1,20	1,40
1.2. Άργιλλος			
1.2.1. Πλίνθοι συμπαγείς ώμοι		0,80	0,93
1.2.2. Πλίνθοι με άχυρο ώμοι		0,60	0,70
1.3. Ξηρά υλικά πλήρωσης στά σάν γέμισμα διάκενα ό-ροφών τοίχων κλπ.			
1.3.1. Άμμος διαμέτρου κόκκου <5mm		0,50	0,58
1.3.2. Ψηφίδες διαμέτρου κόκκου 5-10 mm συλλε-κτές και θραυστές		0,70	0,81
1.3.3. Χονδρόκοκκη κίσσηρη		0,16	0,19
1.3.4. Θραύσματα άπτόλιθων καί κεραμιδιών		0,35	0,41
1.3.5. Περλίτης διογκωμένος		0,055	0,064
1.4. Επιχρίσματα (εσωτερικά καί έξωτερικά), συνδετική κονία δρμών από			
1.4.1. Ασβεστοκονίαμα καί ασβεστοτσιμεντοκο-νίαμα		0,75	0,87
1.4.2. Τσιμεντοκονίαμα		1,20	1,39
1.5. Σκυροδέματα καί έλαφρά σκυροδέματα (σέ κατα-σκευαστικά στοιχεία χωρίς άρμούς καί σέ πλάκες μεγάλου μεγέθους).			
1.5.1. Σκυρόδεμα μέ συλλεκτά ή θραυστά άδρανή κλειστής δομής			
Κατηγορία σκυροδέματος ≤ B120		1,30	1,51
Κατηγορία σκυροδέματος ≥ B160		1,75	2,03
1.5.2. Γαρμπιλοσκυρόδεμα	1500	0,55	0,64
	1700	0,70	0,81
	1900	0,95	0,10
1.5.3. Κισσηρόδεμα	800	0,25	0,29
	1000	0,30	0,35
	1200	0,40	0,46
1.5.4. Κυψελωτό σκυρόδεμα σκληρυμένο μέ ατμό	400	0,12	0,14
	500	0,16	0,19
	600	0,20	0,23
	800	0,25	0,29
	1000	0,30	0,35
1.5.5. Περλιτόδεμα τσιμέντο : περλίτης			
1 : 4		0,170	0,198
1 : 5		0,140	0,163
1 : 6		0,125	0,145
1 : 7		0,115	0,134
1 : 8		0,110	0,128
1 : 20		0,070	0,081
1.5.6. Πλάκες από σκυρόδεμα, γύψο, καί άμιαντο-τσιμέντο			
1.5.6.1. Πλάκες από κισσηρόδεμα	800	0,25	0,29
1.5.6.2. Πλάκες από έλαφρό σκυρόδεμα μέ ανόμικτα άδρανή	1400	0,50	0,58
1.5.6.3. Γυψοσανίδες	1200	0,50	0,58
1.5.5.4. Πλάκες από άμιαντοτσιμέντο	1800	0,30	0,35
1.5.7. Τοιχοποία από τσιμεντοπλίνθους συμπερι-λαμβανομένου καί τοῦ κονιάματος τῶν ἀρμῶν (1)			
1.5.7.1. Τσιμεντόλιθοι πλήρεις μέ ἀσβεστολι-θικά ἀδρανή	1000	0,60	0,79
	1800	0,85	0,99
	2000	0,95	1,10
1.5.7.2. Τσιμεντόλιθοι διάτρητοι μέ ἀσβεστο-λιθικά ἀδρανή	1200(2)	0,48	0,56
	1400(2)	0,60	0,70
	1600(2)	0,68	0,79
1.5.7.3. Τσιμεντόλιθοι μέ διάκενα, μέ ἀσβε-στολιθικά ἀδρανή	1000(2)	0,43	0,50
	1200(2)	0,48	0,56
1.5.7.4. Κισσηρόλιθοι πλήρεις	800	0,35	0,41
	1000	0,40	0,46
	1200	0,45	0,52
	1400	0,55	0,64
	1600	0,68	0,79
1.5.7.5. Κισσηρόλιθοι μέ διάκενα, 2 διακένων	1000(3)	0,38	0,44
	1200(3)	0,42	0,49
	1400(3)	0,48	0,56
1.5.7.6. Κισσηρόλιθοι μέ διάκενα, 3 διακένων	1400(3)	0,42	0,49
	1600(3)	0,48	0,56
1.5.7.7. Πλίνθοι από κυψελωτό σκυρόδεμα σκληρυμένοι μέ ατμό	600	0,30	0,35
	800	0,35	0,41
	1000	0,40	0,46
1.5.7.8. Πλίνθοι από κυψελωτό σκυρόδεμα σκληρυμένοι στόν ἀέρα	800	0,38	0,44
	1000	0,48	0,56
	1200	0,60	0,70
1.5.8. Τοιχοποία από δεκτοπλίνθους συμπεριλαμβα-νομένου καί τοῦ κονιάματος τῶν ἀρμῶν (1)			
1.5.8.1. Ὀπτόπλινθοι πλήρεις	1000	0,40	0,46
	1200	0,45	0,52
	1400	0,52	0,60
	1800	0,68	0,79
1.5.8.2. Ὀπτόπλινθοι διάτρητοι	1000(4)	0,40	0,46
	1200(4)	0,45	0,52
	1400(4)	0,52	0,60
1.5.8.3. Πλακίδια ἐπιστρώσεως	2000	0,90	1,05
2. Ξύλα			
2.1. Δρύς		0,18	0,21
2.2. Ὀξυά		0,15	0,17
2.3. Κωνοφόρα (πεύκο, ἔλατο κλπ.)		0,12	0,14
2.5. μορεσανίδες	900	0,15	0,17
3. Μέταλλα - γυαλί			
3.1. Γυαλί		0,70	0,81
3.2. Χυτοσίδηρος καί χάλυψ		50	58,15
3.3. Χαλκός		330	383,79
3.4. Ὀρείχαλκος		55	53.96
3.5. Ἀλουμίνιο		175	203.52
4. Συνθετικά καί Ἀσφαλτικά ὑλικά ἐπιστρώσεως			
4.1. Λινόλεουμ	1200	0,16	0,19
4.2. Ἀσφαλτικό σκυρόδεμα	2100	0,60	0,70
5.3. Ἀσφαλτος	1050	0,15	0,17
4.4. Ἀσφαλτόχαρτο	1100	0,16	0,19
5. Θερμομονωτικά ὑλικά			
5.1. Πλάκες ἀπό ἀλαβάμβακα βακελιτοῦχες καί ἀπό λιθοβάμβακα		0,035	0,041
5.2. Ὑαλοβάμβακας ὄχι μορφοποιημένος	50	0,035	0,041
5.3. Πλάκες ἐλαφρῶν κατασκευῶν ἀπό ξυλάμαλλο μέ ἀνόργανη συνδετική κονία πάχους 15 mm			
25 ἕως 35 mm	570	0,42	0,14
50 mm καί μεγαλυτέρου	460 - 415	0,080	0,093
	390 καί μικρότερο	0,070	0,081
5.4. Πλάκες ἀπό φελλό	120	0,035	0,041
	160	0,038	0,044
	200	0,040	0,046
5.5. Πλακίδια ἀπό φελλό	450	0,055	0,064
5.6. Πολυστερίνη (5)	18	0,035	0,041
5.7. Πολυουρεθάνη μέ κλειστές κυψελίδες(6)		0,020**	0,023

(1) Τά φαινόμενα εἰδικά βάρη πού ἀναγράφονται, ἐφόσον δέν ὁρίζεται ἀλλοιῶς ἀναφέρον-ται στά στοιχεῖα (λίθους, πλίνθους) καί ὄχι στόν τοῖχο.
(2) Τό φαινόμενο εἰδικό βάρος ἀναφέρεται σέ ὁλόκληρο τό στοιχεῖο (λίθο) συμπεριλαμβα-νομένων καί τῶν κενῶν.
(3) Τό φαινόμενο εἰδικό βάρος ἀναφέρεται στό κισσηρόδεμα ἀφαιρουμένων τῶν κενῶν.
(4) Τό φαινόμενο εἰδικό βάρος ἀναφέρεται σέ ὁλόκληρο τό στοιχεῖο (πλίνθο) συμπερι-λαμβανομένων καί τῶν κενῶν.
(5) Ἀπαγορεύεται ἡ χρήση πολυστερίνης βάρους μικροτέρου τῶν 20 kg/m³. * Η πολυστερί-νη πρέπει νά εἶναι τύπου πού δέν συντηρεῖ τή φλόγα*.
(6) Ἡ χρησιμοποίηση πολυουρεθάνης σέ ἐσωτερικούς χώρους ἀντενδείκνυται ἐξαιτίας ἐπικινδύνων προϊόντων καύσεως σέ περίπτωση πυρκαγιᾶς.*

* Ἡ συμπεριφορά τῶν ὑλικῶν σέ πυρκαγιά ἐνδιαφέρει ἰδιαίτερα στίς κατασκευές γ' αὐτό καί ὑλικά πού δέν πληροῦν τούς κανόνες πυροασφαλείας (DIN 4102) ἀπαγορεύεται νά χρησιμο-ποιοῦνται.

** Ἡ τιμή αὐτή τοῦ λ πού ἀντιστοιχεῖ σέ πολυουρεθάνη 40kg/m³ μέ τήν πάροδο τοῦ χρόνου αὐξάνει καί μπορεῖ νά πλησιάσει τήν τιμή τῶν συνηθισμένων ἀφρωδῶν θερμομονωτικῶν ὑ-λικῶν ἀντίστοιχης πυκνότητας.

Πίνακας 5. Επιτρεπόμενοι μέσοι συντελεστές θερμοπερατότητας σε συνάρτηση με το λόγο περιβάλλουσας επιφάνειας προς τον όγκο του (F/V)

F/V	km σέ kcal/m²h°C			km σέ W/m²K		
m^{-1}	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ
≤0,2	1,335	1,015	0,807	1,553	1,180	0,938
0,3	1,245	0,955	0,760	1,448	1,111	0,884
0,4	1,160	0,897	0,715	1,349	1,043	0,831
0,5	1,092	0,845	0,675	1,270	0,983	0,785
0,6	1,030	0,795	0,635	1,198	0,924	0,738
0,7	0,985	0,750	0,600	1,145	0,872	0,698
0,8	0,947	0,717	0,575	1,101	0,834	0,669
0,9	0,927	0,695	0,550	1,078	0,808	0,640
≥1,0	0,920	0,680	0,530	1,070	0,791	0,616

3.2 <u>Θερμομονωτικά υλικά</u>

Τα θερμομονωτικά υλικά οφείλουν τη μονωτική τους ιδιότητα κυρίως στην ύπαρξη σε αυτά μεγάλου αριθμού πολύ μικρών πόρων (κυψελίδων) που περιέχουν παγιδευμένο αέρα. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζουν μικρές θερμικές απώλειες, καθώς ο ακίνητος αέρας έχει την ιδιότητα να παρουσιάζει την μικρότερη τιμή θερμικής αγωγιμότητας (0.02 *Kcal/hm°C)*. Βέβαια οι θερμομονωτικές ιδιότητες ενός υλικού επηρεάζονται από τη θερμοκρασία και την υγρασία. Ειδικά η υγρασία δημιουργεί σοβαρό πρόβλημα καθώς εκτοπίζει και αντικαθιστά τον αέρα, γεμίζοντας τους πόρους του μονωτικού και μειώνοντας τις μονωτικές του ιδιότητες. Κάποια μονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι τα ακόλουθα:

1. Ο αφρός Πολυστερίνης
2. Ο αφρός Πολυουραιθάνης
3. Ο Πετροβάμβακας

Τα ενδεχόμενα μέτρα που μπορεί να παρθούν σε μία επιθεώρηση για εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίριο υπό κατασκευή ή σε ήδη υπάρχον κτίριο είναι τα εξής:

1. Τοποθέτηση φράγματος υδρατμών μεταξύ της θερμαινόμενης επιφάνειας και του μονωτικού, με σκοπό την

προστασία του μονωτικού από την συμπύκνωση υδρατμών και ανάπτυξη μυκήτων.

2. Βελτίωση της θερμομόνωσης της τοιχοποιίας με τοποθέτηση πρόσθετης θερμομόνωσης εξωτερικά.

3. Βελτίωση της θερμομόνωσης της τοιχοποιίας με τοποθέτηση πρόσθετης θερμομόνωσης εσωτερικά.

4. Βελτίωση της θερμομόνωσης της τοιχοποιίας των χώρων, της οποίας τμήματα βρίσκονται κάτω από την στάθμη του εξωτερικού εδάφους, με τοποθέτηση θερμομόνωσης εσωτερικά.
5. Βελτίωση της θερμομόνωσης της τοιχοποιίας των χώρων, της οποίας τμήματα βρίσκονται κάτω από την στάθμη του εξωτερικού εδάφους, με τοποθέτηση θερμομόνωσης εξωτερικά.

6. Βελτίωση της θερμομόνωσης του δαπέδου (των τμημάτων που βρίσκονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους).

7. Τοποθέτηση μόνωσης σε τοίχους που βρίσκονται πίσω από θερμαντικά σώματα.

8. Περιορισμός των θερμογεφυρών, δηλαδή σημείων όπου η θερμομόνωση είναι σημαντικά κατώτερη από την μέση τιμή θερμομόνωσης του συνόλου. Μία μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό σημείων προβληματικής θερμομόνωσης είναι η θερμογράφηση. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην αρχή ότι κάθε σώμα λόγω της θερμοκρασίας του εκπέμπει υπέρυθρη ακτινοβολία, την οποία μέσω υπέρυθρου ανιχνευτή που διαθέτει την μετατρέπει σε διαφορά δυναμικού και εν συνεχεία μέσω κατάλληλου λογισμικού σε εικόνα χρώματος. Συνεπώς με τον τρόπο αυτό οι όποιες θερμοκρασιακές διαφορές ή αλλιώς τα

όποια προβληματικά σημεία σε ένα κέλυφος ανιχνεύονται με την απεικόνιση διαφορετικών χρωμάτων.

9. Βελτίωση της θερμομόνωσης της οροφής με χρήση φράγματος ακτινοβολίας (λεπτό φύλλο ή επίστρωση υλικού υψηλής ανακλαστικότητας στην υπέρυθρη ακτινοβολία, συνήθως φύλλο αλουμινίου, το οποίο εφαρμόζεται στη μία ή και στις δύο πλευρές των υλικών του υποστρώματος).

10. Βελτίωση της θερμομόνωσης της οροφής με δημιουργία αεριζόμενου διακένου. Πρόκειται δηλαδή για δικέλυφο δώμα, το οποίο αποτελείται από δύο φλοιούς, ανεξάρτητους μεταξύ τους, στο ενδιάμεσο διάστημα των οποίων κυκλοφορεί ελεύθερα αέρας. Ο κάθε φλοιός συγκροτείται από διαδοχικές στρώσεις, εκ των οποίων αυτές του επάνω φλοιού αποσκοπούν κυρίως στη στεγανωτική προστασία του κτιρίου, ενώ αυτές του κάτω στη θερμομονωτική του προστασία. Ο αέρας στο ενδιάμεσο των δύο κελυφών κενό ανανεώνεται διαρκώς από σχισμές ή οπές που βρίσκονται στα άκρα, περιμετρικά του δώματος και έτσι πετυχαίνεται απομάκρυνση των διαχεόμενων υδρατμών από τους εσωτερικούς χώρους και αποτροπή συμπύκνωσή τους. Σημειώνεται ότι η τεχνική της δικέλυφης όψης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε εξωτερικούς τοίχους.

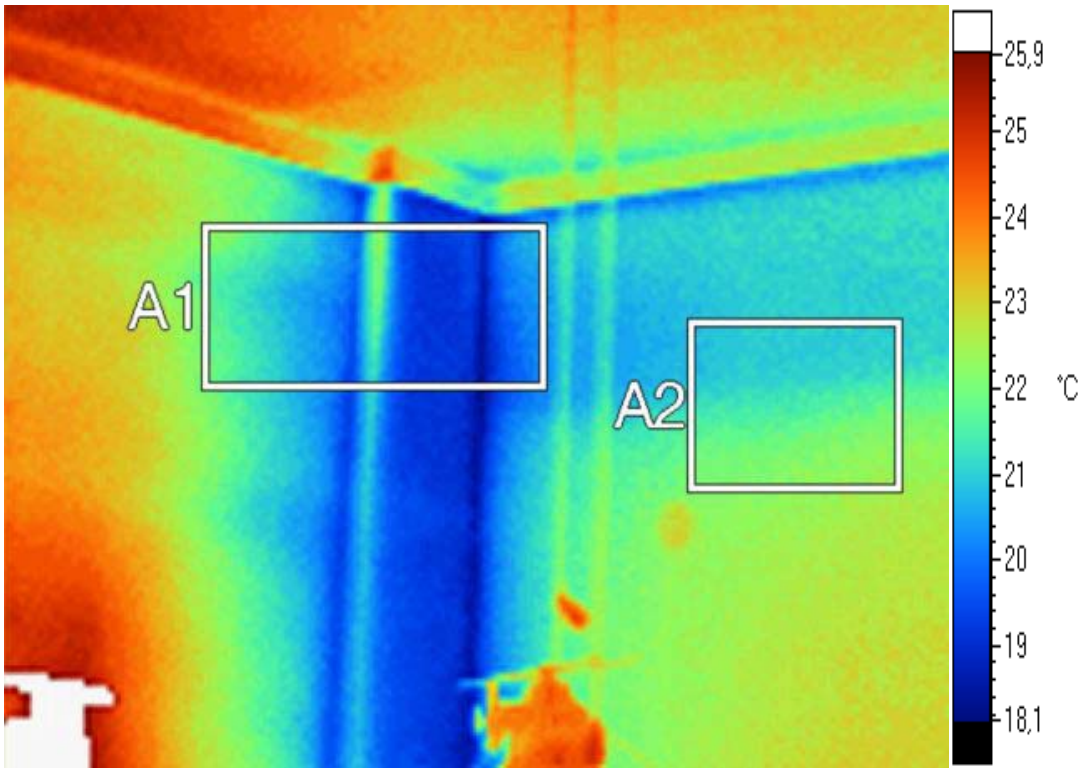
Στην περίπτωση αυτή, κατά τους θερινούς μήνες το αεριζόμενο κέλυφος συνεισφέρει τόσο στην σκίαση του περιβλήματος και συνεπώς στη μειωμένη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου, όσο και στη μεταφορά θερμότητας από το περίβλημα στο εξωτερικό περιβάλλον μέσω του αέρα που κυκλοφορεί στο διάκενο του κελύφους.

Κατά τους χειμερινούς μήνες, το αεριζόμενο κέλυφος συνεισφέρει στην αυξημένη θερμική προστασία του κτιρίου, καθώς ο αέρας που κυκλοφορεί στο κέλυφος είναι χαμηλότερης ταχύτητας του εξωτερικού. Μέσω του διπλού κελύφους οι

θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον περιορίζονται και κατά συνέπεια αυξάνεται η θερμομονωτική ικανότητα του κτιρίου. Η κατασκευή αυτή προϋποθέτει ότι το εσωτερικό τμήμα του αεριζόμενου κελύφους είναι θερμομονωμένο.

4. Θερμογέφυρες

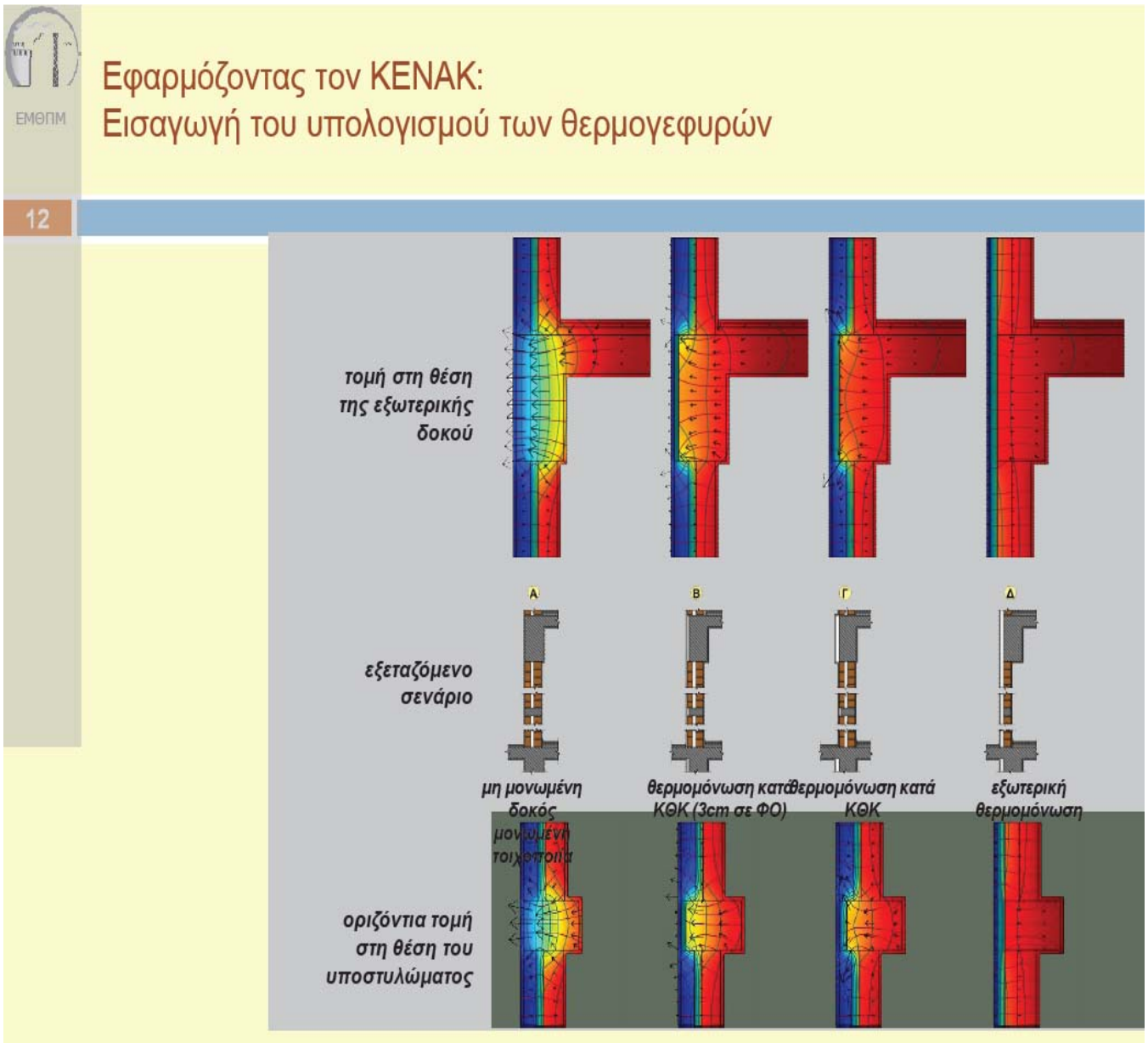
Βασική προϋπόθεση για τη δημιουργία θερμικής άνεσης και την εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο, είναι να θερμομονωθεί το εξωτερικό περίβλημα σε όλη του την επιφάνεια, χωρίς διακοπές και με ισοδύναμη μονωτική κάλυψη όλων των επιμέρους στοιχείων του. Η κατασκευαστική πρακτική αντιμετωπίζει δυσκολίες για τη θερμομόνωση στοιχείων από σκυρόδεμα, με αποτέλεσμα συχνά να παραμένουν αμόνωτα υποστυλώματα, τοιχία, δοκοί, σενάζ και πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος. Δεδομένου ότι οι θερμικές απώλειες στοιχείων από σκυρόδεμα είναι τετραπλάσιες περίπου από αυτές στοιχείων ίσου πάχους διάτρητων τούβλων, τονίζεται η σημασία που πρέπει να δοθεί στον περιορισμό της θερμοδιαφυγής από τα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος του κτιρίου.



Τα θερμομονωτικά υλικά που προορίζονται για τη μόνωση στοιχείων από σκυρόδεμα πρέπει να έχουν ιδιότητες κατάλληλες για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, όπως:

- Χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ, για να χρησιμοποιείται το μικρότερο δυνατό πάχος υλικού.

- Αντίσταση στη διαπερατότητα υδρατμών, για να μειώνεται ο κίνδυνος συμπύκνωσης υδρατμών στην περιοχή επαφής στοιχείου από σκυρόδεμα και μονωτικού υλικού, όταν το τελευταίο τοποθετείται εσωτερικά.
- Πρόσφυση τόσο στο σκυρόδεμα όσο και στα επιχρίσματα τσιμέντου, ευκολία χειρισμού όσον αφορά στο βάρος, στις διαστάσεις, στις μηχανικές αντοχές και στον τρόπο στερέωσης του υλικού.

