



STEPPING – Υποστήριξη και Προώθηση Συμβάσεων Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΕΑ)

Επενδυτικό Σχέδιο Ενεργειακής Αναβάθμισης Κτιρίου μέσω Σύμβασης Ενεργειακής Απόδοσης

Παραδοτέο: D3.6.1

1^ο ΓΕΛ ΕΠΑΛ Μούδρου

Απρίλιος 2019

Συντάχθηκε:

ΕΠΕΓΑ

Ενεργειακό και Περιβαλλοντικό Γραφείο Αιγαίου

Περιεχόμενα

1. Παρουσίαση ΕΠΕΓΑ	3
2. Ενέργεια και Περιβάλλον στο Βόρειο και το Νότιο Αιγαίο	4
3. Εισαγωγή – Πρόγραμμα Stepping	7
4. Σύμβαση Ενεργειακής Απόδοσης	7
5. Μεθοδολογία.....	11
5.1 Επιλογή Κτιρίων	11
5.2 Ενεργειακή Επιθεώρηση.....	11
5.3 Επιθεώρηση Κτιρίου και Εγκαταστάσεων	12
6. BASELINE – Γραμμή Βάσης	13
6.1 Καταναλώσεις και κόστος ηλεκτρικής ενέργειας.....	14
6.2 Καταναλώσεις και κόστος άλλων πηγών ενέργειας	14
6.3 Άλλα σημαντικά δεδομένα	14
7. Υφιστάμενη κατάσταση κτιρίου – 1 ΓΕΛ ΕΠΑΛ Μούδρου	15
7.1 Υπολογιστικό εργαλείο ενεργειακής απόδοσης (TEE-KENAK v.1.31)	17
7.3.Συντελεστές Θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων	19
7.4. Η/Μ εγκαταστάσεις	20
8. Υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου.....	22
9 Πρόταση βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης	27
9.1 Παρέμβαση 1: Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στο λεβητοστάσιο.....	27
9.2 Παρέμβαση 2: Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του δικτύου θερμού νερού.....	29
9.3 Παρέμβαση 3: Ανεξάρτητος έλεγχος λειτουργίας ανά χώρο.	31
9.4 Παρέμβαση 4: Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της ΚΚΜ (Κ-III).	32
9.5 Παρέμβαση 5 : Αντικατάσταση λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους	34
10 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων προτεινομένων επεμβάσεων με τις Ενεργειακές Επιθεωρήσεις	37
11 Συμπεράσματα	39
12 Προϋπολογισμός Έργου	40
13 Καταγραφή καταναλώσεων – Ενεργειακός έλεγχος	42
13.1 Ελάχιστα κριτήρια πληρότητας ενός ενεργειακού ελέγχου.....	42
13.2 Διεθνές Πρωτόκολλο Μέτρησης και Επαλήθευσης της Ενεργειακής Επιδόσεως	42
13.3 Ευρωπαϊκά Πρότυπα Ενεργειακών Ελέγχων.....	43
13.4 Διαδικασίες και απαιτήσεις ενεργειακού ελέγχου	43
13.5 Βήματα για τον Ενεργειακό Έλεγχο	44
13.6 Συστήματα καταγραφής και τοποθέτηση μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας	45
13.7 Λοιπά ηλεκτρικά στοιχεία μετρήσεων ενεργειακού ενδιαφέροντος	46
13.8 Μέτρηση θερμοκρασίας.....	46
13.9 Μέτρηση παροχής.....	49
13.10 Μέτρηση υγρασίας αέρα.....	50
13.11 Μετρήσεις καυσαερίων.....	51
13.12 Μετρήσεις φωτισμού	52

13.13 Μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας.....	52
13.14 Μετρήσεις ΑΠΕ.....	55
13.15 Μετρήσεις θερμικών ηλιακών συστημάτων.....	57
13.16 Αξιολόγηση συστημάτων BMS, EMS, BEMS & SCADA	58

1. Παρουσίαση ΕΠΕΓΑ

Το Ενεργειακό και Περιβαλλοντικό Γραφείο Αιγαίου (ΕΠΕΓΑ) είναι Αστική Μη-Κερδοσκοπική Εταιρεία που ίδρυσε το Δίκτυο Αειφόρων Νήσων ΔΑΦΝΗ το 2008, μετά από πρόσκληση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τη σύσταση ενεργειακών γραφείων στις Ευρωπαϊκές περιφέρειες, προκειμένου να διευκολυνθεί η εφαρμογή σε τοπικό επίπεδο των Ευρωπαϊκών πολιτικών για την ενέργεια και το κλίμα. Καταστατικός στόχος του ΕΠΕΓΑ είναι να παρέχει τεχνική και επιστημονική υποστήριξη για την ωρίμανση και υλοποίηση καινοτόμων έργων σε νησιά και Δίκτυα αυτών.

Το ΕΠΕΓΑ στοχεύει σε:

- Προώθηση νέων φιλικών προς το περιβάλλον μορφών ενέργειας και της εξοικονόμησης ενέργειας σε όλες τις υποδομές και τα δίκτυα των ΟΤΑ (ηλεκτροδότηση, ψύξη/θέρμανση κτιρίων, μεταφορές, ύδρευση/αποχέτευση, απορρίμματα κτλ)
- Προώθηση του βιώσιμου τουρισμού και της προστασίας και ανάδειξης του νησιωτικού τοπίου
- Συνεργασία με τους Οργανισμούς της Τοπικής Αυτοδιοίκησης Α' και Β' βαθμού αλλά και ενδιαφερόμενους επενδυτές για την ωρίμανση έργων στα νησιά στους παραπάνω τομείς
- Συμμετοχή των ΟΤΑ και των πολιτών σε ενεργειακές επενδύσεις μέσα από πρωτοπόρα επενδυτικά σχήματα
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών για την υιοθέτηση υπεύθυνης ενεργειακής συμπεριφοράς
- Συμμετοχή σε εταιρικά σχήματα για απορρόφηση Ευρωπαϊκών πόρων με αποδέκτες τα νησιά-μέλη του ΔΑΦΝΗ
- Διοργάνωση συνεδρίων, ημερίδων και άλλων ενημερωτικών εκδηλώσεων

Τέλος, το ΕΠΕΓΑ διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην προώθηση ζητημάτων νησιωτικής πολιτικής σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, συντονίζοντας από κοινού με το Δίκτυο ΔΑΦΝΗ την Ευρωπαϊκή Πρωτοβουλία «Εξυπνα Νησιά» και συμμετέχοντας στη FEDARENE (Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Οργανισμών και Περιφερειών για την Ενέργεια και το Περιβάλλον), όπου διατηρεί την Αντιπροεδρία για τα «Εξυπνα και Βιώσιμα Νησιά».

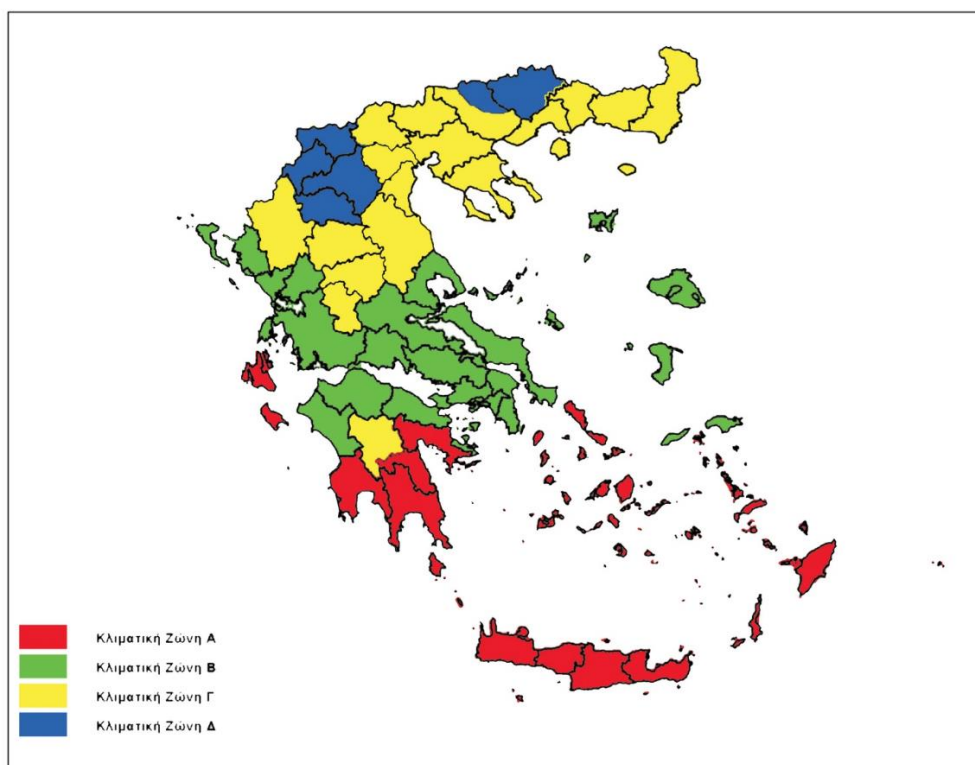
2. Ενέργεια και Περιβάλλον στο Βόρειο και το Νότιο Αιγαίο

Το Αιγαίο πέλαγος εκτείνεται από το Βορειότερο άκρο της Ελλάδας έως λίγο πριν το Νοτιότερο (Κρήτη). Αναρίθμητα νησιά απαρτίζουν το πολύπλοκο σύμπλεγμα νησιών και νησίδων που αποτελούν το Αιγαίο πέλαγος, τα οποία δεν είναι συνδεδεμένα με την ενδοχώρα για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών και βασίζονται στην τοπική παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιώντας, ως επί το πλείστο, ορυκτά καύσιμα. Το Αιγαίο πέλαγος εμφανίζει αξιόλογα χαρακτηριστικά όσον αφορά το ενεργειακό δυναμικό από ανανεώσιμους πόρους (ηλιακό – αιολικό).

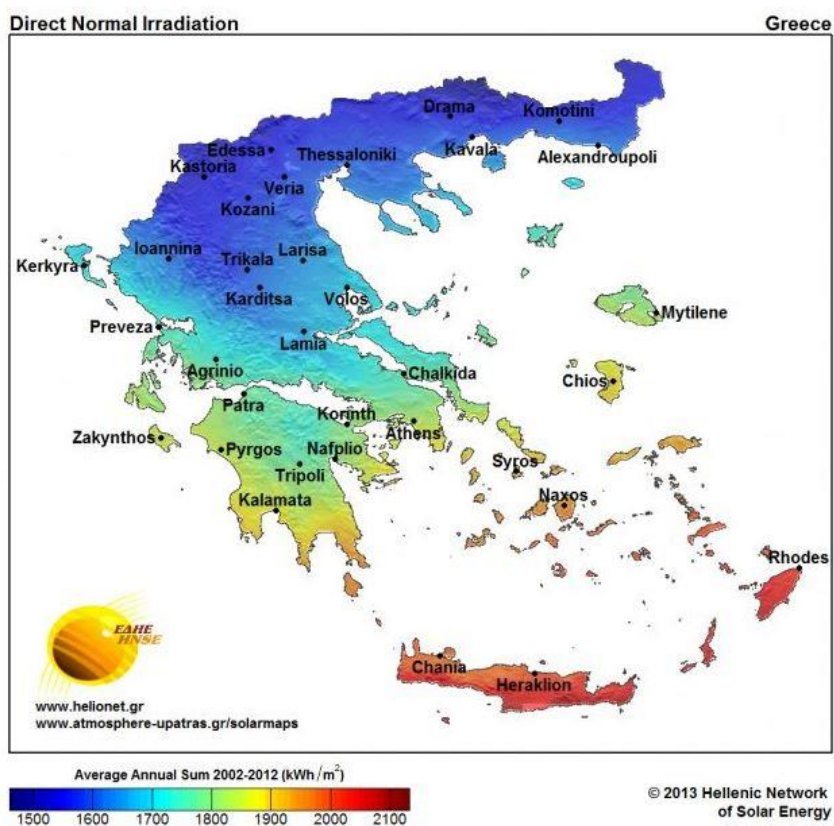
Το κλίμα του Αιγαίου χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό. Τα βασικά χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος είναι οι χειμερινές βροχοπτώσεις, η θερινή ξηρασία, η σχετικά μεγάλη διακύμανση του ετήσιου ύψους των βροχοπτώσεων, το ήπιο έως θερμό καλοκαίρι (με έντονη ηλιακή ακτινοβολία) και ο ψυχρός χειμώνας. Η ψυχρή και βροχερή περίοδος του χειμώνα διαρκεί από το Νοέμβριο έως το Μάρτιο, ενώ η θερμή και ξηρή περίοδος του καλοκαιριού από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο. Οι μεταβατικοί κλιματικά μήνες Απρίλιος – Μάιος και Σεπτέμβριος – Οκτώβριος παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στις καιρικές συνθήκες από έτος σε έτος. Σημαντικό στοιχείο για το νησιωτικό κλίμα του Αιγαίου είναι η θάλασσα, που διαμορφώνει τα επίπεδα υγρασίας, καθορίζει τους ανέμους και δρα ως ρυθμιστικός παράγοντας μετριάζοντας τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

Οι άνεμοι του Αιγαίου, που εμφανίζονται περί τα τέλη Μαΐου μέχρι περίπου τα τέλη Οκτωβρίου, είναι βορείων διευθύνσεων και ονομάζονται ετησίες ή μελτέμια. Τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο έχουν τις μεγαλύτερες εντάσεις και μέση χρονική διάρκεια από δύο μέχρι τέσσερις ημέρες, χωρίς να παρουσιάζουν κάθε χρόνο την ίδια συχνότητα. Οι άνεμοι αυτοί πνέουν κυρίως την ημέρα, τις ώρες από 8.00΄ έως 20.00΄ και αποκτούν τη μέγιστή τους ένταση γύρω στις 14.00΄. Χαρακτηριστικό τους είναι η αυξομείωση της έντασης. Εξασθενούν γρήγορα μετά το ηλιοβασίλεμα και επανέρχονται την αυγή. Στο Βόρειο Αιγαίο η διεύθυνσή τους είναι Βορειοανατολικοί, στο Κεντρικό Αιγαίο γίνονται Βόρειοι και στο Νότιο Αιγαίο Βορειοδυτικοί. Στη θαλάσσια περιοχή της Ρόδου τείνουν να γίνουν Δυτικοί. Με την επιρροή της θαλάσσιας αύρας την ημέρα, τα μελτέμια αυξάνονται τοπικά. Η μεγαλύτερη ένταση των μελτεμιών εμφανίζεται κυρίως στην περιοχή των Κυκλάδων αλλά και στο Νότιο Αιγαίο.

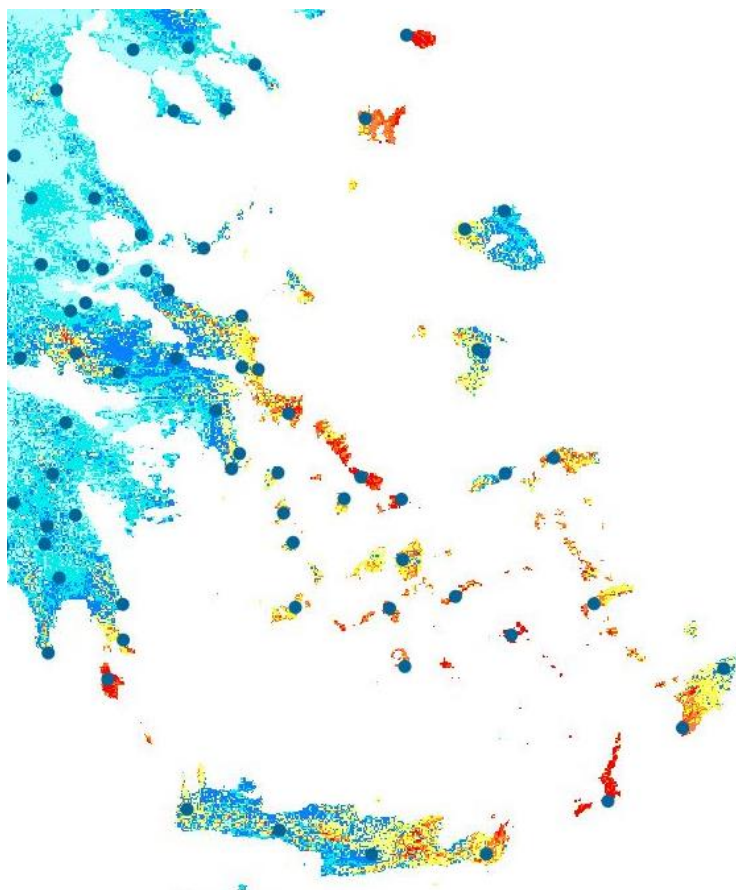
Το χειμώνα πνέουν οι βοριάδες του Αιγαίου, που φθάνουν μέχρι τα 8-9 μποφόρ. Τη μεγαλύτερη έντασή τους παρουσιάζουν στα στενά του Καφηρέα (Κάβο Ντόρο) και στις Κυκλάδες. Επίσης, στη θαλάσσια περιοχή του Αιγαίου κατά τον χειμώνα, και κυρίως κατά την ψυχρή περίοδο πνέει ο Σιρόκος, άνεμος υγρός με προοδευτική ενίσχυση, νοτιοδυτικής διεύθυνσης, συνοδευόμενος από χαμηλά σύννεφα και βροχές. Εμφανίζεται περισσότερο στις νότιες και δυτικές περιοχές του Αιγαίου, αλλά θυελλώδης Σιρόκος δεν παρατηρείται πολύ συχνά.



Εικόνα 1: Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα



Εικόνα 2: Ηλιακό δυναμικό στην ελληνική επικράτεια. (Πηγή: <http://atmosphere-upatras.gr/solarmaps>, Ελληνικό Δίκτυο Ηλιακής Ενέργειας, 2002-2012)



**Εικόνα 3: Αιολικό δυναμικό στο Αιγαίο (Πηγή:
<http://www.rae.gr/geo/>)**

Από τους χάρτες (Εικόνα 1-2) διαφαίνεται η μεγάλη δυναμικότητα του Αιγαίου πελάγους για την ενεργειακή παραγωγή με εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και του αιολικού δυναμικού.



**Εικόνα 4: Περιοχές Natura2000 στο Αιγαίο πέλαγος.
(Πηγή:<https://www.geogreece.gr/natura.php>)**

Η περιοχή του Αιγαίου πελάγους, προσφέρει ένα περιβάλλον με αξιόλογη ομορφιά και σημαντική για τον Ελλαδικό χώρο ποικιλία σε πανίδα και χλωρίδα, ενώ αρκετές περιοχές εντός του χώρου που περικλείει, έχουν ενταχθεί στο πρόγραμμα προστασίας Natura 2000.

3. Εισαγωγή – Πρόγραμμα Stepping

Το έργο STEPPING προωθεί τις Συμβάσεις Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΕΑ) ως ένα εργαλείο αύξησης της ενεργειακής απόδοσης των δημόσιων κτιρίων στη Μεσόγειο. Η καινοτομία του έργου έγκειται στο ότι επιδιώκει να προσαρμόσει το εργαλείο αυτό στις ιδιαίτερες συνθήκες της περιοχής (περιορισμένα οικονομικά των Δήμων, όχι ιδιαίτερα ανεπτυγμένη αγορά υπηρεσιών ενεργειακής αναβάθμισης, ενεργοβόρο δημόσιο κτιριακό απόθεμα κ.ά.).

Στο πλαίσιο του έργου θα αναπτυχθούν και θα εφαρμοστούν 8 πιλοτικά επενδυτικά σχέδια σε 7 χώρες, με αντίκτυπο σε συνολικά 60 Δήμους. Μάλιστα, για τα 4 επενδυτικά σχέδια θα προκηρυχθούν διαγωνισμοί με στόχο να υλοποιηθούν ΣΕΑ στα κτίρια που προβλέπονται στα σχέδια.

Το Ενεργειακό και Περιβαλλοντικό Γραφείο Αιγαίου (ΕΠΕΓΑ) συμμετέχει ως εταίρος στο έργο, ενώ το Δίκτυο ΔΑΦΝΗ, ως συνεργαζόμενος εταίρος, θα μεταφέρει την παραχθείσα γνώση στα νησιά-μέλη του αλλά και σε νησιωτικούς ΟΤΑ και φορείς της Ευρώπης με τους οποίους οποίο διατηρεί στενή συνεργασία.