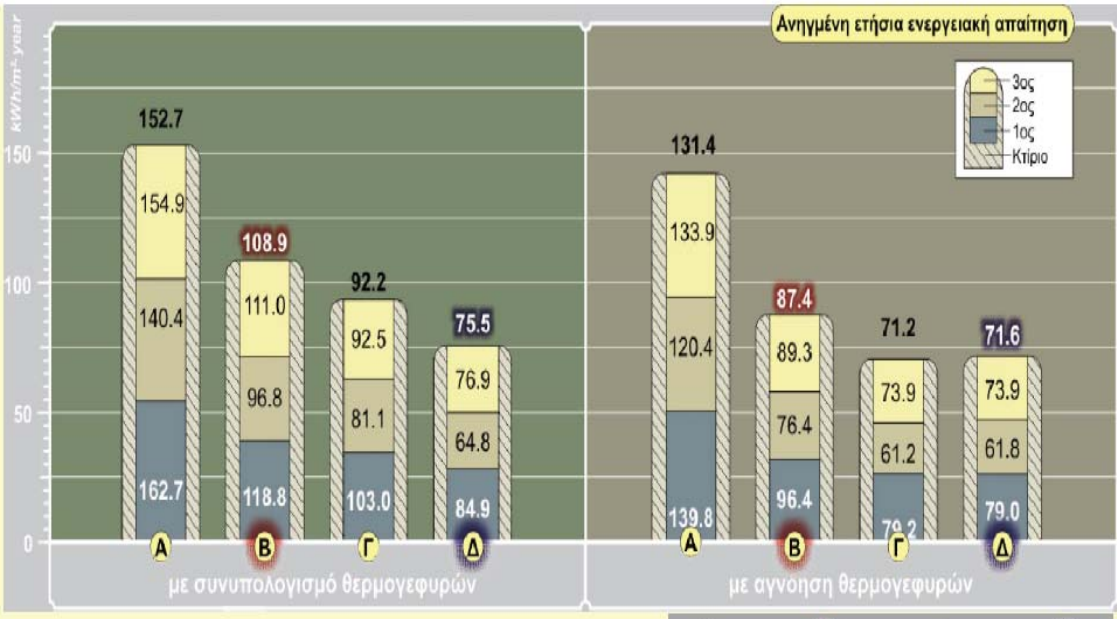


- Ευκολία κοπής, διαμόρφωσης και προσαρμογής στα σχήματα των στοιχείων από σκυρόδεμα.
- Σταθερότητα διαστάσεων, για να αποφεύγονται ρηγματώσεις στα επιχρίσματα.
- Δυνατότητα καλής συναρμογής των τεμαχίων του μονωτικού υλικού, για να αποφεύγονται οι θερμογέφυρες και οι γραμμές συμπύκνωσης των υδρατμών στους αρμούς του.

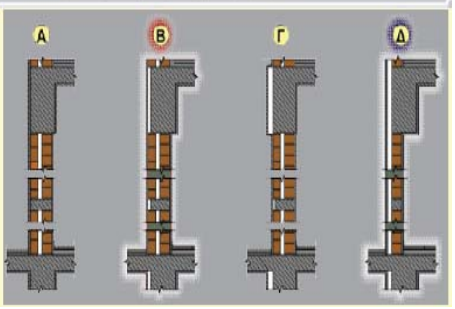
ΕΜΘΠΜ

Εφαρμόζοντας τον ΚΕΝΑΚ: Επίδραση των θερμογεφυρών

13



Αγνόηση επίδρασης θερμογεφυρών:
Έως 25% υπο-εκτίμηση των θερμικών απωλειών
ή 10% στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση

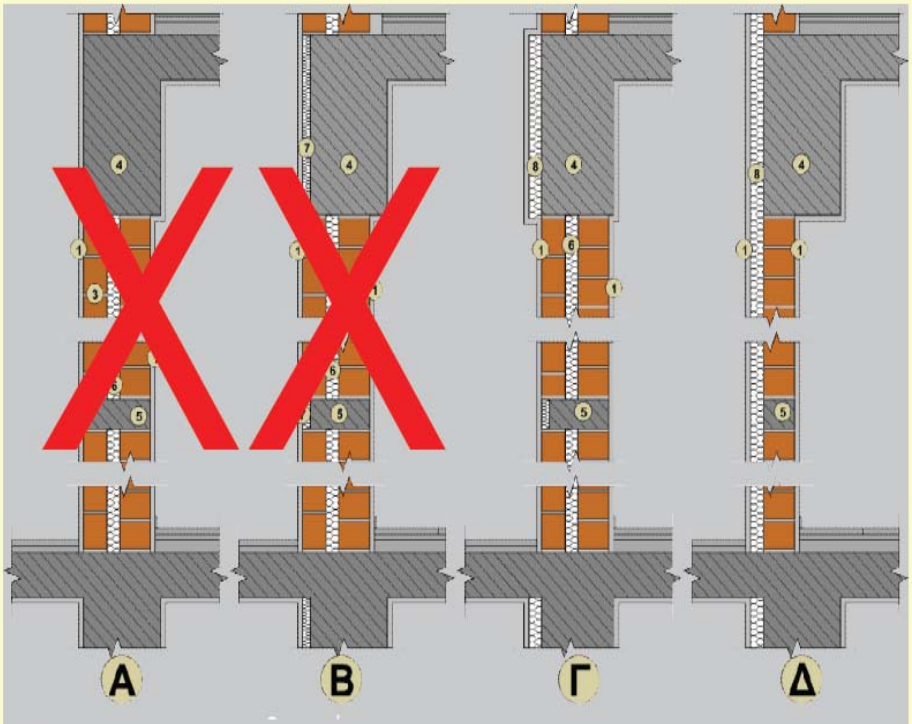


Theodosiou T.G., Papadopoulos A.M. (2008), The impact of thermal bridges on the energy demand of buildings with double brick wall constructions, *Energy and Buildings*, 40, 2083-2089

ΕΜΘΠΜ

Εφαρμόζοντας τον ΚΕΝΑΚ
Επίδραση των ορίων στην πράξη

14



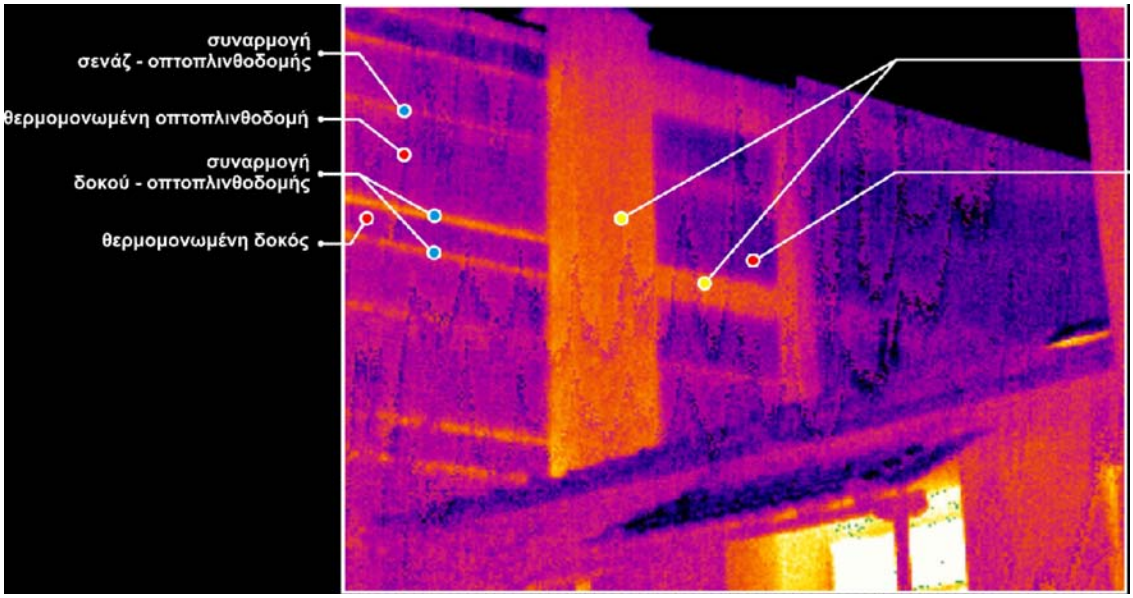
Μεγαλύτερα πάχη θερμομόνωσης
και
Προσοχή στη λεπτομέρεια

4.1 Μόνωση θερμογεφυρών

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην αποφυγή δημιουργίας θερμογεφυρών κατά τη διαδικασία θερμομόνωσης του κτιρίου. Θερμογέφυρες είναι τα τμήματα εκείνα του εξωτερικού περιβλήματος, που ο βαθμός θερμομόνωσής τους υπολείπεται σημαντικά του βαθμού θερμομόνωσης των στοιχείων που το περιβάλλουν. Έτσι, π.χ. υποστυλώματα, τοιχία, δοκοί, σενάζ, πρέκια που παραμένουν αμόνωτα, αποτελούν θερμογέφυρες. Συνέπειες των θερμογεφυρών:

- Απώλεια θερμότητας. Οι θερμικές απώλειες από τις θερμογέφυρες αποτελούν σημαντικό ποσοστό των ολικών απωλειών του κτιρίου παρά το γεγονός ότι συνήθως αποτελούν ένα μικρό τμήμα του εξωτερικού κελύφους του.
- Συμπύκνωση υδρατμών. Η συμπύκνωση των υδρατμών του εσωτερικού χώρου στην περιοχή της θερμογέφυρας είναι το πιο συνηθισμένο αποτέλεσμα της ελλιπούς θερμομόνωσης της. Το πρόβλημα αρχίζει καθώς οι υδρατμοί που δημιουργούνται κατά τη χρησιμοποίηση του κτιρίου έρχονται σε επαφή με τα ψυχρότερα τμήματα του εξωτερικού κελύφους, στην περιοχή των θερμογεφυρών (λόγω ελλιπούς θερμομόνωσής τους). Κατά την επαφή αυτή, οι υδρατμοί μετατρέπονται σε νερό και τελικά σε μούχλα και επιφανειακές βλάβες.
- Επιφανειακές βλάβες. Η συμπύκνωση υδρατμών και οι ανομοιόμορφες επιφανειακές θερμοκρασίες δημιουργούν τοπική συσσώρευση της αιωρούμενης σκόνης στην εσωτερική επιφάνεια του κτιρίου. Το αποτέλεσμα είναι ο σχηματισμός λεκέδων (ξακρίσματα) στην περιοχή της θερμογέφυρας και η συνεχής ανάγκη επισκευών και συντήρησης.

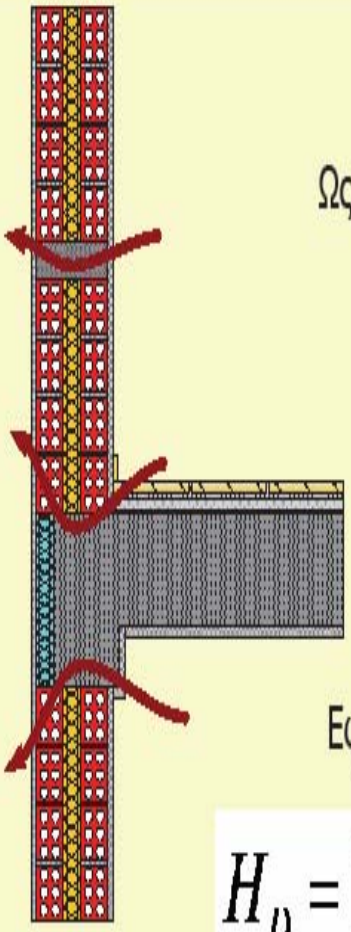
- Μειωμένη άνεση. Οι θερμογέφυρες, λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας τους, δημιουργούν δυσάρεστη αίσθηση ρευμάτων αέρα στον άνθρωπο (λόγω ακτινοβολίας). Το πρόβλημα είναι εντονότερο όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας του εσωτερικού αέρα από την εσωτερική επιφάνεια του κτιρίου. Στο παρελθόν, αιτία για τη μη αποτελεσματική αντιμετώπιση των θερμογεφυρών ήταν η δυσκολία θερμομόνωσης των γραμμικών στοιχείων από σκυρόδεμα.



ΕΜΘΠΜ

Εφαρμόζοντας τον ΚΕΝΑΚ
Συνυπολογίζοντας τις θερμογέφυρες

11



Ως τώρα ισχύει ότι: $H_D = \sum_i A_i U_i$

Εφεξής θα ισχύει ότι:

$$H_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j$$

Α.Μ.Παπαδόπουλος

5. Συστήματα θέρμανσης

Σήμερα πλέον, οι περισσότερες, αν όχι όλες, κτιριακές μονάδες χρησιμοποιούν κεντρική θέρμανση. Ένα κεντρικό σύστημα θέρμανσης αποτελείται από τα παρακάτω κύρια υποσυστήματα:

- Μία μονάδα παραγωγής ή μία ομάδα από τέτοιες μονάδες. Αυτή μπορεί να είναι ένας λέβητας ορυκτού καυσίμου, μία αντλία θερμότητας ή ένας υποσταθμός εναλλαγής θερμότητας, συνδεδεμένος σε ένα σύστημα περιφερειακής θέρμανσης. Στην περίπτωση των μονάδων ορυκτού καυσίμου, τα καυσαέρια από το λέβητα οδηγούνται στην ατμόσφαιρα μέσω της καμινάδας.

- Ένα δίκτυο αγωγών διανομής, για τη μεταφορά του θερμαινόμενου μέσου, που συνήθως είναι νερό ή ατμός, στους προς θέρμανση χώρους.

- Συσκευές απόδοσης της θερμότητας στο χώρο. Αυτές περιλαμβάνουν τα θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ), τα οποία είναι και τα πιο συνηθισμένα από τις συσκευές αυτές, τους μεταγωγείς, αλλά και τους θερμαντήρες πατώματος χαμηλής θερμοκρασίας.

5.1 Βαθμός απόδοσης λέβητα

Τα καύσιμα που χρησιμοποιούν οι λέβητες είναι υδρογονάνθρακες, οι οποίοι με την καύση τους παράγουν διοξείδιο του άνθρακα και εκλύουν θερμότητα.

Σημειώνεται, ότι η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου αυξάνεται με την περιεκτικότητα του σε άνθρακα, ενώ μειώνεται με την υγρασία. Για να εξασφαλιστούν οι βέλτιστες συνθήκες λειτουργίας και να επιτευχθεί η πλήρης καύση του καυσίμου, πρέπει να υπάρχει η σωστή περίσσεια αέρα, η οποία θεωρείται ότι είναι γύρω στο 10%.

Η υπερβολική περίσσεια αέρα αυξάνει τις απώλειες καπνοδόχου και απαιτείται περισσότερο καύσιμο για την ανύψωση του εξωτερικού αέρα στη θερμοκρασία των καυσαερίων. Από την άλλη, εάν η τροφοδοσία του αέρα είναι ανεπαρκής, η καύση είναι ατελής και μειώνεται η θερμοκρασία της φλόγας.

Για να επιτευχθεί ο βέλτιστος λόγος αέρα-καυσίμου, γίνεται έλεγχος της απόδοσης του λέβητα.

Ορίζεται ως ο λόγος του συνολικού θερμικού έργου που αποδίδει ο λέβητας (Qout) προς το αντίστοιχο θερμικό που προσδίδεται σ' αυτό (Q in)

$$n = \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$$

Η ολική απόδοση ενός λέβητα περιλαμβάνει το βαθμό απόδοσης της καύσης, τις απώλειες καπνοδόχου και τις απώλειες θερμότητας από τις εξωτερικές επιφάνειες του λέβητα.

Τέλος η απόδοση της καύσης σχετίζεται με την αποτελεσματικότητα του καυστήρα ώστε να παρέχει το βέλτιστο λόγο καυσίμου/αέρα για την πλήρη καύση του καυσίμου.

5.2 <u>Γενικοί κανόνες για τη ρύθμιση λειτουργίας του λέβητα:</u>

- Θερμοκρασία καμινάδας*:* Όσο χαμηλότερη είναι τόσο αποδοτικότερη είναι η καύση
- *Επίπεδο* CO2: Όσο υψηλότερο είναι αυτό τόσο αποδοτικότερη είναι η καύση

- *Επίπεδο* CO: Δεν πρέπει να υφίσταται στα καυσαέρια, υποδεικνύει ατελή καύση

- *Επίπεδο Ο*2: Όσο χαμηλότερο είναι το επίπεδο του *Ο*2 τόσο πιο αποδοτική είναι η καύση. Υψηλό επίπεδο υποδεικνύει υπερβολική περίσσεια αέρα.

5.3 Δείκτες απόδοσης του συστήματος

Δείκτες της απόδοσης του εγκατεστημένου συστήματος αποτελούν:

- η κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας για θέρμανση
- οι συνολικές ώρες κατανάλωσης
- το έτος εγκατάστασης καυστήρα και λέβητα
- οι μετρούμενες απώλειες καυσαερίων

Η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου που μελετάται μπορεί να συγκριθεί με τυπικές τιμές για παρόμοια κτίρια και να κριθεί αν είναι υψηλή, κανονική ή χαμηλή.

5.4 Θερμικές απώλειες κάθε θερμαινόμενου χώρου

Οι απώλειες θερμότητας ενός οικοδομικού χώρου οφείλονται στην θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του εσωτερικού του χώρου και του εξωτερικού του περιβάλλοντος χώρου και πραγματοποιούνται με την θερμική αγωγιμότητα των οικοδομικών στοιχείων που περιβάλλουν τον χώρο.

Τα οικοδομικά αυτά στοιχεία είναι συνήθως οι τοίχοι, τα δάπεδα, οι οροφές και οι πόρτες και τα παράθυρα ή γενικά τα ανοίγματα.

Όταν η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου είναι μεγαλύτερη από την εξωτερική θερμοκρασία, τότε δημιουργείται σύμφωνα με το δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα ροή θερμότητας από το "ζεστό σώμα προς το κρύο". Οι απώλειες αυτές είναι "οι απώλειες λόγω αγωγιμότητας".

Θερμικές απώλειες υπάρχουν επίσης σε περίπτωση διαφυγής ή προσαγωγής αέρα (αερισμού) στον χώρο, από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων, εφόσον υπάρχει θερμοκρασιακή διαφορά. Οι απώλειες αυτές είναι "οι απώλειες λόγω αερισμού". Το άθροισμα των θερμικών απωλειών λόγω θερμικής αγωγιμότητας και λόγω αερισμού, αποτελούν την συνολική θερμική απώλεια του χώρους

5.5 Θερμικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας

Οι θερμικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας υπολογίζονται από την σχέση: $Q = E \times K \times (t_{εσ} - t_{εξ})$ όπου είναι:

Q: η θερμική απώλεια επιφάνειας λόγω αγωγιμότητας σε (kcal/h)

E: το εμβαδόν της επιφάνειας στην οποία έχουμε απώλειες σε m^2

K : ο συντελεστής θερμοπερατότητας της επιφάνειας (kcal/h m^2 ºC)

$t_{εσωτ}$: επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία

$t_{εξωτ}$: εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου

5.6 Συντελεστές προσαύξησης των θερμικών απωλειών λόγο αγωγιμότητας

Το συνολικό πόσο των θερμικών απωλειών ενός χώρου λόγο αγωγιμότητας, δηλαδή το άθροισμα που προκύπτει από τις θερμικές απώλειες όλων των επιφανίων(τοίχοι, ανοίγματα κ.λπ.)θα πρέπει να προσαυξηθεί λόγο :

1. προσανατολισμού του κτηρίου
2. ύψος χώρου
3. μη συνεχούς λειτουργίας της κεντρικής θέρμανσης

- Προσαύξηση λόγο προσανατολισμού του χώρου. Οι συνολικές απώλειες θα πρέπει να αυξηθούν η’ να μειωθούν ανάλογα με τον προσανατολισμό του κτηρίου.

- Προσαύξηση λόγο ύψους του κτηρίου. Οι θερμικές απώλειες ενός χώρου προσαυξάνονται όσο ψηλότερα βρίσκεται ο χώρος αυτός. Προσαύξηση 2% για κάθε επιπλέον μέτρο ύψους. Η συνολική προσαύξηση λόγω ύψους δεν μπορεί να υπερβαίνει το 20%.

- Προσαύξηση λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας (συντελεστής προσαύξησης Zρ) Λόγω του γεγονότος ότι η κεντρική θέρμανση δεν λειτουργεί όλο το εικοσιτετράωρο αλλά μόνον ορισμένες ώρες, οι θερμικές απώλειες προσαυξάνονται με έναν συντελεστή Zο, ο οποίος ονομάζεται συντελεστής διακοπτόμενης λειτουργίας.

$$D = \frac{\Sigma Q}{E_{\sigma} * (t_{\varepsilon\sigma} - t_{\varepsilon\xi})}$$

5.7 Θερμικές απώλειες λόγο ανανέωσης του αέρα

Επειδή υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού χώρου λόγο των χαραμάδων από τα ανοίγματα του χώρου, δημιουργείται ροη αέρα από το εσωτερικό του χώρου προς τα έξω η' αντίστροφα.

Λόγο της διαφυγής αυτής του αέρα δημιουργούνται θερμικές απώλειες οι οποίες εξαρτώνται από την διαπερατότητα των χαραμάδων των ανοιγμάτων του χώρου, την θερμοκρασιακή διάφορα, του άνεμους που επικρατούν στην περιοχή και το οικοδομικό σύστημα της περιοχής .

5.8 Καυστήρας

Ο καυστήρας είναι εξάρτημα του λέβητα, το όποιο εξασφαλίζει την παράγωγη της απαιτουμένης θερμότητας με την καύση του χρησιμοποιούμενου καύσιμου. Έτσι υπάρχουν καυστήρες πετρελαίου, αερίου ή διπλής ενέργειας, δηλαδή πετρελαίου και αερίου κλπ. Οι περισσότεροι σήμερα χρησιμοποιούμενοι καυστήρες είναι αυτοί του πετρελαίου.

Ο καυστήρας μεταφέρει καύσιμο μέσω αντλίας στον χώρο καύσης, όπου το διασκορπίζει ώστε να είναι καλύτερη η ανάμιξη του με τον αέρα καύσης με το μπεκ ή τα μπεκ που διαθέτει. Ο αέρας καύσης προσάγεται με την βοήθεια ανεμιστήρα. Η καύση ξεκινά με ηλεκτρικό σπινθήρα που δημιουργείται το ηλεκτρικό τόξο.

Το μέγεθος του καυστήρα προσδιορίζεται από την κατανάλωση του καύσιμου.

5.9 Κυκλοφορητές

Ο κυκλοφορητής είναι η αντλία του δικτύου θέρμανσης, η οποία καλύπτει της απώλειες πίεσης του δικτύου των εσωτερικών τριβών και των τοπικών αντιστάσεων, ώστε να συνεχίζεται ανεμπόδιστα η λειτουργία του δικτύου και να μετάγονται τα ποσά θερμότητας προς τα θερμαντικά σώματα. Η επιλογή του κυκλοφορητή γίνεται με βάση την απαιτουμένη ισχύ του κινητήρα του και την απαιτούμενη παροχή ζεστού νερού που πρέπει να μεταφέρει ο κυκλοφορητής σε συνάρτηση με το μανομετρικό του.

Η επιλογή του κυκλοφορητή μπορεί να γίνει με την βοήθεια των διαγραμμάτων παροχής – πίεσης που δίνουν οι κατασκευαστές, χωρίς να απαιτείτε ο υπολογισμός της ισχύς του.

5.10 Λέβητας

Ο κύριος τρόπος για την εξασφάλιση βέλτιστων συνθηκών λειτουργίας στους λέβητες είναι η παροχή της σωστής ποσότητας περίσσειας αέρα για την καύση του καυσίμου. Είναι γενικά παραδεκτό ότι 10% περίσσεια αέρα δίνει το βέλτιστο λόγο αέρα/ καυσίμου για την πλήρη καύση. Η υπερβολική περίσσεια αέρα αυξάνει τις απώλειες καπνοδόχου και απαιτείται περισσότερο καύσιμο για την ανύψωση του εξωτερικού αέρα στη θεοκρασία των καυσαερίων. Από την άλλη, εάν η τροφοδοσία του αέρα είναι ανεπαρκής, η καύση είναι ατελής και μειώνεται η θερμοκρασία της φλόγας.

Η ολική θερμική απόδοση ενός λέβητα ορίζεται ως ο λόγος της θερμότητας εξόδου (E_{out}) προς τη θερμότητα εισόδου (E_{in}):

$$\eta_b = \frac{E_{out}}{E_{in}}$$

Η ολική απόδοση περιλαμβάνει την απόδοση της καύσης, τις απώλειες καπνοδόχου και τις απώλειες θερμότητας από τις εξωτερικές επιφάνειες του λέβητα. Η απόδοση της καύσης σχετίζεται με την αποτελεσματικότητα του καυστήρα ώστε να παρέχει το βέλτιστο λόγο καυσίμου/αέρα για την πλήρη καύση του καυσίμου.

Όταν η περίσσεια αέρα δεν είναι αρκετή, μπορούν να γίνουν οι ακόλουθες ρυθμίσεις:

Λειτουργία του λέβητα σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο καύσης και χειροκίνητη εκκίνηση των συστημάτων ελέγχου της καύσης.

- Αφού αποκατασταθεί σταθερή λειτουργία, λήψη μιας πλήρους σειράς μετρήσεων (σύσταση και θερμοκρασία των καυσαερίων).

- Αύξηση της περίσσειας αέρα κατά 1 έως 2% και λήψη νέας σειράς μετρήσεων (αφού αποκατασταθούν συνθήκες σταθερής λειτουργίας του λέβητα).

- Μείωση της περίσσειας αέρα κατά μικρά βήματα, μέχρι μιας ελάχιστης τιμής της περίσσειας O_2 (δηλαδή, όταν η καύση είναι ατελής και ένα σημαντικό επίπεδο CO πάνω από 400 ppm . ανιχνεύεται στα καυσαέρια). Λήψη μετρήσεων μετά από κάθε αλλαγή (αφού αποκατασταθεί η ομαλή λειτουργία του λέβητα).
- Σχεδίαση των δεδομένων των μετρήσεων για τον καθορισμό της διακύμανσης του επιπέδου του CO συναρτήσει του ποσοστού του O_2 στα καυσαέρια. Συνήθως λαμβάνεται ένα περιθώριο για την περίσσεια του O_2 που κυμαίνεται από 0,5 έως 2% πάνω από την ελάχιστη τιμή.

- Ρύθμιση εκ νέου των συστημάτων ελέγχου του καυστήρα για να διατηρηθεί η περίσσεια του O_2

- Επανάληψη των βημάτων για διάφορους ρυθμούς καύσης που απαντώνται κατά τη λειτουργία του λέβητα. Συνιστάται οι έλεγχοι να γίνονται από τους πιο υψηλούς προς τους πιο χαμηλούς ρυθμούς καύσης.

Υπάρχουν αρκετά μέτρα με τα οποία μπορεί να βελτιωθεί η απόδοση του λέβητα μιας υφιστάμενης εγκατάστασης, με εξοικονόμηση στην κατανάλωση καυσίμων από την εγκατάσταση. Ανάμεσα σε αυτά τα μέτρα περιλαμβάνονται: Οι λέβητες αποτελούν τον κύριο εξοπλισμό που αναλογικά χρησιμοποιείται στα θερμαινόμενα κτίρια.

6. Φωτισμός

Ο φωτισμός συμμετέχει συνήθως κατά ένα μεγάλο ποσοστό στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο μπορεί να φτάσει και το 30-50%.

Οι *λαμπτήρες πυρακτώσεως*, που χρησιμοποιούνται ακόμα σε κάποιες εγκαταστάσεις, ήταν οι πιο συνήθεις τύποι λαμπτήρων για περισσότερο από 100 χρόνια. Ωστόσο, σήμερα χαρακτηρίζονται ως οι πλέον μη-αποδοτικοί γιατί το 95% του ηλεκτρισμού μετατρέπεται σε θερμότητα. Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως έχουν σχετικά μικρό χρόνο ζωής (τυπικός χρόνος ζωής 1000 ώρες) αλλά κοστίζουν λίγο και έχουν βέλτιστη χρωματική απόδοση. Πλέον θεωρείται απαραίτητη η αντικατάσταση με άλλους λαμπτήρες υψηλής απόδοσης.

Οι *λαμπτήρες αλογόνου* (ειδική κατηγορία των λαμπτήρων πυρακτώσεως) είναι πιο αποδοτικοί (20% με 50% σε σύγκριση με τους συνήθεις λαμπτήρες πυρακτώσεως) και χρησιμοποιούνται για άμεση αντικατάσταση των προηγουμένων. Ένα άλλο είδος λαμπτήρων αποτελούν οι *λαμπτήρες φθορισμού,* οι οποίοι έχουν υψηλή ενεργειακή αποδοτικότητα και μεγάλη διάρκεια ζωής. Οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού που είναι μικρότερου μεγέθους και χρησιμοποιούνται για αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως παρέχουν μόνο 35-55lumens/Watt. Θεωρούνται ψυχρότεροι και η χρωματική τους απόδοση είναι ελαφρώς χαμηλότερη. Αν και το αρχικό τους κόστος είναι υψηλότερο, η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής τους που φθάνει να είναι 10-15 φορές της αντίστοιχης των λαμπτήρων πυρακτώσεως, τα καθιστά οικονομικότερα.

Ο *λαμπτήρας φθορισμού* είναι μια χαμηλής πίεσης πηγή εκκένωσης αερίου, στην οποία το φως παράγεται βασικά από φθορίζουσες ουσίες, που ενεργοποιούνται από υπεριώδη ακτινοβολία, μέσω ενός τόξου υδραργύρου.

Ο λαμπτήρας, συνήθως με τη μορφή κυλίνδρου με μεγάλο μήκος και με ένα ηλεκτρόδιο σε κάθε άκρη, περιέχει ατμούς υδραργύρου σε
χαμηλή πίεση και μικρές ποσότητες ευγενών αερίων για την εκκίνηση, ενώ τα εσωτερικά τοιχώματα του επικαλύπτονται με φθορίζουσες ουσίες, που κοινώς αποκαλούνται φώσφοροι.

Όταν εφαρμοστεί η κατάλληλη τάση, δημιουργείται τόξο από το ρεύμα που ρέει ανάμεσα στα δύο ηλεκτρόδια, μέσω των ατμών υδραργύρου. Η εκκένωση αυτή παράγει μικρές ποσότητες ορατής ακτινοβολίας αλλά κυρίως αόρατη υπεριώδη ακτινοβολία. Η υπεριώδης ακτινοβολία με τη σειρά της διεγείρει τις φωσφορίζουσες ουσίες που εκπέμπουν το φως. Οι φωσφορίζουσες ουσίες επιλέγονται και αναμιγνύονται, προκειμένου να ανταποκρίνονται αποδοτικότερα στα 254 nm, καθώς αυτό είναι το κύριο μήκος κύματος της ακτινοβολίας που παράγεται κατά την εκκένωση χαμηλής πίεσης υδραργύρου.

6.1 Ονοματολογία Λαμπτήρων Φθορισμού

Οι γραμμικοί λαμπτήρες φθορισμού κατασκευάζονται συνήθως από ευθείς κυλινδρικούς σωλήνες, με διάμετρο από 6 mm (0,25 in. T-2) έως 54 mm (2,125 in. T-17) και συνολικό μήκος από 100 έως 2440 mm (4 έως 96 in.). Ωστόσο, διατίθενται επίσης λαμπτήρες φθορισμού και σε μη γραμμικούς τύπους. Λαμπτήρες σχήματος U σχηματίζονται λυγίζοντας τις λυχνίες στο μέσον. Οι κυκλικοί λαμπτήρες είναι λυχνίες λυγισμένες σε κύκλο με τις δύο άκρες παρακείμενες.

Όλο και περισσότερο χρησιμοποιούνται σήμερα οι μικρότερης διαμέτρου, ενός άκρου, συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού, που αποτελούνται από πολλαπλών σχημάτων σωλήνες, που

αλληλοσυνδέονται έτσι, ώστε ένα μόνο ηλεκτρικό τόξο να διαπερνά όλα τα τμήματα του σωλήνα. Σχεδιάζονται, έτσι ώστε να προσεγγίζουν το μέγεθος ενός τυπικού λαμπτήρα πυράκτωσης.

Ιστορικά, οι λαμπτήρες ορίζονται από ένα γράμμα που καταδεικνύει το σχήμα τους και ακολούθως από ένα αριθμό που καταδεικνύει τη μέγιστη διάμετρο του σωλήνα, σε όγδοα της ίντσας. Συνεπώς, ο κωδικός T-8 καταδεικνύει έναν κυλινδρικό (tubular) λαμπτήρα, με διάμετρο 8/8 της ίντσας ή 1 ίντσα (26 mm).

Οι απαραίτητες διατάξεις για την έναυση και τη λειτουργία των φωτιστικών σωμάτων είναι οι ακόλουθες:

- Εκκινητές (starters)
  Είναι απαραίτητα όργανα για την έναυση των λαμπτήρων φθορισμού επειδή η τάση του δικτύου δεν είναι ικανή να δημιουργήσει το ηλεκτρικό τόξο μεταξύ των ηλεκτροδίων.
- Αντισταθμιστικές διατάξεις (ballasts μαγνητικά ή ηλεκτρονικά)

6.2 Ballasts

Οι λαμπτήρες φθορισμού, όπως άλλωστε και οι περισσότεροι λαμπτήρες εκκένωσης αερίου, έχουν αρνητική χαρακτηριστική τάσης – ρεύματος και ως εκ τούτου απαιτείται, για την ορθή λειτουργία τους, η χρησιμοποίηση μιας βοηθητικής συσκευής για τον περιορισμό του ηλεκτρικού ρεύματος. Η συσκευή αυτή, κοινώς αποκαλούμενη σταθεροποιητής ρεύματος (ballast), παρέχει επίσης την απαιτούμενη τάση για την έναρξη του τόξου. Η τάση αυτή κυμαίνεται από 1,5 έως 4 φορές την ονομαστική τάση λειτουργίας του λαμπτήρα.

Οι ονομαστικές τιμές της διάρκειας ζωής και της φωτεινής ροής των λαμπτήρων φθορισμού δίνονται από τους κατασκευαστές, με βάση την προϋπόθεση ότι ο εκάστοτε λαμπτήρας χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το κατάλληλο ballast. Το ballast αυτό πρέπει να

είναι ικανό να παράσχει τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά λειτουργίας, όπως αυτά έχουν καθιερωθεί στα πρότυπα ANSI για τα διαστασιακά και τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των λαμπτήρων φθορισμού (σειρά C78). Ballasts που δεν παρέχουν τις κατάλληλες ηλεκτρικές τιμές μπορεί να προκαλέσουν μείωση της διάρκειας ζωής ή της φωτεινής ροής των λαμπτήρων ή ακόμα και των δύο.

Η λειτουργία του βοηθητικού αυτού εξοπλισμού απαιτεί προφανώς την απορρόφηση ηλεκτρικής ισχύος και συνεπώς η αποδοτικότητα του συστήματος που προκύπτει είναι τελικά μικρότερη από αυτήν που βασίζεται αποκλειστικά και μόνο στις απαιτήσεις ισχύος του λαμπτήρα.

Σήμερα, κυκλοφορούν στην αγορά δύο βασικοί τύποι ballasts για λαμπτήρες φθορισμού :

- **Μαγνητικό**
- **Ηλεκτρονικό**

- **Μαγνητικά ballasts**

Τα μαγνητικά ballasts είναι ηλεκτρομαγνητικές διατάξεις τύπου «πυρήνα-πηνίου». Περιέχουν έναν μαγνητικό πυρήνα, αποτελούμενο από πολλά χαλύβδινα ελάσματα, γύρω από τα οποία τυλίγονται τα χάλκινα ελίγματα. Ορισμένα ballasts για λαμπτήρες φθορισμού, εσωτερικού χώρου, περιλαμβάνουν μια συσκευή θερμικής προστασίας. Η συσκευή αυτή εμποδίζει τη λανθασμένη χρησιμοποίηση του ballast σε εφαρμογές υψηλών θερμοκρασιών και προλαμβάνει την εμφάνιση ανεπιθύμητων καταστάσεων, που μπορεί να προκύψουν στο τέλος της ζωής του ballast.

Τα μαγνητικά ballasts έχουν αρκετά μεγάλες απώλειες ισχύος,. Εκτιμάται ότι ένα σύστημα φωτισμού αποτελούμενο από ένα μαγνητικό ballast και δύο T-8 λαμπτήρες ισχύος 32 W καταναλώνει περίπου 70 W. Τα μαγνητικά ballasts λειτουργούν στη συχνότητα γραμμής (50 Hz στην Ελλάδα), ενώ η μέση

διάρκεια ζωής τους, όταν βεβαίως λειτουργούν υπό κατάλληλες συνθήκες (καθορίζονται από τον εκάστοτε κατασκευαστή), εκτιμάται στα δώδεκα χρόνια.

- Διευκρινίζεται ότι όλα τα παραπάνω ισχύουν για τα προηγμένα μαγνητικά ballasts εξοικονόμησης ενέργειας. Τα παλαιότερα μαγνητικά ballasts εμφάνιζαν υψηλές απώλειες και ήταν περίπου 10% λιγότερο αποδοτικά από τα σύγχρονα. Πάντως τα ballasts αυτά έχουν πλέον αποσυρθεί από την αγορά, ενώ τώρα συζητείται και η ολοκληρωτική κατάργηση των μαγνητικών ballasts, προς όφελος των ηλεκτρονικών

- **Ηλεκτρονικά Ballasts**

Στις αρχές της δεκαετίας του 1980, η ανάπτυξη των υλικών στερεάς κατάστασης επέτρεψε στους κατασκευαστές ballasts να αντικαταστήσουν τον μετασχηματιστή τύπου πυρήνα με ηλεκτρονικά εξαρτήματα και να αυξήσουν έτσι τη συχνότητα λειτουργίας του ballast στα 20- 60 kHz. Συνήθως, τα ηλεκτρονικά ballasts περιλαμβάνουν κυκλώματα για τον περιορισμό του μεταβατικού ρεύματος, κατά την έναρξη λειτουργίας του ballast.

Το μεταβατικό αυτό ρεύμα είναι αποτέλεσμα της φόρτισης των ηλεκτρολυτικών πυκνωτών ενός ηλεκτρονικού ballast και έχει συχνά αναφερθεί ως πρόβλημα για διακόπτες και ρελέ, που χρησιμοποιούνται για την έναρξη ή τη διακοπή λειτουργίας ενός ballast. Τα περισσότερα ηλεκτρονικά ballasts διαθέτουν πλέον κυκλώματα, που περιορίζουν την αρμονική παραμόρφωση του ρεύματος κάτω από το 20 % και εξασφαλίζουν συντελεστή ισχύος μεγαλύτερο από 90 %.

Τα ηλεκτρονικά ballasts τείνουν σήμερα να αντικαταστήσουν τα μαγνητικά σε όλες σχεδόν τις εφαρμογές. Στην εξέλιξη αυτή συνέβαλε βεβαίως και το γεγονός ότι τα ηλεκτρονικά

ballasts έχουν τη δυνατότητα να χειρίζονται ταυτόχρονα περισσότερους λαμπτήρες απ' ότι τα μαγνητικά (μέχρι και 4 λαμπτήρες), ενώ παρέχουν και πολύ μεγαλύτερες δυνατότητες ελέγχου της φωτεινής ροής (dimming). Σε πολλές περιπτώσεις, μάλιστα, τα ηλεκτρονικά ballasts κατασκευάζονται στο ίδιο σχήμα και μέγεθος με αντίστοιχα μαγνητικά ballasts, προκειμένου να είναι ευκολότερη η άμεση αντικατάσταση.

7. Ανάλυση επεμβάσεων στο κτιριακό συγκρότημα

Το πιο σημαντικό βήμα μιας ενεργειακής επιθεώρησης είναι τα μέτρα ενεργειακής βελτίωσης που καλείται να πάρει ο ενεργειακός επιθεωρητής ανάλογα με τις απαιτήσεις και τους στόχους της επιθεώρησης. Αν μελετήσουμε μια-μια τις επεμβάσεις έχουμε:

1. Προτεινόμενες επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος.

Γενικά, τα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού κελύφους είναι δαπανηρά, αφού απαιτούν επεμβάσεις έντασης εργασίας (π.χ. η προσθήκη θερμικής μόνωσης ή η αντικατάσταση παραθύρων). Έτσι, οι περίοδοι αποπληρωμής των περισσότερων επεμβάσεων στα κτιριακά κελύφη είναι μάλλον μεγάλης διάρκειας, που και πάλι μπορούν να αιτιολογηθούν για λόγους πέραν των ενεργειακών, όπως είναι η βελτίωση της θερμικής άνεσης ή η μείωση της συμπύκνωσης των υδρατμών για την αποφυγή δομικών αστοχιών.

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος μπορούν να αιτιολογηθούν με βάση μόνο τη βελτίωση στην ενεργειακή αποδοτικότητα.

Μόνωση των ελλιπώς μονωμένων στοιχείων του.

Όταν ένα στοιχείο του κτιριακού κελύφους δεν είναι μονωμένο ή δεν επαρκεί η μόνωσή του μπορεί να είναι οικονομικά αποδοτική η προσθήκη μόνωσης με στόχο τη μείωση των απωλειών

θερμότητας λόγω μετάδοσης. Όπως για παράδειγμα θερμομόνωση σε εξωτερικούς τοίχους και σε θερμογέφυρες όπως δοκοί και υποστυλώματα.

Εάν το κτίριο θερμαίνεται και ψύχεται ταυτόχρονα, η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της προσθήκης μόνωσης στο κτιριακό κέλυφος υπολογίζεται αθροίζοντας τα ενεργειακά κέρδη λόγω της μείωσης στη θέρμανση και αυτά λόγω της μείωσης στην ψύξη.

Βελτιώσεις στα ανοίγματα.

Θερμική ροή από τα ανοίγματα, [Πηγή: ΚΑΠΕ, 2002]

Οι σημαντικότερες βελτιώσεις στα παράθυρα είναι:

- ✓ Αντικατάσταση υφιστάμενων ανοιγμάτων με νέα, που έχουν βελτιωμένες θερμικές και οπτικές ιδιότητες.
- ✓ Κατάργηση περιττών ανοιγμάτων.
- ✓ Εγκατάσταση πολλαπλής επίστρωσης ή ταινιών για τη μείωση της μεταφοράς θερμότητας μέσω ακτινοβολίας.
- ✓ Εισαγωγή αερίου αργού ή κρυπτού στο διάκενο μεταξύ των υαλοπινάκων, που μπορεί να μειώσει τη μεταφορά θερμότητας μέσω συναγωγής.
- ✓ Εφαρμογή εξωτερικών, σταθερών ή κινητών διατάξεων σκίασης (τέντες, παντζούρια, σκίαστρα)

Οι βελτιώσεις στα παράθυρα, όπως είναι η τοποθέτηση υαλοπινάκων υψηλής απόδοσης, ταινιών και επιστρώσεων στα παράθυρα ή τα παράθυρα θυέλλης, μπορεί να επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας στα θερμικά και ψυκτικά φορτία του κτιρίου. Οι βελτιώσεις αυτές μπορούν να επηρεάσουν τόσο τη μεταφορά θερμότητας όσο και τα ηλιακά κέρδη. Εξάλλου, τα ενεργειακά αποδοτικά παράθυρα δημιουργούν πιο άνετο περιβάλλον, με ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασιών και καλή ποιότητα φωτισμού.

Ελάττωση διήθησης του αέρα.

Η βελτίωση της στεγανότητας του κτιριακού κελύφους ως προς τον αέρα εξασφαλίζεται με τις παρακάτω τεχνικές:

- Τη στεγανοποίηση: Διάφοροι τύπων στεγανοποιητικών υλικών(ουρεθάνη, λατέξ, πολυβινύλιο, κ.λπ.) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σφράγιση διαφόρων χαραμάδων, π.χ. γύρω από τα πλαίσια των παραθύρων και των θυρών, και κάθε διάβασης μέσω των τοίχων, όπως είναι οι οπές των σωληνώσεων του νερού.

- Το φράξιμο των χαραμάδων με την εφαρμογή συγκολλητικού ελαστικού αφρού μπορούν να σφραγιστούν τα παράθυρα και οι πόρτες.

- Τη διαμόρφωση του εξωτερικού χώρου με το φύτευμα δένδρων γύρω από το κτίριο για την ελάττωση των επιδράσεων του ανέμου και της διήθησης του αέρα.

- Τοποθέτηση στοιχείων αδιαπέραστων από τον αέρα που εγκαθίστανται στο εξωτερικό του κτιρίου ώστε να

σχηματιστεί ένα συνεχές στρώμα γύρω από τους τοίχους του κτιρίου. Τα στοιχεία αυτά λέγονται ανεμοθραύστες και κατασκευάζονται από υγρή άσφαλτο, υγρό καουτσούκ, φύλλα πλαστικού.

- Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιούνται μεμβράνες για την παρεμπόδιση της κίνησης των υδρατμών μέσω του κελύφους του κτιρίου, που έτσι λειτουργούν και ως επιβραδυντές. Συνήθως είναι δαπανηρή η εγκατάσταση των συστημάτων αυτών σε υφιστάμενα κτίρια, εκτός εάν αποτελούν τμήμα της συνολικής επέμβασης στο κέλυφος του κτιρίου.

- Σε αρκετά μικρά κτίρια, τα θερμικά φορτία λόγω της διήθησης του αέρα μπορεί να είναι σημαντικά. Υπολογίζεται ότι σε καλά μονωμένα κτίρια κατοικιών, η διήθηση μπορεί να συνεισφέρει έως και 40% στο συνολικό φορτίο του κτιρίου.

2. <u>Προτεινόμενες επεμβάσεις στα ηλεκτρικά συστήματα.</u>

<u>Οι βασικότερες επεμβάσεις είναι:</u>

✓ <u>Βελτίωση του συντελεστή ισχύος</u>

Τα ηλεκτρικά φορτία διακρίνονται σε στατικά (λαμπτήρες πυρακτώσεως, ηλεκτρικές αντιστάσεις κλπ.) και επαγωγικά (λαμπτήρες φθορισμού, ηλεκτρικοί κινητήρες, μετασχηματιστές). Στα στατικά φορτία η ισχύς P που απορροφάται από το δίκτυο είναι όλη ωφέλιμη. Στα επαγωγικά φορτία η ωφέλιμη ισχύς Pω (W) είναι μικρότερη από την ισχύ που απορροφάται από το ηλεκτρικό φορτίο. Το πηλίκο της ωφέλιμης ισχύς προς την ισχύ

που απορροφάται από το δίκτυο ονομάζεται **συντελεστής ισχύος (cosφ)**. Είναι ευνόητο ότι ο συντελεστής ισχύος είναι μικρότερος της μονάδας. Η πρόσθετη ισχύς που απαιτείται για την κάλυψη των επαγωγικών φορτίων ονομάζεται **άεργος ισχύς Q** (VAr).

Ο χαμηλός συντελεστής ισχύος απαιτεί ρεύμα μεγαλύτερης έντασης για την κάλυψη των φορτίων. Αυτό σημαίνει ότι οι αγωγοί πρέπει να έχουν μεγαλύτερη διατομή και ο μετασχηματιστής ισχύος να είναι μεγαλύτερος.

Για τους παραπάνω λόγους υπάρχει υψηλότερη μηνιαία χρέωση ισχύος και ενέργειας από την ΔΕΗ. Ο πιο εύκολος τρόπος βελτίωσης του συντελεστή ισχύος είναι η χρήση πυκνωτών που συνδέονται παράλληλα με το δίκτυο. Αυτοί οι πυκνωτές αντισταθμίζουν την άεργο ισχύ και γι' αυτό ονομάζονται **πυκνωτές αντιστάθμισης**. Η αντιστάθμιση μπορεί να γίνει στην τελική κατανάλωση οπότε ονομάζεται **τοπική** ή στον πίνακα διανομής και ονομάζεται **κεντρική**.

Οι πυκνωτές διακρίνονται σε **στατικούς** και σε **αυτόματα ρυθμιζόμενους** ανάλογα με την κατάσταση του φορτίου και το επιθυμητό ύψος αντιστάθμισης. Οι στατικοί χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις χαμηλής ισχύος (<50kVAr) και για τοπική αντιστάθμιση. Σε εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος με φορτία έντονης διακύμανσης χρησιμοποιούνται οι αυτόματοι πυκνωτές.

✓ <u>Χρησιμοποίηση κινητήρων βελτιωμένου βαθμού</u>

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι ηλεκτρικών κινητήρων σε χρήση στα κτίρια και τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις: οι επαγωγικοί και οι σύγχρονοι κινητήρες. Οι επαγωγικοί κινητήρες είναι οι συνηθέστεροι και αποτελούν το 90% της υπάρχουσας κινητήριας ισχύος. Και οι δύο αυτοί τύποι έχουν ένα ακίνητο στάτη και ένα περιστρεφόμενο ρότορα για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική.

2.1 Βελτιώσεις στα συστήματα φωτισμού.

Ο φωτισμός συμμετέχει κατά ένα μεγάλο ποσοστό στη χρήση της ενέργειας στα κτίρια. Για παράδειγμα, το 30 έως 50% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στα γραφεία χρησιμοποιείται για φωτισμό. Επιπλέον, η θερμότητα που παράγεται από τον φωτισμό συμβάλλει στα θερμικά φορτία που πρέπει να απομακρυνθούν από το ψυκτικό σύστημα. Συνήθως, οι ενεργειακές μετατροπές των συσκευών φωτισμού είναι πολύ αποδοτικές οικονομικά, με περιόδους αποπληρωμής στις περισσότερες εφαρμογές μικρότερες από 2 έτη. Οι βασικότερες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στα συστήματα φωτισμού είναι οι ακόλουθες:

- ✓ **Μείωση της ισχύος των φωτιστικών**, που περιλαμβάνει και τις φωτιστικές πηγές (λαμπτήρες) και τις διατάξεις μετασχηματισμού της τάσης (ballasts).
  Την τελευταία δεκαετία νέες τεχνολογίες, όπως είναι οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού και οι ηλεκτρονικές διατάξεις αντιστάθμισης έχουν αυξήσει την αποδοτικότητα των συστημάτων φωτισμού.