4. Σύμβαση Ενεργειακής Απόδοσης

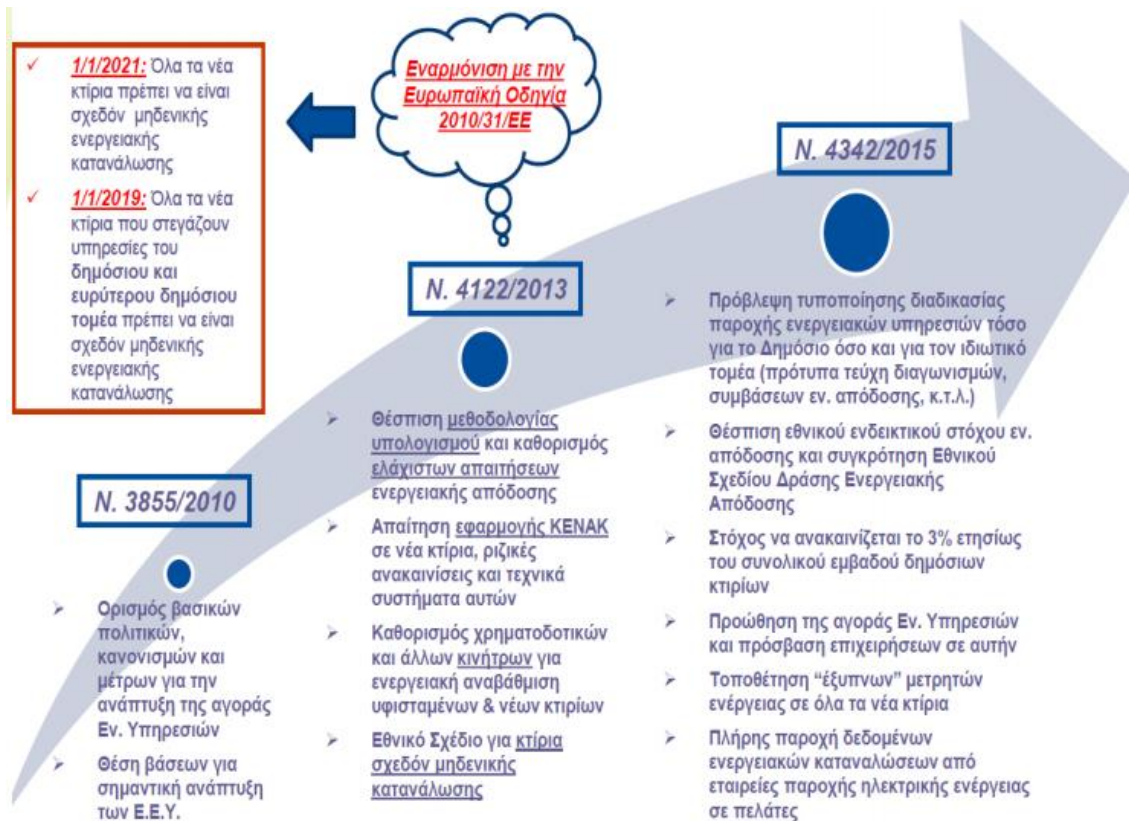
Σύμφωνα με το Ν.4342/ΦΕΚ Α'143/2015, ως «Σύμβαση ενεργειακής απόδοσης» ορίζεται: *«συμβατική συμφωνία που καταρτίζεται μεταξύ του δικαιούχου και του παρόχου ενεργειακών υπηρεσιών, η οποία επαληθεύεται και παρακολουθείται καθ' όλη τη διάρκεια ισχύος της σύμβασης, στο πλαίσιο της οποίας πραγματοποιούνται πληρωμές για επενδύσεις (έργο, προμήθεια ή υπηρεσία) για μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, οι οποίες συνδέονται με ένα συμβατικώς συμφωνηθέν επίπεδο βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης ή με άλλο συμφωνηθέν κριτήριο ενεργειακής απόδοσης, όπως η εξοικονόμηση χρημάτων.»*

Με άλλα λόγια, η Σύμβαση Ενεργειακής Απόδοσης, αποτελεί μια συμβατική συμφωνία μεταξύ ενός δικαιούχου και της Επιχείρησης Ενεργειακών Υπηρεσιών¹/Παρόχου Ενεργειακών Υπηρεσιών², βάσει της οποίας θα εφαρμοστούν μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και έχει ως στόχο την ενεργειακή εξοικονόμηση.

Ο συγκεκριμένος νόμος (Ν.4342/2015) αναπτύχθηκε για να ενσωματώσει στο ελληνικό σύστημα την Οδηγία 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 25^{ης} Οκτωβρίου 2012. Βάσει του προαναφερθέντος νόμου, θεσπίστηκε πλαίσιο μέτρων για την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης προκειμένου η Ελλάδα να συνεισφέρει στην επίτευξη του πρωταρχικού στόχου 2020 της Ένωσης για 20% στην ενεργειακή απόδοση και να προετοιμάσει το έδαφος για περαιτέρω βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης πέραν της προαναφερόμενης ημερομηνίας.

¹ Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών – Ν.3855/2010: «Επιχείρηση Ενεργειακών υπηρεσιών: το φυσικό ή νομικό πρόσωπο, που παρέχει ενεργειακές υπηρεσίες ή και άλλα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στις εγκαταστάσεις ή τα κτίρια του τελικού καταναλωτή, αναλαμβάνοντας επιχειρηματικό και οικονομικό κίνδυνο. Το οικονομικό αντάλλαγμα για την παρεχόμενη υπηρεσία βασίζεται, εν όλω ή εν μέρει, στην επίτευξη της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και στην τήρηση των λοιπών συμβατικών όρων ενεργειακής απόδοσης».

² Πάροχος Ενεργειακών Υπηρεσιών – Ν.4342/2015: «Πάροχος Ενεργειακών Υπηρεσιών: το φυσικό ή νομικό πρόσωπο που παρέχει ενεργειακές υπηρεσίες ή και άλλα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης σε εγκαταστάσεις ή κτίρια τελικών καταναλωτών».



Εικόνα 5: Ελληνική νομοθεσία για τις ΣΕΑ (πηγή: <https://ec.europa.eu/energy/>)

Πλαίσιο

Στην ελληνική αγορά απαντώνται οι ακόλουθοι τύποι Σύμβασης Ενεργειακής Απόδοσης, ήτοι:

- Α) Εγγυημένης απόδοσης
- Β) Διαμοιραζόμενου οφέλους
- Γ) Μεταβλητής διάρκειας

Σύμβαση Ενεργειακής Απόδοσης – Εγγυημένης απόδοσης

Ο πάροχος της Σύμβασης Ενεργειακής Απόδοσης αναλαμβάνει το σχεδιασμό και την υλοποίηση του έργου εγγυώμενος την εξοικονόμηση ενέργειας. Στην περίπτωση που η επιτευχθείσα ενεργειακή εξοικονόμηση είναι χαμηλότερη από την συμφωνηθείσα, τότε ο πάροχος αναλαμβάνει να καλύψει τη διαφορά σε κόστος. Ο πάροχος δύναται να έχει ρόλο διευκόλυνσης των διαδικασιών χρηματοδότησης υπό αυτό το πρίσμα.

Σε μια τυπική σύμβαση εγγυημένης απόδοσης ο δικαιούχος καλείται να λάβει δάνειο για τη χρηματοδότηση των απαιτούμενων επενδύσεων. Στη συνέχεια, υπογράφει σύμβαση με τον πάροχο για την υλοποίηση των παρεμβάσεων ενεργειακής εξοικονόμησης. Ο κίνδυνος της απόδοσης αφορά αποκλειστικά τον πάροχο, ο οποίος και έχει εγγυηθεί την εξοικονόμηση ενέργειας. Ο δικαιούχος εξοφλεί τον πάροχο με το πέρας των εργασιών ενεργειακής εξοικονόμησης, παρακρατώντας ένα μέρος της πληρωμής μέχρι την επαλήθευση των εγγυημένων εξοικονομήσεων.



Εικόνα 6: Λειτουργία ΠΕΑ (πηγή: Πολυτεχνείο Κρήτης –Trust EPC South)

Ακόμη, ο δικαιούχος έχει τη δυνατότητα να καταβάλλει στον πάροχο αμοιβή για την επαλήθευση της εξοικονόμησης ή/και τη συντήρηση του εξοπλισμού σε ετήσια βάση. Αν διαπιστωθεί απόκλιση από την εγγυημένη εξοικονόμηση, τότε ο πάροχος καταβάλλει τη διαφορά βάσει μιας σταθερής τιμής ενέργειας η οποία έχει συμφωνηθεί στην σύμβαση.

Συνοψίζοντας, αυτός ο τύπος Σύμβασης Ενεργειακής Απόδοσης ο πάροχος επωμίζεται τον κίνδυνο της απόδοσης, ο δικαιούχος τον κίνδυνο αλλαγής της τιμής της ενέργειας – σε σύγκριση με την συμφωνηθείσα τιμή αποζημίωσης σε περίπτωση μη επίτευξης της εξοικονόμησης -, ενώ ο χρηματοδότης αναλαμβάνει τον χρηματοπιστωτικό κίνδυνο.

Σύμβαση Ενεργειακής Απόδοσης – Διαμοιραζόμενου οφέλους

Ο πάροχος αναλαμβάνει το σχεδιασμό, τη χρηματοδότηση και την υλοποίηση του έργου, επαληθεύει την εξοικονόμηση ενέργειας και μοιράζεται με το δικαιούχο ένα συμφωνηθέν ποσό της πραγματικής εξοικονόμησης ενέργειας κατά τη διάρκεια της καθορισμένης περιόδου παρακολούθησης. Σε αυτό το τύπο Σύμβασης Ενεργειακής Απόδοσης, ο πάροχος είναι αυτός που αναλαμβάνει την λήψη/εύρεση χρηματοδότησης από τρίτους ή από ίδια κεφάλαια για την υλοποίηση του έργου.

Σε περίπτωση λήψης δανείου από τον πάροχο, είθισται η διάρκεια της σύμβασης να συνάδει με την περίοδο αποπληρωμής του δανείου, ενώ το μερίδιο της εξοικονόμησης που λαμβάνει ο πάροχος υπερβαίνει το κόστος αποπληρωμής του δανείου. Ο κίνδυνος μεταφέρεται στο χρηματοπιστωτικό ίδρυμα και αφορά την αδυναμία εξυπηρέτησης του δανείου από την πλευρά του παρόχου. Ως εκ τούτου, το κόστος της πίστωσης για μικρές ή μεσαίες επιχειρήσεις ενδέχεται να είναι αρκετά υψηλό. Επίσης, ο πάροχος αναλαμβάνει τον κίνδυνο αλλαγής της τιμής ενέργειας αν και εφόσον η εξοικονόμηση ενέργειας υπολογίζεται βάσει της εκάστοτε ισχύουσας τιμής ενέργειας. Ο διαμοιρασμός του οφέλους από την εξοικονόμηση, παροτρύνει τον δικαιούχο να ελαχιστοποιήσει την κατανάλωσή του, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο τον κίνδυνο απόδοσης που αναλαμβάνει ο πάροχος.

Σύμβαση Ενεργειακής Απόδοσης – Μεταβλητής διάρκειας

Ο πάροχος αναλαμβάνει το σχεδιασμό, την υλοποίηση του έργου και την επαλήθευση της εξοικονόμησης ενέργειας. Στην περίπτωση που η εξοικονόμηση είναι μικρότερη από την συμφωνηθείσα, η διάρκεια της σύμβασης δύναται να παραταθεί, ώστε ο πάροχος να αποπληρωθεί στο σύνολο της επένδυσής του. Ο συγκεκριμένος τύπος Σύμβασης Ενεργειακής Απόδοσης

εμφανίζει παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτόν του Διαμοιραζόμενου Οφέλους, με τη διαφορά ότι στην περίπτωση που η εξοικονόμηση είναι μικρότερη από τη συμφωνηθείσα ο κίνδυνος για τον πάροχο είναι μειωμένος.

Μια παραλλαγή αυτού του τύπου Σύμβασης Ενεργειακής Απόδοσης είναι το «first out», στην οποία ο πάροχος λαμβάνει 100% της επαληθευμένης εξοικονόμησης ενέργειας σε ετήσια βάση, έως ότου ανακτηθεί το αρχικό κεφάλαιο και επιτευχθεί το συμφωνηθέν κέρδος. Με την πλήρη εξόφληση του παρόχου η σύμβαση περατώνεται και ο δικαιούχος λαμβάνει πλέον ολόκληρο το οικονομικό όφελος. Το βασικό πλεονέκτημα αυτού του τύπου Σύμβασης Ενεργειακής Απόδοσης είναι ότι ο χρόνος δέσμευσης μεταξύ δικαιούχου-παρόχου είναι μειωμένος.

Τα στάδια υλοποίησης Σύμβασης Ενεργειακής Απόδοσης είναι τα ακόλουθα:

A) Προσδιορισμός έργου – Συλλογή και ανάλυση δεδομένων ενεργειακής κατανάλωσης- χρήσης, ενεργειακή επιθεώρηση.

B) Προκαταρκτική Ανάλυση – Ανάπτυξη επιχειρηματικού σχεδίου (μέγεθος εγκαταστάσεων, χρήσεις ενέργειας, υφιστάμενος εξοπλισμός, ώρες λειτουργίας, πληρότητα κτιρίου κατά τη διάρκεια της ημέρας, πλάνο συντήρησης, ανάγκες ανακαίνισης και αντικατάστασης εξοπλισμού, κ.ά.)

Γ) Ανάθεση Σύμβασης – Διαδικασία επιλογής παρόχου

Δ) Εφαρμογή των μέτρων – Σχεδιασμός και προγραμματισμός για την εγκατάσταση των επιλεγέντων μέτρων ενεργειακής απόδοσης, Κατασκευή/εγκατάσταση, Εξασφάλιση ότι τα εγκατεστημένα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας λειτουργούν βάσει του αρχικού σχεδιασμού.

Ε) Λειτουργία – Παρακολούθηση απόδοσης και της πραγματικής εξοικονόμησης που επιτυγχάνεται, εκτέλεση των αναγκαίων εργασιών συντήρησης, διασφάλιση τήρησης των προδιαγραφών των παρεχόμενων υπηρεσιών και άνεσης των χρηστών καθ' όλη τη διάρκεια της σύμβασης.

ΣΕΑ Εγγυημένης Απόδοσης	ΣΕΑ Διαμοιραζόμενου Οφέλους
• Η απόδοση σχετίζεται με την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται • Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι εγγυημένη • Ο πάροχος ΣΕΑ αναλαμβάνει τον κίνδυνο απόδοσης και ο δικαιούχος τον χρηματοπιστωτικό κίνδυνο • Απαιτεί οργανισμούς/εταιρείες με πιστοληπτική ικανότητα • Ο πάροχος ΣΕΑ μπορεί να υλοποιήσει περισσότερα έργα χωρίς να έχει υψηλή μόχλευση • Θεωρείται πιο ολοκληρωμένη λύση	• Η απόδοση σχετίζεται με το οικονομικό όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας • Η αμοιβή του παρόχου ΣΕΑ συνδέεται με τις ενεργειακές υπηρεσίες • Ο πάροχος ΣΕΑ αναλαμβάνει τον κίνδυνο απόδοσης και τον χρηματοπιστωτικό κίνδυνο • Εξυπηρετεί οργανισμούς/εταιρείες που δεν έχουν εύκολη πρόσβαση σε χρηματοδότηση • Ευνοεί τις μεγάλες επιχειρήσεις ενεργειακών υπηρεσιών • Ευνοεί έργα με μικρό χρόνο αποπληρωμής

Εικόνα 7: Σύγκριση τύπων ΣΕΑ (πηγή: Πολυτεχνείο Κρήτης –Trust EPC South)

5. Μεθοδολογία

5.1 Επιλογή Κτιρίων

Στο πλαίσιο της εκπόνησης του Επενδυτικού Σχεδίου για τη χρήση του στην σύνταξη Συμβάσεων Ενεργειακής Απόδοσης, διερευνήθηκε η δυνατότητα εφαρμογής σε δημοτικά κτίρια του νησιωτικού χώρου, συγκεκριμένα στην περιφέρεια του Βορείου και του Νοτίου Αιγαίου, εξετάζοντας τα παρακάτω κριτήρια:

- Ύπαρξη τεχνικών δεδομένων για τα κτίρια (ενεργειακά, ιδιοκτησιακά, σχέδια, νομιμότητας)
- Τεχνική επάρκεια αναδόχου – Ο.Τ.Α.
- Δυνατότητα επεμβάσεων στο κτίριο (κατασκευαστικά δεδομένα, ύπαρξη χώρου, αρχιτεκτονικοί περιορισμοί, στατική αντοχή, προσβασιμότητα)
- Δυνατότητα εξεύρεσης χρηματοδότησης
- Ύπαρξη δημοτικού Σχεδίου Ενεργειακής Αναβάθμισης Κτιρίων
- Συμμετοχή
- Κτίριο προτεραιότητας στην ενεργειακή αναβάθμιση – νοσοκομείο, σχολείο κ.λ.π.

Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα και στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος STEPPING ζητήθηκε από τους Ο.Τ.Α. να επιλέξουν τα κτίρια για τα οποία θα συνταχθεί Επενδυτικό Σχέδιο και Σύβαση Ενεργειακής Απόδοσης.

Τα κτίρια τα οποία επιλέχθηκαν είναι τα ακόλουθα:

1. Λήμνος: 1ο ΕΑΛ ΓΕΛ Μούδρου
2. Φούρνοι: Δημοτικό Σχολείο Φούρνων
3. Φούρνοι: Δημοτικό Σχολείο Θύμαινας
4. Φούρνοι: Δημοτικό Σχολείο Χρυσομηλιάς
5. Ψαρά: Δημοτικό Σχολείο + Νηπιαγωγείο
6. Ψαρά: Αγροτικό Ιατρείο
7. Ψαρά: Δημαρχείο
8. Ψαρά: Αίθουσα Πολλαπλών Χρήσεων
9. Κάλυμνος: Νοσοκομείο Καλύμνου
10. Κάλυμνος: 1ο Δημοτικό Σχολείο
11. Κάλυμνος: Δημοτικό Σχολείο Βαθέως

Σε σχέση με τη χρήση και την τυπολογία των κτιρίων, παρατηρείται ότι η επιλογή αφορά σχεδόν αποκλειστικά σχολικά κτίρια με την εξαίρεση ενός κτιρίου Νοσοκομείου. Αυτό οφείλεται στο λόγο ότι στους περισσότερους νησιωτικούς Δήμους τα μεγαλύτερα όσο αναφορά στο εμβαδόν και τα πιο ενεργοβόρα κτίρια είναι αυτά των σχολικών κτιρίων, ενώ στα περισσότερα απουσιάζουν μεγάλης κλίμακας δομές υγείας.

Η διαδικασία δημοπράτησης και σύναψης ΣΕΑ θα αφορά κάθε δημοτικό ενότητα ξεχωριστά.

5.2 Ενεργειακή Επιθεώρηση

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων προσδιορίζεται με βάση μεθοδολογία υπολογισμού της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, σύμφωνα με την οποία λαμβάνονται υπόψη:

- η χρήση του κτιρίου
- τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής
- τα γεωμετρικά δεδομένα και τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους

- τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων θέρμανσης / ψύξης / κλιματισμού / μηχανικού αερισμού / παραγωγής ZNX και φωτισμού των χώρων.

Βάση της εφαρμοζόμενης μεθοδολογίας αποτελούν το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790 και σειρά άλλων ευρωπαϊκών προτύπων.

Για τον προσδιορισμό των εμπλεκόμενων παραμέτρων και τη διεξαγωγή των απαραίτητων υπολογισμών οι ενεργειακοί επιθεωρητές κάνουν χρήση των σχετικών Τεχνικών Οδηγιών που έχουν εκδοθεί από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, 20701-2/2010, 20701-3/2010, 20701-4/2010, 20701-5/2010) και του αντίστοιχου λογισμικού (TEE-KENAK). Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την επιθεώρηση-αξιολόγηση των κτιρίων

Η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε για την ενεργειακή μελέτη (σε επίπεδο προμελέτης) ήταν η επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων που προκύπτουν από την ενεργειακή επιθεώρηση με χρήση κατάλληλου λογισμικού ενεργειακής προσομοίωσης, με βήμα υπολογισμού 1 μήνα.

Το λογισμικό που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί είναι το “TEE-KEvAK”. Το ειδικό λογισμικό TEE-KEvAK αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ). Το λογισμικό αυτό εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο στην μεθοδολογία Ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΛΟΤ EN ISO 13790, κ.α.) καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Το λογισμικό TEE-KEvAK χρησιμοποιήθηκε για την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου, προκειμένου για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακή κατάταξή του, με σκοπό την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ). Προκειμένου να υπάρχει κοινή μεθοδολογία και αντιστοιχία των αποτελεσμάτων της μελέτης με εκείνα της ενεργειακής επιθεώρησης, θα χρησιμοποιηθεί το ίδιο λογισμικό και στο στάδιο σύνταξης της παρούσας Προμελέτης Ενεργειακής Αναβάθμισης, για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Μάλιστα η εφαρμογή θα γίνει με βάση το ηλεκτρονικό αρχείο της ενεργειακής επιθεώρησης.

Ειδικότερα, η έκδοση και η έγκριση του λογισμικού «TEE-KEvAK» που χρησιμοποιείται είναι η TEE-KENAK 1.31

5.3 Επιθεώρηση Κτιρίου και Εγκαταστάσεων

Το κτίριο επιθεωρείται και ταυτοποιείται ως προς την τυπολογία του και την λειτουργία του. Εντοπίζονται οι θερμικές ζώνες, τα κατασκευαστικά στοιχεία του, οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, οι ενεργειακές καταναλώσεις, οι ανάγκες των χρηστών και του κτιρίου.