- ✓ **Συστήματα ελέγχου του φωτισμού.** Έχουν αναπτυχθεί αυτόματα συστήματα ελέγχου για τη μείωση της χρήσης των συστημάτων φωτισμού ώστε ο φωτισμός να παρέχεται μόνο όταν απαιτείται. Σ. αυτά περιλαμβάνονται τα συστήματα ανίχνευσης παρουσίας και τα συστήματα μείωσης του φωτισμού μέσω της χρήσης του φυσικού φωτός.

- ✓ **Χρήση ανακλαστήρων**
  Είναι τα εξαρτήματα που ρυθμίζουν την κατανομή της φωτεινής έντασης στο χώρο. Με τους ανακλαστήρες το παραγόμενο φώς κατευθύνεται στο χώρο εργασίας και δεν κατανέμεται ομοιόμορφα στο χώρο.

- ✓ **Μείωση του αριθμού των φωτιστικών.** Αυτός ο στόχος μπορεί να επιτευχθεί μόνο στις περιπτώσεις όπου είναι δυνατή η αφαίρεση φωτιστικών, λόγω υπερφωτισμού.

  Τακτική συντήρηση φωτιστικών σωμάτων.
  Οι ρύποι του περιβάλλοντος επικάθονται στα φωτιστικά σώματα και στις επιφάνειες των χώρων, με αποτέλεσμα να έχουμε σημαντική υποβάθμιση της στάθμης φωτισμού. Η ρύπανση προκαλεί μείωση της απόδοσης των ανακλαστήρων και των υλικών κατασκευής, και μείωση της ανακλαστικότητας των επιφανειών.

Οι βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση των συστημάτων φωτισμού παρέχουν ευκαιρίες για μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στα κτίρια. Τρεις είναι οι παράγοντες που συνήθως καθορίζουν το σωστό επίπεδο φωτισμού ενός συγκεκριμένου χώρου:

- η ηλικία των ενοίκων
- οι απαιτήσεις ταχύτητας και ακρίβειας
- και η αντίθεση του φόντου (ανάλογα με τη δραστηριότητα που διεξάγεται).

Είναι κοινή εσφαλμένη αντίληψη ότι ο υπερφωτισμός ενός χώρου συνεπάγεται και υψηλότερη οπτική ποιότητα. Έχει αποδειχθεί ότι ο υπερφωτισμός μπορεί να ελαττώσει την ποιότητα του φωτισμού και το επίπεδο οπτικής άνεσης σε ένα χώρο, πέρα από την όποια σπατάλη ενέργειας. Επομένως, είναι σημαντικό κατά την αναβάθμιση ενός συστήματος φωτισμού να καθορίζεται και να διατηρείται ένα επαρκές επίπεδο φωτισμού, όπως αυτό καθορίζεται από τα σχετικά πρότυπα.

Τα κριτήρια επιλογής λαμπτήρων είναι η φωτεινή απόδοση (lm/W), η καταναλισκόμενη ενέργεια (W), η διάρκεια ζωής, η απόδοση των χρωμάτων και το κόστος αγοράς. Δεν πρέπει επίσης να διαφεύγει ότι οι λαμπτήρες με χαμηλότερη κατανάλωση δεν είναι κατάλληλοι για όλες τις χρήσεις (π.χ. η χρήση των λαμπτήρων πυρακτώσεως είναι αναγκαία σε χώρους με μικρές διαστάσεις και μικρού κόστους, ή ότι οι λαμπτήρες με μεγάλη φωτεινή απόδοση δεν διαθέτουν καλή χρωματική απόδοση).

3. Βελτιώσεις στις εγκαταστάσεις θέρμανσης.

Βελτίωση της απόδοσης του λέβητα

Υπάρχουν αρκετά μέτρα με τα οποία μπορεί να βελτιωθεί η απόδοση του λέβητα μιας υφιστάμενης εγκατάστασης, με εξοικονόμηση στην κατανάλωση καυσίμων από την εγκατάσταση. Ανάμεσα σε αυτά τα μέτρα περιλαμβάνονται:

Α) Η ρύθμιση του υφιστάμενου λέβητα.

Η θερμική απόδοση του λέβητα μπορεί να υπολογιστεί με την ανάλυση της σύστασης και της θερμοκρασίας των καυσαερίων. Εάν βρεθεί χαμηλή απόδοση λόγω λανθασμένης περίσσειας του αέρα, ο λέβητας μπορεί να ρυθμιστεί και να βελτιωθεί η απόδοσή του. Για το σκοπό αυτό απαιτείται κατάλληλος εξοπλισμός, π.χ. ένας αναλυτής καυσαερίων και μία συσκευή μέτρησης της θερμοκρασίας. Τρόποι για τη βελτίωση απόδοσης του υφιστάμενου λέβητα είναι:

- **Εγκατάσταση ελατηρίων στους φλογοσωλήνες** για τη δημιουργία περισσότερης τύρβης, ώστε να αυξηθεί έτσι η μεταφορά θερμότητας μεταξύ των θερμών αερίων της καύσης και του νερού. Η βελτίωση στην απόδοση του λέβητα μπορεί να καθοριστεί με τη μέτρηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων, η οποία θα μειωθεί όταν εγκατασταθούν τα ελατήρια. Πρακτικά, αναμένεται αύξηση κατά 2,5% της απόδοσης του λέβητα για κάθε μείωση της θερμοκρασίας καμινάδας κατά 50ο C.

- **Μόνωση του περιβλήματος του λέβητα** για τη μείωση των απωλειών. Η βελτίωση στην απόδοση του λέβητα εξαρτάται από τη θερμοκρασία της επιφάνειάς του.

- **Εγκατάσταση φυσητήρων αιθάλης για** την απομάκρυνση των επικαθίσεων στους σωλήνες, που μειώνουν τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ των θερμών αερίων της καύσης και του νερού. Η βελτίωση στην απόδοση του λέβητα εξαρτάται από τη θερμοκρασία των καυσαερίων.

- **Χρήση εξοικονομητών** για τη μεταφορά ενέργειας από τα καυσαέρια στο νερό τροφοδοσίας. Η θερμοκρασία των καυσαερίων δεν πρέπει να μειωθεί κάτω από ορισμένα όρια για την αποφυγή προβλημάτων διάβρωσης. Πρακτικά, αναμένεται αύξηση κατά 1% της απόδοσης του λέβητα για κάθε αύξηση κατά C της θερμοκρασίας του νερού τροφοδοσίας.

- **Χρήση προθερμαντήρων** του αέρα για τη μεταφορά ενέργειας από τα καυσαέρια της καμινάδας στον αέρα της καύσης.

Ο εξοπλισμός ανάκτησης θερμότητας από τα καυσαέρια (δηλαδή, οι εξοικονομητές και οι προθερμαντήρες αέρα) είναι συνήθως ο πιο οικονομικά αποδοτικός βοηθητικός εξοπλισμός που μπορεί να

προστεθεί για τη βελτίωση της ολικής θερμικής απόδοσης του συστήματος του λέβητα.

Β) Η αντικατάσταση του υφιστάμενου λέβητα με άλλον λέβητα υψηλής απόδοσης.

Οι κατασκευαστές των λεβήτων συνεχώς βελτιώνουν τόσο την απόδοση της καύσης όσο και την ολική απόδοσή τους. Σήμερα, οι εμπορικού μεγέθους μονάδες μπορούν να επιτύχουν απόδοση καύσης μεγαλύτερη από 95%. Για τους συμβατικούς λέβητες, κατά παράδοση θεωρείται ικανοποιητική απόδοση πάνω από 85%. Μία από τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες καύσης που διατίθεται σήμερα στην αγορά είναι οι **λέβητες αερίου παλμικής καύσης**. Αυτή η τεχνολογία εφαρμόστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 80 σε οικιακούς θερμαντήρες νερού και σήμερα υφίσταται σε αρκετούς λέβητες εμπορικού μεγέθους, για θέρμανση χώρων και νερού χρήσης.

Οι λέβητες παλμικής καύσης λειτουργούν ουσιαστικά όπως οι μηχανές εσωτερικής καύσης. Ο αέρας και το αέριο καύσιμο εισάγονται σε ένα στεγανό θάλαμο καύσης σε κατάλληλες ποσότητες. Στη συνέχεια, το μίγμα αναφλέγεται με σπινθήρα και, όταν καεί πλήρως, απάγεται μέσω ενός σωλήνα εξαγωγής. Σχεδόν όλη η θερμότητα της καύσης χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του νερού του λέβητα, αφού τα καυσαέρια έχουν σχετικά χαμηλή θερμοκρασία, της τάξης των 50oC. Όταν θερμανθεί πλήρως ο θάλαμος καύσης, τα επόμενα μίγματα αέρα/καυσίμου (οι «παλμοί») αναφλέγονται αυτόματα (χωρίς ανάγκη ηλεκτρικού σπινθήρα). Έτσι, δεν απαιτείται ούτε καυστήρας που καταναλώνει καύσιμο, ούτε φλόγα που να διατηρείται συνεχώς αναμμένη.

Η απόδοση των λεβήτων παλμικής καύσης μπορεί να φθάσει το 95 έως 99%. Όταν συνδυαστούν με άλλες υψηλής απόδοσης διατάξεις μεταφοράς της θερμότητας, η ολική θερμική απόδοση του συστήματος θέρμανσης μπορεί να ανέλθει στο 90%.

Εξάλλου, οι λέβητες αυτοί μπορούν να φθάσουν στη θερμοκρασία λειτουργίας τους στο μισό χρόνο από αυτόν των συμβατικών, ενώ εκπέμπουν σαφώς λιγότερους ρύπους στην ατμόσφαιρα.

Γ) Η χρήση λεβήτων με υπομονάδες.

Σχεδόν όλα τα συστήματα θέρμανσης είναι πιο αποδοτικά όταν λειτουργούν σε πλήρη ισχύ. Βελτιώσεις της απόδοσης στα φορτία αιχμής έχουν ως αποτέλεσμα τη μικρότερη κατανάλωση καυσίμου. Πάντως, η μείωση στην κατανάλωση καυσίμου δεν είναι απαραίτητα ανάλογη με τη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης.

Εξάλλου, στις εγκαταστάσεις αυτές σπανίως υφίστανται φορτία αιχμής και ο λέβητας συνηθέστερα λειτουργεί υπό συνθήκες μερικού φορτίου. Μερικοί λέβητες μπορεί να λειτουργούν αναγκαστικά με κυκλικό ρυθμό εκκίνησης-διακοπής, που είναι όμως μια μη αποδοτική μορφή λειτουργίας, αφού όταν διακόπτεται χάνεται θερμότητα μέσω των καμινάδας προς το περιβάλλον και ψύχεται το νερό στους σωλήνες διανομής.

Αυτές οι απώλειες πρέπει να αναπληρωθούν κατά την επανεκκίνηση του λέβητα. Εάν η δυναμικότητα του λέβητα είναι υψηλότερη από το φορτίο, η κυκλική αυτή λειτουργία μπορεί να είναι συχνή και οι απώλειες σημαντικές, μειώνοντας έτσι την εποχιακή απόδοση του συστήματος θέρμανσης. Αντί της λειτουργίας του λέβητα με εκκίνηση-διακοπή, μπορούν να καθορισθούν έλεγχοι που χρησιμοποιούν βηματικούς (υψηλός/χαμηλός/μηδενικός) ή μεταβλητούς ρυθμούς καύσης (από 100 μέχρι 15%). Ένα άλλο αποτελεσματικό μέτρο για την αποφυγή της κυκλικής λειτουργίας των λεβήτων είναι η εγκατάσταση ενός αριθμού μικρότερων λεβήτων ή λεβήτων με υπομονάδες.

Σε μια εγκατάσταση λέβητα με υπομονάδες, αρχικά εκκινεί ένας λέβητας για την κάλυψη των μικρών θερμικών φορτίων. Κατόπιν, καθώς αυξάνεται το φορτίο, νέοι λέβητες εκκινούν και μπαίνουν σε σειρά ώστε να αυξηθεί σταδιακά το δυναμικό του

συστήματος θέρμανσης. Αντίστοιχα, καθώς μειώνεται το φορτίο, οι λέβητες βγαίνουν εκτός ο ένας μετά τον άλλον. Οι λέβητες αυτοί μπορούν να αυξήσουν την ολική εποχιακή απόδοση του συστήματος θέρμανσης κατά 15 έως 30%.

Τέλος μπορούμε να κάνουμε μια **αποτίμηση των τεχνικών μέτρων** ενεργειακής εξοικονόμησης:

1. Βελτιστοποίηση των ρυθμίσεων
2. Βελτιώσεις του συστήματος παροχής θερμότητας
3. Εκπαίδευση των χρηστών για καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά
4. Επιλογή ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού (καυστήρας, αντλίες, καλοριφέρ, βαλβίδες)
5. Μόνωση του δικτύου θέρμανσης, του λέβητα και των βαλβίδων

Φυσικά, η πραγματοποίηση συγκεκριμένων μέτρων και το πόσο αυτά μπορεί να οδηγήσουν σε εξοικονόμηση χρημάτων εξαρτάται από το μέγεθος και την ιδιαίτερη φύση του κάθε κτιρίου. Μόνο μια αποτίμηση του συστήματος και των αναγκών του κτιρίου μπορεί να καθορίσει ποια μέτρα είναι τόσο εφαρμόσιμα όσο και επικερδή. Αυτό μπορεί να γίνει από έναν αρμόδιο ενεργειακό σύμβουλο.

Τα συμπεράσματα της αποτίμησης θα ορίσουν τα μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν στα συστήματα θέρμανσης του κτιρίου και θα συμπεριλαμβάνουν μια εκτίμηση της εξοικονόμησης, το κόστος επένδυσης καθώς και τον χρόνο αποπληρωμής.

8. Όργανα μετρήσεων και σφάλματα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, βασικός παράγοντας στην ορθή και ολοκληρωμένη ενεργειακή επιθεώρηση είναι οι μετρήσεις για την εκτίμηση ενεργειακών παραμέτρων. Ενεργειακές μετρήσεις ονομάζονται οι διαδικασίες εκείνες, που επιτρέπουν των προσδιορισμό των παραμέτρων οι οποίες σχετίζονται με τη χρήση της θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Για την εκτίμηση και τη μέτρηση των ζητούμενων παραμέτρων, απαιτούνται ακριβή και πλήρη δεδομένα για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα.

Στην πράξη, διαπιστώνεται ότι σπανίως είναι διαθέσιμα τέτοια στοιχεία. Επίσης, πολλές φορές τα διαθέσιμα μετρητικά όργανα δεν έχουν υποστεί τις προβλεπόμενες διαδικασίες συντήρησης και βαθμονόμησης, με αποτέλεσμα να εμφανίζουν χαμηλό βαθμό αξιοπιστίας.

Ο επιθεωρητής διερευνά το καθεστώς λειτουργίας και συντήρησης των εγκατεστημένων οργάνων και προβαίνει σε εκτιμήσεις για το πιθανό μετρητικό τους σφάλμα. Με βάση τις απαιτήσεις και τα κριτήρια της επιθεώρησης, ο επιθεωρητής καταστρώνει ένα πρόγραμμα μετρήσεων, αξιοποιώντας τόσο τα εγκατεστημένα μετρητικά όργανα όσο και φορητά.

Το πρόγραμμα των μετρήσεων καταστρώνεται κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης και, επομένως, είναι κατά κανόνα σύντομης διάρκειας. Για τον λόγο αυτό οι μετρήσεις της επιθεώρησης γίνονται σε στιγμιαία και όχι σε εποχιακή ή ετήσια βάση. Στην πραγματικότητα οι μετρήσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης αφορούν την ισχύ και όχι την ενέργεια αυτή καθεαυτή. Η ισχύς ορίζεται ως η ενέργεια στη μονάδα του χρόνου και αποτελεί ένα στιγμιαίο μέγεθος, η μέτρηση του οποίου διαρκεί

από μερικά δευτερόλεπτα έως λίγα λεπτά. Κατά τη μέτρηση της ισχύος ο επιθεωρητής θα πρέπει να βεβαιώνεται ότι το σύστημα βρίσκεται σε μία κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας, η οποία πιστοποιείται από τη σταθερότητα των ενδείξεων των μετρητών.

Συνεπώς, οι μετρήσεις με τα φορητά όργανα κατά τη διάρκεια της αυτοψίας δε δύναται ευθέως να δώσουν πλήρη εικόνα για τη μηνιαία ή ετήσια κατανάλωση ενέργειας μιας και δε μετράται ευθέως ο χρόνος. Αντίθετα, με τις μετρήσεις αυτές διαπιστώνεται ο βαθμός απόδοσης των ενεργειακών εγκαταστάσεων και παρέχονται στοιχεία για την ανάπτυξη του προτύπου της κατανάλωσης αναφοράς.

Επίσης ελέγχεται η ακρίβεια των εγκατεστημένων οργάνων μέτρησης. Οι πλέον συνήθεις μετρήσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης περιλαμβάνουν τα ακόλουθα μεγέθη:

• **Ηλεκτρικές μετρήσεις** (τάση, ένταση, ισχύς και συντελεστής ισχύος).

• **Παροχές υγρών ή αερίων καυσίμων**.

• **Θερμοκρασίες ρευστών και στερεών επιφανειών.**

• **Πιέσεις ρευστών σε σωλήνες**, κάμινους ή δοχεία (συμπεριλαμβανομένων των μετρήσεων κενού).

• **Συστάσεις και εκπομπές καυσαερίων (**CO_2, CO, O_2, καπνός).

• **Σχετική υγρασία.**

• **Εντάσεις φωτισμού.**

Πρέπει να σημειωθεί ότι πολλές φορές είναι αναγκαία η διαδικασία της «ενεργειακής παρακολούθησης» που απαιτεί τη συνεχή ή τακτική καταμέτρηση της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτιρίου ή συγκροτήματος κτιρίων πριν και, κυρίως, μετά την εφαρμογή επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στο κέλυφος και στις ενεργειακές εγκαταστάσεις.

Συνεπώς, αποτελεί το μέσο εκτίμησης της αποδοτικότητας των τυχόν επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, μέσω της σύγκρισης της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου μονάδας πριν και μετά την εφαρμογή τους.

• **<u>Ηλεκτρικές μετρήσεις</u>**

Τα πιο συνηθισμένα όργανα για μετρήσεις ηλεκτρικών παραμέτρων είναι:

- **Αμπερόμετρο**: Μετρά το ρεύμα συσκευών και κινητήρων.
- **Βολτόμετρο**: Μετρά την τάση ή την πτώση τάσης στο δίκτυο ή ηλεκτρικά κυκλώματα.
- **Βατόμετρο**: Μετρά τη στιγμιαία ζήτηση ισχύος σε κινητήρες, συσκευές ή την απόδοση ισχύος από τις ηλεκτρογεννήτριες.
- **Μετρητής συνφ**: Μετρά το συντελεστή ισχύος ή ελέγχει τα συστήματα διόρθωσης.
- **Πολύμετρο**: Μετρά όλα τα ανωτέρω. Όλα τα ανωτέρω όργανα είναι συνήθως φορητά. Τοποθετούνται με δαγκάνες πάνω στα καλώδια και δύναται να διαθέτουν καταγραφικό. Μετρήσεις καταναλώσεων ηλεκτρικής ισχύος και ενέργειας θα πρέπει να γίνεται σε όλα τα ενεργοβόρα τμήματα και εγκαταστάσεις.

- Δεδομένου ότι οι μετρητές αυτοί είναι φθηνοί, θα πρέπει να εξετάζεται η εγκατάσταση μονίμων μετρητών στις ανωτέρω περιπτώσεις. Κατά τη μέτρηση των ηλεκτρικών μεγεθών θα πρέπει να γίνεται σαφής διάκριση μεταξύ της συνολικής ισχύος (μετρούμενη σε kVA) και της ενεργούς ισχύος (συνήθως μετρούμενη σε kW) καθώς και του συντελεστού ισχύος (συνφ).

Εκτός από τα απλά, φορητά όργανα για διάφορες μετρήσεις υπάρχουν και όργανα που στηρίζονται στην **αρχή της ψηφιακής δειγματοληψίας** και επομένως δύναται να υποκατασταθούν από **μετρητικές διατάξεις βάσει υπολογιστή**. Αυτά τα όργανα είναι ιδιαιτέρως χρήσιμα στις περιπτώσεις όπου έχουμε μεγάλη βάση δεδομένων και χρειάζεται σύγκριση των αποτελεσμάτων πριν και μετά τις επεμβάσεις εξοικονόμησης. Όσον αφορά τις ηλεκτρικές μετρήσεις, τα ηλεκτρικά μεγέθη μπορούν να διεξαχθούν με τη χρήση ενός σύνθετου οργάνου, **του αναλυτή ηλεκτρικής ισχύος**. Εφόσον επιτευχθεί η σωστή συνδεσμολογία του αναλυτή ηλεκτρικής ισχύος στον ηλεκτρικό πίνακα, οι μετρήσεις διαβάζονται στην οθόνη του οργάνου. Αυτές περιλαμβάνουν στιγμιαίες και προγραμματισμένης διάρκειας μετρήσεις ανά φάση και στο σύνολο της τάσης, έντασης, φαινόμενης, άεργου και ενεργού ισχύος, του συντελεστή ισχύος (συνφ) και της ενέργειας. Οι στιγμιαίες μετρήσεις ανανεώνονται κάθε 20 δευτερόλεπτα. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης των μετρήσεων στη μνήμη για μεγάλο χρονικό διάστημα.

• <u>Θερμικές μετρήσεις</u>

Οι μετρητές θερμοκρασίας βάσει υπολογιστή βρίσκονται πλέον στις προθήκες των εμπορικών καταστημάτων. Οι συνήθεις τεχνολογίες μέτρησης της θερμοκρασίας περιλαμβάνουν:

α) **Θερμοκρασιακούς Ανιχνευτές Αντιστάσεως** (Resistance Thermometer Detectors RTD).

Από τα πλέον εξελιγμένα τεχνολογικώς όργανα. Διαθέτουν εσωτερικά σήματα βαθμονόμησης και μηδενισμού. Είναι μεγάλης ακρίβειας και βρίσκουν χρήση στις περιπτώσεις μονίμων μετρητών.

β) **Θερμοστοιχεία.** Αποτελούν την πλέον συνήθη τεχνολογία και είναι σχετικά χαμηλού τιμήματος. Καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών, από μερικούς βαθμούς έως και 1000ο C και είναι κατάλληλα ως φορητά όργανα. Χρειάζονται τακτική βαθμονόμηση με ειδικά όργανα. Το κύριό τους μειονέκτημα είναι ότι έχουν ασθενές σήμα το οποίο είναι ευάλωτο στον βιομηχανικό θόρυβο.

γ) **Θερμοκρασιακούς αισθητήρες ημιαγωγών (Thermistors).** Χρησιμοποιούνται ως μόνιμοι μετρητές χαμηλού τιμήματος. Εμφανίζουν ισχυρό, γραμμικό με τη θερμοκρασία σήμα και έχουν δυνατότητα αυτόματου μηδενισμού.
δ) **Πυρόμετρα ακτινοβολίας.** Μετρούν εξ αποστάσεως την θερμοκρασία μέσω ανίχνευσης των θερμικών ακτινοβολιών των σωμάτων. Ανιχνεύουν ιδιαίτερα θερμά σημεία και εντοπίζουν προβλήματα της μόνωσης. Είναι φορητά και εύκολα στη χρήση. Έχουν περιορισμένη ακρίβεια και απαιτούν τη γνώση του συντελεστή θερμοεκπομπής.

Τα κλασσικά απλά θερμόμετρα πλήρωσης (π.χ. θερμόμετρα υδραργύρου) έχουν καλή σχετικά ακρίβεια και μπορούν να χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που απαιτούνται μεμονωμένες μετρήσεις. Αξίζει να γίνει αναφορά στη **θερμογραφική κάμερα** και τη σχετική με αυτή μεθοδολογία μετρήσεων, η οποία παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην διαδικασία της επιθεώρησης.

Η θερμοφωτογράφηση ή θερμοδιάγνωση χρησιμοποιείται κλασικά ως μέθοδος για τον εντοπισμό των σημείων θερμικής απώλειας στα κτίρια.

Οι θερμικές απώλειες στα κτίρια μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- απώλειες από το περίβλημα του κτιρίου,
- απώλειες από ανοίγματα που προκαλούν αερισμό,
- απώλειες από αποθήκες και δίκτυα μεταφοράς ρευστών (νερού, αέρα, ατμού)

Η αρχή της θερμογραφίας στηρίζεται στο γεγονός ότι κάθε σώμα, λόγω της θερμοκρασίας του, εκπέμπει θερμική (υπέρυθρη) ακτινοβολία, η οποία εξαρτάται αποκλειστικά από τη θερμοκρασία του σώματος και από το συντελεστή εκπεμπτικότητας της επιφάνειάς του. Η θερμογραφική κάμερα διαθέτει υπέρυθρο ανιχνευτή, ο οποίος μετατρέπει τη θερμική ακτινοβολία σε διαφορά δυναμικού και, στη συνέχεια, μέσω κατάλληλου λογισμικού, σε εικόνα χρώματος αντίστοιχου της ακτινοβολίας.