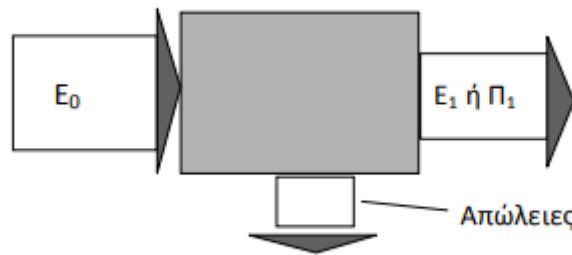
- Τροφοδοσία και Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας - Καταγραφή των δικτύων, πινάκων και απόδοσης. Μελέτη ύπαρξης δυνατότητας κεντρικών ελέγχων και εξοικονόμησης.
- Φωτισμός – Καταμέτρηση και χαρακτηρισμός των φωτιστικών σωμάτων του κτιρίου
- Συστήματα Κλιματισμού –καταγραφή μονάδων και καταναλώσεων. Επιθεώρηση αποτελεσματικότητας και ποιότητας φωτισμού.
- Συστήματα Ψύξης – καταγραφή κλιματιστικών μονάδων, καταναλώσεων και απόδοσης
- Σύστημα ZNX – Σε συγκεκριμένα κτίρια η κατανάλωση για την παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης αντιπροσωπεύει την μεγαλύτερη κατανάλωση. Καταγραφή μονάδων παραγωγής ZNX και εξεύρεση λύσεων για εξοικονόμηση.
- Άλλος ηλεκτρικός εξοπλισμός - Καταγραφή ηλεκτρικών συσκευών, καταγραφή καταναλώσεων και εξεύρεσης λύσεων κεντρικού ελέγχου.

6 BASELINE – Γραμμή Βάσης

Για την δημιουργία μιας τεχνοοικονομικής ανάλυσης των μέτρων αναβάθμισης ενεργειακής αναβάθμισης είναι απαραίτητο να οριστεί ένα αρχικό σενάριο – Baseline – το οποίο θα περιγράφει την υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση των καταναλώσεων και της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου, πριν τις οποιασδήποτε παρεμβάσεις.

Ένας από τους κύριους στόχους των ενεργειακών ελέγχων είναι η εύρεση του τύπου της κατανάλωσης γραμμής βάσης (baseline consumption) ή της κατανάλωσης βάσης ανά τελική χρήση και ανά μορφή ενέργειας. Για τη κάθε σημαντική κατανάλωση ενέργειας, συγκεντρώνονται κατ' ελάχιστον στοιχεία κατανάλωσης για τους συνεχείς δώδεκα τελευταίους μήνες. Ο ελεγκτής διερευνά τις τυχόν μεταβολές των ανωτέρω καθοριστικών παραγόντων και την ενδεχόμενη συσχέτισή τους με την κατανάλωση ενέργειας

Η υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου (baseline) θα μπορούσε να οριστεί από το άθροισμα των διαφορετικών τιμών που αντιπροσωπεύουν την κατανάλωση ενέργειας διάφορων χρήσεων (θερμική, φωτισμός κ.λπ.), οι βασικές τιμές αναφέρονται σε μέσες τιμές που κανονικοποιούνται σε συγκεκριμένες συνθήκες. Η συσχέτιση αυτή δίδεται με τη βοήθεια μαθηματικού τύπου.



Η τυπική κατανάλωση (baseline) για τη θερμική κατανάλωση θα μπορούσε να υπολογιστεί εφαρμόζοντας τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες των εξεταζόμενων εποχών για να ληφθεί η μέση κατανάλωση για κάθε εποχή. Η δημιουργία μιας "βασικής γραμμής" για την κατανάλωση ενέργειας και το κόστος αποτελεί ένα κρίσιμο βήμα στη διαδικασία εντοπισμού των υφιστάμενων κρίσιμων ζητημάτων και των πιθανών ευκαιριών εξοικονόμησης και επενδύσεων και, συνεπώς, στον καθορισμό των τεχνικών και οικονομικών απαιτήσεων για την προσφορά.

Οι τυπικές καταναλώσεις ενέργειας και κόστους καθορίζονται με την αξιολόγηση των παρακάτω:

- Πραγματική κατανάλωση όπως καταγράφεται στους λογαριασμούς ενέργειας (ηλεκτρικές θερμικές καταναλώσεις) ή από συγκεκριμένους μετρητές
- Πραγματικά κλιματικά δεδομένα που παρέχονται από τους πλησιέστερους κλιματικούς σταθμούς στην περιοχή του κτιρίου
- Υπολογισμός των ημερών θέρμανσης και ψύξης
- Εσωτερική θερμοκρασία των κτιρίων αντλούμενη από συγκεκριμένους μετρητές.
- Ώρες και ημέρες χρήσης των Η/Μ συστημάτων
- Θερμαινόμενους ή / και ψυχρούς όγκους
- Διάρκεια χρήσης εσωτερικού και εξωτερικού φωτός
- Κόστος παροχής ενέργειας
- Κόστος λειτουργίας και συντήρησης
- Αλλά

Όλες οι τυπικές καταναλώσεις πρέπει να καθορίζονται με βάση το μέσο όρο των τουλάχιστον τριών (ή εποχικών) δεδομένων.

6.1 Καταναλώσεις και κόστος ηλεκτρικής ενέργειας

Κατόπιν εκτεταμένων αναλύσεων των λογαριασμών κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας και επί τόπου μετρήσεων μπορούν να οριστούν κάποιες τυπικές καταναλώσεις. Πιο συγκεκριμένα αυτές είναι:

- Παροχές (Χαμηλής, Μέσης και Υψηλής Τάσης, Ισχυρά και Ασθενή Ρεύματα)
- Εμπορικές τιμές ενέργειας
- Συμβόλαιο παροχής
- Ετήσιες και μηνιαίες καταναλώσεις
- Φορολογία
- Λοιπά δεδομένα

Σε περίπτωση που τα υπάρχοντα δεδομένα καταναλώσεων δεν επαρκούν, υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης μετρητών για την ακριβέστερη μέτρηση των ενεργειακών καταναλώσεων. Οι μετρητές μπορούν να τοποθετηθούν στους ηλεκτρικούς πίνακες επιτρέποντας μετρήσεις ακριβείας καταμερισμένες σε διαφορετικούς τύπους καταναλώσεων.

6.2 Καταναλώσεις και κόστος άλλων πηγών ενέργειας

Αντίστοιχη καταγραφή και μελέτη γίνεται και για τις άλλες πηγές ενέργειας βασισμένη στις καταγεγραμμένες καταναλώσεις των λοιπών πηγών ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, βιομάζα κλπ).

Κάθε κατηγορία καταγράφεται ξεχωριστά ώστε να δημιουργηθεί ένα αξιόπιστο και χρήσιμο ενεργειακό προφίλ του κάθε κτιρίου.

Για την καλύτερη κατανόηση και χρήση των δεδομένων οι μετρήσεις των διαφόρων πηγών ενέργειας μετατρέπονται σε τιμές με βάση μία μονάδα μέτρησης, συνήθως kWh/m^2 , μετατρέπόμενο από άλλες γενικότερες αποδεκτές μονάδες μέτρησης όπως ο Τόνος Ισοδύναμου Πετρελαίου (Τ.Ι.Π.).

6.3 Άλλα σημαντικά δεδομένα

Η τυπική κατανάλωση (baseline) μπορεί να συμπληρωθεί με επιπλέον σημαντικά δεδομένα, ώστε να εξυπηρετηθεί η σύγκριση και η παρακολούθηση των μέτρων ενεργειακής εξοικονόμησης.

Ορισμένα από αυτά τα δεδομένα δεν είναι εύκολο να αποκτηθούν και σε πολλές περιπτώσεις η απόκτηση τους συνεπάγεται αυξημένο κόστος για τον καθορισμό της τυπικής κατανάλωσης.

Αυτά τα δεδομένα μπορούν να είναι:

- Κλιματικά δεδομένα ανά περιοχή και μικροκλίμα
- Υπολογισμός συνθηκών υγρασίας και ψύξης συνδυαστικά με τη χρήση συστημάτων κλιματισμού
- Χρόνος χρήσης των συστημάτων κλιματισμού
- Όγκος θερμαινόμενου και κλιματιζόμενου χώρου
- Ώρες χρήσης φωτισμού
- Κόστος λειτουργίας και συντήρησης
- Λοιπά δεδομένα

7 Υφιστάμενη κατάσταση κτιρίου – 1 ΓΕΛ ΕΠΑΛ Μούδρου

Το 1ο ΕΠ.Α.Λ. – Γ.Ε.Λ. στεγάζεται σε συγκρότημα στα ανατολικά του οικισμού του Μούδρου νοτίως του 1ου km της επαρχιακής οδού Μούδρου - Σκανδάλης.

Το σχολικό συγκρότημα, κατασκευάστηκε το 2006 και αποτελείται από πέντε μονόροφες και διόροφες κτιριακές μονάδες που στεγάζουν αίθουσες διδασκαλίας και εργαστήρια. Το κτίριο είναι κατασκευασμένο από σκελετό οπλισμένου σκυροδέματος με τοίχους πλήρωσης οπτοπλινθοδομής με μόνωση.

Το συγκρότημα αν και είναι νεότευκτο και σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε με ενεργειακά αποδοτικά δομικά στοιχεία, παρατηρείται έντονη κατανάλωση ενέργειας που οφείλεται στον τυπικό για την κατηγορία του, όμως μη ενεργειακά αποδοτικό Η/Μ εξοπλισμό του, σύμφωνα με τα κριτήρια του ΚΕνΑΚ.

Το σχολικό συγκρότημα τα δε κτίρια καλύπτουν συνολική επιφάνεια 3.735,11 m² (κάλυψη) με 5.165,62 m² (δόμηση) Το οικόπεδο στο οποίο έχει ανεγερθεί το συγκρότημα είναι εμβαδού 14.642,77m² με την μεγαλύτερη διάσταση στον δυτικό-ανατολικό άξονα. Βρίσκεται εντός του οικισμού Μούδρου και είναι πανταχόθεν ελεύθερο σε μεγάλη απόσταση από τα γειτνιάζοντα κτίρια στη δυτική πλευρά του.

Ο προσανατολισμός των κτιρίων ευνοεί τον ηλιασμό, τόσο των αιθουσών διδασκαλίας όσο και όλων των όψεων των κτισμάτων σε όλους τους προσανατολισμούς.



Εικόνα 8: Θέση σχολικού συγκροτήματος.

Η αυτοψία στο κτίριο έγινε στις 2 Νοεμβρίου του 2018. Η Ενεργειακή Επιθεώρηση έγινε σύμφωνα με όσα προβλέπει ο αναθεωρημένος Κανονισμός Ενεργειακής Αποδοσης

Κτιρίων (ΚΕνΑΚ) 2017, ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου χρησιμοποιήθηκε το υπολογιστικό εργαλείο του ΤΕΕ («ΤΕΕ-ΚΕνΑΚ version 1.31»).

Η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων του συγκροτήματος κρίνεται τυπικώς «μη αποδεκτή» με βάση τα κριτήρια του ΚΕνΑΚ κατηγοριοποιούμενα στις κατηγορίες: «Γ» δύο κτίρια, «Δ» δύο κτίρια και «Ε» ένα κτίριο. Στα τρία κτίρια, που κατατάχθηκαν στις δυσμενέστερες κατηγορίες Δ και Ε, κρίνεται ότι η βελτίωση των Η/Μ εγκαταστάσεων θα επιφέρει ισοδύναμα σημαντική ενεργειακή εξοικονόμηση. Στα άλλα δύο κτίρια της κατηγορίας «Γ», δεν θα γίνει καμία επέμβαση. Σημειώνεται ότι το Κ-II, είναι στατικώς ανεξάρτητο τμήμα, εξ' ου και ο χαρακτηρισμός του ως «κτίριο Κ-II», αλλά είναι ένας συνδεδεμένος ανοικτός διάδρομος και δεν συμμετέχει καθόλου στο ενεργειακό μοντέλο της Ενεργειακής Επιθεώρησης.



Εικόνα 9: Αρίθμηση κτιρίων συγκροτήματος.

Συστήματα θέρμανσης-Κλιματισμού

Το συγκρότημα διαθέτει κεντρικό σύστημα θέρμανσης που τροφοδοτείται από λέβητα με διβάθμιο καυστήρα πετρελαίου ισχύος 387.000 kcal/h (450kW). Οι αίθουσες διδασκαλίας θερμαίνονται μέσω θερμαντικών σωμάτων τύπου άβακα, κάτω από τα εξωτερικά παράθυρα, ενώ τα εργαστήρια διαθέτουν αερόθερμα με αεραγωγούς στην οροφή τους. Τέλος η αίθουσα πολλαπλών χρήσεων (κλειστός χώρος γυμναστικής, εκδηλώσεις κλπ) διαθέτει μία Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα, η οποία τροφοδοτείται και κατά τη διάρκεια του θέρους με ψυχρό νερό από ένα αερόψυκτο Ψύκτη ισχύος 97 kW. Επίσης υπάρχουν διαιρούμενου τύπου αυτόνομα κλιματιστικά, στην αίθουσα Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και σε κάποια γραφεία καθηγητών

Φωτισμός

Όσον αφορά στον τεχνητό φωτισμό του συγκροτήματος, αυτός γίνεται κυρίως με λαμπτήρες φθορισμού T8 με ηλεκτρομηχανικό ballast (όχι ηλεκτρονικό) και συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού. Η λειτουργία του φωτισμού γίνεται χειροκίνητα.

7.1 Υπολογιστικό εργαλείο ενεργειακής απόδοσης (TEE-KENAK v.1.31)

Η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε στην παρούσα ενεργειακή μελέτη (σε επίπεδο προμελέτης) ήταν η επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων που προκύπτουν από την ενεργειακή επιθεώρηση με χρήση κατάλληλου λογισμικού ενεργειακής προσομοίωσης, με βήμα υπολογισμού 1 μήνα.



Εικόνα 10: Βορειοανατολική άποψη του συγκροτήματος (κτίριο V)

Το λογισμικό που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί είναι το “TEE-KEvAK”. Το ειδικό λογισμικό TEE-KEvAK αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ). Το λογισμικό αυτό εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο στην μεθοδολογία Ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΛΟΤ EN ISO 13790, κ.α.) καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Το λογισμικό TEE-KEvAK χρησιμοποιήθηκε για την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου, προκειμένου για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακή κατάταξή του, με σκοπό την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ). Προκειμένου να υπάρχει κοινή μεθοδολογία και αντιστοιχία των αποτελεσμάτων της μελέτης με εκείνα της ενεργειακής επιθεώρησης, θα χρησιμοποιηθεί το ίδιο λογισμικό και στο στάδιο σύνταξης της παρούσας Προμελέτης Ενεργειακής Αναβάθμισης, για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Μάλιστα η εφαρμογή θα γίνει με βάση το ηλεκτρονικό αρχείο της ενεργειακής επιθεώρησης.

Ειδικότερα, η έκδοση και η έγκριση του λογισμικού «TEE-KEvAK» που χρησιμοποιείται είναι η TEE-KENAK 1.31

7.2 Καταγραφή των ενεργειακών χαρακτηριστικών του κτιρίου

Τύπος κτιρίου: Σχολείο – Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Τοποθεσία: Οικισμός Μούδρου, Λήμνος

Διεύθυνση: Οικισμός Μούδρου, Λήμνος 814 01

Προσανατολισμός: Ο μεγάλος άξονας του κτιρίου έχει Α-Δ προσανατολισμό

Ιδιοκτήτης: Δήμος Λήμνου

Έτος κατασκευής: 2006

Συνολική επιφάνεια δαπέδου::

Δόμηση: 5.165,62 m²

Κάλυψη: 3.735,11 m²

Κλειστοί Χώροι: 4.783,50 m²

Ύψος: 10,20 m μέγιστο ύψος κτιρίου

Ύψη : Όροφος 3,40m

Ισόγειο: 3,40m

Υπόγειο: 3,20m

Επιφάνεια θερμαινόμενων χώρων: 3.945,00 m²

Επιφάνεια Κλ. Μη θερμαινόμεν. χώρων: 829,50 m²

Επιφάνεια ψυχομένων χώρων: 560,00 m²

Ωράριο λειτουργίας:

8 ώρες ανά ημέρα – 5 ημέρες ανά εβδομάδα
Περίοδος λειτουργίας 9 μήνες (Σεπ-Μαϊ)

Κλιματική Ζώνη: B

Υψόμετρο: 15 m

Κατασκευή:

Κτιριακό συγκρότημα, με θερμομονωτική προστασία σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ.), που κρίνεται «ανεπαρκής» κατά ΚΕvAK

Φέρων οργανισμός:

Σκελετός (κολώνες, δοκοί, πλάκες) από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Τοίχοι πληρώσεως:

Κατασκευή τοίχων με οπτόπλινθους. Τοιχοποιία συνολικού πάχους 25cm επιχρισμένη έσω και έξω με ασβεστοτσιμεντοκονίαμα.

Στέγη:

Κεραμοσκεπή, τετράριχτη σε κάθε κτίριο

Ανοίγματα:

Ξύλινα κουφώματα με διπλούς υαλοπίνακες, με διάκενο 6mm.

Ενεργειακή διαχείριση:

Χειροκίνητος χειρισμός των κλιματιστικών, του Λέβητα και του φωτισμού.

Θέρμανση / Ψύξη / Αερισμός:

- Κεντρικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα και καυστήρα πετρελαίου
- Η ψύξη με αερόψυκτο Ψυκτη (αιθ. Πολλ. χρήσεων). Διαιρούμενου τύπου κλιματιστικ.(αίθ.Η/Υ & γραφεία)
- Μηχανικός αερισμός στα εργαστήρια.

Φυσικός Φωτισμός:

- Φυσικός φωτισμός του 85% της επιφανείας του δαπέδου, όλων των κτιρίων

Τεχνητός Φωτισμός:

- Φωτιστικά σώματα με 2 λαμπτήρες φθορισμού
- Φωτιστικά σώματα με λαμπτήρα συμπαγούς φθορισμού
- Φωτιστικά σώματα με λαμπτήρα πυράκτωσης
- Φωτιστικά ασφαλείας - EXIT

Ζεστό Νερό Χρήσης: Δεν υπάρχει πρόβλεψη



Εικόνα 11: Νότια άποψη του σχολικού συγκροτήματος (κτίριο VI)

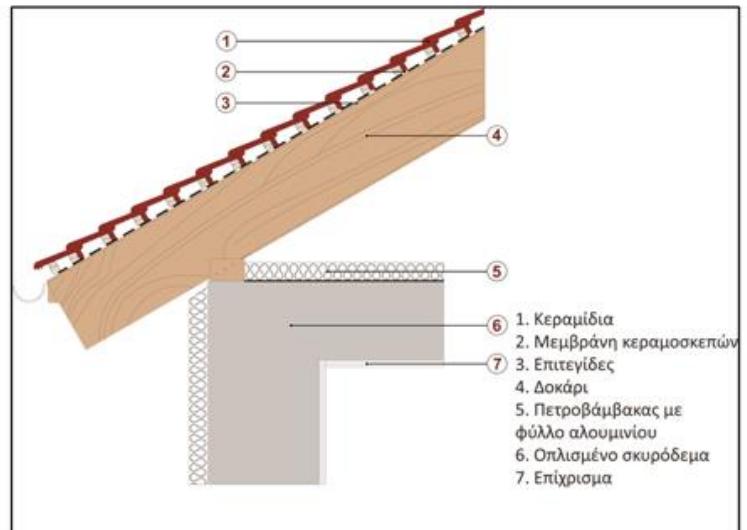
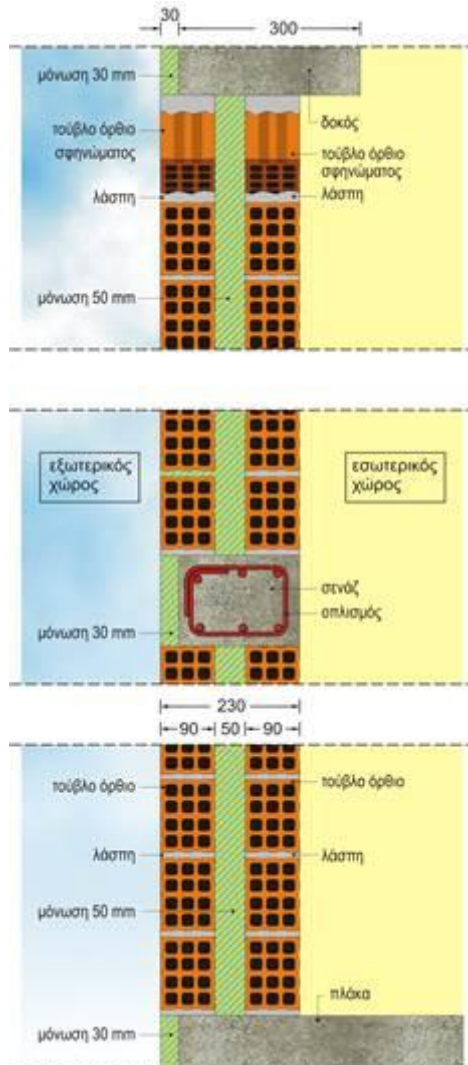
7.3. Συντελεστές Θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων

Ελήφθησαν υπόψη, οι συντελεστές θερμοπερατότητας που προβλέπονται στους Πίνακες 3.5α και 3.5β, της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 για τα κτίρια της 2^{ης} κατηγορίας (1979 - 2010), με προσαύξηση $+0,2 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{K}$ ώστε να συνυπολογιστούν και οι θερμογέφυρες, σύμφωνα με τον συμβατικό τρόπο υπολογισμού για πλημμελή εφαρμογή του Κ.Θ.Κ. (Πίνακας 3.7).

Πιο αναλυτικά:

- **Τοίχοι πληρώσεως:** Εξωτερική τοιχοποιία συνολικού πάχους 35cm, από ψαθωτή οπτοπλινθοδομή - μόνωση - δρομική οπτοπλινθοδομή επιχρισμένη έσω και έξω με ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ.) αλλά ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά ΚΕνΑΚ ($U_{t1} = 0.85 + 0.2 = 1.05 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{K}$)
- **Φέρων οργανισμός:** Εξωτερικά σκυροδέματα (δοκοί και κολώνες) συνολικού πάχους 35cm, από οπλισμένο σκυρόδεμα, μόνωση και επιχρισμένο έσω και έξω με ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, με σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ.) αλλά ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά ΚΕνΑΚ ($U_{t2} = 1.00 + 0.2 = 1.20 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{K}$)
- Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας, U_{value} , των εξωτερικών επιφανειών υπολογίστηκε ως σταθμικός μέσος όρος κατ' αναλογία του ποσοστού σκυροδεμάτων/τοίχων πληρώσεως.
- **Στέγη:** Τετράριχτη στέγη ξύλινου σκελετού επιστεγασμένη με κεραμίδια ρωμαϊκού τύπου πάνω σε πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος. ($U_R = 1.00 + 0.2 = 1.20 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{K}$)

- **Δάπεδα:** επί εδάφους με οποιαδήποτε επικάλυψη, ο συντελεστής εκτιμήθηκε ως $U_{F1} = 1.00 + 0.2 = 1.20 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{K}$, ενώ για δάπεδα πάνω από Κλειστούς μη Θερμαινόμενους Χώρους ο συντελεστής θερμοπερατότητας εκτιμήθηκε σε $(U_{F1} = 0.80 + 0.2 = 1.00 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{K})$.
- **Παράθυρα:** Ξύλινα κουφώματα με διπλούς υαλοπίνακες $U_w = 3.5 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{K}$.
- **Εξωτερικές θύρες:** Ξύλινα κουφώματα με διπλούς υαλοπίνακες $U_w = 3.5 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{K}$



Εικόνα 12: Ενδεικτικές κατασκευαστικές τομές

7.4. Η/Μ εγκαταστάσεις

Στο ψηφιακό μοντέλο του Software που χρησιμοποιούμε, συμμετέχουν οι εξής Η/Μ Εγκαταστάσεις:

- Θέρμανση
- Ψύξη
- Μηχανικός Αερισμός
- Φωτισμός

Θέρμανση:

Η παραγωγή θερμού νερού για τη θέρμανση του σχολικού συγκροτήματος γίνεται σε ένα κεντρικό λεβητοστάσιο στο Υπόγειο του κεντρικού κτιρίου IV, από ένα λέβητα ικανότητας $P = 450 \text{ kW}$ (387.000 kcal/h) με διβάθμιο καυστήρα πετρελαίου, από όπου ξεκινούν τα δίκτυα διανομής. Για κάθε κτίριο υπάρχει ανεξάρτητο κύκλωμα (προσαγωγή-επιστροφή) με κυκλοφορητή σταθερών στροφών που λειτουργεί χειροκίνητα ON-OFF.

Ψύξη:

Η παραγωγή ψυχρού νερού για τη ψύξη γίνεται από έναν αερόψυκτο ψύκτη 97 kW , με τον οποίο ψύχεται μόνο το κτίριο K-III (Αίθουσα Πολλαπλών Χρήσεων). Τα υπόλοιπα κτίρια δεν διαθέτουν υποδομή για ψύξη, πλην κάποιων γραφειακών χώρων και της Αίθουσας Διδασκαλίας με τους Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές.

Μηχανικός Αερισμός

Μηχανικός αερισμός υπάρχει μόνο στα κτίρια K-III, K-V και K-VI..

Φωτισμός & Φωτισμός Ασφαλείας

Όλα τα κτίρια φωτίζονται κατά 85% της επιφανείας δαπέδου, μέσω του φυσικού φωτισμού.

Στον Τεχνητό Φωτισμό, διαθέτουν φωτιστικά με δίδυμους λαμπτήρες φθορισμού T8 – 36W, για τον κύριο φωτισμό, με χειροκίνητη λειτουργία ON-OFF.

Για τον φωτισμό ασφαλείας, σε όλα τα κτίρια υπάρχουν φωτιστικά με αυτοκόλλητες επιγραφές EXIT και επαναφορτιζόμενους συσσωρευτές, πάνω από τις πόρτες εξόδου.

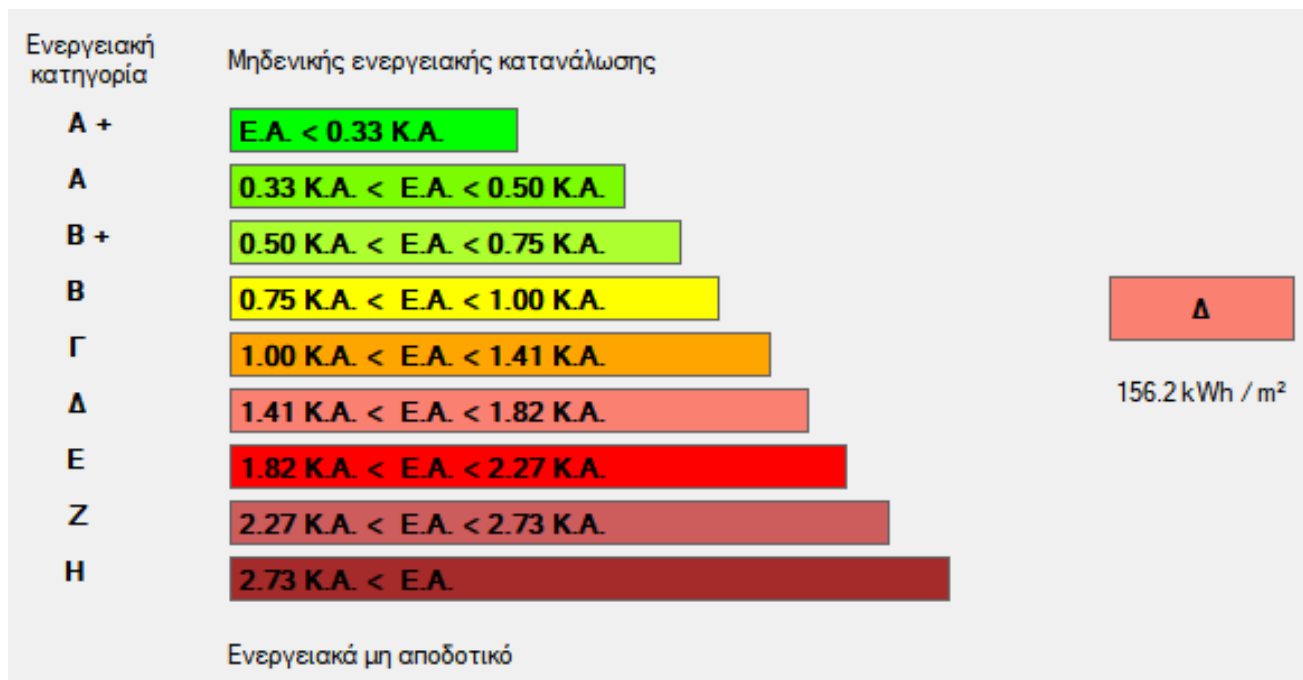
Παρακάτω δίδεται ένας πίνακας με τις Η/Μ Εγκαταστάσεις του συγκροτήματος

Περιγραφή	ΚΤΙΡΙΑ					
	K-I	K-II	K-III	K-IV	K-V	K-VI
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ						
Σύστημα Θέρμανσης	Κλασσικά Θερμαντικά Σώματα		ΚΚΜ με αεραγωγούς προσαγωγής-απαγωγής	Κλασσικά Θερμαντικά Σώματα	Αερόθερμα Οροφής με αεραγωγούς προσαγωγής	Αερόθερμα Οροφής με αεραγωγούς προσαγωγής
Σύστημα Ψύξης	-		Αερόψυκτος Ψύκτης	Split Units σε γραφεία και χώρο ΗΥ	-	-
Σύστημα Αερισμού	κός αερισμός		σω της ΚΚΜ	κός αερισμός	Εξαεριστήρας απόρριψης	Εξαεριστήρας απόρριψης
Φωτισμός	Λαμπτήρες ρισμού T8 με ballast	Λαμπτήρες ρισμού T8 με ballast	Λαμπτήρες ρισμού T8 με ballast	Λαμπτήρες ρισμού T8 με ballast	Λαμπτήρες ρισμού T8 με ballast	Λαμπτήρες ρισμού T8 με ballast
Φωτισμός ασφαλείας	EXIT με επαναφορτιζόμενους συσσωρευτές		EXIT με επαναφορτιζόμενους συσσωρευτές	EXIT με επαναφορτιζόμενους συσσωρευτές	EXIT με επαναφορτιζόμενους συσσωρευτές	EXIT με επαναφορτιζόμενους συσσωρευτές

8 Υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα της βαθμολόγησης – κατάταξης ανά κτίριο, σύμφωνα με την Ενεργειακή Επιθεώρηση

Κτίριο K-I

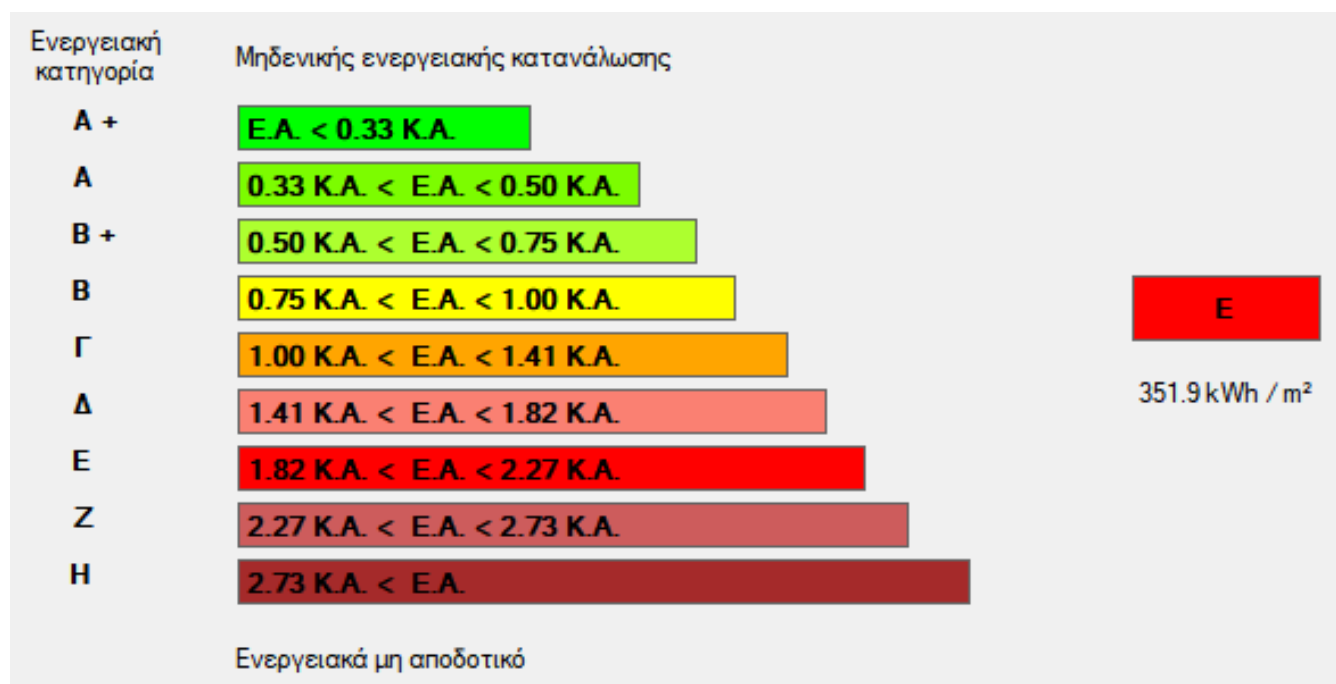


Εικόνα 13: Κατάταξη κτιρίου I

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)					
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
►	Θέρμανση	49.7	80.2	59.6	49.5
	Ψύξη	14.2	12.1	9.7	9.7
	ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0	0.0
	Φωτισμός	46.3	64.0	36.8	36.8
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0
	Σύνολο	110.2	156.2	106.2	96.0
	Κατάταξη	-	Δ	Β	Β

Εικόνα 14: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου I

Κτίριο K-III



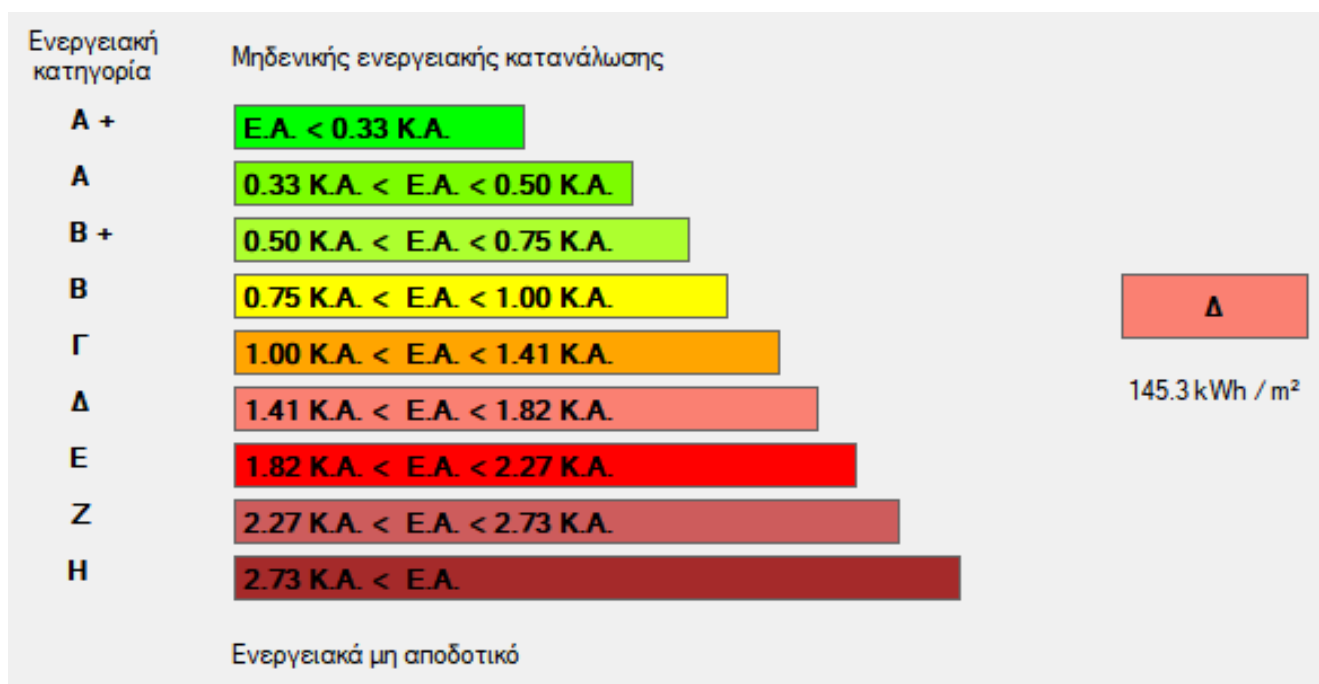
Εικόνα 16: Κατάταξη κτιρίου III

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Θέρμανση	128.1	275.6	127.9
	Ψύξη	18.5	12.3	8.1
	ZNX	0.0	0.0	0.0
	Φωτισμός	46.3	64.0	36.8
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0
	Σύνολο	192.9	351.9	172.8
	Κατάταξη	-	E	B

Εικόνα 15: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου III

Κτίριο K-IV



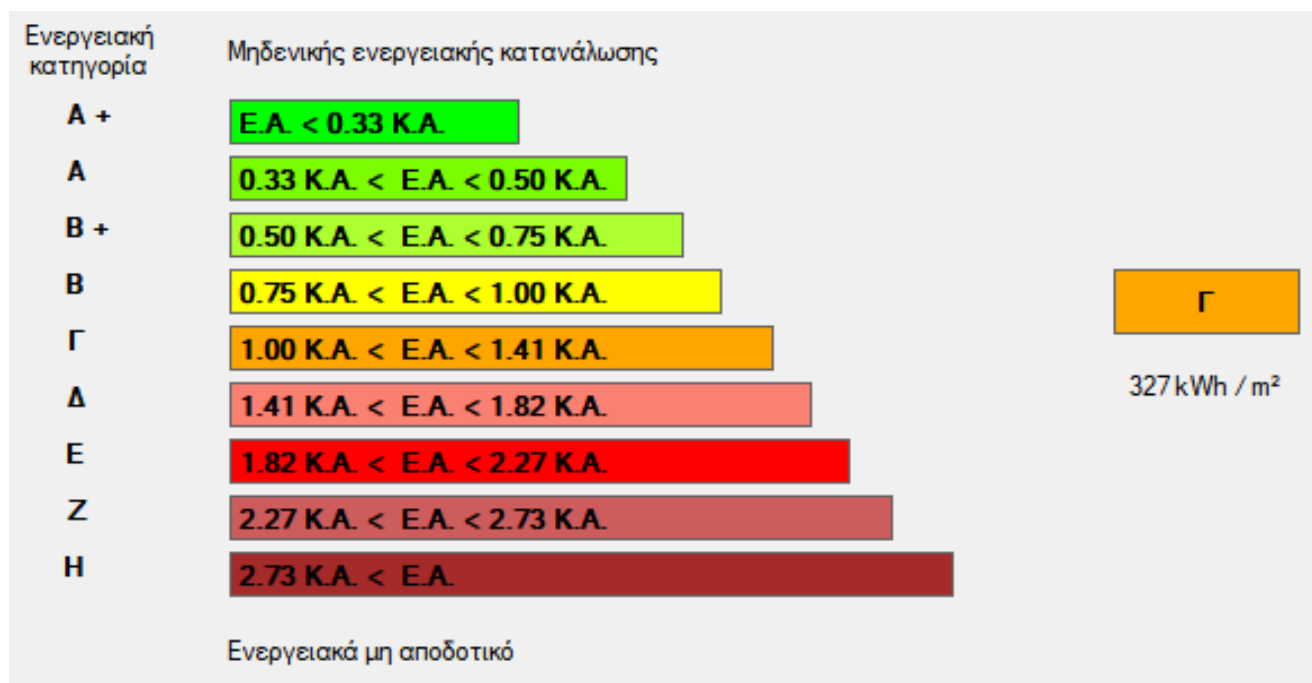
Εικόνα 18: Κατάταξη κτιρίου IV

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Θέρμανση	41.8	69.4	42.6
	Ψύξη	14.5	11.9	9.6
	ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0
	Φωτισμός	46.3	64.0	38.8
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0
	Σύνολο	102.6	145.3	91.0
	Κατάταξη	-	Δ	Β

Εικόνα 17: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου IV

Κτίριο K-V



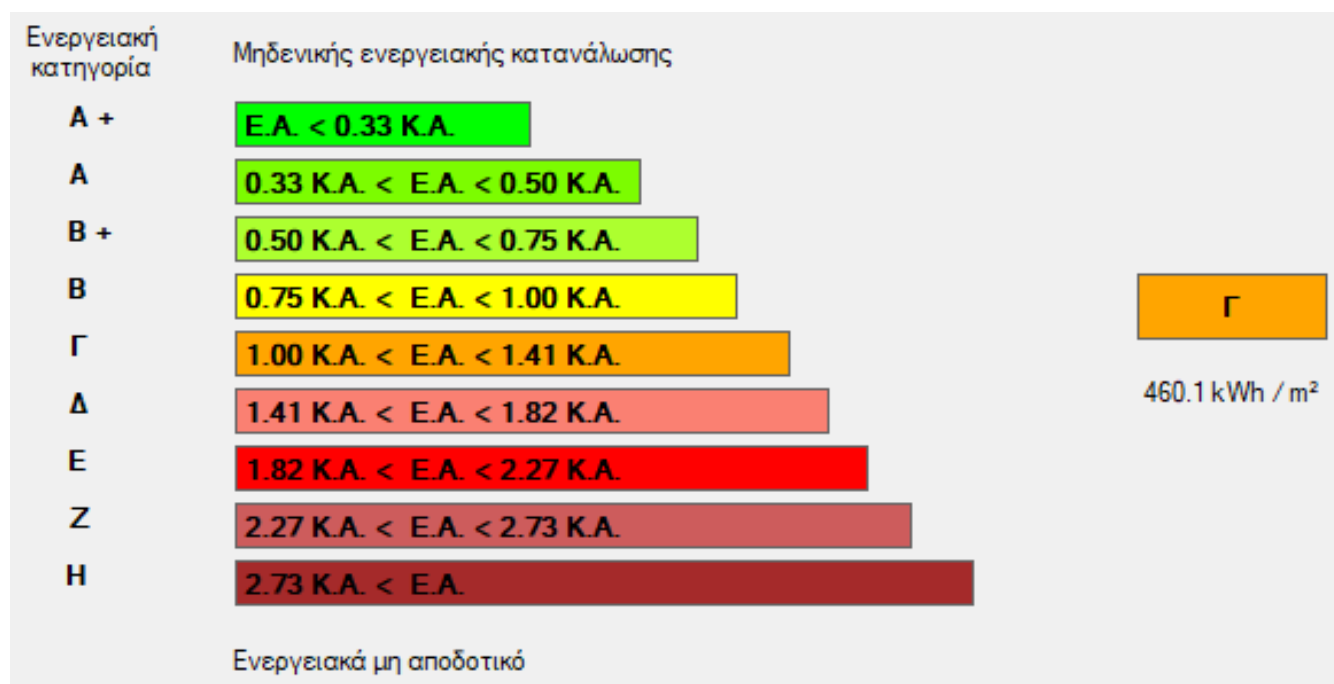
Εικόνα 19: Κατάταξη κτιρίου V

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Θέρμανση	187.1	217.1	142.6
	Ψύξη	11.3	14.1	11.0
	ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0
	Φωτισμός	46.3	95.8	36.5
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0
	Σύνολο	244.7	327.0	190.2
	Κατάταξη	-	Γ	Β

Εικόνα 20: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου V

Κτίριο K-VI



Εικόνα 22: Κατάταξη κτιρίου VI

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Θέρμανση	306.0	384.5	248.6
	Ψύξη	14.1	11.7	9.6
	ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0
	Φωτισμός	46.3	63.9	36.7
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0
	Σύνολο	366.5	460.1	294.9
	Κατάταξη	-	Γ	Β

Εικόνα 21: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου VI

9 Πρόταση βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση του συγκροτήματος είναι οι κάτωθι :

9.1 Παρέμβαση 1: Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στο λεβητοστάσιο.