• **<u>Μετρήσεις παροχής υγρών και αέριων.</u>**

Για την εκτίμηση της ροής θερμότητας μέσω κάποιου ρευστού, απαιτείται συνήθως η μέτρηση της παροχής (μάζας ή όγκου). Τυπικές μετρήσεις περιλαμβάνουν μετρήσεις παροχής υγρών και αερίων καυσίμων, ατμού και θερμούψυχρού νερού ή αέρα. Σε συνδυασμό με μέτρηση της διαφοράς θερμοκρασίας, η μέτρηση της παροχής επιτρέπει την θερμιδομέτρηση ρευμάτων και ροών ενέργειας. Η επιλογή του μετρητή για τις μετρήσεις παροχής πρέπει να γίνεται προσεκτικά με βάση το είδος του ρευστού, τις προσμίξεις και τις διαβρωτικές ουσίες, το εύρος διακύμανσης των ταχυτήτων και τα διαθέσιμα κονδύλια. Οι αισθητήρες παροχής δύναται να καταταχθούν ως ακολούθως:

α) **Μετρητές διαφορικής πίεσης** (τύπου διάτρητου διαφράγματος, σωλήνα Venturi ή σωλήνα Pilot)

β) **Παρεμβαλλόμενοι μετρητές** (τύπου μεταβλητής διατομής, θετικής μετατόπισης, στροβίλου ή δινομετρητή)

γ) **Μη παρεμβαλλόμενοι μετρητές** (τύπου υπερήχων, μαγνητικού μετρητή)

δ) **Μετρητές μάζας** (τύπου μετρητές μάζας Coriolis ή στροφορμής).

- **<u>Μετρήσεις υγρασίας του αέρα</u>**

Οι μετρήσεις υγρασίας γίνονται κατά κανόνα με θερμόμετρα ξηρού και υγρού βολβού, είναι ιδιαίτερα χρονοβόρες και απαιτούν προσοχή κατά την προετοιμασία. Πρόσφατα έχουν αναπτυχθεί ηλεκτρονικοί μετρητές οι οποίοι έχουν μεν ταχεία απόκριση, περιορίζονται δε σε θερμοκρασίες μέχρι 60ο C. Πιο συγκεκριμένα, σήμερα χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα όργανα:

α. Ψυχρόμετρο Το ψυχρόμετρο ή θερμόμετρο ξηρού και υγρού βολβού, είναι το πιο συνηθισμένο όργανο που χρησιμοποιείται για αυτές τις μετρήσεις και αποτελείται από δύο αισθητήρες θερμοκρασίας, εκ των οποίων ο ένας έχει βαμβακερή επένδυση που έχει υγρανθεί με αποστειρωμένο νερό. Ο αισθητήρας αυτός καταγράφει μία θερμοκρασία πλησίον της θερμοδυναμικής θερμοκρασίας υγρού βολβού. Γνωρίζοντας τις θερμοκρασίες του υγρού και ξηρού βολβού και τη βαρομετρική πίεση, μπορεί να καθοριστεί η σχετική υγρασία. Τα ψυχρόμετρα δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι κάτω από

0 ºC. Χρειάζονται συχνό καθάρισμα και αντικατάσταση της βαμβακερής επένδυσης.

β. Κυψέλη χλωριούχου λιθίου Η κυψέλη χλωριούχου λιθίου αποτελεί μια λύση εναλλακτική του ψυχρόμετρου. Είναι ένα απλό και σχετικά φθηνό όργανο, με όρια λειτουργίας από 29 έως 70ο C. Ταχύτητες αέρα πάνω από 10 m/s μπορεί να μετατοπίσουν τη βαθμονόμηση, παρόλο που η έκθεση σε υψηλό βαθμό υγρασίας με ταυτόχρονη απώλεια της ισχύος, π.χ. εξαιτίας πτώσης της τάσης, μπορεί να διαλύσει τα άλατα και να καταστήσει αναγκαία την αναμόρφωση του οργάνου.

γ. **Υγρασιόμετρο με αισθητήρα ρητίνης εναλλαγής ιόντων** Είναι ένα άλλο σχετικά φθηνό Υγρασιόμετρο. Ο τύπος αισθητήρα που περιέχει, εξαιτίας της γρήγορης απόκρισής του και της δυνατότητας διαρκούς μέτρησης, βρίσκεται συχνά σε υγρόμετρα για τη μέτρηση της σχετικής υγρασίας των σχετικά συνεχών ρευμάτων θερμοκρασίας αέρα. Ο αισθητήρας περιορίζεται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 75ο C και είναι πολύ ευαίσθητος σε οργανικούς διαλύτες (π.χ. ατμό λαδιού) και τα συγκολλητικά πολυστερίνης.

δ. **Ψηφιακό Υγρασιόμετρο** Το φορητό ψηφιακό μηχάνημα μέτρησης της υγρασίας δείχνει την υγρασία χώρων και την υγρασία που περιέχεται σε μεγάλη ποικιλία δομικών υλικών, όπως τούβλα, ξυλεία, επίχρισμα, άμμος κ.ά. Το μηχάνημα δε δίνει το ποσοστό υγρασίας που περιέχεται στα υλικά, αλλά μια ένδειξη του βαθμού ή του επίπεδου υγρασίας στο υλικό. Αποτελείται από την κυρίως συσκευή και το αισθητήριο της υγρασίας. Η χρήση του είναι απλή και όμοια με αυτή των ηλεκτρονικών θερμομέτρων.

ε. **Θέρμο-υγρογράφος** Χρησιμοποιείται για την καταμέτρηση και καταγραφή της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του αέρα.

Το στοιχείο της θερμοκρασίας αποτελείται από διμεταλλική λωρίδα, κατάλληλα επεξεργασμένη, έτσι ώστε να παρέχει σταθερότητα κατά τη λειτουργία της. Η δυνατότητα μέτρησης είναι από 15 έως +65ο C για τη θερμοκρασία και από 0 έως 100% για την υγρασία.

• **<u>Άλλες μετρήσεις</u>**

Υπάρχουν και άλλα πολλά είδη μετρήσεων που μπορούν να γίνουν σε μια ενεργειακή επιθεώρηση. Τέτοια είναι:

- **Μετρήσεις καυσαερίων**

Αυτού του είδους οι μετρήσεις απαιτούνται για την ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης της καύσης σε λέβητες, κάμινους και καυστήρες. Περιλαμβάνουν τη μέτρηση του διοξειδίου του άνθρακα, του μονοξειδίου του άνθρακα, των οξειδίων του θείου και του αζώτου, την περιεκτικότητα σε αιθάλη και τη θερμοκρασία. Παραδοσιακά οι μετρήσεις αυτές γίνονται με όργανα φορητά, χαμηλής αξίας. Σήμερα είναι διαθέσιμοι ηλεκτρονικοί αναλυτές καυσαερίων οι οποίοι επιτρέπουν την ταχεία μέτρηση όλων των ανωτέρω παραμέτρων, υπολογίζοντας ταυτόχρονα και το βαθμό απόδοσης της καύσης.

- **Μέτρηση του χρόνου λειτουργίας**

Σε πολλές περιπτώσεις είναι απαραίτητη η συνεχής μέτρηση των ωρών λειτουργίας καθώς και των χρονικών περιόδων λειτουργίας μίας συσκευής ή εγκατάστασης. Στη δεύτερη περίπτωση απαιτείται και η χρήση καταγραφικού. Η μέτρηση αυτή γίνεται για λόγους κυρίως προσδιορισμού της εξοικονομούμενης ενέργειας. Γι’ αυτό οι μετρητές αυτοί είναι από τους πρώτους που προτείνει ο επιθεωρητής, ως μέτρο για την αναβάθμιση του υφιστάμενου μετρητικού συστήματος.

- **Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού**,

Οι μετρήσεις αυτές γίνονται με σκοπό τον εντοπισμό υπερβάσεων φωτισμού από τα ενδεδειγμένα όρια. Ένας μετρητής φωτεινότητας ενσωματώνει έναν αισθητήρα φωτός καθώς και μια διάταξη διόρθωσης του χρώματος και της γωνίας του φωτός. Στην καλύτερη περίπτωση, ο αισθητήρας θα πρέπει να συνδέεται μέσω εύκαμπτου καλωδίου με μία αναλογική ή ψηφιακή οθόνη. Αυτό ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο της σκίασης του αισθητήρα όταν λαμβάνονται οι ενδείξεις. Η μέτρηση πρέπει να γίνεται υπό σταθερές συνθήκες (πρέπει να επιτραπεί κάποιος χρόνος προθέρμανσης των λαμπτήρων). Θα πρέπει, επίσης, να επιβεβαιωθεί ότι ο φυσικός φωτισμός δεν επηρεάζει τη μέτρηση του ηλεκτρικού φωτός.

- **Μέτρηση συντελεστή θερμοπερατότητας**,

η οποία γίνεται με τη βοήθεια μονάδας που αποτελείται από την κυρίως συσκευή, από τα αισθητήρια θερμοκρασίας χώρου και επιφανείας και από το αισθητήριο θερμικής ροής, για τον καθορισμό της πυκνότητας θερμικής ροής q. Μια αντίσταση είναι εγκατεστημένη σε 16πολική πρίζα σύνδεσης των σημείων μέτρησης με σκοπό την παράλληλη αντιστάθμιση των σημείων. Η συσκευή υπολογίζει την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας επιλύνοντας τη βασική σχέση $Q=k.F.\Delta T$.

- **Μετρήσεις απωλειών αερισμού**,

η ποσότητα αερισμού ενός χώρου είναι δύσκολο να υπολογιστεί αναλυτικά, γιατί εξαρτάται από την αεροπερατότητα του κελύφους, τη διάταξη των χωρισμάτων, τη διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας, τη διεύθυνση και ταχύτητα του ανέμου, το είδος και την ποιότητα της κατασκευής, καθώς και από άλλες παραμέτρους.

Τυπικός εξοπλισμός για μια ενεργειακή καταγραφή

Εξοπλισμός	**Παράμετροι μέτρησης/ Παρατηρήσεις**
Ηλεκτρικός	
Βολτόμετρο	Τάση
Αμπερόμετρο	Ηλεκτρικό Ρεύμα
Ωμόμετρο	Αντίσταση
Βατόμετρο	Ισχύς (kW)
Πολύμετρο	Τάση, ηλεκτρικό ρεύμα, αντίσταση
Λουξόμετρο	Στάθμη φωτισμού σε lux
Μετρητής συντελεστή ισχύος	Συντελεστής ισχύος/ υπολογισμός φαινόμενης ισχύος (kVA)
Θερμογραφικός σαρωτής/ κάμερα	Θερμοκρασία αγωγού σε oC/ Εικόνα θερμοκρασίας σε υπερθερμασμένους αγωγούς (ειδικά στα σημεία σύνδεσης)
Αναλυτής ποιότητας ισχύος	Αρμονικές/ άλλες παράμετροι ηλεκτρισμού
Θερμοκρασία	
Θερμόμετρο	Θερμοκρασία ξηρού βολβού σε C
Ψυχρόμετρο	Θερμοκρασία ξηρού και υγρού βολβού σε C
Φορητό ηλεκτρονικό θερμόμετρο	
Τηλεχειριζόμενοι αισθητήρες υπέρυθρής ακτινοβολίας	
Ψηφιακό θερμόμετρο	
Υγρασία	
Υγρόμετρο	Υγρασία/ θερμοκρασία υγρού βολβού
Ψηφιακό θερμόμετρο	Υγρασία/ θερμοκρασία υγρού βολβού
Πίεση και Ταχύτητα	
Μανόμετρο	Πίεση και ταχύτητα ροής αέρα
Ψηφιακό ανεμόμετρο	Πίεση και ταχύτητα ροής αέρα
Ανεμόμετρο κινητού πλαισίου	Ανεμόμετρο κινητού πλαισίου
Μετρητής πίεσης	Πίεση υγρών

Πηγές

1. Εφημερίδα της κυβερνήσεως
2. ΚΕΝΑΚ. ΝΟΜΟΣ 3661 – Μετρά για την μείωση της ενέργειας κατανάλωσης των κτιρίων
3. Βιβλίο μηχανολογικών εγκαταστάσεων - Θέρμανση Μωυσιάδης
4. Αρχείο Άγης Παπαδόπουλος
5. internet : www.dow.gr
   www.Philips.com

6.Κεντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας – ΚΑΠΕ
www.cres.gr

7.Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος
www.TEE.gr

A.	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	
1.	Έργο ..... :	ΤΕΙ ΣΕΡΡΩΝ
2.	Θέση ..... :	
3.	Ιδιοκτήτης/τες ..... :	ΔΗΜΟΣΙΟ
4.	Υψόμετρο ..... :	
5.	Ζώνη ..... :	Γ
6.	Μελετητής/τές ..... :	
7.	Χρόνος μελέτης ..... :	Ιουλίου 2014

B.	ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ				
1.	Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων	F_W	=	1.461,17	m^2
2.	Επιφάνεια ανοιγμάτων (παράθυρα-πόρτες)	F_F	=	512,30	m^2
3.	Επιφάνεια οροφής στέγης,	F_{D1}	=	1.110,00	m^2
	δώματος,	F_{D2}	=	0,00	m^2
	οροφής κάτω από μη θερμομονωθείσα στέγη	F_{D3}	=	0,00	m^2
4.	Επιφάνεια δαπέδου	F_G	=	1.110,00	m^2
5.	Επιφάνεια οροφής pilotis	F_{DL}	=	0,00	m^2
6.	Επιφάνειες που συνορεύουν με χώρους	F_{AB1}	=	0,00	m^2
	χαμηλότερης θερμοκρασίας	F_{AB2}	=	0,00	m^2
		F_{AB3}	=	0,00	m^2
7.	Ολική εξωτερική επιφάνεια κτηρίου	$F_{ολ}$	=	2.571,17	m^2
8.	Όγκος κτηρίου	V	=	11347	m^3
9.	Λόγος	F/V	=	0,227	m^{-1}

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. **ΑΡ. ΦΥΛΛΟΥ : 1. 1** **ΖΩΝΗ : Γ**

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ : Δάπεδο σε φυσικό έδαφος ή πάνω από υπόγειο

1. Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ

	1	2	3	4 = (2 x 3)	5	6 = (3 / 5)
	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα	Πάχος d	Βάρος επιφαν.	Συντ. θερμ. αγ.	d/λ
	από μέσα προς τα έξω	kgr/m^3	m	kgr/m^2	λ=kcal/mh°C	m^{2}h°C/kcal
1.	Μάρμαρο	3.000	0,050	150,0	3,000	0,017
2.	Τσιμεντοκονίαμα		0,100		1,200	0,083
3.	Σκυρόδεμα	2.500	0,150	375,0	1,750	0,086
4.	Fibran eco - FL (3-5) δαπέδου	35	0,030	1,1	0,028	1,071
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
	Σύνολα		0,330	526,05		**1,257**

Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ = **1,257** m^{2}h°C/kcal

2. Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως

	Δομικό στοιχείο	$1/\alpha_i$	$1/\alpha_\alpha$
		m^{2}h°C/kcal	m^{2}h°C/kcal
1.	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα	0,14	0,05
2.	Στέγες - Δώματα (ανερχόμενη ροή)	0,14	0,05
3.	Πάτωμα που συνορεύει με χώρο στέγης που δεν κατοικείται	0,14	0,14
4.	Διαχωριστικοί τοίχοι προς μη θερμαινόμενους κλειστούς χώρους	0,14	0,14
5.	Οροφή υπογείου, οροφές πάνω από χώρους που δε θερμαίνονται (κατερχόμενη ροή)	0,20	0,20
6.	Πάτωμα ισογείου, υπογείου πάνω σε έδαφος	0,20	0,00
7.	Ανοιχτές διαβάσεις ισογείου (pilotis)	0,20	0,05
	Καθορισμός μεγέθους	**0,20**	**0,00**

3. Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας K

1/αi	m^{2}h°C/kcal	0,20
1/Λ	m^{2}h°C/kcal	1,257
1/αα	m^{2}h°C/kcal	0,00
1/K	m^{2}h°C/kcal	**1,457**

1. K = 1/K = 1 / 1,457 = **0,686** kcal/mh°C

2. απαιτούμενος συντελεστής θερμοπερατότητας K = **0,700** m^{2}h°C/kcal

3. διαφορά (2 - 1) = 0,014 kcal/mh°C

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. **ΑΡ. ΦΥΛΛΟΥ : 1. 2** **ΖΩΝΗ : Γ**

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ : Οροφή

1. Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ

	1	2	3	4 = (2 x 3)	5	6 = (3 / 5)
	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα	Πάχος d	Βάρος επιφαν.	Συντ. θερμ. αγ.	d/λ
	από μέσα προς τα έξω	kgr/m^3	m	kgr/m^2	λ=kcal/mh°C	m^{2}h°C/kcal
1.	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1.900	0,015	28,5	0,750	0,020
2.	Σκυρόδεμα	2.500	0,150	375,0	1,750	0,086
3.	Fibran eco - FL (3-5) δαπέδου	35	0,060	2,1	0,028	2,143
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
	Σύνολα		0,225	405,60		**2,249**

Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ = **2,249** m^{2}h°C/kcal

2. Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως

	Δομικό στοιχείο	$1/\alpha_i$	$1/\alpha_\alpha$
		m^{2}h°C/kcal	m^{2}h°C/kcal
1.	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα	0,14	0,05
2.	Στέγες - Δώματα (ανερχόμενη ροή)	0,14	0,05
3.	Πάτωμα που συνορεύει με χώρο στέγης που δεν κατοικείται	0,14	0,14
4.	Διαχωριστικοί τοίχοι προς μη θερμαινόμενους κλειστούς χώρους	0,14	0,14
5.	Οροφή υπογείου, οροφές πάνω από χώρους που δε θερμαίνονται (κατερχόμενη ροή)	0,20	0,20
6.	Πάτωμα ισογείου, υπογείου πάνω σε έδαφος	0,20	0,00
7.	Ανοιχτές διαβάσεις ισογείου (pilotis)	0,20	0,05
	Καθορισμός μεγέθους	**0,14**	**0,14**

3. Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας K

1/αi	m^{2}h°C/kcal	0,14
1/Λ	m^{2}h°C/kcal	2,249
1/αα	m^{2}h°C/kcal	0,14
1/K	m^{2}h°C/kcal	**2,529**

1. K = 1/K = 1 / 2,529 = **0,395** kcal/mh°C

2. απαιτούμενος συντελεστής θερμοπερατότητας K = **0,400** m^{2}h°C/kcal

3. διαφορά (2 - 1) = 0,005 kcal/mh°C

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. **ΑΡ. ΦΥΛΛΟΥ : 1. 3** **ΖΩΝΗ : Γ**

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ : Τοιχίο & Δοκός πάχους 25cm

1. Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ

	1	2	3	4 = (2 x 3)	5	6 = (3 / 5)
	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα	Πάχος d	Βάρος επιφαν.	Συντ. θερμ. αγ.	d/λ
	από μέσα προς τα έξω	kgr/m^3	m	kgr/m^2	λ=kcal/mh°C	m^{2}h°C/kcal
1.	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
2.	Σκυρόδεμα	2.500	0,250	625,0	1,750	0,143
3.	Fibran eco - WL (2,5-3-4-5-6-8-10) τοιχοποιιών	30	0,050	1,5	0,026	1,923
4.	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
	Σύνολα		0,340	702,50		**2,119**

Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ = **2,119** m^{2}h°C/kcal

2. Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως

	Δομικό στοιχείο	$1/\alpha_i$	$1/\alpha_\alpha$
		m^{2}h°C/kcal	m^{2}h°C/kcal
1.	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα	0,14	0,05
2.	Στέγες - Δώματα (ανερχόμενη ροή)	0,14	0,05
3.	Πάτωμα που συνορεύει με χώρο στέγης που δεν κατοικείται	0,14	0,14
4.	Διαχωριστικοί τοίχοι προς μη θερμαινόμενους κλειστούς χώρους	0,14	0,14
5.	Οροφή υπογείου, οροφές πάνω από χώρους που δε θερμαίνονται (κατερχόμενη ροή)	0,20	0,20
6.	Πάτωμα ισογείου, υπογείου πάνω σε έδαφος	0,20	0,00
7.	Ανοιχτές διαβάσεις ισογείου (pilotis)	0,20	0,05
	Καθορισμός μεγέθους	**0,14**	**0,05**

3. Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας K

1/αi	m^{2}h°C/kcal	0,14
1/Λ	m^{2}h°C/kcal	2,119
1/αα	m^{2}h°C/kcal	0,05
1/K	m^{2}h°C/kcal	**2,309**

1. K = 1/K = 1 / 2,309 = **0,433** kcal/mh°C

2. απαιτούμενος συντελεστής θερμοπερατότητας K = **0,500** m^{2}h°C/kcal

3. διαφορά (2 - 1) = 0,067 kcal/mh°C

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. **ΑΡ. ΦΥΛΛΟΥ : 1. 4** **ΖΩΝΗ : Γ**

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ : ΣΤΥΛΟΣ ΠΑΧΟΥΣ 50 cm

1. Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ

	1	2	3	4 = (2 x 3)	5	6 = (3 / 5)
	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα	Πάχος d	Βάρος επιφαν.	Συντ. θερμ. αγ.	d/λ
	από μέσα προς τα έξω	kgr/m^3	m	kgr/m^2	λ=kcal/mh°C	m^{2}h°C/kcal
1.	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
2.	Σκυρόδεμα	2.500	0,500	1.250,0	1,750	0,286
3.	Fibran eco - BT (2,5-3-4-5-6) ξυλοτύπου	28	0,040	1,1	0,028	1,429
4.	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
	Σύνολα		0,580	1327,12		**1,768**

Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ = **1,768** m^{2}h°C/kcal

2. Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως

	Δομικό στοιχείο	$1/\alpha_i$	$1/\alpha_\alpha$
		m^{2}h°C/kcal	m^{2}h°C/kcal
1.	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα	0,14	0,05
2.	Στέγες - Δώματα (ανερχόμενη ροή)	0,14	0,05
3.	Πάτωμα που συνορεύει με χώρο στέγης που δεν κατοικείται	0,14	0,14
4.	Διαχωριστικοί τοίχοι προς μη θερμαινόμενους κλειστούς χώρους	0,14	0,14
5.	Οροφή υπογείου, οροφές πάνω από χώρους που δε θερμαίνονται (κατερχόμενη ροή)	0,20	0,20
6.	Πάτωμα ισογείου, υπογείου πάνω σε έδαφος	0,20	0,00
7.	Ανοιχτές διαβάσεις ισογείου (pilotis)	0,20	0,05
	Καθορισμός μεγέθους	**0,14**	**0,05**

3. Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας K

1/αi	m^{2}h°C/kcal	0,14
1/Λ	m^{2}h°C/kcal	1,768
1/αα	m^{2}h°C/kcal	0,05
1/K	m^{2}h°C/kcal	**1,958**

1. K = 1/K = 1 / 1,958 = **0,511** kcal/mh°C

2. απαιτούμενος συντελεστής θερμοπερατότητας K = **0,600** m^{2}h°C/kcal

3. διαφορά (2 - 1) = 0,089 kcal/mh°C

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. **ΑΡ. ΦΥΛΛΟΥ : 1. 5** **ΖΩΝΗ : Γ**

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ : Τοίχος πληρώσεως εξωτερικός με διπλή δρομική οπτοπλινθοδομή

1. Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ

	1	2	3	4 = (2 x 3)	5	6 = (3 / 5)
	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα	Πάχος d	Βάρος επιφαν.	Συντ. θερμ. αγ.	d/λ
	από μέσα προς τα έξω	kgr/m^3	m	kgr/m^2	λ=kcal/mh°C	m^{2}h°C/kcal
1.	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
2.	Οπτόπλινθοι διάτρητοι (1200)	1.200	0,090	108,0	0,450	0,200
3.	Fibran eco - WL (2,5-3-4-5-6-8-10) τοιχοποιιών	30	0,030	0,9	0,026	1,154
4.	Οπτόπλινθοι διάτρητοι (1200)	1.200	0,090	108,0	0,450	0,200
5.	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
	Σύνολα		0,250	292,90		**1,607**

Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ = **1,607** m^{2}h°C/kcal

2. Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως

	Δομικό στοιχείο	$1/\alpha_i$	$1/\alpha_\alpha$
		m^{2}h°C/kcal	m^{2}h°C/kcal
1.	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα	0,14	0,05
2.	Στέγες - Δώματα (ανερχόμενη ροή)	0,14	0,05
3.	Πάτωμα που συνορεύει με χώρο στέγης που δεν κατοικείται	0,14	0,14
4.	Διαχωριστικοί τοίχοι προς μη θερμαινόμενους κλειστούς χώρους	0,14	0,14
5.	Οροφή υπογείου, οροφές πάνω από χώρους που δε θερμαίνονται (κατερχόμενη ροή)	0,20	0,20
6.	Πάτωμα ισογείου, υπογείου πάνω σε έδαφος	0,20	0,00
7.	Ανοιχτές διαβάσεις ισογείου (pilotis)	0,20	0,05
	Καθορισμός μεγέθους	**0,14**	**0,05**

3. Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας K

1/αi	m^{2}h°C/kcal	0,14
1/Λ	m^{2}h°C/kcal	1,607
1/αα	m^{2}h°C/kcal	0,05
1/K	m^{2}h°C/kcal	**1,797**