Παραγωγή θερμού νερού

Ο υφιστάμενος λέβητας, ικανότητας 450kW, παρ' όλων ότι δεν είναι παλαιός, είναι παλαιάς τεχνολογίας, με υπολογιζόμενο βαθμό απόδοσης 0,816. Για τον λόγο αυτόν προτείνεται η εγκατάσταση ενός υβριδικού συστήματος που θα περιλαμβάνει δύο Αντλίες Θερμότητας Υψηλών Θερμοκρασιών 2 x 25kW (High Temperature Heat Pumps) με COP ≥ 3 και ένα νέο λέβητα τεχνολογίας συμπύκνωσης καυσαερίων, ικανότητας 400kW με υπολογιζόμενο βαθμό απόδοσης 0,919, για να βελτιωθεί ο βαθμός αξιοποίησης του καυσίμου (πετρελαίου). Για να λειτουργήσει το σύστημα των τριών κεντρικών συσκευών θα διαμορφωθεί ένα «πρωτεύον δίκτυο» με αντίστοιχα τρεις κυκλοφορητές (ένας για κάθε κεντρική συσκευή) ελεγχόμενο από ένα Controller που κάνει το «capacity control» και θα ρυθμίζει τη διαδοχή και τις προτεραιότητες λειτουργίας τους. Οι αντλίες θερμότητας θα αναλάβουν τη βασική λειτουργία (υποστηριζόμενες από Δοχείο Αδρανείας) και όταν απαιτείται περισσότερη θερμική ενέργεια θα τίθεται σε λειτουργία και ο λέβητας πετρελαίου.

Είναι δεδομένο, ότι οι απαιτήσεις θέρμανσης στα κτίρια εξαρτώνται από τους ημεροβαθμούς της κάθε κλιματικής ζώνης. Έτσι στο σύνολο των 100 περίπου ημερών της περιόδου θέρμανσης στη Β κλιματική ζώνη στην Ελλάδα, η ενεργειακή απαίτηση σε ένα ποσοστό περίπου 40% είναι ιδιαίτερα χαμηλή.

Εκτιμάται ότι το σύστημα θα λειτουργεί στο χρονικό διάστημα των χαμηλών απαιτήσεων μόνο με τις Heat Pumps που θα έχουν COP ≥ 3 και στη συνέχεια θα αναλαμβάνει ρόλο ο λέβητας που έναντι του υφιστάμενου θα είναι κατά 12-13% καλύτερης ενεργειακής απόδοσης.

Ενδεικτικά τεχνικά χαρακτηριστικά για τον Λέβητα και καυστήρα

Τα κύρια χαρακτηριστικά του Λέβητα είναι:

- Ονομαστική θερμική ισχύς: 400 kW
- Απόδοση εποχιακής θέρμανσης χώρου βάσει ErP2015, $\alpha \geq 90\%$
- Χαλύβδινος επιδαπέδιος λέβητας συμπύκνωσης καυσαερίων
- Ανοξείδωτος ενσωματωμένος εναλλάκτης συμπύκνωσης.
- Ηχομονωτικό κάλυμμα
- Μόνωση για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών
- Διατάξεις ασφαλείας σύμφωνα με EN 12828
- Ο Λέβητας θα παραδίδεται από τον κατασκευαστή του, με τον κατάλληλο καυστήρα πετρελαίου θέρμανσης, χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο ($s \leq 5\%$) και κατάλληλο για καύση bio-Diesel (A bio 10).

Για την επίτευξη της βέλτιστης λειτουργίας, θα πρέπει να τοποθετηθεί μέσα στην υπάρχουσα καμινάδα, νέα κυλινδρική καμινάδα ανοξείδωτη, διπλών τοιχωμάτων με μόνωση.

Τεχνολογία λέβητα: Στους λέβητες συμπύκνωσης είναι επιθυμητό, όλα τα εξαρτήματα που έρχονται σε επαφή με τα καυσαέρια ή τα συμπυκνώματα να είναι από ανοξείδωτο χάλυβα υψηλής ποιότητας, που θα αντέχει έναντι των θερμικών καταπονήσεων και της

διάβρωσης. Έτσι θα είναι δυνατή η λειτουργία του λέβητα, χωρίς περιορισμούς στη θερμοκρασία προσαγωγής –επιστροφής, ή ογκομετρικής παροχής, ή καυστήρα με ελάχιστο φορτίο. Τα παραπάνω θα επιτρέψουν να γίνει απλή η εγκατάσταση.

Διαδρομή καυσαερίων: Ο λέβητας συμπύκνωσης, είναι επιθυμητό να είναι κατασκευασμένος για 3πλή διαδρομή ελκυσμού. Ομοίως είναι επιθυμητό, ο εναλλάκτης να είναι αντιρροής και να βρίσκεται μέσα στον λέβητα για μικρότερες εξωτερικές διαστάσεις. Η βασική αρχή «πλήρους καύσης» και το ανάλογο θερμικό φορτίο στον φλογοθάλαμο θα εξασφαλίζουν την χαμηλή εκπομπή των βλαβερών αερίων CO/NOx και της αιθάλης.

Ενδεικτικού ή ισοδύναμου τύπου BOSCH UC 8000 F- 400

Ενδεικτικά τεχνικά χαρακτηριστικά αντλιών θερμότητας:

Τα κύρια χαρακτηριστικά των αντλιών θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών είναι:

- Ονομαστική ισχύς: 25 kW
- Θερμοκρασία εξόδου νερού: 70 °C στους -5 °C DB τουλάχιστον
- Βαθμός απόδοσης: COP $\geq$ 4.0
- Χαμηλή στάθμη θορύβου: $s \leq 48$ dB(A)
- Φιλικό προς το περιβάλλον ψυκτικό υγρό
- Controller για λειτουργία των Αντλιών Θερμότητας σε συστοιχία
- Ηλεκτρική τροφοδοσία 400V / 50Hz
- Πιστοποίηση από την Eurovent

Επιθυμητά χαρακτηριστικά

- Να διαθέτουν περισσότερους του ενός ερμητικού τύπου συμπιεστές για να επιτυγχάνουν βέλτιστο Capacity control.
- Ο εξατμιστής να έχει αντιψυκτική επιφάνεια από Teflon ή ισοδύναμο υλικό διαθέτοντας μεγάλη επιφάνεια ώστε να μειώνεται η πιθανότητα «υπέρψυξης» και να διαθέτουν αυτόματη απόψυξη.
- Εναλλάκτη θερμότητας από ανοξείδωτο χάλυβα 316 .

Ενδεικτικού ή ισοδύναμου τύπου AUER HRC 25 tri

Ενδεικτικά τεχνικά χαρακτηριστικά για τους κυκλοφορητές πρωτεύοντος

Τα κύρια χαρακτηριστικά των κυκλοφορητών του πρωτεύοντος κυκλώματος θα είναι:

- Κυκλοφορητής σταθερής παροχής για τον Λέβητα:
 - Παροχή: $Q = 35 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Μανομετρικό $H = 8 \text{ mWS}$

Ενδεικτικού ή ισοδύναμου τύπου WILO VeroLine IPL 65/115-1.5/2-PN10

- Κυκλοφορητές σταθερής παροχής για τις Αντλίες Θερμότητας:
 - Παροχή: $Q = 2 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Μανομετρικό $H = 12 \text{ mWS}$

Ενδεικτικού ή ισοδύναμου τύπου WILO VeroLine IPL 32/95-0.55/2-PN10

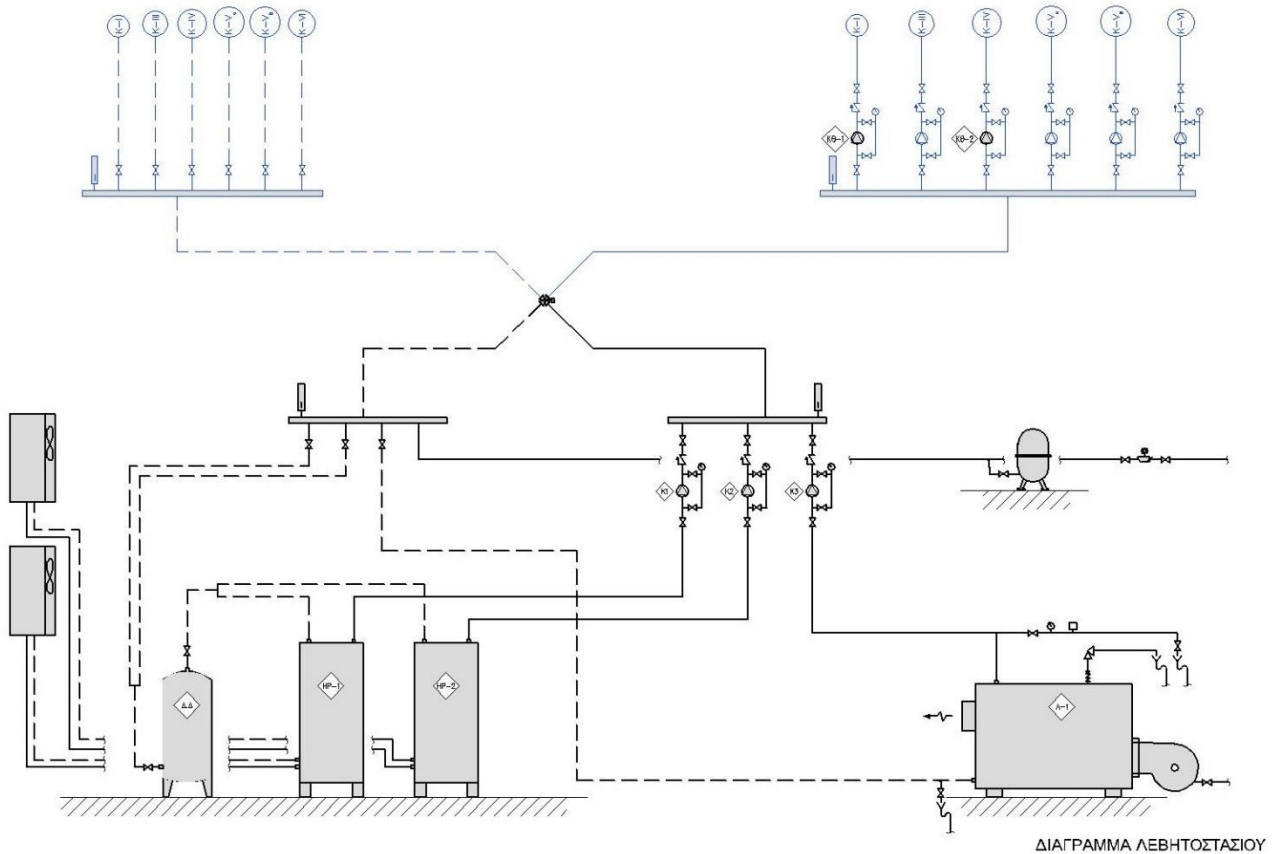
Ενδεικτικά τεχνικά χαρακτηριστικά για τον ελεγκτή αλληλουχίας των κεντρικών συσκευών

Τα κύρια χαρακτηριστικά του ελεγκτή θα είναι:

- Ικανότητα ελέγχου 3 ή/και περισσότερων λεβήτων –Heat Pumps κλπ.

- Δυνατότητα ελέγχου πολυβάθμιων ή αναλογικών καυστήρων
- Δυνατότητα ελέγχου θερμοκρασίας του συλλέκτη προσαγωγής πρωτεύοντος;
- Χωρίς ανάγκη εργαλείων προγραμματισμού

Ενδεικτικού ή ισοδύναμου Siemens RMK770 Ελεγκτής αλληλουχίας λεβήτων



9.2 Παρέμβαση 2: Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του δικτύου θερμού νερού.

Αυτόματη μεταβολή της θερμοκρασίας στο δίκτυο θερμού νερού

Προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος θερμοκρασιακής αντιστάθμισης για τη ρύθιση της θερμοκρασίας του νερού στο δίκτυο με βάση τις εκάστοτε εξωτερικές μικροκλιματικές συνθήκες.

Το σύστημα θα περιλαμβάνει μία ηλεκτροκίνητη τετράοδη βάννα ελεγχόμενη από ένα τοπικό Ηλεκτρονικό Ελεγκτή (Controler), με αισθητήρες θερμοκρασίας στην παροχή και επιστροφή στο πρωτεύον κύκλωμα του συστήματος.

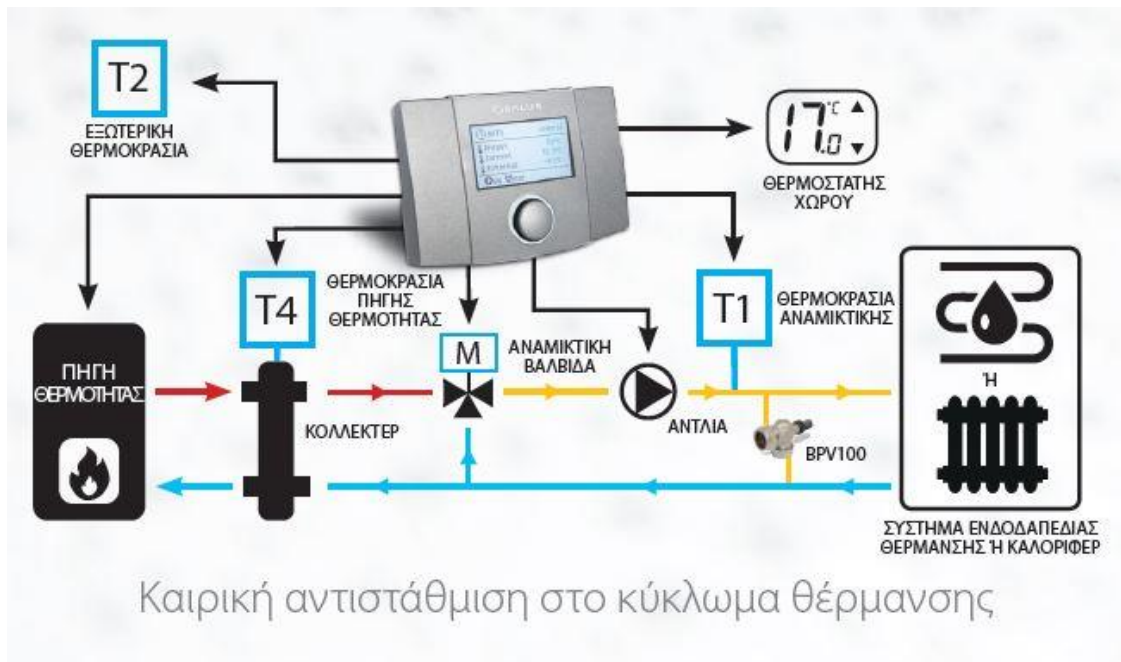
Ενδεικτικά τεχνικά χαρακτηριστικά για την αντιστάθμιση καιρικών συνθηκών

Τα κύρια χαρακτηριστικά του ελεγκτή θα είναι:

- Ικανότητα ελέγχου της θερμοκρασίας προσαγωγής για κάθε «ζώνη» (κτίριο).
- Ικανότητα αναλογικής ρύθμισης της τετράοδης βάννας ανάμιξης μέσω αναλογικού σερβο-κινητήρα.

- Σύνδεση με αισθητήριο καιρικών συνθηκών εκτός κτιρίου.
- Δυνατότητα εντολής προς τον ελεγκτή αλληλουχίας των κεντρικών συσκευών
- Χρονικό προγραμματισμό σε ετήσια βάση.

Ενδεικτικού ή ισοδύναμου τύπου SIEMENS RVP 2.....



Αυτόματη υδραυλική προσαρμογή του δικτύου διανομής θερμού νερού

Προτείνεται η εγκατάσταση κυκλοφορητών μεταβλητών στροφών (inverter) σε αντικατάσταση των ON-OFF κυκλοφορητών για τα κτίρια K-I και K-IV που έχουν αίθουσες διδασκαλίας, και διαθέτουν Θερμαντικά Σώματα ώστε να γίνεται αυτόματη υδραυλική προσαρμογή της παροχής νερού στα αντίστοιχα δίκτυα. Η αυτόματη προσαρμογή μπορεί να λειτουργήσει σε συνδυασμό με την επόμενη παρέμβαση δηλαδή την εγκατάσταση θερμοστατικών κεφαλών στα Θερμαντικά Σώματα.

Ενδεικτικά τεχνικά χαρακτηριστικά των κυκλοφορητών Inverter

Τα κύρια χαρακτηριστικά των κυκλοφορητών inverter του δευτερεύοντος κυκλώματος, θα είναι:

- Ο κυκλοφορητής για το κτίριο K-I:
 - ο Παροχή: $Q = 13 \text{ m}^3/\text{h}$
 - ο Μανομετρικό $H = 12 \text{ mWS}$
- Ο κυκλοφορητής για το κτίριο K-III:
 - ο Παροχή: $Q = 12,5 \text{ m}^3/\text{h}$
 - ο Μανομετρικό $H = 13 \text{ mWS}$

Ενδεικτικού ή ισοδύναμου τύπου WILO Stratos 40/1-16 PN6/10



9.3 Παρέμβαση 3: Ανεξάρτητος έλεγχος λειτουργίας ανά χώρο.

Εγκατάσταση Θερμοστατικών κεφαλών στα Θερμαντικά Σώματα

Στο σχολικό συγκρότημα, όπως προαναφέρθηκε, κάθε κτίριο διαθέτει ανεξάρτητο δίκτυο διανομής θερμού νερού από το λεβητοστάσιο. Επίσης προαναφέρθηκε ότι τα κτίρια K-I και K-IV, έχουν αίθουσες διδασκαλίας. Προκειμένου να γίνει ανεξάρτητος έλεγχος λειτουργίας της θέρμανσης ανά χώρο, προτείνεται η εγκατάσταση Θερμοστατικών Κεφαλών στα Θερμαντικά σώματα των κτιρίων K-I και K-IV,

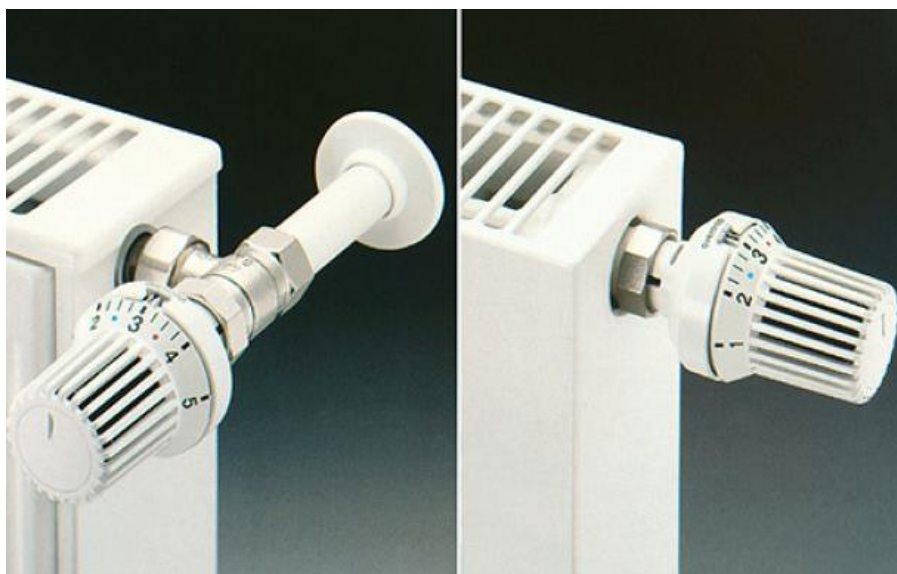
Τα άλλα τρία κτίρια K-III, K-V και K-VI, είναι «μονόχωρα», κατά συνέπεια η λειτουργία των υφιστάμενων κυκλοφορητών ON-OFF, εξασφαλίζει το κριτήριο του ανεξάρτητου ελέγχου ανά χώρο, οπότε δεν προτείνεται καμία παρέμβαση σε αυτά.

Ενδεικτικά τεχνικά χαρακτηριστικά για τις θερμοστατικές κεφαλές

Τα κύρια χαρακτηριστικά του ελεγκτή θα είναι:

- Ικανότητα ελέγχου της θερμοκρασίας χώρου.
- Ρύθμιση του set point, με χειρολαβή.
- Δυνατότητα πλήρους διακοπής της ροής νερού. (θέση κλειστής βάνας)
- Δυνατότητα εφαρμογής «ορίων» μέγιστης και ελάχιστης τιμής
- Δυνατότητα «κλειδώματος» του set point.
- Δυνατότητα εγκατάστασης σε υφιστάμενη βαλβίδα μέσω κατάλληλου προσαρμογέα.

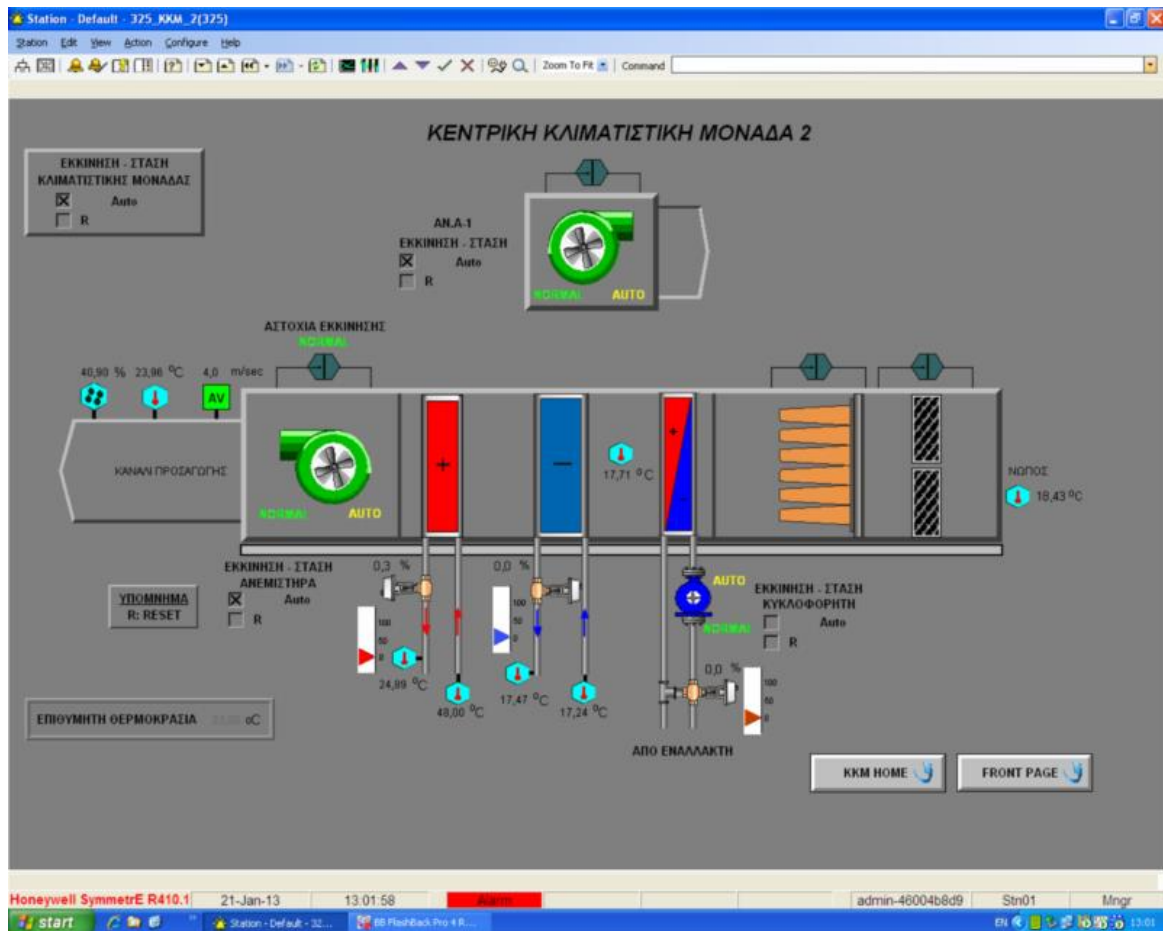
Ενδεικτικού ή ισοδύναμου τύπου SIEMENS RTN 51.



9.4 Παρέμβαση 4: Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της ΚΚΜ (Κ-III).

Εγκατάσταση συστημάτων αυτόματου ελέγχου της ποσότητας νωπού αέρα της ΚΚΜ

Στο κτίριο Κ-III, όπου είναι η Αίθουσα πολλαπλών Χρήσεων, η παροχή θέρμανσης και ψύξης γίνεται από μία Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ) που διαθέτει δύο ανεμιστήρες, έναν για την προσαγωγή και έναν για την επιστροφή, με κιβώτιο μίξης σταθερού ποσοστού νωπού αέρα. Προκειμένου να γίνει ο έλεγχος της ποσότητας του εισερχόμενου νωπού αέρα και αντίστοιχα του απορριπτόμενου, προτείνεται να εγκατασταθούν ηλεκτροκίνητα διαφράγματα (dampers) αναλογικής ρύθμισης (έως 0,8 τ.μ.), ελεγχόμενα από τοπικό Ηλεκτρονικό Ελεγκτή (Controller), με οδήγηση από αισθητήριο CO₂ εγκατεστημένο στον αεραγωγό επιστροφής. Με αυτό τον τρόπο, το εκάστοτε πλήθος των ατόμων στην αίθουσα θα δηλώνεται μέσω της μεταβολής (αύξηση ή μείωση) της συγκέντρωσης του CO₂ οπότε θα ανοίγουν ή κλείνουν τα διαφράγματα εισόδου νωπού αέρα και απόρριψης κινούμενα από αναλογικούς σερβομηχανισμούς.



Εγκατάσταση αισθητηρίων υγρασίας και θερμοκρασίας στην προσαγωγή της ΚΚΜ

Προτείνεται η εγκατάσταση αισθητηρίου καιρικών συνθηκών και σύνθετου αισθητηρίου υγρασίας - θερμοκρασίας για τον έλεγχο μέσω του τοπικού Ηλεκτρονικού Ελεγκτή (Controler) της τριόδου βάνας του στοιχείου Θέρμανσης-Ψύξης ώστε να γίνεται αυτόματα η προσαρμογή της απαιτούμενης θερμοκρασίας και υγρασίας του αέρα προσαγωγής. Με αυτό τον τρόπο θα επιτυγχάνεται η απαιτούμενη αφύγρανση του αέρα κατά το θέρος. Δεν προτείνεται η εγκατάσταση υγραντή, για τις χειμερινή περίοδο, λόγω του υγρού κλίματος της περιοχής και της παρουσίας πολλών ατόμων στην αίθουσα, που λόγω υψηλού λανθάνοντος φορτίου θα απαιτεί κατά κύριο λόγο αφύγρανση ή/και ψύξη,

Ενδεικτικό Αισθητήριο θερμοκρασίας / υγρασίας αεραγωγού DC0..10V - Siemens QFM2160

Εγκατάσταση περιστρεφόμενου εναλλάκτη αέρα στις ροές απόρριψης και νωπού της ΚΚΜ

Η υφιστάμενη ΚΚΜ, δεν διαθέτει σύστημα ανάκτησης θερμότητας από τον απορριπτόμενο αέρα, ο δε χώρος όπου είναι εγκατεστημένη δεν επιτρέπει την εγκατάσταση εναλλάκτη διασταυρούμενης ροής. Προτείνεται η εγκατάσταση περιστρεφόμενου εναλλάκτη ικανότητας 4.000 m³/h, με δυνατότητα «by pass» της ροής απόρριψης και η προσαρμογή των αντίστοιχων δικτύων αεραγωγών νωπού και απόρριψης. Με αυτό τον τρόπο θα εξασφαλιστεί η εναλλαγή της ενθαλπίας μεταξύ των δύο ροών (νωπού και απόρριψης) και ανάκτηση της απορριπτόμενης ενέργειας κατά 70% περίπου. Επίσης με το «by pass», θα υπάρχει η δυνατότητα μέσω του τοπικού Ηλεκτρονικού Ελεγκτή της μονάδας (controller) όποτε το απαιτεί η αίθουσα και το επιτρέπουν οι καιρικές μικροκλιματικές συνθήκες να λειτουργήσει η μονάδα σε «free

cooling mode», εισάγοντας άμεσα από το περιβάλλον τον εξωτερικό αέρα και μόνο με φίλτρανση, χωρίς καμία ενεργειακή κατανάλωση προσαγωγή του στην αίθουσα.

Ενδεικτικά τεχνικά χαρακτηριστικά για τον εναλλάκτη

- Εναλλάκτης θερμότητας περιστρεφόμενου δίσκου.
- Μέγιστη ροή αέρα (νωπός/απόρριψη) $Q \geq 4.000 \text{ m}^3/\text{h}$
- Κατακόρυφος άξονας περιστροφής του δίσκου.
- Χαμηλή ταχύτητα περιστροφής ($\sim 10 \text{ RPM}$)
- Μόνωση τοιχωμάτων
- SILENCE (Ιδιαίτερα Χαμηλής Στάθμης Θορύβου).
- Δυνατότητα για τοποθέτηση φίλτρου στην είσοδο του νωπού αέρα.
- Ενεργειακή απόδοση $e \geq 70\%$

Ενδεικτικού ή ισοδύναμου τύπου AIRTECHNIC Klimabox size 44

Ενδεικτικά τεχνικά χαρακτηριστικά για τον αυτόνομο ελεγκτή λειτουργίας και τα αισθητήρια

- Αυτόνομη λειτουργία
- Ικανότητα ελέγχου και διατήρησης σταθερής θερμοκρασίας/υγρασίας του χώρου με ψύξη/θέρμανση και αφύγρανση/ύγρανση του αέρα προσαγωγής,
- Ικανότητα αυτόματης ρύθμιση των διαφραγμάτων του κιβωτίου μίξης (ποσότητα νωπού αέρα) ανάλογα με την ποιότητα του αέρα επιστροφής από τον χώρο.
- Ικανότητα ενεργοποίησης του κυκλοφορητή νερού του στοιχείου
- Ικανότητα ρύθμισης της παροχής νερού στο στοιχείο, μέσω της τρίοδης ηλεκτροκίνητης βάνας.
- Δυνατότητα, όταν η εξωτερική θερμοκρασία που λαμβάνει από αισθητήριο είναι ιδανική (ανάλογα με την κατάσταση λειτουργίας του συστήματος και την διαφορά με την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου) τότε τα διαφράγματα του κιβωτίου μίξης και του bypass ανοίγουν ή κλείνουν για free cooling

Ενδεικτικού ή ισοδύναμου τύπου SIEMENS RLU 232 με τα αντίστοιχα αισθητήρια και ενεργοποιητές

9.5 Παρέμβαση 5 : Αντικατάσταση λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους

Υφιστάμενη κατάσταση και προτεινόμενη παρέμβαση

Τα υφιστάμενα φωτιστικά σώματα του κύριου φωτισμού, διαθέτουν λαμπτήρες φθορισμού T8, 2 x 36W και 1 x 36W με ηλεκτρομηχανικό ballast. Επίσης υπάρχουν μερικά φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες πυράκτωσης 60W και λαμπτήρες συμπαγούς φθορισμού (CFL) 23W.

Για τον λόγο αυτό τα φωτιστικά σώματα προτείνεται να αντικατασταθούν με νέα φωτιστικά σώματα καλύτερης απόδοσης. Βασικός στόχος των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις του φωτισμού είναι η αποτελεσματική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας χωρίς επιπτώσεις στην ποιότητα του φωτισμού και την οπτική άνεση των χρηστών των κτιρίων. Οι ηλεκτρικοί λαμπτήρες λόγω της ανάγκης φωτισμού των χώρων αρκετές ώρες την ημέρα καταναλίσκουν σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας.

Προβλέπεται η αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων με νέα φωτιστικά σώματα υψηλής απόδοσης τεχνολογίας LED.

Πλεονεκτήματα φωτιστικών τεχνολογίας LED:

- Σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.
- Έχουν σημαντικά μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τα συμβατικά φωτιστικά σώματα.
- Μηδενική συντήρηση.
- Ομοιόμορφος φωτισμός.
- Υψηλό CRI (color rendering index).
- Ανθεκτικοί σε κραδασμούς, περιπτώσεις ζημιών, δονήσεις και κρούσεις

Πιο συγκεκριμένα τα νέα φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες LED, θα αντικαταστήσουν τα υφιστάμενα με κριτήριο να έχουν την ίδια φωτεινή ροή (Lumen) και χρώμα «day light» (3.800 - 4.000 °K). Η αντικατάσταση προτείνεται να γίνει με βάση τον πίνακα που ακολουθεί:

A/ A	Παλιό φωτιστικό	Νέο φωτιστικό ή λαμπτήρας	Παρατηρήσεις
1	Φωτιστικό L = 1,5m, με λαμπτήρες φθορισμού 2x36W T8	Φωτιστικό L = 1,50m με 2 λαμπτήρες LED G13 (T8) 24,0W 4000°K, non dimmable, 2x3700 Lm	Αντικαθιστούν ισόποσα φωτιστικά φθορισμού
2	Φωτιστικό L = 1,2m, με λαμπτήρες φθορισμού 1x36W T8	Φωτιστικό L = 1,20m με 2 λαμπτήρες LED G13 (T8) 14.5W 4000°K, non dimmable, 2x1600 Lm	Αντικαθιστούν ισόποσα φωτιστικά φθορισμού
3	Φωτιστικό με λαμπτήρες φθορισμού 1 x 23 W –CFL	Λαμπτήρας LED 12.5/13W E27 4000°K, non dimmable, 1600 Lm	Αντικατάσταση μόνο λαμπτήρα
4	Φωτιστικό με λαμπτήρες πυράκτωσης 1 x PAR 60W	Λαμπτήρας LED 8W E27 4000°K, non dimmable, 806 Lm	Αντικατάσταση μόνο λαμπτήρα
5	Επαναφορτιζόμενο φωτιστικό ασφαλείας EXIT 21W	Φωτιστικό ασφαλείας EXIT με LED 3W - 3h	Ισόποση αντικατάσταση φωτιστικών

Τα φωτιστικά σώματα θα έχουν προστασία IP ανάλογη με τις απαιτήσεις του χώρου όπου θα εγκατασταθούν.

Ενδεικτικά Τεχνικά Χαρακτηριστικά:

- LED chip υψηλής απόδοσης τελευταίας γενιάς.
- Θερμοκρασία χρώματος 4000K.
- Θα είναι τεχνολογίας Flicker-free.
- Διάρκεια Ζωής: 50.000 ώρες με απόδοση >80% της αρχικής φωτεινής ροής L80B10. Θα δίδεται εγγύηση καλής λειτουργίας τουλάχιστον 5 ετών.
- Συνδεσμολογία για λειτουργία σε 230V-50 / 60Hz
- Θα φέρει σήμανση CE και θα συμμορφώνεται με την οδηγία RoHS και ENEC (κατ'ελάχιστον το led chipset). Θα διατίθενται φωτοτεχνικά δεδομένα και ο κατασκευαστής θα είναι πιστοποιημένος κατά ISO9001 και 14001.

Έτοι φωτιστικά πλήρη με εργασία πλήρους εγκατάστασης, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης κάθε μέσου ανύψωσης για την διενέργεια των απαιτούμενων εργασιών. Περιλαμβάνεται και το πιθανόν απαιτούμενο καλώδιο σύνδεσης.

Η οριστική μελέτη θα γίνει με βάση το EN 12193:2007 Light and lighting. Sports lighting.

10 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων προτεινομένων επεμβάσεων με τις Ενεργειακές Επιθεωρήσεις

Παρακάτω γίνεται καταγραφή των αποτελεσμάτων για κάθε κτίριο του Σχολικού Συγκροτήματος:

Α/ Α	Περιγραφή		ΚΤΙΡΙΑ						
			K-I	K-II	K-III	K-IV	K-V	K-VI	ΣΥΝ ΟΛΑ
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ									
1	Χρήση		Αίθ. Διδασκ .	Εξωτ.Δ ιάδρ.	Αίθ. Πολ.Χρή ς.	Αίθ. Διδασκ .	Εργασ τήρια	Εργασ τήρια	4.784 ,00
2	Επίπεδα		2	1	1	3	1	1	
3	Θερμαινόμενοι χώροι	[m²]	1.351,0 0		368,00	1.276,0 0	618,50	341,00	3.954 ,5
4	Ποσοστό επί του συνόλου		34,2%	0,0%	9,3%	32,3%	15,6%	8,6%	
5	Μη Θερμαινόμενοι χώροι	[m²]	70,00		65,50	694,00			829,5
6	Πραγματική Εβδ. Διάρκεια λειτουργίας	[h/w]	40		40	40	10	5	
8	Συντελεστής Χρήσης έναντι του θεωρητικού μοντέλλου		100,0%	0,0%	100,0%	100,0%	25,0%	12,5%	
9	Σταθμισμένος Συντελεστής χρήσης		29,6%		29,6%	29,6%	7,4%	3,7%	
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΝΑΦΟΡΑΣ & ΥΠΑΡΧΟΝΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ									
1	Κτίρια Αναφοράς	[kWh /m²]	110,20		192,90	102,60	244,70	366,50	
2	Ετήσια κατανάλωση Π.Ε. Κτιρίων Αναφοράς	[MW h]	148,9		71,0	130,9	151,3	125,0	627,1
3	Ενεργ. Ταυτότητα πρό επεμβάσεων		Δ		Ε	Δ	Γ	Γ	
4	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας(ΠΕ)	[kWh /m²]	156,2		351,9	145,3	327,0	460,1	
5	Ετήσια κατανάλωση Π.Ε. πρό επεμβάσεων	[MW h]	211,0		129,5	185,4	202,2	156,9	885,1
6	Θεωρητική συμμετοχή στην ετήσια κατανάλωση		23,8%	0,0%	14,6%	20,9%	22,9%	17,7%	
7	Πραγματική κατανάλωση Π.Ε.		211,0		129,5	185,4	50,6	19,6	596,1
8	Πραγματική συμμετοχή στην ετήσια κατανάλωση		35,4%	0,0%	21,7%	31,1%	8,5%	3,3%	

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ									
1	Ενεργ. Ταυτότ. μετά τις επεμβάσεις		B		B	B	B	B	
2	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας	[kWh /m ²]	96,0		173,0	91,0	190,2	294,9	
4	Εξοικονόμηση Π.Ε.ανά m ²	[kWh /m ²]	60,2		178,9	54,3	136,8	165,2	
5	Ετήσια εξοικονόμηση Π.Ε.	[MWh]	81,3		65,8	69,3	84,6	56,3	357,4
6	Θεωρητική συμμετοχή στην εξοικονόμηση		22,8%	0,0%	18,4%	19,4%	23,7%	15,8%	
3	Πραγματική εξοικονόμηση Π.Ε.	[MWh]	81,3		65,8	69,3	21,2	7,0	244,6
7	Πραγματική συμμετοχή στην εξοικονόμηση		33,2%	0,0%	26,9%	28,3%	8,6%	2,9%	

Σταθμισμένοι συντελεστές χρήσης ανά χώρο

Α/ Α	Περιγραφή		ΚΤΙΡΙΑ						
			Κ-I	Κ-II	Κ-III	Κ-IV	Κ-V	Κ-VI	ΣΥΝΟΛ Α
1	Χρήση		Αίθ. Διδασκ .	Εξωτ.Διάδ ρ.	Αίθ. Πολ.Χρή ς.	Αίθ. Διδασκ .	Εργαστήρ ια	Εργαστήρ ια	4,784.0 0
2	Επίπεδα		2	1	1	3	1	1	
3	Θερμαινόμενοι χώροι	[m ²]	1,351.0 0		368.00	1,276.0 0	618.50	341.00	3,954.5
4	Μη Θερμαινόμενοι χώροι	[m ²]	70.00		65.50	694.00			829.5
5	Εβδ. Διάρκεια λειτουργίας	[h/w]	40		40	40	10	5	135.0
6	Σταθμισμένος Συντελεστής χρήσης Φωτισμού		27.4%	0.0%	8.0%	45.4%	13.1%	6.2%	100.0%
7	Σταθμισμένος Συντελεστής χρήσης Λεβητοστασίου		45.1%	0.0%	12.3%	42.6%			
8	Σταθμισμένος Συντελεστής χρήσης Δικτύου		51.4%	0.0%		48.6%			

11 Συμπεράσματα

1. Από τον έλεγχο των ενεργειακών ταυτοτήτων των κτιρίων προ της οποιασδήποτε επέμβασης, προκύπτει ότι τα κτίρια K-V και K-VI, εντάσσονται στην κατηγορία «Γ», που σημαίνει ότι δεν έχουν τόσο δυσμενή ενεργειακή συμπεριφορά και οι επεμβάσεις σε αυτά, δεν θα ενταχθούν στο πρόγραμμα χρηματοδότησης.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, προκύπτει ότι η θεωρητική συμμετοχή των δύο κτιρίων αυτών στην ενεργειακή συμπεριφορά του σχολικού συγκροτήματος, είναι της τάξης του 40%, αλλά η πραγματική συμμετοχή, με βάση τις ώρες λειτουργίας των εργαστηρίων τους (που δεν μπορούν όμως να απεικονιστούν στο θεωρητικό μοντέλο του KEvAK) είναι πολύ μικρότερη. Είναι της τάξης του 10%.