1. K = 1/K = 1 / 1,797 = **0,556** kcal/mh°C

2. απαιτούμενος συντελεστής θερμοπερατότητας K = **0,600** m^{2}h°C/kcal

3. διαφορά (2 - 1) = 0,044 kcal/mh°C

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. **ΑΡ. ΦΥΛΛΟΥ : 1. 10** **ΖΩΝΗ : Γ**

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ : Δάπεδο που συνορευει με μη θερμαινόμεμο χώρο (υπόγειο)

1. Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ

	1	2	3	4 = (2 x 3)	5	6 = (3 / 5)
	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα	Πάχος d	Βάρος επιφαν.	Συντ. θερμ. αγ.	d/λ
	από μέσα προς τα έξω	kgr/m^3	m	kgr/m^2	λ=kcal/mh°C	m^{2}h°C/kcal
1.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
2.	Σκυρόδεμα	2.500	0,300	750,0	1,750	0,171
3.	Μάρμαρο	3.000	0,050	150,0	3,000	0,017
4.	Γαρμπιλοσκυρόδεμα	1.700	0,030	51,0	0,700	0,043
5.	Fibran eco - FL (3-5) δαπέδου	35	0,060	2,1	0,028	2,143
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
	Σύνολα		0,460	991,10		**2,400**

Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ = **2,400** m^{2}h°C/kcal

2. Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως

	Δομικό στοιχείο	$1/\alpha_i$	$1/\alpha_\alpha$
		m^{2}h°C/kcal	m^{2}h°C/kcal
1.	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα	0,14	0,05
2.	Στέγες - Δώματα (ανερχόμενη ροή)	0,14	0,05
3.	Πάτωμα που συνορεύει με χώρο στέγης που δεν κατοικείται	0,14	0,14
4.	Διαχωριστικοί τοίχοι προς μη θερμαινόμενους κλειστούς χώρους	0,14	0,14
5.	Οροφή υπογείου, οροφές πάνω από χώρους που δε θερμαίνονται (κατερχόμενη ροή)	0,20	0,20
6.	Πάτωμα ισογείου, υπογείου πάνω σε έδαφος	0,20	0,00
7.	Ανοιχτές διαβάσεις ισογείου (pilotis)	0,20	0,05
	Καθορισμός μεγέθους	**0,14**	**0,14**

3. Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας K

1/αi	m^{2}h°C/kcal	0,14
1/Λ	m^{2}h°C/kcal	2,400
1/αα	m^{2}h°C/kcal	0,14
1/K	m^{2}h°C/kcal	**2,680**

1. K = 1/K = 1 / 2,680 = **0,373** kcal/mh°C

2. απαιτούμενος συντελεστής θερμοπερατότητας K = **0,400** m^{2}h°C/kcal

3. διαφορά (2 - 1) = 0,027 kcal/mh°C

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΟΡΟΦΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. **ΑΡ. ΦΥΛΛΟΥ : 2. 1** **ΖΩΝΗ : Γ**

ΟΡΟΦΟΣ : Ισόγειο

	1	2	3	4	5	6 = (4 x 5)
	Δομικό στοιχείο	Ονομασία	Σύντομη ονομασία	Επιφάνεια F	Συντελεστής θερμοπερατό-τητας K	K x F
				m^2	$kcal/m^2h°C$	kcal/h°C
		ΣΤΥΛΟΣ ΠΑΧΟΥΣ 50 cm	W1	305,00	0,511	155,802
		Τοίχος πληρώσεως εξωτερικός με διπλή δρομική οπτ	W2	282,82	0,556	157,369
1.	Τοίχος		W3			
			W4			
			W5			
		Αλουμινίου με διπλό υαλ. με απόσταση 4cm<ς<7cm	F1	221,82	2,4	532,368
			F2			
2.	Άνοιγμα		F3			
			F4			
			F5			
	Σύνολα			**809,64**		**845,538**

Km(W,F) = Σ(KxF) / Σ(F) = **1,044** < 1,6 $kcal/m^2h°C$

Συντελεστής θερμοπερατότητας K_F ανάλογα α. Υλικό πλαισίου β. Τύπο υαλοπίνακα

	Τύπος υαλοπίνακα	Υλικό πλαισίου			
		Ξύλο-Συνθετικό υλικό		Χάλυβας-Αλλα μέταλλα-Σκυρ.	
		$kcal/m^2h°C$	W/m^2K	$kcal/m^2h°C$	W/m^2K
1.	Απλός υαλοπίνακας	4,5	5,2	5,0	5,8
2.	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 6mm	2,8	3,3	3,2	3,7
3.	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 12mm	2,6	3,0	3,0	3,5
4.	Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση 2cm<ς<4cm	2,2	2,6	2,6	3,0
5.	Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση 4cm<ς<7cm	2,0	2,3	2,4	3,8
6.	Διπλό παράθυρο με απόσταση υαλοπινάκων >7cm	2,2	2,6		
7.	Τοίχος από υαλόπλινθους πάχους 80mm			3,0	3,5
8.	Χωρίς υαλοπίνακα	3,0	3,5	5,0	5,8

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΟΡΟΦΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. **ΑΡ. ΦΥΛΛΟΥ : 2. 2** **ΖΩΝΗ : Γ**

ΟΡΟΦΟΣ : 1ος όροφοι

	1	2	3	4	5	6 = (4 x 5)
	Δομικό στοιχείο	Ονομασία	Σύντομη ονομασία	Επιφάνεια F	Συντελεστής θερμοπερατό-τητας K	K x F
				m^2	$kcal/m^2h°C$	kcal/h°C
	Τοίχος	ΣΤΥΛΟΣ ΠΑΧΟΥΣ 50 cm	W1	305,00	0,511	155,802
		Τοίχος πληρώσεως εξωτερικός με διπλή δρομική οπτ	W2	298,10	0,556	165,871
1.			W3			
			W4			
			W5			
	Άνοιγμα	Αλουμινίου με διπλό υαλ. με απόσταση 4cm<ς<7cm	F1	205,90	2,4	494,160
			F2			
2.			F3			
			F4			
			F5			
	Σύνολα			**809,00**		**815,833**

Km(W,F) = Σ(KxF) / Σ(F) = **1,008** < 1,6 $kcal/m^2h°C$

Συντελεστής θερμοπερατότητας K_F ανάλογα α. Υλικό πλαισίου β. Τύπο υαλοπίνακα

	Τύπος υαλοπίνακα	Υλικό πλαισίου			
		Ξύλο-Συνθετικό υλικό		Χάλυβας-Αλλα μέταλλα-Σκυρ.	
		$kcal/m^2h°C$	W/m^2K	$kcal/m^2h°C$	W/m^2K
1.	Απλός υαλοπίνακας	4,5	5,2	5,0	5,8
2.	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 6mm	2,8	3,3	3,2	3,7
3.	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 12mm	2,6	3,0	3,0	3,5
4.	Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση 2cm<ς<4cm	2,2	2,6	2,6	3,0
5.	Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση 4cm<ς<7cm	2,0	2,3	2,4	3,8
6.	Διπλό παράθυρο με απόσταση υαλοπινάκων >7cm	2,2	2,6		
7.	Τοίχος από υαλόπλινθους πάχους 80mm			3,0	3,5
8.	Χωρίς υαλοπίνακα	3,0	3,5	5,0	5,8

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΟΡΟΦΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. **ΑΡ. ΦΥΛΛΟΥ : 2. 3** **ΖΩΝΗ : Γ**

ΟΡΟΦΟΣ : Υπογειο

	1	2	3	4	5	6 = (4 x 5)
	Δομικό στοιχείο	Ονομασία	Σύντομη ονομασία	Επιφάνεια F	Συντελεστής θερμοπερατό-τητας K	K x F
				m^2	$kcal/m^2h°C$	kcal/h°C
		Δάπεδο σε φυσικό έδαφος ή πάνω από υπόγειο	W1	1100,00	0,686	754,902
		ΣΤΥΛΟΣ ΠΑΧΟΥΣ 50 cm	W2	50,38	0,511	25,733
1.	Τοίχος	Τοιχίο & Δοκός πάχους 25cm	W3	305,00	0,433	132,077
			W4			
			W5			
		Αλουμινίου με διπλό υαλ. με απόσταση 4cm<ς<7cm	F1	58,08	2,4	139,392
			F2			
2.	Άνοιγμα		F3			
			F4			
			F5			
	Σύνολα			**1.513,46**		**1.052,103**

Km(W,F) = Σ(KxF) / Σ(F) = **0,695** < 1,6 $kcal/m^2h°C$

Συντελεστής θερμοπερατότητας K_F ανάλογα α. Υλικό πλαισίου β. Τύπο υαλοπίνακα

	Τύπος υαλοπίνακα	Υλικό πλαισίου			
		Ξύλο-Συνθετικό υλικό		Χάλυβας-Αλλα μέταλλα-Σκυρ.	
		$kcal/m^2h°C$	W/m^2K	$kcal/m^2h°C$	W/m^2K
1.	Απλός υαλοπίνακας	4,5	5,2	5,0	5,8
2.	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 6mm	2,8	3,3	3,2	3,7
3.	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 12mm	2,6	3,0	3,0	3,5
4.	Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση 2cm<ς<4cm	2,2	2,6	2,6	3,0
5.	Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση 4cm<ς<7cm	2,0	2,3	2,4	3,8
6.	Διπλό παράθυρο με απόσταση υαλοπινάκων >7cm	2,2	2,6		
7.	Τοίχος από υαλόπλινθους πάχους 80mm			3,0	3,5
8.	Χωρίς υαλοπίνακα	3,0	3,5	5,0	5,8

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΟΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. **ΑΡ. ΦΥΛΛΟΥ : 3. 1** **ΖΩΝΗ : Γ**

	1	2	3	4	5 = (2 x 3 x 4)	6	7 = (5 x 6)
	Δομικό στοιχείο	Πλήθος ορόφων - Σύντομη ονομασία	Επιφάνεια F	Συντελεστής θερμοπερατό-τητας K	K x F	Συντελεστής	K x F
			m^2	$kcal/m^2h°C$	kcal/h°C		kcal/h°C
4.	Φύλλο 2.1	1	809,64	1,044	845,538	1,0	845,538
	Φύλλο 2.2	1	809,00	1,008	815,833		815,833
	Φύλλο 2.3	1	1513,46	0,695	1052,103		1052,103
	Φύλλο 2.4		#ΑΝΑΦ!	#ΑΝΑΦ!	#ΑΝΑΦ!		#ΑΝΑΦ!
	Φύλλο 2.5		#ΑΝΑΦ!	#ΑΝΑΦ!	#ΑΝΑΦ!		#ΑΝΑΦ!
5.	Στέγη	D_1	1110,00		0,000	0,8	0,000
	Δώμα	D2				1,0	
	Οροφή κάτω από μη θερμομονωθείσα στέγη	D3				0,8	
6.	Οροφή υπογείου Δάπεδο ισογείου	G	1110,00		0,000	0,5	0,000
7.	Δάπεδο πάνω από Pilotis	DL				1,0	
8.	Τμήματα συνορεύοντα με χώρους	AB_1				0,5	
	χαμηλής θερμοκρασίας	AB_2				0,5	
	(κλιμακοστάσια - αποθήκες)	AB_3				0,5	
	Σύνολα		5377,10				**2713,000**

9. $K_m = \Sigma(KxF) / \Sigma(F)$ K_m = **0,504** $kcal/m^2h°C$

10. #ΑΝΑΦ! $K_{m,max}$ = **0,690** $kcal/m^2h°C$

11. $K_m < K_{m,max}$ ή 0,504 < 0,690 $kcal/m^2h°C$

α/α	Πόλη	Ζώνη
1	Αγρίνιο	Β
2	Αθήνα	Β
3	Αίγιο	Β
4	Αλεξανδρούπολη	Γ
5	Αλίαρτος	7
6	Ανάβρυτα	Β
7	Αργοστόλι	Α
8	Αρτα	Β
9	Βόλος	Β
10	Δράμα	Γ
11	Εδεσσα	Γ
12	Ελευσίνα	Β
13	Ελληνικό Αττικής	Β
14	Ζάκυνθος	Α
15	Ηράκλειο	Α
16	Θάσος	Γ
17	Θεσσαλονίκη	Γ
18	Θήρα	Α
19	Ιεράπετρα	Α
20	Ιωάννινα	Γ
21	Καβάλα	Γ
22	Καλάβρυτα	Γ
23	Καλαμάτα	Α
24	Καλαμπάκα	Γ
25	Κάρπαθος	Α
26	Κάρυστος	Β
27	Κατερίνη	Γ
28	Κέρκυρα	Β
29	Κοζάνη	Γ
30	Κομοτηνή	Γ
31	Κόνιτσα	Γ
32	Κόρινθος	Β
33	Κύθηρα	Α
34	Κύμη	Β
35	Κως	Α
36	Λαμία	Β
37	Λάρισα	Γ
38	Λευκάδα	Α
39	Λήμνος	Β
40	Μέγαρα	Β
41	Μεθώνη	Α
42	Μεσοολόγι	Β
43	Μήλος	Α
44	Μυτιλήνη	Β
45	Νάξος	Α
46	Ναύπλιο	Β
47	Νέα Φιλαδέλφεια Αττικής	Β
48	Ξάνθη	Γ
49	Ορεστιάδα	Γ
50	Παλιοχώρα Κρήτης	Α
51	Πάτρα	Β
52	Πειραιάς	Β
53	Πολύγυρος	Γ
54	Πρέβεζα	Β
55	Πτολεμαίδα	Γ

α/α	Υλικό	λ
		(kcal/mh°C)
0		
1	Αμμος με φυσική υγρασία	1,200
2	Ασβεστοκονίαμα	0,750
3	Ασβεστόλιθος	3,000
4	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,750
5	Ασφαλτικό σκυρόδεμα	0,600
6	Ασφαλτος	0,150
7	Ασφαλτόχαρτο	0,160
8	Βασάλτης	3,000
9	Γαρμπιλοσκυρόδεμα	0,700
10	Γρανίτης	3,000
11	Γυαλί	0,700
12	Διογκωμένα συνθετικά υλικά	0,035
13	Δρυς	0,180
14	Εξηλασμένη Πολυστερίνη	0,025
15	Κισσηρόδεμα	0,250
16	Κόντρα πλακέ	0,120
17	Κυψελωτό σκυρόδεμα	0,120
18	Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κλπ)	0,120
19	Λινόλεουμ	0,160
20	Μάρμαρο	3,000
21	Μοριοσανίδες	0,150
22	Οξυά	0,150
23	Οπτόπλινθοι διάτρητοι (1000)	0,400
24	Οπτόπλινθοι διάτρητοι (1200)	0,450
25	Οπτόπλινθοι διάτρητοι (1400)	0,520
26	Οπτόπλινθοι πλήρεις (1000)	0,400
27	Οπτόπλινθοι πλήρεις (1200)	0,450
28	Οπτόπλινθοι πλήρεις (1400)	0,520
29	Οπτόπλινθοι πλήρεις (1800)	0,680
30	Ορείχαλκος	55,000
31	Περλιτόδεμα(1:7)	0,116
32	Πλακάζ	0,120
33	Πλάκες από διογκωμένο φελλό (120)	0,035
34	Πλάκες από διογκωμένο φελλό (160)	0,038
35	Πλάκες από διογκωμένο φελλό (200)	0,040
36	Πλάκες από λιθοβάμβακα	0,035
37	Πλάκες από ξυλόμαλλο (>50mm)	0,070
38	Πλάκες από ξυλόμαλλο(15mm)	0,120
39	Πλάκες από ξυλόμαλλο(25 έως 35mm)	0,080
40	Πλάκες από υαλοβάμβακα	0,035
41	Πλάκες τύπου Μάλτας	0,900
42	Πλακίδια από φελλό	0,055
43	Πλακίδια επιστρώσεως	0,900
44	Πλίνθοι από κυψελωτό σκυρόδεμα (1000)	0,480
45	Πλίνθοι από κυψελωτό σκυρόδεμα (1200)	0,600
46	Πλίνθοι από κυψελωτό σκυρόδεμα (800)	0,380
47	Πολυουρεθάνη	0,020
48	Σκληροί αφροί από συνθετικά υλικά	0,035
49	Σκυρόδεμα	1,750
50	Τσιμεντοκονίαμα	1,200
51	Τσιμεντόπλακες	0,500
52	Υαλοβάμβακας	0,035
53	Χαλκός	330,000

56	Πύργος	Β
57	Ρέθυμνο	Α
58	Ρόδος	Α
59	Σάμος	Α
60	Σέρρες	Γ
61	Σητεία	Α
62	Σκύρος	Α
63	Σουφλί	Γ
64	Σπάρτη	Β
65	Σταυρός Χαλκιδικής	Γ
66	Σύρος	Α
67	Τανάγρα	Β
68	Τρίκαλα	Γ
69	Τρίπολη	Γ
70	Φλώρινα	Γ
71	Χαλκίδα	Β
72	Χανιά	Α
73	Χίος	Α

54	Χάλυβας	50,000
55	Χυτοσίδηρος	50,000
56	Ψαμμίτης	2,000
57	Poroton της BEAK (9-20-22,5-25-28)	0,22
58	Ytong (5-30 ανά 2,5)	0,095
59	Fibran eco - FL (3-5) δαπέδου	0,028
60	Fibran eco - BT (2,5-3-4-5-6) ξυλοτύπου	0,028
61	Fibran eco - WL (2,5-3-4-5-6-8-10) τοιχοπο	0,026
62	Fibran eco - GF (2,5-3-4-5-6-8-10) γκοφρέ	0,026
63	Geolan B-050 (3-4-5-6-8)	0,030
64	Geolan B-057 (3-4-5-6-8)	0,028
65	Geolan B-001 (2-3-4-5-6-8)	0,028
66	Geolan B-051 (2-3-4-5-6-8)	0,030
67	Geolan B-571 (2-3-4-5)	0,030
68		
69		
70		
71		
72		
73		

Φαινόμενη πυκνότητα ρ (kg/m³)
1.900
1.900
2.100
1.050
1.100
1.700
800
400
1.200
3.000
900
1.000
1.200
1.400
1.000
1.200
1.400
1.800
120
160
200
390
570
460
450
2.000
1.000
1.200
800
40
2.500
1.400
50

α/α	Τύπος υαλοπίνακα	Ξύλο-Συνθ kcal/m²h°C
1.	Απλός υαλοπίνακας	4,5
2.	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 6mm	2,8
3.	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 12mm	2,6
4.	Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση 2cm<ς<4cm	2,2
5.	Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση 4cm<ς<7cm	2,0
6.	Διπλό παράθυρο με απόσταση υαλοπινάκων >7cm	2,2
7.	Τοίχος από υαλόπλινθους πάχους 80mm	
8.	Χωρίς υαλοπίνακα	3,0

α/α	Τύπος κουφώματος	K kcal/m²h°C
0		
1	Ξύλινα ή Συνθετικά με απλό υαλοπίνακα	4,5
2	Ξύλινα ή Συνθετικά με δίδυμο μονωτικό υαλοπ. με διά	2,8
3	Ξύλινα ή Συνθετικά με δίδυμο μονωτικό υαλοπ. με διά	2,6
4	Ξύλινα ή Συνθετικά με διπλό υαλοπ. με απόσταση 2cr	2,2
5	Ξύλινα ή Συνθετικά με διπλό υαλοπ. με απόσταση 4cr	2,0
6	Ξύλινα ή Συνθετικά με διπλό υαλοπίνακα με απόστασ	2,2
7		
8	Ξύλινα ή Συνθετικά χωρίς υαλοπίνακα	3,0
9	Αλουμινίου με απλό υαλοπίνακα	5,0
10	Αλουμινίου με δίδυμο μονωτ. υαλ. με διάκενο 6mm	3,2
11	Αλουμινίου με δίδυμο μονωτ. υαλ. με διάκενο 12mm	3,0
12	Αλουμινίου με διπλό υαλ. με απόσταση 2cm<ς<4cm	2,6
13	Αλουμινίου με διπλό υαλ. με απόσταση 4cm<ς<7cm	2,4
14	Αλουμινίου με διπλό υαλ. με απόσταση >7cm	0,0
15	Τοίχος από υαλόπλινθους πάχους 80mm	3,0
16	Αλουμινίου χωρίς υαλοπίνακα	5,0

Ορ.	Όνομα Δομικού Στοιχείου	K (kcal/mh°C)
1	Δάπεδο σε φυσικό έδαφος ή πάνω από υπόγειο	0,686
2	Οροφή	0,395
3	Τοιχίο & Δοκός πάχους 25cm	0,433
4	ΣΤΥΛΟΣ ΠΑΧΟΥΣ 50 cm	0,511
5	; πληρώσεως εξωτερικός με διπλή δρομική οπτοπλινθ	0,556
6	#ΑΝΑΦ!	#ΑΝΑΦ!
7	#ΑΝΑΦ!	#ΑΝΑΦ!
8	#ΑΝΑΦ!	#ΑΝΑΦ!
9	#ΑΝΑΦ!	#ΑΝΑΦ!
10	πεδο που συνορευει με μη θερμαινόμεμο χώρο (υπόγ	#ΑΝΑΦ!

500
35
28
30
30
50
75
100
150
175

Υλικό πλαισίου		
θετικό υλικό	Χάλυβας-Αλλα μέταλλα-Σκυρ.	
W/m²K	kcal/m²h°C	W/m²K
5,23	5,0	5,81
3,26	3,2	3,72
3,02	3,0	3,49
2,56	2,6	3,02
2,33	2,4	3,79
2,56		
	3,0	3,49
3,49	5,0	5,81

F/V	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ
0,2	1,335	1,015	0,807
0,3	1,245	0,955	0,760
0,4	1,160	0,897	0,715
0,5	1,092	0,845	0,675
0,6	1,030	0,795	0,635
0,7	0,985	0,750	0,600
0,8	0,947	0,717	0,575
0,9	0,927	0,695	0,550
1,0	0,920	0,680	0,530

Ζώνη =	**Γ**		
F/V =	**#ΑΝΑΦ!**		
F/V(1) =	#ΑΝΑΦ!	$K_{max,\varepsilon\pi}(1)$ =	#ΑΝΑΦ!
F/V(2) =	#ΑΝΑΦ!	$K_{max,\varepsilon\pi}(2)$ =	#ΑΝΑΦ!
		$K_{max,\varepsilon\pi}$ =	**#ΑΝΑΦ!**

Αποτελέσματα Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου																
Χρήση ενέργειας		Απώλειες [kWh/m2έτος]						Θερμικά κέρδη / φορτία [kWh/m2έτος]			Επιπλέον ηλεκτρικές καταναλώσεις [kWh/m^{2}έτος]	Καύσιμο / τύπος ενέργειας	Απόδοση συστήματος	Ενεργειακή ζήτηση [kWh/m2έτος]	Κατανάλωση ενέργειας [kWh/m2έτος]	Εκπομπές CO^2 [kWh/m2έτος]
		Κέλυφος	Αερισμός	Σώματα κλιματισμού	Σύστημα διανομής	Λέβητας	Παρασιτική ενέργεια	Εσωτερικά κέρδη / φορτία	Ηλιακά κέρδη / φορτία	Ανακτώμενες απώλειες						
Κλιματισμός χώρου	Θέρμανση										15,3	πετρ			142,3	0,765
	Ψύξη															
ΖΝΧ																
Φωτισμός							0					ηλεκτ		15	15,3	0
											Σύνολο:					

Σημείωση: Τα γκρίζα κελιά δεν συμπληρώνονται

14 ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	Αριθμός Θερμικής Ζώνης ……

14.1 ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

α/α	Προσανατολισμός 14.1.1	Εμβαδόν τοιχοποιάς 14.1.2	Τύπος κατασκευής 14.1.3	Ολικός Συντελεστής Θερμοπερατοτητας, U(W/(m^2*K) 14.1.4	Χρώμα / υλικό επιφάνειας 14.1.5	Επαλήθευση 14.1.6
1	0°	546,65	T2	0,39	X 11	
2	180	450,45	T2	0,39	X 11	
3	90	228,73	T2	0,39	X 11	
4	270°	235,34	T2	0,39	X 11	

14.1α ΥΛΙΚΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ					
Τύπος κατασκευής	Δομικά υλικά	Πάχος (m)	Συντελεστής θερμικής αγωγημότητας, λ [W/(m^2*K)]	Ολικος συντελεστης θερμοπερατοτητας, U (W/(m2*K)	Επαλήθευση 14.1.6
Τ…1,2,3,4				0,39	
	ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΙ ΔΙΑΤΡΗΤΗ	0,09	0,45		
Τ...					
Τ...					
Τ...					

14.2 ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ						
α/α	Προσανατολισμός 14.1.1 σε °	Εμβαδόν φέροντος οργανισμού 14.2.1 σε m²	Τύπος κατασκευής 14.2.2	Ολικός Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U(W/(m^2*K) 14.2.3	Χρώμα / υλικό επιφάνειας 14.1.5	Επαλήθευση 14.1.6
1	0	174,93	Φ02	0,566	Χ11	
2	180	144	Φ02	0,566	Χ11	
3	90	73,24	Φ02	0,566	Χ11	
4	270	75,31	Φ02	0,566	Χ11	

14.1α ΥΛΙΚΑ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ					
Τύπος κατασκευής	Δομικά υλικά	Πάχος (m)	Συντελεστής θερμικής αγωγημότητας, λ [W/(m2*K)]	Ολικος συντελεστης θερμοπερατοτητας, U (W/(m2*K)	Επαλήθευση 14.1.6
Φ.Ο..1.				0,566	
	Δοκοι απο οπλισμένο	0,5	1,75		
	σκυρόδεμα				
Φ.Ο.2.				0,566	
	υποστυλωματα	0,5	1,75		
Φ.Ο…3	δαπεδο πανω από μη	0,3	1,75	0,566	
	θερμεν. Χωρο				
Φ.Ο.4.				0,395	
	οροφη	0,35	2,529		

14.4 ΔΑΠΕΔΟ						
α/α	Εμβαδόν (m^2) 14.4.1	Τύπος κατασκευής 14.2.2	Τύπος δαπέδου 14.4.3	Τύπος εδάφους 14.4.4	Ολικός Συντελεστής Θερμοπερατοτητας, U(W/(m^2*K) 14.4.5	Επαλήθευση 14.1.6
1	1100	Δ6	ΤΔ4	Ε1	0,566	

14.4α ΥΛΙΚΑ ΔΑΠΕΔΟΥ					
Τύπος κατασκευής	Δομικά υλικά	Πάχος (m)	Συντελεστής θερμικής αγωγημότητας, λ [W/(m2*K)]	Ολικος συντελεστης θερμοπερατοτητας, U (W/(m2*K)	Επαλήθευση 14.1.6
Δ.6..					
	ΜΑΡΜΑΡΟ	0,03	3		
	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	0,15	1,75		
Δ...					
Δ...					
Δ...					

14.5 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ								
α/α	Προσανατολισμός 14.1.1	Εμβαδόν ανοίγματος (m^2) 14.5.1	Τύπος ανοίγματος 14.5.2	Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U(W/(m^2*K) 14.5.2	Συντελεστής θερμικών ηλιακών καρδών, g value 14.5.3	Τύπος σκίασης 14.5.4	Γωνία σκίασης 14.5.6	Επαλήθευση 14.1.6
1	0°	236	ΥΑ37	3,94	0,75	ΣΚ21	17°	
2	180	236	ΥΑ37	3,94	0,75	ΣΚ21	17°	
3	90	23,3	ΥΑ37	3,94	0,75	ΣΚ21	26°	
4	270°	17,13	ΥΑ37	3,94	0,75	ΣΚ21	26°	

14.6 ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ				
α/α	Τύπος δομικού στοιχείου[1]	Τύπος θερμογέφυρας 14.6.1	Μήκος (m)	Επαλήθευση 14.1.6
	ΔΟΚΟΣ	Γ6	0,5	
	ΔΑΠΕΔΟ	ΕΔ5	0,25	
	ΟΡΟΦΗ	Ο2	0,35	
	ΓΩΝΙΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	Γ6	0,35	

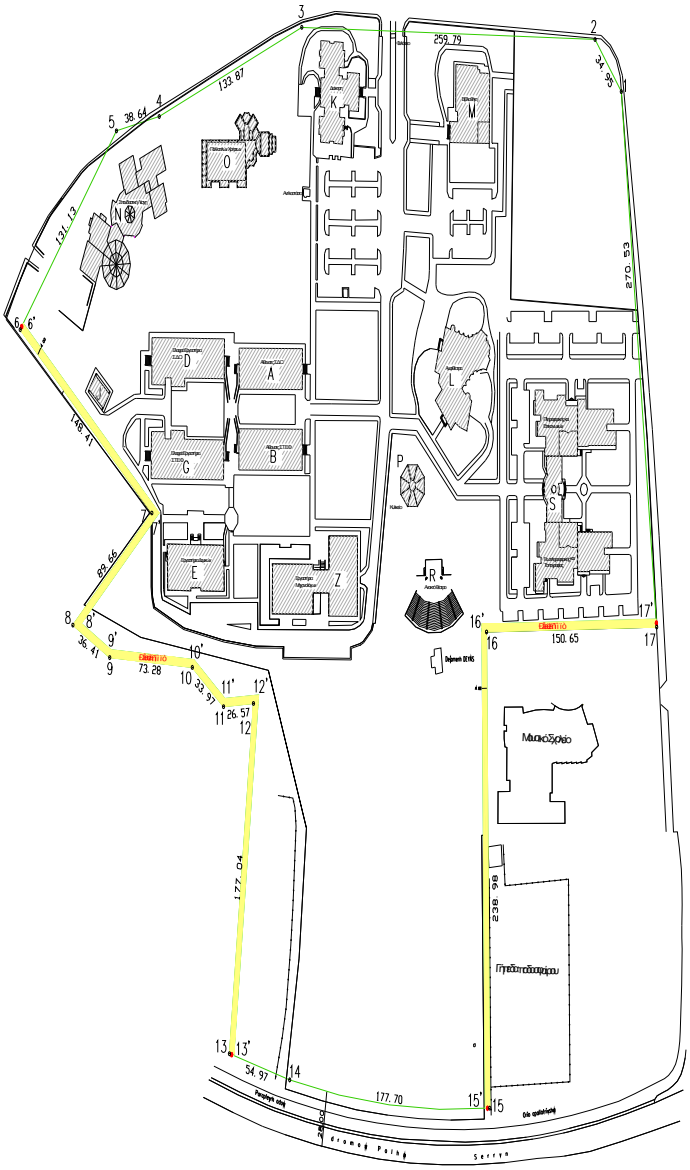
1. Αναγράφεται ο τύπος κατασκευής του δομηκού στειχοίου όπου εμφανίζεται η θερμογέφυρα, όπως έχει καταγραφει στους πίνακες 14.1 -14.5

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι
ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

1. Γενικά Στοιχεία			
ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	Γραφείο-κτίριο υπηρεσιών ☐ Εκπαιδευτικό κτίριο: Πρωτοβάθμιας-δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ☐ Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης X Νοσοκομείο ☐ Κλινική ☐ Ξενοδοχείο ☐ Εμπορικό/κατάστημα ☐	Αθλητική εγκατάσταση : Κλειστό γυμναστήριο ☐ Κλειστό κολυμβητήριο ☐ Κατοικία : Μονοκατοικία ☐ Πολυκατοικία ☐ Αεροδρόμιο ☐ Άλλη : …… ☐	
	Μικτή Χρήση	Κατοικίες αριθμός :	
		Γραφεία αριθμός :	
		Καταστήματα αριθμός :	
		Άλλη αριθμός :	
Έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας	1990		
Έτος ολόκληρης της κατασκευής :	1993		
Ταχυδρομική διεύθυνση :	Τερμα Μαγνησιας		
Ονοματεπώνυμο υπευθύνου :	……. Ιδιοκτήτης ☐ Δημοσιο Διαχειριστής ☐ Άλλο ……Τ.Ε.Ι ΣΡΡΩΝ……		
Τηλέφωνο /FAX:			
Ηλεκτρονική Διεύθυνση:			

2. Ιδιοκτησιακό καθεστώς		3. Χρήστες	
Ιδιωτικό	☐	**Ιδιώτες**	☐
Δημόσιο	X	**Δημόσιο**	X
Μικτό	☐	**Ιδιώτες και Δημόσιο**	☐
Ένας ιδιοκτήτης	☐		
Πολλοί ιδιοκτήτες	☐		

4. Τοπογραφικό Διάγραμμα ή Σκαρίφημα (*)



(*) Δηλώνονται η θέση του κτιρίου και θέσεις λήψης φωτογραφιών εξωτερικών όψεων

5. Φωτογραφίες κτιρίου	
Λήψη από θέση Α στου τοπογραφικού	
Λήψη από θέση Β στου τοπογραφικού	

Λήψη από θέση Γ στου τοπογραφικού	

6. Έντυπο επιθεώρησης	
Υπάρχει πρόσφατο έντυπο επιθεώρησης του συστήματος θέρμανσης (εφόσον υπάρχει το συγκεκριμένο σύστημα);	**ΝΑΙ** ☐ **ΟΧΙ** X
Υπάρχει πρόσφατο έντυπο επιθεώρησης το συστήματος κλιματισμού (εφόσον υπάρχει το συγκεκριμένο σύστημα);	**ΝΑΙ** ☐ **ΟΧΙ** X

7. Έκθεση κτιρίου	
Εκτεθειμένο	☐
Ενδιάμεσο	X
Προστατευμένο	☐

8. Σύστημα δόμησης κατά ΓΟΚ	
Συνεχές γωνιακό	☐
Συνεχές μεσαίο	☐

Μικτό (3 όψεις ελεύθερες)	X
Πανταχόθεν ελεύθερο	□

9. Όροφοι	
Αριθμός ορόφων	**2+ 1 Υπογειο**
Μέσο ύψος ορόφου (m)	**3.156 m**

10. Εμβαδόν / Αρ. Χρηστών	
Συνολικό εμβαδόν χώρων (m^2)	**3802**
Ωφέλιμο Θερμαινόμενο εμβαδόν (m^2)	**3330**
Ωφέλιμο Ψυχόμενο εμβαδόν (m^2)	**3330**
Μέγιστο συμβατικός αριθμός χρηστών	**3500**
Τρέχων αριθμός χρηστών	**1000**

11. Όγκος	
Συνολικό όγκος (m^3)	**11347.2**
Ωφέλιμο Θερμαινόμενος όγκος (m^3)	**3330*9.85=32800.5**
Ωφέλιμο Ψυχόμενος όγκος (m^3)	**32800.5**

12. Συστήματα κλιματισμού	
ΘΕΡΜΑΝΣΗ (αριθμός μονάδων)	
Συνολική κατανάλωση καυσίμου για θέρμανση (από τα τιμολόγια των 2-3 τελευταίων ετών)	Πετρέλαιο Θέρμανσης: (lit)/y40000ή (kWh)/y 400000 Πετρέλαιο Κίνησης : (lit)/y_____ή (kWh)/y _____ Φυσικό Αέριο : (m^3)/y____ ή (kWh)/y _____ Υγραέριο : (m^3)/y____ ή (kWh)/y _____ Βιομάζα : (kg)/y____ ή (kWh)/y _____ Άλλο : ……..... ……. Χρονική περίοδος κατανάλωσης : Από : _____Έως : _____
Βαθμός απόδοσης συστήματος Θέρμανσης	**0.90**
Συνολική κατανάλωση καυσίμου για ψύξη (από τα τιμολόγια των 2-3 τελευταίων ετών)	Πετρέλαιο Θέρμανσης: (lit)/y_____ή (kWh)/y _____ Πετρέλαιο Κίνησης : (lit)/y_____ή (kWh)/y _____ Φυσικό Αέριο : (m^3)/y____ ή (kWh)/y _____ Υγραέριο : (m^3)/y____ ή (kWh)/y _____ Βιομάζα : (kg)/y____ ή (kWh)/y _____ Άλλο : ……....

	…… Χρονική περίοδος κατανάλωσης : Από : _____Έως : _____
Βαθμός απόδοσης συστήματος Ψύξης	

13. Θερμικές ζώνες	
Αριθμός	

15. ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑ ΖΩΝΗΣ	
Πολύ ελαφριά κατασκευή	☐
Ελαφριά κατασκευή	☐
Μέση κατασκευή	☐
Βαριά κατασκευή	**X**
Πολύ βαριά κατασκευή	☐

16. ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΤΟ ΑΕΡΑ ΑΠΟ ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ / ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ	
Ο επιθεωρητής συμβουλεύεται Παράρτημα ΙΙ – Οδηγός καταγραφής στοιχείων στο έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιριακού Κελύφους, για την συμπλήρωση της ενότητας αυτής.	
Κατάσταση ανοιγμάτων	
Παλαιά ανοίγματα χαμηλής αεροστεγανότητας (δεν σφραγίζουν καλά) (16)	☐
Ανοίγματα μέτριας αεροστεγανότητας (16)	☐
Ανοίγματα υψηλής αεροστεγανότητας (16)	**X**
Αριθμός καμινάδων (16.2)	
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού (16.2)	

17. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

17.1. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Υπάρχουν παθητικά συστήματα θέρμανσης	**ΝΑΙ** ☐ **ΟΧΙ** **Χ** Εάν ναι, συμπληρώνονται τα επόμενα
Νυχτερινή προστασία (17.1.2)	
Θερινή προστασία (17.1.3)	

Τα στοιχεία που έχουν καταγραφεί στο παρόν έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης έχουν ληφθεί από:

Αρχιτεκτονικά σχέδια	x	☐
Αρχιτεκτονικά σκαρίφημα		☐
Φύλλο Συντήρησης Λέβητα		☐
Φύλλο Συντήρησης Συστήματος Κλιματισμού		☐
Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρηση Λέβητα		☐
Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Θέρμανσης		☐
Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Κλιματισμού		☐
Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων		☐
Πληροφορίες από Ιδιοκτήτη / Διαχειριστή	x	☐

Ημερομηνία Επιθεώρησης : __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __

Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή : __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __

Α.Μ. Επιθεωρητή : __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __

Αρ. Πρωτοκόλλου Επιθεώρησης : __ __ __ __ __ __ __ __ __

Υπογραφή Επιθεωρητή : Σφραγίδα:

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

- Χρήση κατάλληλων ψυχρών βαφών (οφελος 10-20% για ψυξη)
- Αντικατάσταση κουφωμάτων με νέα που να πλήρουν τις επιτρεπόμενες τιμές συντελεστών θερμικής διαπερατότητας (όφελος 10-20% για θέρμανση)
- Αναδρομικη θερμομονωση κατακορυφων και οριζοντιων συμπαγων δομικων στοιχειων (όφελος 10-40% για θερμανση)
- Παθητικα ηλιακα συστυματα (όφελος 10-15% για θερμανση)
- Φυσικος αερισμος τους ζεστους μηνες (όφελος 10-30% για ψυξη)

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ ΔΡΟΣΙΣΜΟ

(στην περίπτωση που το κτήριο δεν είναι ιδιοκτησία του Δημοσίου ή των φορέων του ευρύτερου δημόσιου τομέα)

- Προτείνονται πρόσθετα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας τα οποία δεν απαιτούν την συναίνεση του ιδιοκτήτη του κτηρίο
- Χρήση κατάλληλων ψυχρών βαφών,

- Τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής για φυσικό αερισμό,
- Σκίαση του κελύφους των κτιρίων και κλιματιστικών μονάδων ευρισκόμενων σε εξωτερικούς χώρους

Τήρηση των διαφόρων προτύπων CEN για καθορισμό των επιθυμητών και επιτρεπόμενων θερμοκρασιών, της απαιτούμενης ποσότητας φρέσκου αέρα**.**

ΚΑΠΕ **Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας**

Κλιματολογικά δεδομένα Σερρών

Μήνας	Μέση θερμοκρασία αέρα	Απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία	Απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία	Σχετική Υγρασία	Βροχόπτωση	Διεύθυνση ανέμου	Ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο	Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο	Θερμοκρασία εδάφους σε βάθος 1.0μ.
	^oC	^oC	^oC	%	mm		kWh / m^2	kWh / m^2	^oC
Ιανουάριος	3,9	17,6	-17,6	77,1	32,1	Δ	47	48,5	8,3
Φεβρουάριος	6,2	22,2	-12,6	71,7	40,6	Ν	60	63,6	8,4
Μάρτιος	9,6	27,0	-6,8	68,1	33,2	Α	97	105,2	9,7
Απρίλιος	14,2	30,6	-1,0	63,2	37,6	Α	130	135,7	12,8
Μάιος	19,6	36,0	4,6	59,8	47,7	Α	170	176,7	16,6
Ιούνιος	24,3	39,4	7,6	53,8	40,7	Δ	185	192,3	20,4
Ιούλιος	26,3	42,8	11,4	51,7	29,1	Δ	196	195,4	22,8
Αύγουστος	25,3	42,0	10,6	54,5	30,2	Δ	178	181,6	23,8
Σεπτέμβριος	21,6	36,6	1,8	59,5	20,7	Α	129	134,6	22,6
Οκτώβριος	15,5	34,2	-4,8	69,6	38,3	Ν	87	90,0	19,7
Νοέμβριος	9,2	25,0	-6,8	76,8	50,7	Ν	56	57,4	15,3
Δεκέμβριος	5,0	18,6	-10,0	80,2	47,6	Δ	45	45,0	11,0

Ταχύτητα ανέμου
m/sec
1,8
2,1
2,4
2,6
2,4
2,4
2,4
2,3
1,8
1,5
1,5
1,3

μήνας	Ώρες ηλιοφάνειας	Βαρομετρική πίεση	Μέση θερμοκρασία αέρα	Απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία
	h	mm Hg	oC	oC
1	101,5	1020,1	3,9	17,6
2	108	1018,3	6,2	22,2
3	157,8	1016,7	9,6	27
4	198,8	1012,8	14,2	30,6
5	260,2	1013,5	19,6	36
6	293	1012,5	24,3	39,4
7	321,3	1012,4	26,3	42,8
8	307,9	1013,2	25,3	42
9	235,5	1016	21,6	36,6
10	172,6	1018,6	15,5	34,2
11	128	1019	9,2	25
12	110,9	1019,4	5	18,6
	2396			
	1971-78/π		1931-40/56-75	

Απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία oC	Σχετική Υγρασία %	Μέση Νέφωση 8	Βροχόπτωση σε mm	Διεύθυνση ανέμου	Ημέρες με βροχή R(mm)	Ημέρες με χιόνι
-17,6	77,1	4,6	32,1	W	6,8	1,9
-12,6	71,7	4,5	40,6	S	7,7	1,4
-6,8	68,1	4,6	33,2	E	8,8	0,6
-1	63,2	4,3	37,6	E	9,3	0
4,6	59,8	4,2	47,7	E	10,5	0
7,6	53,8	3,1	40,7	W	6,7	0
11,4	51,7	2,4	29,1	W	5,3	0
10,6	54,5	2,4	30,2	W	5,5	0
1,8	59,5	2,5	20,7	E	4,3	0
-4,8	69,6	3,6	38,3	S	6,4	0
-6,8	76,8	4,5	50,7	S	8,6	0,1
-10	80,2	4,6	47,6	W	8,5	0,7

1931-40/56-75

Ημέρες με ομίχλη	Ημέρες με καταιγίδα	Ημέρες με χαλάζι	Ημέρες με παγετό	Ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επιπ.
5,8	0,1	0	7,9	47
3,6	0,2	0	4,3	60
3,5	0,6	0	1,7	97
1,3	1,8	0	0	130
0,3	6,3	0,2	0	170
0,2	6,9	0	0	185
0,1	6	0	0	196
0,6	5,5	0	0	178
0,7	2,1	0	0	129
2,7	1	0	0,3	87
7,1	0,6	0	3,6	56
7,3	0,2	0	7,7	45
				1380

Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επιπ.	Θερμοκρασία εδάφους σε βάθος 0.25μ. oC	Θερμοκρασία εδάφους σε βάθος 0.5μ. oC	Θερμοκρασία εδάφους σε βάθος 1.0μ. oC
48,5	26,9		8,3
63,6	34,4		8,4
105,2	52,2		9,7
135,7	63,9		12,8
176,7	71,4		16,6
192,3	67,8		20,4
195,4	73,2		22,8
181,6	59,9		23,8
134,6	48,1		22,6
90	40,4		19,7
57,4	28,9		15,3
45	23,5		11
1425,9	590,5		

Ταχύτητα ανέμου m/sec	Ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια κλίσης 30ο kWh/m2	Ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια κλίσης 45ο kWh/m2	Ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια κλίσης 60ο kWh/m2
1,8	67	71	72
2,1	86	90	90
2,4	110	110	105
2,6	147	142	129
2,4	169	156	136
2,4	180	162	136
2,4	192	173	146
2,3	189	177	156
1,8	152	149	139
1,5	114	117	114
1,5	72	76	76
1,3	55	59	60
	1533	1482	1359

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε kWh, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Q_{\text{πρωτογενής}} = Q + \frac{Q_{\eta\lambda}}{n_{\eta\lambda}}$$

Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας Q για θέρμανση σε kWh, υπολογίζεται ως εξής:

Η εγκατάσταση θέρμανσης του κτιρίου αποτελείται από:

Λέβητα πετρελαίου ισχύος 500.000 kcal/h = 582 kW

Η θερμογόνος δύναμη του πετρελαίου είναι: 10.000 kcal/kg h

και ο βαθμός απόδοσης του συγκροτήματος λέβητας - καυστήρας, είναι: 0,90

άρα η ωριαία κατανάλωση καυσίμου, είναι: 520.000 / (10.000 x 0,90) = 55,56

Θεωρούμε ότι η εγκατάσταση εργάζεται 8 ώρες την ημέρα, αλλά στην πραγματικότητα ο καυστήρας καταναλώνει πετρέλαιο κατά τις 5 ώρες λειτουργίας του.

Συνεπώς η ημερήσια κατανάλωση, είναι: 5 x 57,78 = 278 kg/h πετρέλαιο

Για ετήσια λειτουργία 6 μηνών και μηνιαία 20 ημερών, η ετήσια κατανάλωση πετρελαίου, είναι:

289 x 20 x 6 = 33.333 kg

άρα η ετήσια κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση σε kWh, είναι:

Q = 34667 x 11,92 = 413.230 kWh

με κατώτερη θερμογόνο δύναμη για το πετρέλαιο ΚΘΔ = 11,92 kWh/kg

Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας $Q_{\eta\lambda}$ για θέρμανση σε kWh, υπολογίζεται ως εξής:

Η εγκατεστημένη ισχύς της εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης του κτιρίου, αναλύεται παρακάτω:

Καυστήρας	1	x	1,1	=	1,1	kW

Ο καυστήρας εργάζεται 5 ώρες την ημέρα και 20 x 6 = 120 ημέρες το χρόνο, άρα:

$Q_{\eta\lambda\,1}$ = 1,1 x 5 x 120 = 660 kWh

Οι υπόλοιποι κινητήρες εργάζονται 8 ώρες την ημέρα και 25 x 6 = 150 ημέρες το χρόνο, άρα:

Κυκλοφορητές	2	x	0,5	=	1,0	kW
Κινητήρας 4οδης βάνας	1	x	0,1	=	0,1	kW
					1,1	kW

$Q_{\eta\lambda\,2}$ = 1,1 x 8 x 120 = 1.320 kWh

$Q_{\eta\lambda}$ = $Q_{\eta\lambda\,1}$ + $Q_{\eta\lambda\,2}$ = 1.980 kWh

$n_{\eta\lambda}$ = 0,37 για περιοχή που συνδέεται με το ηπειρωτικό δίκτυο

$$Q_{\text{πρωτογενής}} = 413.230 + \frac{1.980}{0,37} = 418.581 \text{ kWh/έτος}$$

Επιφάνεια κτιρίου: 3.300,00 m^2

Δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης ΕΚ: **127** kWh/m^2 έτος

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ (πιν. 7.7), για τριτοβαθμια εκπαιδευση και κλιματικη ζωνη Γ

Ενεργειακή κατηγορία Α+:			ΕΚ	<	55	kWh/m^2 έτος
Ενεργειακή κατηγορία Α :	55	<	ΕΚ	<	85	kWh/m^2 έτος
Ενεργειακή κατηγορία Β+:	85	<	ΕΚ	<	125	kWh/m^2 έτος
Ενεργειακή κατηγ Β	**125**	**<**	**ΕΚ**	**<**	**165**	**kWh/m^2 έτος**

Άρα το κτίριο ανήκει στην ενεργειακή κατηγορια Β

kg/h

15,3 kWh/m2 έτος

142,3

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO_2

Η παραγόμενη ποσότητα (μάζα) CO_2, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$m = \frac{Q * F_{\kappa}}{\text{ΚΘΔ}} + Q_{\eta\lambda} * F_{\sigma\tau}$$

η ετήσια κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση, είναι:

Q = 397.333 kWh

ο συντελεστής εκπομπής αερίου ρύπου:

F_{κ} = 3,142 kg CO_2 / kg πετρελαίου

η κατώτερη θερμογόνος δύναμη για το πετρέλαιο:

ΚΘΔ = 11,92 kWh / kg πετρελαίου

η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση, είναι:

$Q_{\eta\lambda}$ = 1.980 kWh

ο συντελεστής εκπομπής αερίου ρύπου του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής:

$F_{\sigma\tau}$ = 0,85 kg CO_2 / kWh

$$m = \frac{318.264 * 3,142}{11,92} + 6.540 * 0,85 = 106.416 \text{ kg}$$

m = 111 tn CO_2

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V
Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Λέβητα

1. Γενικά Στοιχεία		
ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	Γραφείο-κτίριο υπηρεσιών ☐ Εκπαιδευτικό κτίριο: Πρωτοβάθμιας-δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ☐ Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης X Νοσοκομείο ☐ Κλινική ☐ Ξενοδοχείο ☐ Εμπορικό/κατάστημα ☐	Αθλητική εγκατάσταση : Κλειστό γυμναστήριο ☐ Κλειστό κολυμβητήριο ☐ Κατοικία : Μονοκατοικία ☐ Πολυκατοικία ☐ Αεροδρόμιο ☐ Άλλη : …… ☐
Ταχυδρομική Διεύθυνση :		
Ονοματεπώνυμο Υπεύθυνου:	……. Ιδιοκτήτης ☐ Διαχειριστής ☐ Άλλο ……ΔΗΜΟΣΙΟ……	
Τηλέφωνο /FAX:	231049125	
Ηλεκτρονική Διεύθυνση:	WWW.TEISER.GR	

2. Αναγνώριση παρούσας κατάστασης	
Διαθέσιμα Εγχειρίδια:	Οδηγίες Λέβητα ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ X Φύλλα Συντήρησης ΝΑΙ X ΟΧΙ ☐ Τιμολόγια Καυσίμων ΝΑΙ X ΟΧΙ ☐
Οπτική Επιθεώρηση:	ΝΑΙ X ΟΧΙ ☐
Υφιστάμενη Κατάσταση Συντήρησης (Τηρείται Ημερολόγιο Λεβητοστασίου σύμφωνα με την ΚΥΑ 10315/93)	ΝΑΙ X ΟΧΙ ☐

3. Ταυτοποίηση Λέβητα (ο πίνακας συμπεριλαμβάνεται για κάθε μονάδα)	
Ετήσια κατανάλωση ανά είδος καυσίμου: (από τα τιμολόγια των 2-3 τελευταίων ετών)	**Πετρέλαιο Θέρμανσης :** (lit)/y 40.000 **Πετρέλαιο Κίνησης :** (lit)/y _____ ή (kWh)/y_____ **Φυσικό Αέριο:** (m^3)/y _____ή (kWh)/y_____ **Υγραέριο :** (m^3)/y _____ή (kWh)/y_____ **Χρονική περίοδος κατανάλωσης** Από : _____ Έως : _____
Υπάρχει διαθέσιμο δίκτυο ΦΑ στην άμεση περιοχή ?	ΝΑΙ X ΟΧΙ □
Σκοπός λειτουργίας :	Θέρμανση X Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ) με ΟΣΑ □ (Ολοκληρωμένα Σύστημα Αποθήκευσης) □ Θέρμανση & ΖΝΧ □ Παραγωγή ατμού □
Εταιρεία Κατασκευής :	Λεβητοποιία ΣΤ. ΒΕΖΥΡΙΑΝΝΙΔΗ
Τύπος (Μοντέλο) :	Χαλύβδινος υπερπίεσης
Σειριακός Αριθμός :	
Έτος Κατασκευής :	1993
Ονομαστική Ισχύς (KW):	500000 kcal/h
Λέβητας συμπύκνωσης :	ΝΑΙ □ ΟΧΙ X
Σήμανση CE: **Ενεργειακή απόδοση** (σε περίπτωση αλλαγής του καυστήρα, οπότε δεν ισχύει η αρχική σήμανση του λέβητα):	ΝΑΙ □ ΟΧΙ X Αριθμός αστεριών…… Δεν υπάρχει X

4. Ταυτοποίηση Καυστήρα (ο πίνακας συμπεριλαμβάνεται για κάθε μονάδα)	
Εταιρεία Κατασκευής :	RIELLO
Τύπος Μοντέλο :	PRESS 2G
Έτος Κατασκευής :	1991
Καυστήρας ενσωματωμένος στον Λέβητα :	ΝΑΙ □ ΟΧΙ X
Ισχύς (kW) :	Μέγιστη …712 KW…… Ελάχιστη ……356 KW……..
Παροχή καυσίμου :	……60……kg/h ή …….. m^3 /h
Κατηγορία:	Πειστικός X Ατμοσφαιρικός □ Διβάθμιος …….