2. Επιβεβαιώθηκε η αρχική εκτίμηση ότι οι Η/Μ εγκαταστάσεις, που έχουν σχεδιαστεί με κριτήρια προγενέστερα του KEvAK, με βάση πλέον τις νέες ενεργειακές απαιτήσεις, έχουν αιτιολογημένα δυσμενή ενεργειακή συμπεριφορά. Προκειμένου λοιπόν να εναρμονιστούν οι Η/Μ εγκαταστάσεις με τις τρέχουσες απαιτήσεις και προδιαγραφές αλλά και για να εξασφαλιστεί μία σημαντική ενεργειακή εξοικονόμηση έγιναν οι προτάσεις για όλες οι επιμέρους επεμβάσεις που αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια.

3. Από την ανάλυση των μεγεθών τόσο θεωρητικά μέσω του μοντέλου, όσο και της πραγματικής κατάστασης, προκύπτει ότι με την υλοποίηση των προτάσεων εξασφαλίζει μία σημαντικότερη μείωση της ετήσιας κατανάλωσης Πρωτογενούς Ενέργειας:

- Για τα κτίρια K-I, K-III και K-IV: η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας θα είναι 216,4 MWh που είναι το ~40% της ετήσιας κατανάλωσης που ισχύει σήμερα (525,9 MWh).
- Το ίδιο φυσικά ισχύει και για το σχολικό συγκρότημα συνολικά. Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας θα είναι 357,3 MWh που είναι το ~40% της ετήσιας κατανάλωσης που ισχύει σήμερα (885,1 MWh).
- Αντίστοιχη είναι και η μείωση των εκπομπών CO₂.

4. Θα πρέπει να συνεκτιμηθεί και η αντίστοιχη μείωση των δαπανών λειτουργίας από την μείωση της κατανάλωσης πετρελαίου και τον βέλτιστο βαθμό απόδοσης των λοιπών συστημάτων.

12 Προϋπολογισμός Έργου

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ : ΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ 1ου ΕΠΑΛ-ΓΕΛ ΜΟΥΔΡΟΥ									
ΔΗΜΟΣ ΔΗΜΝΟΥ									
ΝΟΜΟΣ ΛΕΣΒΟΥ									
ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ									
Α/Α	Είδος Εργασιών	Κωδικός Αρθρου	Κωδ. εξόφλησης	Γ.	Μον. Μετρ.	Μητ.	Μήν ανάδας (μνρό)	Δαπάνη (Ευρώ)	
								Μηνική Δαπάνη	Ολική Δαπάνη
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
	ΕΡΓΑΣΙΕΣ								
1	Λαμπτήρες 2 X 24,00W	4.8973.Α.168	ΑΜ 59		TEM	578	84,45	48.812,10€	
2	Λαμπτήρες 2 X 14,50W	4.8973.Α.169	ΑΜ 59		TEM	15	82,41	1.236,15€	
3	Λαμπτήρες φωτιστικά 2 X 24,00W	4.8973.Α.170	ΑΜ 59		TEM	117	97,71	11.432,07€	
4	Αντικατάσταση λαμπτήρα για λάμπη Επίτοιχα με λαμπτήρα 7	4.8973.Α.171	ΑΜ 59		TEM	14	5,71	79,95€	
5	Αντικατάσταση λαμπτήρα για λαμπή PL 1 X 23 W	4.8973.Α.172	ΑΜ 59		TEM	31	7,75	240,28€	
6	Ενσωματωμένο φωτιστικό 1 X 23 W	4.8973.Α.173	ΑΜ 59		TEM	33	40,00	1.320,00€	
7	Ενσωματωμένη παρουσίαση και εξόφληση ή τοίχου	4.8880.9	ΑΜ 55		TEM	31	82,41	2.554,71	
8	Ενσωματωμένη παρουσίαση στασίου με χαλύβδινο	4.8694	ΑΜ 28		TEM	1	312,12	312,12€	
9	Αντικατάσταση αντλίας υψηλών πιεσών 25kW, ψύξης και θέρμανσης	4.8693.1.143	ΑΜ 28		ΑΠΟΚΟΠΗ	2	15000,00	30.000,00€	
10	Ενσωματωμένη παρουσίαση στασίου με χαλύβδινο	4.8446	ΑΜ 11		TEM	35	95,00	3.325,00€	
11	Ενσωματωμένη παρουσίαση στασίου με χαλύβδινο	4.8563.2	ΑΜ32		TEM	1	4000,00	4.000,00€	

12	ής Αντιστάθμισης ών Συνθηκών με δη ηλεκτροκίνητη βάνα	8646.300.1	AM 11		ΑΠΟΚΟΠΗ	1	1400,00	400,00€	
13	σταση Κυκλοφορητών	8805.1.4	AM 21		TEM	2	2000,00	000,00€	
14	θμηση της ΚΚΜ, οκίνητα διαφράγματα (ts) έως 0,8 τμ, πνητήρας για τα damper της ΚΚΜ, Αισθητήρια ερασίας-Υγρασίας της Αυτόνομος Controler M	8648.10ΣΧ	785.01.10		ΑΠΟΚΟΠΗ	1	8000,00	000,00€	
15	ατισμός για τον λέβητα - θερμότητας. τικού ή ισοδύναμου s RMK770 Ελεγκτής υχίας λεβήτων KNX	8646.300.1	AM 28		TEM	1	1000,00	000,00€	
16	σταση λεβητοστασίου σιδηρό λέβητα νωσης 400kW, πλήρης	8693.1.142	AM 28		TEM	1	42000,00	000,00€	
ο : 4. Η/Μ ΕΡΓΑΣΙΕΣ								712,39€	159.712,39€
μα									159.712,39
θεται ΓΕ & ΟΕ Απολογιστικών εργασιών									18,00% 28.748,23
μα									188.460,61
λεπτα									15,00% 28.269,09
μα									216.729,71
εψη αναθεώρησης									12,23
μα									216.741,94
									24,00% 52.018,06
Ο ΣΥΝΟΛΟ									268.760,00€

13 Καταγραφή καταναλώσεων – Ενεργειακός έλεγχος

Με τον νόμο 4342/2015 εναρμονίστηκε στο Ελληνικό δίκαιο η νέα Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση (EED – Energy Efficiency Directive) η οποία αντικατέστησε την Οδηγία ESD (2006/32/ΕΕ).

Ο νέος νόμος ο οποίος αφορά τους ενεργειακούς ελέγχους, με την παράγραφο 6 του άρθρου 10 καθορίζεται ότι : «6. Οι ενεργειακοί έλεγχοι πληρούν τα ελάχιστα κριτήρια που ορίζονται στο Παράρτημα VI και διενεργούνται με βάση τα ευρωπαϊκά πρότυπα της σειράς EN 16247 περί ενεργειακών ελέγχων, όπως ισχύουν».

13.1 Ελάχιστα κριτήρια πληρότητας ενός ενεργειακού ελέγχου

Οι ενεργειακοί έλεγχοι που αναφέρονται στο άρθρο 10 βασίζονται στις ακόλουθες κατευθυντήριες γραμμές :

α) βασίζονται σε επικαιροποιημένα, μετρήσιμα, ανιχνεύσιμα λειτουργικά δεδομένα ως προς την κατανάλωση ενέργειας και (για την ηλεκτρική ενέργεια) σε χαρακτηριστικά φορτίου

β) περιλαμβάνουν λεπτομερή επισκόπηση των χαρακτηριστικών της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου ή μιας ομάδας κτιρίων, μιας βιομηχανικής δραστηριότητας ή εγκατάστασης, περιλαμβανομένων και των μεταφορών,

γ) βασίζονται όπου είναι δυνατόν σε ανάλυση κόστους κύκλου ζωής (Life Cycle Cost Analysis - LCCA) και όχι σε απλές περιόδους αποπληρωμής (Simple Payback Periods - SPP) προκειμένου να λαμβάνονται υπ' όψιν οι μακροπρόθεσμες εξοικονομήσεις, οι εναπομένουσες αξίες των μακροπρόθεσμων επενδύσεων και τα ποσοστά αναπροσαρμογής

δ) είναι αναλογικοί και επαρκώς αντιπροσωπευτικοί ώστε να δίδουν μια αξιόπιστη εικόνα της συνολικής ενεργειακής απόδοσης και να εντοπίζουν με αξιοπιστία τις σημαντικότερες ευκαιρίες για βελτίωση.

Οι ενεργειακοί έλεγχοι επιτρέπουν λεπτομερείς και επικυρωμένους υπολογισμούς των προτεινόμενων μέτρων ώστε να παρέχονται σαφείς πληροφορίες ως προς το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Τα χρησιμοποιούμενα στους ενεργειακούς ελέγχους δεδομένα αποθηκεύονται ώστε να είναι δυνατή η εκ των υστέρων ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης. Με τον τρόπο αυτό ο νέος νόμος 4342/2015 κατέστησε πάλι ενιαία την διαδικασία ενεργειακών ελέγχων σε βιομηχανία και κτίρια και μάλιστα περιέλαβε και τον τομέα των μεταφορών. **Επίσης καθόρισε με σαφήνεια ότι οι ενεργειακοί έλεγχοι στηρίζονται στην πραγματική ενεργειακή κατανάλωση** κατ' αντιδιαστολή με τις υπολογιστικές εκτιμήσεις για την κατανάλωση αυτής όπως καθορίζεται στον ΚΕΝΑΚ.

13.2 Διεθνές Πρωτόκολλο Μέτρησης και Επαλήθευσης της Ενεργειακής Επιδόσεως

Το πρότυπο αυτό εκδόθηκε το 2002 υπό τον τίτλο **IPMVP** – International Performance Measurement and Verification Protocol και έκτοτε έχει επανεκδοθεί δύο φορές (2012, 2016)

Σήμερα το IPMVP αποτελεί το πλέον διαδομένο πρότυπο διεξαγωγής ενεργειακών ελέγχων σε όλο το κόσμο και πολλές χώρες το έχουν υιοθετήσει ως επίσημο κανονισμό. Αναφορικά με τις απαιτήσεις ακριβείας, το πρότυπο αυτό καθορίζει ότι : «Η εξοικονόμηση θεωρείται ότι είναι στατιστικώς έγκυρη εάν είναι μεγαλύτερη έναντι των στατιστικών διακυμάνσεως. Ειδικότερα η εξοικονόμηση πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το διπλάσιο του τυπικού σφάλματος του τύπου της γραμμής βάσης της κατανάλωσης». Δηλαδή : $\Sigma EE > 2 RMSE \Rightarrow RMSE < 0,5 \Sigma EE$.

13.3 Ευρωπαϊκά Πρότυπα Ενεργειακών Ελέγχων

Η σειρά προτύπων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τους ενεργειακούς ελέγχους έχει ως εξής :

- EN 16247-1: 2014, Ενεργειακοί έλεγχοι— Μέρος 1 : Γενικές απαιτήσεις (Energy audits - Part 1: General requirements)
- EN 16247-2: 2014, Ενεργειακοί έλεγχοι – Μέρος 2 : Κτίρια Energy audits - Part 2: Buildings
- EN 16247-3: 2014, Ενεργειακοί έλεγχοι – Μέρος 3 : Διεργασίες Energy audits - Part 3: Processes
- EN 16247-4: 2014, Ενεργειακοί έλεγχοι – Μέρος 4 : Μεταφορές Energy audits - Part 4: Transport
- EN 16247-5: 2014, Ενεργειακοί έλεγχοι – Προσόντα ενεργειακών ελεγκτών Energy audits — Competence of energy auditors

Τα πρότυπα αυτά περιλαμβάνουν τόσο γενικές διαδικασίες και απαιτήσεις (Μέρος 1) αλλά και ειδικότερες διαδικασίες ως και τομείς και τύπους παρεμβάσεων ανά τομέα κατανάλωσης (κτίρια, διεργασίες-βιομηχανία, μεταφορές). Από την άποψη αυτή είναι πιο εκτενή και πιο λεπτομερή από το αντίστοιχο πρότυπο ISO 50002.

13.4 Διαδικασίες και απαιτήσεις ενεργειακού ελέγχου

Οι ενεργειακοί έλεγχοι επιτρέπουν λεπτομερείς και επικυρωμένους υπολογισμούς των προτεινόμενων μέτρων ώστε να παρέχονται σαφείς πληροφορίες ως προς το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Από την διατύπωση της παραγράφου α) προκύπτει ότι τα δεδομένα πρέπει να είναι:

Επικαιροποιημένα : δηλαδή πρόσφατα και να καλύπτουν μία περίοδο καταναλώσεων των τελευταίων ετών Μετρήσιμα : δηλαδή να έχουν ποσοτικό χαρακτήρα και ανεκτά επίπεδα μετρητικού σφάλματος

Ανιχνεύσιμα : τα στοιχεία πρέπει να καταχωρούνται συστηματικά σε βάσεις δεδομένων ώστε να αναζητούνται και να ανασύρονται ευχερώς

Λειτουργικά : τα δεδομένα πρέπει να καλύπτουν επίσης και άλλες παραγωγικές παραμέτρους που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας χαρακτηριστικά φορτίου: να απεικονίζουν την χρονική μεταβολή της κατανάλωσης και του φορτίου.

Από την διατύπωση της παραγράφου β) προκύπτει ότι ο ενεργειακός έλεγχος περιλαμβάνει μία «λεπτομερή επισκόπηση» των χαρακτηριστικών της ενεργειακής κατανάλωσης και είναι επομένως αρκετά αναλυτικός ώστε να καταγράφει επαρκώς τις επιμέρους χρήσεις της ενέργειας. Επίσης στην παράγραφο δ) προδιαγράφεται ότι το επίπεδο λεπτομέρειας του ελέγχου πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να οδηγεί σε αξιόπιστους υπολογισμούς και σε μία σαφή εικόνα ως προς το δυναμικό των ευκαιριών εξοικονόμησης ενέργειας. Στο εδάφιο δ) προδιαγράφεται ότι οι έλεγχοι πρέπει να είναι «αναλογικοί» και «αντιπροσωπευτικοί», δηλαδή θα πρέπει να εξετάζουν τουλάχιστον το 90% της κατανάλωσης ενέργειας και να καλύπτουν όλες τις Σημαντικές Ενεργειακές Καταναλώσεις (ΣΕΚ) ώστε να εντοπίζουν με αξιοπιστία τις σημαντικότερες ευκαιρίες εξοικονόμησης ενέργειας. Αναφορικά με το εδάφιο γ) και όπου είναι δυνατόν, θα πρέπει να διεξάγεται υπολογισμός οικονομικής απόδοσης σε επίπεδο κύκλου ζωής για τα μέτρα τα οποία εντοπίζονται και διαμορφώνονται κατά την διάρκεια του ενεργειακού ελέγχου.

Όταν η επεξεργασία της ανάλυσης κόστους κύκλου ζωής είναι δυσανάλογα δαπανηρή, λόγω μη διαθεσιμότητας της σχετικής πληροφορίας από τον κατασκευαστή ή ασυνήθιστου υψηλού τιμήματος, τότε δεν χρειάζεται να γίνει η ανάλυση αυτή. Όμως ο υπολογισμός της εντόκου αξίας του χρήματος και των αντίστοιχων χρεωλυτικών περιόδων θα πρέπει να γίνεται σε κάθε περίπτωση.

Επίσης επιπροσθέτως των χρεωλυτικών περιόδων θα πρέπει να γίνεται ανάλυσης κόστους-οφέλους π.χ. με τον υπολογισμό του εσωτερικού βαθμού απόδοσης ή της εντόκου περιόδου αποπληρωμής του αρχικού κεφαλαίου. Για τον λόγο αυτό, θα πρέπει να τεκμηριώνονται οι υποθέσεις της χρήσιμης ζωής του κεφαλαιουχικού εξοπλισμού, για το επιτόκιο αναγωγής και για τις τιμές της ενέργειας. Πέραν της επενδυτικής δαπάνης θα πρέπει κατά προσέγγιση έστω να υπολογίζονται οι δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης. Ο ενεργειακός ελεγκτής θα πρέπει να διαβιβάζει τα δεδομένα που χρησιμοποιεί για τον ενεργειακό έλεγχο προς την εταιρεία έτσι ώστε να επιτρέπεται η διατήρηση των δεδομένων για ιστορική ανάλυση και ανιχνευσιμότητα των επιδόσεων. Εκ των ανωτέρω συνάγεται ότι ο προβλεπόμενος ενεργειακός έλεγχος από το Παράρτημα VI του νόμου 4342/2105 αντιστοιχεί στο επίπεδο του εκτενούς ενεργειακού ελέγχου όπως αυτό προδιαγράφεται στην παράγραφο 4.2.3. Αναφορικά με τους ορισμούς του προτύπου ENISO 50002 ο έλεγχος αυτός αντιστοιχεί σε τύπο ελέγχου 2 ή 3.

13.5 Βήματα για τον Ενεργειακό Έλεγχο

1. Εισαγωγική επαφή: αρχικά ο ενεργειακός ελεγκτής πρέπει να θέσει το πλαίσιο των συμβουλευτικών υπηρεσιών του προς τον οργανισμό. Ειδικότερα πρέπει να καθοριστούν οι στόχοι και οι προσδοκίες των συμβουλευτικών υπηρεσιών καθώς και τα κριτήρια τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την μέτρηση της ενεργειακής απόδοσης.

2. Εναρκτήρια συνάντηση: σε αυτό το βήμα καθορίζονται τα απαιτούμενα δεδομένα που πρέπει να δοθούν στον ελεγκτή, οι απαιτήσεις για μετρήσεις και διαδικασίες για την εγκατάσταση μετρητικού εξοπλισμού. Περαιτέρω θα γίνουν σαφείς συμφωνίες για την πρακτική επίδοση του ενεργειακού ελέγχου. Αυτό περιλαμβάνει τον καθορισμό ενός προσώπου από την εταιρεία, υπεύθυνου για την υποστήριξη του ενεργειακού ελέγχου.

3. Συλλογή δεδομένων: ο ενεργειακός ελεγκτής πρέπει να συλλέξει δεδομένα σχετικά με κάθε σύστημα, διεργασία ή εγκατάσταση που καταναλώνουν ενέργεια καθώς και πληροφορίες ποσοτικοποιημένων παραμέτρων οι οποίες επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας. Επίσης θα πρέπει να λάβει υπ' όψιν τα τυχόν διαθέσιμα στοιχεία ενεργειακής απόδοσης από προηγούμενες αναλύσεις καθώς και τιμολόγια ενέργειας, έγγραφα σχετικά με την κατασκευή, την λειτουργία και την συντήρηση καθώς και σχετικά οικονομικά δεδομένα.

4. Εργασία πεδίου (επιτόπου εργασία) : ο ενεργειακός ελεγκτής πρέπει να επιθεωρήσει το προς έλεγχο αντικείμενο με σκοπό την εκτίμηση της χρήσης ενέργειας και τον εντοπισμό των περιοχών/διεργασιών όπου απαιτούνται πρόσθετα δεδομένα. Πρέπει επίσης να αξιολογείται για την επίδραση στη κατανάλωση ενέργειας και στην απόδοση τόσο η ροή των εργασιών όσο και η συμπεριφορά των χρηστών. καθώς τα μέτρα ελέγχου της λειτουργίας αποτελούν την βάση για τις πρώτες συστάσεις βελτίωσης. Τέλος οι μετρήσεις πρέπει να λαμβάνονται σε πραγματικές συνθήκες και πρέπει να είναι αξιόπιστες.

5. Ανάλυση : σε αυτό το στάδιο, ο ενεργειακός ελεγκτής αξιολογεί την υφιστάμενη κατάσταση των επιδόσεων σχετικά με την ενέργεια. Καταρτίζει ενεργειακά ισοζύγια και επιμερίζει τόσο την παροχή όσο και την χρήση ενέργειας Σε αυτή την βάση, ο ενεργειακός ελεγκτής συστήνει προσεγγίσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Αυτές οι επιλογές βελτίωσης θα πρέπει να αξιολογούνται στη βάση ενός συνόλου κριτηρίων. Η αξιοπιστία των δεδομένων, οι μέθοδοι υπολογισμού που εφαρμόζονται και οι υποθέσεις που έγιναν θα πρέπει να παρουσιάζονται πλήρως.

6. Απολογιστική έκθεση. Η απολογιστική έκθεση του ενεργειακού ελεγκτή πρέπει να είναι διαφανής, συμπερασματική και κατανοητή. Περιλαμβάνει μία περίληψη, γενικές πληροφορίες, την τεκμηρίωση των συμβουλευτικών υπηρεσιών και ένα κατάλογο επιλογών για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης με : i) προτάσεις και προγράμματα για την εφαρμογή ii) υποθέσεις που έγιναν για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης iii) πληροφορίες για διαθέσιμες επιχορηγήσεις και

εκπτώσεις iv) κατάλληλη ανάλυση ωφελειών v) προτάσεις για διαδικασίες μετρήσεων και επαλήθευσης για την εκτίμηση της εξοικονόμησης μετά την υλοποίηση των προτεινόμενων μέτρων vi) πιθανή αλληλεπίδραση με άλλες προτεινόμενες προτάσεις και vii) συμπεράσματα

7. Τελική συνάντηση: στην τελική συνάντηση ο ενεργειακός ελεγκτής παρουσιάζει τα συμπεράσματά του, επεξηγεί αυτά όπου είναι αναγκαίο και υποβάλει την έκθεση. Ο ενεργειακός έλεγχος πρέπει να περιλάβει μία ενδελεχή εξέταση της δομής της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου ή ομάδας κτιρίων και μίας βιομηχανικής δραστηριότητας η εγκατάστασης συμπεριλαμβανομένων των μεταφορών.