	Άλλη …….. ……..

5. Ενδείξεις Μετρητών (ο πίνακας συμπεριλαμβάνεται για κάθε μονάδα)	
Μετρητής Καυσίμου (N m^3) :	
Στάθμη καυσίμου (cm) :	
Ωρομετρητής λέβητα (hrs):	
Ωρομετρητής λειτουργίας καυστήρα (hrs) :	
Μετρητής τροφοδοσίας νερού(m^3)	
Ζεστό Νερό Χρήσης (m^3)	

6. Παράμετροι Λειτουργίας Λέβητα						
Οξυγόνο	CO	Θερμοκρασία καυσαερίων	Θερμοκρασία Αέρα	Θερμοκρασία	Απόδοση Καύσης	Συνθήκες Μέτρησης
				Λέβητα		
%	ppm	^{0}C	^{0}C	^{0}C	%	
						Πλήρες φορτίο
						Ελάχιστο Φορτίο

7. έλεγχος Σωστής Λειτουργίας	
Λέβητα	ΝΑΙ X ΟΧΙ □
Συστήματος Ελέγχου του Λέβητα	ΝΑΙ X ΟΧΙ □

8. Καθορισμός ρυθμίσεων λέβητα		
	Πραγματική	**Προτεινόμενη**
Θερμοκρασίας λέβητα (^{0}C):	75	90
Θερμοκρασίας ΖΝΧ (^{0}C):		

9. Τελική διάγνωση				
Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση του λέβητα :				
	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
Η εγκατάσταση χαρακτηρίζεται :	□		X	□
Η λειτουργία χαρακτηρίζεται :	□	□	X	□

Η συντήρηση χαρακτηρίζεται :	☐	☐	X	☐

10. Διαπιστώσεις / Υποδείξεις

Ημερομηνία Επιθεώρησης : __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __

Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή : __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __

Α.Μ. Επιθεωρητή : __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __

Αρ. Πρωτοκόλλου Επιθεώρησης : __ __ __ __ __ __ __ __ __

Υπογραφή Επιθεωρητή : Σφραγίδα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI
Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης εγκατάστασης θέρμανσης

1. Γενικά Στοιχεία		
ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	Γραφείο-κτίριο υπηρεσιών ☐ Εκπαιδευτικό κτίριο: Πρωτοβάθμιας-δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ☐ Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης X Νοσοκομείο ☐ Κλινική ☐ Ξενοδοχείο ☐ Εμπορικό/κατάστημα ☐	Αθλητική εγκατάσταση : Κλειστό γυμναστήριο ☐ Κλειστό κολυμβητήριο ☐ Κατοικία : Μονοκατοικία ☐ Πολυκατοικία ☐ Αεροδρόμιο ☐ Άλλη : …… ☐
Ταχυδρομική Διεύθυνση :	Τερμα Μαγνησιας	
Ονοματεπώνυμο Υπεύθυνου:	……. Ιδιοκτήτης ☐ Διαχειριστής ☐ Άλλο ……Τ.Ε.Ι ΣΡΡΩΝ ……	
Τηλέφωνο /FAX:		
Ηλεκτρονική Διεύθυνση:		

2. Ταυτοποίηση Κτιρίου				
Έτος Κατασκευής κτιρίου :	1993			
Ώρες λειτουργίας (διαμονής, απασχόλησης)/ **ημέρα (h):**	12			
Ύψος Κτιρίου (m) :	9.85 (ΧΩΡΙΣ ΤΟ ΝΕΟ ΚΤΙΣΜΑ)			
Συνολικό εμβαδόν επιφάνειας κτιρίου Ε (m^2):	3802			
Συνολικός Όγκος κτιρίου V (m^3)	11347.2			
Εμβαδόν θερμαινόμενης επιφάνειας Ε (m^2):	3330			
Όγκος θερμαινόμενων χώρων V(m^3):	32800.5			
Εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού της εγκατάστασης (^{0}C)	-9			
Θερμοκρασία κτιρίου :		Κακή	Μέτρια	Καλή
	Οροφής /Δώματος :	☐	X	☐
	Εξωτ. Τοιχοποιίας:	☐	X	☐
	Φέροντος οργανισμού :	☐	X	☐

	Δαπέδου (επί pilotis, επί εδάφους, επί μη θερμαινόμενου υπογείου):	☐	☐	☐
	Κουφωμάτων	☐	☐	☐
Έχει γίνει αλλαγή χρήσης του κτιρίου από το έτος εγκατάστασης του συστήματος θέρμανσης ;	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ X Εάν ναι: Μερική ☐ Ολική ☐ Προσδιορίστε τις αλλαγές χρήσης : ……. …… …….			

3. Ταυτοποίηση συστήματος θέρμανσης	
Τύπος Συστήματος Θέρμανσης:	Μονοζωνικό X Πολυζωνικό ☐
Υπάρχει μελέτη θέρμανσης/μηχανολογικό σχέδιο του θερμικού συστήματος ;	ΝΑΙ X ΟΧΙ ☐
Σύντομή περιγραφή:	……Κεντρ. Θερμ. με δισωληνιο συστημα…….. …….. …… ……
Υπάρχει άλλος τύπος Συστήματος Θέρμανσης ;	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ X
Τηρούνται τα φύλλα συντήρησης σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία;	ΝΑΙ X ΟΧΙ ☐
Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης από το υφιστάμενο σύστημα; **Τυχόν συμπληρωματικά συστήματα και ποιά;**	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ X Α.Π.Ε. ☐ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ☐ ΆΛΛΑ ☐

	Σύντομη περιγραφή : …….. ……
Χρησιμοποιείται αμίαντος στην εγκατάσταση θέρμανσης ;	ΝΑΙ X ΟΧΙ ☐ Πιθανόν ☐ Δεν γνωρίζω ☐

4. Κατανάλωση καυσίμου	
Τύπος Συνολικής κατανάλωση καυσίμου (από τα τιμολόγια των 2-3 τελευταίων ετών)	**Πετρέλαιο Θέρμανσης :** (lit)/y _40000_____ ή kWh)/y_____ **Πετρέλαιο Κίνησης :** (lit)/y _____ ή (kWh)/y_____ **Φυσικό Αέριο:** (Nm^3)/y _____ή (kWh)/y_____ **Υγραέριο :** (Nm^3)/y _____ή (kWh)/y_____ **Βιομάζα :** (kWh)/y_____ ή (kWh)/y_____ Άλλο : …….. ……. **Χρονική περίοδος κατανάλωσης** Από : __15/11_____ Έως : ___30/3_____

5. Ταυτοποίηση Λέβητα (Ο πίνακας συμπληρώνεται για κάθε μονάδα)	
Χρήση λέβητα:	**Θέρμανσης** X **Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ)** με ολοκληρωμένο σύστημα Αποθήκευσης (ΟΣΑ): ☐ **Θέρμανσης και (ΖΝΧ)**: ☐ **Παραγωγή ατμού**: ☐ Άλλο …….. …….. ……. Ενεργός ☐ Εφεδρικός ☐
Είδος καυσίμου :	**Πετρέλαιο :** X **Φυσικό Αέριο:** ☐ **Υγραέριο:** ☐ **Βιομάζα:** ☐ **Άλλο:** ☐

Εταιρεία Κατασκευής :	Λεβητοποιία ΣΤ. ΒΕΖΥΡΙΑΝΝΙΔΗ
Τύπος (Μοντέλο):	Χαλύβδινος λεβ. υπερπίεσης
Σειριακός Αριθμός :	
Έτος Κατασκευής :	1993
Ονομαστική Ισχύς (kW):	500000 kcal/h
Θερμοκαρασιακός έλεγχος λειτουργίας :	ΝΑΙ X ΟΧΙ ☐
Λέβητας συμπύκνωσης:	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ X
Κυκλοφορία αέρα:	Ελεύθερη ☐ Εξαναγκασμένη X
Σήμανση CE: **Ενεργειακή απόδοση (***σε περίπτωση αλλαγής του καυστήρα, οπότε δεν ισχύει η αρχική σήμανση του λέβητα):*	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ X Αριθμός αστεριών …….. Δεν υπάρχει ☐
Εταιρεία Κατασκευής Καυστήρα:	RIELLO
Τύπος (Μοντέλο) Καυστήρα :	PRESS 2G
Έτος Κατασκευής	1993
Καυστήρα:	
Ισχύς (kW):	Μέγιστη…712…….. Ελάχιστη ……356…….
Κατηγορία Καυστήρα :	Πιεστικός X Ατμοσφαιρικός ☐ Διβάθμιος Άλλη ☐

6. Παράμετροι Λειτουργίας Λέβητα

Οξυγόνο	CO	Θερμοκρασία καυσαερίων	Θερμοκρασία Αέρα	Θερμοκρασία Λέβητα	Απόδοση Καύσης	Συνθήκες Μέτρησης
%	ppm	^{0}C	^{0}C	^{0}C	%	
						Πλήρες φορτίο
						Ελάχιστο Φορτίο

7. Καθορισμός ρυθμίσεων λέβητα		
	Πραγματική	**Προτεινόμενη**
Θερμοκρασίας λέβητα (^{0}C):	75	90
Θερμοκρασίας ΖΝΧ (^{0}C):		

8. Ταυτοποίηση Συστήματος Διανομής	
Τύπος δικτύου:	Μονοσωλήνιο ☐ Δισωληνιο X Πολυζωνικό ☐ Άλλο ☐
Αριθμός και Περιγραφή των ζωνών	Αριθμός ζωνών : ..1……. Χρήσεις ζωνών : 1. ……Ελαφρα εργαστηρια……. 2. ……. 3. ……. …… ……..
Κατάσταση θερμομόνωσης εμφανούς δικτύου:	Επαρκής X Ανεπαρκής ☐
Κυκλοφορία ρευστού :	Βεβιασμένη X Φυσική ☐
Ισχύς κυκλοφορητών (W)	1. 440 kW……. 2. 600 kW ……. 3. ……. ……. …….
Τύπος κυκλοφορητών 2 τεμ. WILO S 65/125 R	Αρ. ταχυτήτων 4 Ρυθμιζόμενης ταχύτητας ΝΑΙ **X** ΟΧΙ ☐ Μόνιμου μαγνήτη ☐

9. Ταυτοποίηση Συστήματος Απόδοσης Θέρμανσης (ΑΘ) (ο πίνακας συμπληρώνεται για κάθε θερμική ζώνη)	
Είδος :	Θερμαντικά σώματα (panel, άλλα) X Ανεμιστήρας στοιχείου (Fan coil) ☐ Ενδοδαπέδιο σύστημα ☐ Κεντρική κλιματιστική μονάδα ☐ Άλλο ☐
Χαρακτηριστικά συστήματος απόδοσης θέρμανσης	
Καταλληλότητα μεγέθους επί μέρους στοιχείων:	ΝΑΙ X ΟΧΙ ☐
Καταλληλότητα θέσης επί μέρους στοιχείων	ΝΑΙ X ΟΧΙ ☐
Ύπαρξη εμποδίων γύρω από επί μέρους στοιχεία :	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ X
Χρήση συμπληρωματικού συστήματος θέρμανσης :	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ X
Συστηματική συντήρηση των επί μέρους στοιχείων:	ΝΑΙ X ΟΧΙ ☐
Καταλληλότητα κατάστασης υδραυλικής σύνδεσης / εξισορρόπησης των επί μέρους στοιχείων ΑΘ στο δίκτυο διανομής	Κακή ☐ Μέτρια X ☐ Καλή

10. Ταυτοποίηση υποσυστημάτων ελέγχου	
Είδος κεντρικού συστήματος ελέγχου-ρύθμισης συστήματος θέρμανσης :	Χρονοδιακόπτης X Σύστημα αντιστάθμισης X Προγραμματιζόμενο ☐ BMS ☐ Άλλο ……
Είδος επιμέρους τοπικού συστήματος ελέγχου:	Θερμοστάτης X Χρονοδιακόπτης X Προγραμματιζόμενο ☐

	Άλλο ……..
Υπάρχει θερμοστάτης σε κάθε θερμική ζώνη;	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ X Παρατήρηση δεν υπάρχουν επιμέρους ζώνες …….
Είναι τοποθετημένος στη σωστή θέση;	ΝΑΙ ΟΧΙ X ☐ Παρατήρηση : …….
Είναι ρυθμισμένος σωστά;	ΝΑΙ ΟΧΙ X ☐ Παρατήρηση : …….
Υπάρχουν ρυθμιστικές βάνες στα θερμαντικά σώματα στην ενδοδαπέδια θέρμανση;	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ X
Υπάρχει ρυθμιστική κεφαλή για κάθε θερμαντικό σώμα;	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ X Παρατήρηση : …….
Υπάρχουν οδηγοί λειτουργίας (manuals) των επί μέρους συστημάτων ελέγχου;	ΝΑΙ X ΟΧΙ ☐ Κάποιοι ☐

11. Τελική διάγνωση

Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση του λέβητα :

	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
Η εγκατάσταση χαρακτηρίζεται :	☐	☐	X	☐
Ο εξοπλισμός χαρακτηρίζεται :	☐	☐	X	☐
Η λειτουργία χαρακτηρίζεται :	☐	☐	X	☐
Η συντήρηση χαρακτηρίζεται :	☐	☐	X	☐
Εκτιμώμενη συνολική ενεργειακή απόδοση του συστήματος θέρμανσης	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
	☐		X☐	☐
Συμβατότητα λεβητοστασίου με την ισχύουσα νομοθεσία (ΓΟΚ. Κτιριοδομικός Κανονισμός):	ΝΑΙ X		ΟΧΙ ☐	

12. Διαπιστώσεις / Υποδείξεις

Ημερομηνία Επιθεώρησης : __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __

Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή : __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __

Α.Μ. Επιθεωρητή : __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __

Αρ. Πρωτοκόλλου Επιθεώρησης : __ __ __ __ __ __ __ __ __

Υπογραφή Επιθεωρητή : Σφραγίδα

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Α) ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΠΟ ΤΗΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

1. Βελτίωση θερμομόνωσης στον λεβητα

Αντικατασταση του υφισταμενου θερμομονοτικου υλικου, από παπλωμα ορυκτοβαμβακα παχους 5cm .ετσι θα βελτιωθει ο μεσος βαθμος αποδοσης κατά 1-1,5%

2. Αντικατασταση παλαιων θερμαντικων σωματων με panel

3.Δυνατοτητα ελεγχου της λειτουργιας και της αποκρισης του συστηματος ,μεταβολη της παροχης του νερου στα θερμαντικα σωματα ,με τη χρηση θερμοστατικου χωρου η θερμοστατικων βαλβιδων στα σωματα

4. Κεντρικη μοναδα ελεγχου με χρονοδιακοπτη και ελργχο αντισταθμισης,εξωτερικης και εσωτερικης θερμοκρασιας .Τοποθετηση του αισθητηριου του θερμοστατη σε προφυλαγμενο εξωτερικο χωρο για την ακριβη ληψη θερμοκρασιας και την συσχετηση αυτης με την επιθυμητη ,σε κάθε εσωτερικο χωρο του κτιριου.Αυτο βεβαια με συνδιασμο θερμοστατικων ανταποκρινεται ελαστικα στις αναγκες **θερμανσης του κτιριου.**

ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ		ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ	ΑΠΟΣΒΕΣΗ (ΕΤΗ)
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΛΕΒΗΤΑ		1,5 %	1

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ		1%	1
Κ.Μ.Ε ΧΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΗΣ **ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΙΚΕΣ ΒΑΛΒΙΔΕΣ** ΤΕΤΡΑΟΔΗ ΒΑΝΑ		14%	8

1. Αντικατασταση του καυστηρα με διπλης χρησης ,πετρελαιου –αεριου

2.Δυνατοτητα συμπαραγωγης ηλεκτρισμου –θερμοτητας (Συνδεση με τηλεθερμανση)

- ✓ Διαπιστωθηκε ότι υπαρχουν αρκετα σημαντικα περιθωρια παρεμβασεων στο συστημα θερμανσης ,προκειμενου να επιτευχθει εξοικονομηση στην καταναλωση ενεργειας,αλλα κα τη βελτιωση των συνθηκων ανεσης .
- ✓ Ολα αυτά βεβαια προυποθετουν καποιο συμαντικο κοστος,που όμως σε βαθος χρονου μπορει να γινει αποσβεση.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII
Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Φωτισμού

1. Γενικά Στοιχεία		
ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	Γραφείο-κτίριο υπηρεσιών ☐ Εκπαιδευτικό κτίριο: Πρωτοβάθμιας-δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ☐ Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης **X** Νοσοκομείο ☐ Κλινική ☐ Ξενοδοχείο ☐ Εμπορικό/κατάστημα ☐	Αθλητική εγκατάσταση : Κλειστό γυμναστήριο ☐ Κλειστό κολυμβητήριο ☐ Κατοικία : Μονοκατοικία ☐ Πολυκατοικία ☐ Αεροδρόμιο ☐ Άλλη : …… ☐
Ταχυδρομική Διεύθυνση :		
Ονοματεπώνυμο Υπεύθυνου:	……. Ιδιοκτήτης ☐ Διαχειριστής ☐ Άλλο ……Τ.Ε.Ι ΣΕΡΡΩΝ ……	
Τηλέφωνο /FAX:		
Ηλεκτρονική Διεύθυνση:	WWW.TEISER.GR	

2. Ταυτοποίηση Κτιρίου	
Έτος Κατασκευής :	1993
Ώρες λειτουργίας (διαμονής, απασχόλησης)/ **ημέρα (h):**	12
Ύψος Κτιρίου :	9.85
Συνολικό εμβαδόν επιφάνειας κτιρίου Ε (m^2):	1110*3=3330
Συνολικός Όγκος κτιρίου V (m^3)	11347.2
Εμβαδόν τεχνητά φωτιζόμενης επιφάνειας Ε (m^2):	3330
Ύψος φωτιζόμενων χώρων Η (m) :	3.156
Έχει γίνει αλλαγή χρήσης του κτιρίου από το έτος εγκατάστασης του συστήματος φωτισμού?	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ **X** Εάν ναι: Μερική ☐ Ολική ☐ Προσδιορίστε τις αλλαγές χρήσης :

	……... …… …….
Αριθμός χρηστών	……3500……..
Χρησιμοποιούνται συστήματα/ τεχνικές αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού ?	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ **Χ** Εάν ναι, αναφέρατε : ……ΠΑΡΑΘΥΡΑ…….. …….. ……..

3. Ταυτοποίηση συστήματος τεχνητού φωτισμού (ο πίνακας συμπληρώνεται για κάθε τύπο φωτιστικού σώματος)			
Τύπος φωτιστικού σώματος	Με ανακλαστήρα	**Χ**	
	Με κάλυμμα	**Χ**	
	Άλλο (αναφέρατε) …….	☐	
Χρήση χώρου :	Τριτοβάθμια εκπαίδευση		
Αριθμός φωτιστικών :	377		
Ώρες λειτουργίας φωτιστικών :	12		
Αριθμός λαμπτήρων ανά φωτιστικό σώμα :	2		
			Ισχύς (W)
Τύπος λαμπτήρα:	Φθορισμού 125εκ.		
	Φθορισμού 60εκ.	X	60
	PL μονός	☐	
	PL ζυγός	☐	
	Αλογόνου	☐	
	Πυρακτώσεως		
	Άλλο (αναφέρατε) ……136 cm……..	X ☐	58
Συνολική ισχύς φωτιστικού σώματος (W) :	41000		
Τύπος στραγγαλιστικής διάταξης:	Μαγνητική	X	
	Ηλεκτρονική		
	Ηλεκτρονική με ρύθμιση	☐	

4. Ταυτοποίηση συστήματος αυτοματισμού

Υπάρχει ηλεκτρολογικό σχέδιο του συστήματος φωτισμού;	ΝΑΙ X ΟΧΙ ☐
Υπάρχει σύστημα κεντρικής διαχείρισης (BEMS);	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ X
Το σύστημα ελέγχου δείχνει ότι το σύστημα φωτισμού λειτουργεί σωστά ;	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ X
Υπάρχουν αυτοματισμοί τοπικής εμβέλειας ;	ΝΑΙ X ☐ ΟΧΙ Εάν, ναι : Αισθητήρες παρουσίας X ☐ Χρονοδιακόπτες Αισθητήρες φωτισμού ☐ Άλλο Προσδιορίστε …….. …….
Υπάρχει διόρθωση Συντελεστή Ισχύος τοπικά ή κεντρικά ;	ΝΑΙ X ΟΧΙ ☐
Εφαρμόζεται πρόγραμμα συντήρησης ;	ΝΑΙ ΟΧΙ X ☐

5. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	
Συνολικής κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (από τα τιμολόγια των 2-3 τελευταίων ετών)	(kWh)/y __150000__
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τεχνητό φωτισμό	(kWh)/y __120000__

6. Διαπιστώσεις / Υποδείξεις
Προτείνουμε αντικατάσταση των φωτιστικών με άλλα πιο οικονομικά, τοποθέτηση διατάξεων αισθητήρων . Επίσης προτείνουμε την τοποθέτηση ξεχωριστών μετρητών

για την καλύτερη διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει κάθε κτίριο και σύγκριση της με τα υπόλοιπα κτίρια.

Ημερομηνία Επιθεώρησης : __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __

Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή : __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __

Α.Μ. Επιθεωρητή : __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __

Αρ. Πρωτοκόλλου Επιθεώρησης : __ __ __ __ __ __ __ __ __

Υπογραφή Επιθεωρητή : Σφραγίδα:

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

1) Τηρηση των επιπέδων φωτισμού ανάλογα με το χώρο
2) Αντικατάσταση λαμπτήρων φθορισμού με ενεργειακά αποδοτικότερους (κλάσης Α’ ή Β’)
3) Αντικατάσταση μαγνητικών Ballasts (σταθεροποιητής ρεύματος) με ηλεκτρονικά.
4) Εγκατάσταση διατάξεων αυτοματισμού (όπου δεν υπάρχουν ήδη)
5) Αξιοποιηση του φυσικου φωτισμου