Ο ενεργειακός έλεγχος πρέπει να στηρίζεται σε επικαιροποιημένα, συνεχώς ή περιοδικώς μετρούμενα, επαληθεύσιμα δεδομένα λειτουργίας σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και την κατανομή των φορτίων. Επιπλέον ο ενεργειακός έλεγχος πρέπει να είναι επαρκώς αναλογικός και αντιπροσωπευτικός έτσι ώστε να παρέχει μία αξιόπιστη επισκόπηση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης, να εντοπίζει τις σημαντικές χρήσεις ενέργειας και να εξάγει κατά τρόπο αξιόπιστο τις πιο σημαντικές δυνατές βελτιώσεις όπως προβλέπεται από το Παράρτημα VI του νόμου 4342/2015.

13.6 Συστήματα καταγραφής και τοποθέτηση μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας

Πρέπει να επισημάνουμε ότι σε κάθε περίπτωση η μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος από απλούς μετρητές και αναλυτές δεν μπορεί αν δώσει από μόνη της συμπεράσματα για την ενεργειακή απόδοση, όταν δεν συνοδεύεται από καταγραφές αναλογικών σημάτων (θερμοκρασίας, πίεσης, υγρασίας, φωτεινότητας, κλπ) , σημάτων κατάστασης (start&stop ή alarms), ωρομετρήσεις, θερμοδομετρήσεις, μετρήσεις παροχής, στροφών, και άλλα μηχανικά ή λειτουργικά δεδομένα, που έχουν οριστεί ή προγραμματιστεί να καταγράφονται σε συστήματα BMS ή BEMS.

Συνεπώς οι επιμέρους δείκτες παρακολούθησης των μηχανημάτων, ή των γραμμών παραγωγής, ή των μεμονωμένων ενεργειακών χρήσεων, θα πρέπει να προκύπτουν, από την αντίστοιχη γραμμική απλή ή πολλαπλή παλινδρόμηση μεταξύ της ενέργειας και της ισχύος και των μηχανικών ή λειτουργικών σημάτων. Επίσης πολύ σημαντική στην διαχείριση των δεδομένων είναι η ενιαία διαχείριση από πληροφοριακές πλατφόρμες τοπικά (σε ιδιόκτητους Server) ή απομακρυσμένα (σε ιδιόκτητους ή κοινόχρηστους servers – μέσω clouding), ή ακόμα και σε εξειδικευμένες πλατφόρμες ενοποίησης συστημάτων, ή συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης και αυτόματης λήψης αποφάσεων. Στις περισσότερες των περιπτώσεων βέβαια σε ότι αφορά τους μεγάλους καταναλωτές, η συνήθης πρακτική είναι πολλά και διαφορετικά μεταξύ τους συστήματα BMS, EMS & BEMS.



Οι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος, καθώς και οι αναλυτές τοποθετούνται κατά κανόνα με την χρήση εξωτερικών μετασχηματιστών εντάσεως ή αλλιώς αμπεροτσιμπίδες (που περικλείουν τα καλώδια των τριών φάσεων και σπανιότερα τον ουδέτερο), σε ότι αφορά την ένταση, και με απλή επαφή των καλωδίων, για τους σταθερούς μετρητές ή αναλυτές (στις βίδες των διακοπών ή μέσω ειδικών ασφαλειών στις τρεις φάσεις και τον ουδέτερο) ή με κροκοδειλάκια αντίστοιχα για τους φορητούς αναλυτές, σε ότι αφορά την τάση.

Κατά την διαδικασία της εγκατάστασης μετρητών μία συνηθισμένη δυσκολία που αντιμετωπίζουμε, είναι τις περισσότερες φορές η ανάμειξη των φορτίων διαφορετικών χρήσεων που τροφοδοτούνται από έναν ή περισσότερους διακόπτες. Σε τέτοιες περιπτώσεις εφόσον το κόστος είναι χαμηλό σε σχέση με το όφελος, θα πρέπει να προηγείται μία αναδιάταξη των πινάκων (μέχρι και τοποθέτηση νέων παροχών), ώστε να είναι ομοειδείς και ανεξάρτητες οι ενεργειακές χρήσεις, και άρα η ασφαλής τοποθέτηση του αναλυτών ή μετρητών, ευνοώντας την δημιουργία ενός ορθού διαγράμματος ενεργειακής ροής ηλεκτρικής ενέργειας. Ε

πειδή η χρήση των φορητών οργάνων είναι ακριβή, και επιπλέον γίνεται μόνο αποσπασματικά και για μία πολύ συγκεκριμένη χρονική περίοδο, προτείνεται οι επιχειρήσεις να εγκαθιστούν σταθερούς μετρητές προκειμένου να έχουν στη διάθεσή τους αδιάλειπτες καταγραφές δεδομένων στον κεντρικό διακόπτη και στις σημαντικότερες χρήσεις ή φορτία. Αυτό θα βοηθούσε πολύ και το έργο των ενεργειακών ελεγκτών, και θα μείωνε το κόστος του ελέγχου.

13.7 Λοιπά ηλεκτρικά στοιχεία μετρήσεων ενεργειακού ενδιαφέροντος

Λιγότερο σημαντικά κεφάλαια από πλευράς ενεργειακού ενδιαφέροντος, αλλά πολύ σπουδαία στο χώρο της ηλεκτρικής ασφάλειας (τα οποία οφείλουμε να αναφέρουμε, επειδή πολλές φορές αποτελούν αιτία για ενεργειακές απώλειες) είναι κατά σειρά σπουδαιότητας οι ηλεκτρικές μετρήσεις:

- Των Μετασχηματιστών Μέσης Τάσης (θερμογραφία, διαγνωστική υπερήχων, αεριοχρωματογραφία, ανάλυση ποιότητας λαδιού, περιεκτικότητα σε υγρασία, αντίστασης μόνωσης, ωμικής αντίστασης τυλιγμάτων σε Συνεχές Ρεύμα, λόγου μετασχηματιστή, ρεύματος διέγερσης του πυρήνα, εφδ της μόνωσης, χωρητικότητας των τυλιγμάτων, αντίστασης σκέδασης, ανάλυση απόκρισης συχνότητας 100kHz-100MHz)
- Των σταθερών εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων με βάση τον HD384 (με ειδικά όργανα μέτρησης Αντίστασης μόνωσης, Ρεύματος βραχυκυκλώσεως, Εμπέδησης βρόγχου, Αντίστασης γείωσης, Πολικότητας φάσεων, Συνέχειας καλωδίων, αλληλουχίας φάσεων, Στάθμη της ενεργού τιμής της τάσης, Συχνότητα, Χρόνου και Πλάτους απόκρισης ρεύματος διαρροής κλπ)
- Των φορητών συσκευών (πχ κατά το γερμανικό BGVA3 με ειδικά όργανα PAT-TESTER) Των σταθερών μηχανημάτων μία παραγωγής (πχ κατά EN60401 αντίστοιχα όργανα PATTESTER με τριφασικές παροχές)
- Των διαρροών μεταξύ φάσεων και ουδετέρου (ή 3Φ&N ή 3Φ – με ειδικές αμπεροτσιμπίδες ή καταγραφικά ευαισθησίας ~1mA)
- Άλλα συνήθη φορητά όργανα μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών είναι: Βολτόμετρα AC&DC, Αμπερόμετρα AC&DC, Πολύμετρα peaktopeakAC&DC (V, mF, mH), Μονοφασικοί αναλυτές (με δυνατότητα μέτρησης της % έκχυσης ρεύματος DC από τυχόν inverter ή άλλα ηλεκτρονικά), Μονοφασικοί ή Τριφασικοί Παλμογράφοι (κυματομορφές AC& στάθμη DC), Αναλυτές μπαταριών, κλπ

13.8 Μέτρηση θερμοκρασίας

Η μέτρηση θερμοκρασίας είναι μία από τις πιο δημοφιλείς, αλλά και κρίσιμες μετρήσεις. Το ζήτημα για τον ενεργειακό ελεγκτή είναι να οργανώσει και να καταστήσει:

1) Τις πιο σημαντικές θερμοκρασίες που επηρεάζουν την κατανάλωση (εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος, θερμοκρασίες εσωτερικών χώρων σε ένα κτήριο, κρίσιμες θερμοκρασίες μίας παραγωγικής διαδικασίας που επηρεάζουν την κατανάλωση κλπ) – κυρίως με χρήση καταγραφικών θερμοκρασίας.

2) Τις πιο κρίσιμες θερμοκρασίες που καταμαρτυρούν απώλειες στην παραγωγική διαδικασία ή στα δίκτυα των Η/Μ εξοπλισμών ενός κτηρίου (πχ εισαγωγή και προσαγωγή αέρα σε ΚΚΜ, σωλήνες προσαγωγής & επιστροφής δικτύου ψυχομένου νερού ή φρέον ενός chiller, σωλήνες

προσαγωγής & επιστροφής δικτύου θερμαινόμενου νερού ενός λέβητα, μίας αντλίας θερμότητας, ενός συστήματος ανάκτησης θερμότητας για παραγωγή ZNX, ή ενός συστήματος θερμικών ηλιακών συστημάτων) – κυρίως με χρήση καταγραφικών θερμοκρασίας σε συνδυασμό με την χρήση θερμοκάμερας.

3) Τις θερμογέφυρες σε ένα κέλυφος που προκαλούνται στις ενώσεις δομικών στοιχείων διαφορετικής μεταξύ τους θερμικής αντίστασης (σε ανοίγματα, σε παράθυρα ή πόρτες, [150] στις παράπλευρες επιφάνειες του κελύφους ή του δώματος) – κυρίως με χρήση θερμοκάμερας σε συνδυασμό με ασύρματα καταγραφικά.

4) Τις απώλειες ψύξης σε δίκτυα Η/Μ (μονώσεις σε σωλήνες δικτύων ψύξης), σε ψυκτικούς θαλάμους (πόρτες και κέλυφος), στα επιμέρους στοιχεία όλου του κύκλου ψύξης (συμπιεστής, συμπυκνωτής, εκτονωτική, εξατμιστής) και σε τυχόν ενδιάμεσους εναλλάκτες – κυρίως με χρήση καταγραφικών θερμοκρασίας σε συνδυασμό με την χρήση θερμοκάμερας.



5) Τις απώλειες θερμότητας σε Η/Μ δίκτυα θέρμανσης, ZNX και ατμού (μονώσεις σε σωλήνες δικτύων θερμότητας), σε ατμολέβητες και ατμογεννήτριες, σε ατμοπαγίδες και σε ενδιάμεσους εναλλάκτες θερμότητας των εν λόγω δικτύων – κυρίως με χρήση θερμοκάμερας, και ταυτόχρονα με την χρήση καταγραφικών θερμοκρασίας

6) Τις απώλειες σε ηλεκτρικούς πίνακες (υπερθέρμανσης καλωδίων ή ασφαλιστικών και λειτουργικών διατάξεων, απώλειες επαφών, αντίστασης μόνωσης και ηλεκτρικών τόξων) – κυρίως με χρήση θερμοκάμερας.

7) Τις θερμοκρασίες που επιβάλλονται ειδικά (πχ από τον ΕΦΕΤ ή από ένα σύστημα HACCP) σε ψυκτικούς θαλάμους (σε άμεση συσχέτιση με την λειτουργία Defrost), ή θαλάμους συντήρησης τροφίμων, ή ακόμα και σε ενδιάμεσα σημεία του παραγωγικού κύκλου – κυρίως με χρήση καταγραφικών θερμοκρασίας και σε συμπληρωματικά με την χρήση θερμοκάμερας 8) Σε ειδικές περιπτώσεις τις θερμοκρασίες λειτουργίας κινητήρων, αξόνων, ρουλεμάν, καμινάδων, που δηλώνουν δυσλειτουργία ή απώλεια ενέργειας – κυρίως με χρήση θερμοκάμερας και την χρήση καταγραφικών θερμοκρασίας

9) Σε ειδικές βιομηχανικές κατεργασίες όπως πυθμένες χυτηρίων που ενδεχόμενα κινδυνεύουν από διάτρηση, ή άλλες χημικές και οικοδομικές διεργασίες – κυρίως με χρήση καταγραφικών θερμοκρασίας σε συνδυασμό με την χρήση θερμοκάμερας.

10) Σε ειδικές περιπτώσεις με απόρριψη μεγάλων ποσών θερμότητας (καμινάδες τσιμεντάδικου, ηλεκτροπαραγωγής από λιγνίτη, ή καύσης μαζούτ κλπ) επιβάλλεται και ο εξεργειακός ισολογισμός, ώστε να υπολογίζονται τα ποσά θερμότητας που είναι ανακτήσιμα, ή είναι δυνατόν να συμπαραγάγουν ηλεκτρισμό – κυρίως με χρήση καταγραφικών θερμοκρασίας, σε συνδυασμό με την χρήση θερμοκάμερας. Π

Πολλές φορές η θερμοκρασία συνδυάζεται ταυτόχρονα και με την μέτρηση της σχετικής υγρασίας ή της παροχής αέρα ή νερού, ειδικά σε περιπτώσεις καταγραφής της θερμικής άνεσης, ή σε συστήματα προκλιματισμένου αέρα και παραγωγής ZNX. Σε αρκετές δε περιπτώσεις διατίθεται

από την επιχείρηση σχετικό αρχείο καταγραφών από το BMS. Ωστόσο μία οποιαδήποτε δυσλειτουργία ή απώλεια γίνεται εύκολα αντιληπτή, όταν τεθούν όλες οι ανωτέρω μετρήσεις μαζί για το ίδιο προς μελέτη χρονικό διάστημα (στο φάσμα πάντα του χρόνου), συμπεριλαμβανομένων και τυχόν άλλων καταγραφών, όπως πχ η αφή/σβέση του καυστήρα ή το προφίλ ηλεκτρικής ισχύος ενός chiller. Στα πλαίσια μίας στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων αυτών, θα ήταν πολύ χρήσιμη η συσχέτιση της αφής/σβέσης του καυστήρα ή του προφίλ ηλεκτρικής ισχύος ενός chiller με τις ανωτέρω θερμοκρασίες, παρακολουθώντας μέσα από ένα διάγραμμα διασποράς την γραμμή τάσης των δεδομένων αυτών, ή θέτοντας ακόμη και σε ορισμένες περιπτώσεις μία επιμέρους γραμμή αναφοράς.

Επίσης η θερμοκρασία στις περισσότερες περιπτώσεις συνδέεται άμεσα με μεγέθη όπως η αγωγιμότητα του χαλκού, η αντίσταση μόνωσης των ηλεκτρικών καλωδίων, η παροχή σε ένα δίκτυο υπό πίεση, η απόδοση ενός κινητήρα, το ΔT σε μία θερμιδομέτρηση, κλπ, με αποτέλεσμα να αποτελεί την κρίσιμότερη παράμετρο παρακολούθησης και καταγραφών στα συστήματα BMS. Η θερμική άνεση στα κτήρια είναι πάντα το ζητούμενο για κάθε μελετητή ή συντηρητή. Η θερμοκρασίες σχεδιασμού λοιπόν σύμφωνα με τις TOTEΕ από το 2010 και μετά είναι: 18°C για το χειμώνα και 26°C για το καλοκαίρι. Συνεπώς η διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας για θερμοκρασίες κάτω των 18°C για το χειμώνα, και αντίστοιχα πάνω από τους 26°C για το καλοκαίρι στο φάσμα του χρόνου προσδιορίζουν τις βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης. Συνεπώς οι βαθμομέρες δηλώνουν έμμεσα την βοήθεια που χρειάζονται τα κτήρια από Η/Μ εξοπλισμούς, προκειμένου για την επίτευξη των συγκεκριμένων θερμοκρασιών σχεδιασμού. Επειδή το ημερήσιο προφίλ της θερμοκρασίας μεταβάλλεται από μέρα σε μέρα, είναι σκόπιμο στην επιλογή κατά την αναζήτηση της γραμμής αναφοράς μέσω παλινδρόμησης να μην μεταβάλλονται οι θερμοκρασίες σχεδιασμού. Ωστόσο στην πράξη η πραγματική θερμοκρασία set-point στα κτήρια καθορίζεται και από άλλους παράγοντες όπως : Απώλειες αερισμού, εσωτερικά θερμικά κέρδη από συσκευές ή άλλες θερμικές απώλειες, επικρατούσα σχετική υγρασία, πλήθος, ηλικία και φύλο των ενοίκων, ταχύτητα και μορφή ροής του αέρα στους εσωτερικούς χώρους, επίπεδα νωπού αέρα στον χώρο, ηλιακή ακτινοβολία, απόδοση του συστήματος Η/Μ (λέβητα ή κλιματιστικής μονάδας), κλπ. Συνήθη αισθητήρια θερμοκρασίας που χρησιμοποιούνται είναι : τρανζιστορικού τύπου μέτρησης θερμοκρασίας περιβάλλοντος χώρου, θερμοστοιχεία τύπου T,E,J,K,S,B, και θερμικές αντιστάσεις τύπου PTC, τύπου PT100, ή PT1000, τα οποία συναντώνται ως επίτοια, εμβαπτιζόμενα σε κυάθια (θηλυκές μήτρες εντός σωλήνων ή δεξαμενών αποθήκευσης), για χρήση επαφής με δεματικό πρόσδεσης ή κοχλίες σύσφιξης στην μετρούμενη επιφάνεια, εμβαπτιζόμενοι ράβδοι σε αεραγωγούς, με σπείρωμα προσαγωγέα, τύπου reversepolarity (με αντλία αέρα για χρήση μέτρησης καυσαερίων σε καμινάδες), σε μορφή κορδονιού κλπ. Σε κάθε όμως περίπτωση σε ότι αφορά τα συστήματα BMS, συνήθίζεται να συνδέονται σε αναλογικές εισόδους τύπου 0-10V ή 0-20mA, ή 4-20mA, ή -5Vέως+5V, κλπ, είτε άμεσα, είτε μέσω κατάλληλου μεταδότη σήματος. Οι συγκεκριμένες κλίμακες χρησιμοποιούνται, ώστε με κατάλληλη παραμετροποίηση από τους προγραμματιστές των συστημάτων BMS, να μεταφράζουν τα όρια των αισθητηρίων σε Volt ή mA αντίστοιχα, όποτε η καταγραφή να γίνεται πλέον ψηφιακά. [152] Η μέτρηση της θερμοκρασίας με τη χρήση της θερμοκάμερας γίνεται στις περιπτώσεις που είναι πρωτεύουσας σημασίας η επιφανειακή θερμοκρασία. Ανάλογο με το ηλεκτροθερμικό φαινόμενο, όπου η θερμοκρασία μετατρέπεται σε τάση, χρησιμοποιούν και οι θερμοκάμερες, αποκωδικοποιώντας με ηλεκτρονικό τρόπο την υπέρυθη ακτινοβολία που εκπέμπουν τα προς εξέταση αντικείμενα, στο ορατό φάσμα των χρωμάτων, και αποδίδοντας έτσι στον ελεγκτή με σχετικά καλή ακρίβεια την πραγματική επιφανειακή τους θερμοκρασία (σε δισδιάστατη ή τρισδιάστατη απεικόνιση). Οι παράγοντες που συμβάλουν σημαντικά στην ακρίβεια της υπέρυθρης διαγνωστικής είναι:

- 1) Η ανάλυση της θερμοκάμερας (σε πόσα pixel μπορεί να χωριστεί ηλεκτρονικά το θερμογράφημα)
- 2) Η ακρίβεια και η ευκρίνεια του φακού της
- 3) Η απόσταση του αντικειμένου από την θερμοκάμερα

4) Η εκπεμπτικότητα της επιφανείας του αντικειμένου (δηλ. η εντιμότητά του να δείχνει την πραγματική του επιφανειακή θερμοκρασία – πχ ο καθρέπτης έχει εκπεμπτικότητα : 0, ενώ αντίστοιχα το μέλαν σώμα: 1)

Κατά την ανάλυση των θερμογραφημάτων τα αντίστοιχα λογισμικά δίνουν την δυνατότητα της επεξεργασίας των δεδομένων σε επίπεδο pixel (πχ hotspot, ή περιοχή απωλειών κλπ), ενώ σύγχρονες θερμοκάμερες διαθέτουν ταυτόχρονα, εκτός από την επεξεργασία του θερμογραφήματος, και την δυνατότητα επεξεργασίας απλής φωτογραφίας του αντικειμένου, ή ακόμα και υπέρυθρης βιντεοσκόπησης του (κυρίως για δομοστατικές εφαρμογές μεγάλων έργων ή χημικές και ειδικές βιομηχανικές κατεργασίες) . Η χρήση θερμοδομετρητών είναι απαραίτητη σε δίκτυα που μεταφέρουν θερμότητα ή απορροφούν θερμότητα (μεταφέρουν ψύχος). Για την λειτουργία των θερμοδομετρητών επιβάλλεται η παρεμβολή παροχόμετρων και ο υπολογισμός της διαφοράς θερμοκρασίας (ΔT) μεταξύ του σωλήνα προσαγωγής και του σωλήνα επιστροφής του θερμού ή ψυχρού μέσου. Θερμοδομετρητές που εγκαθίστανται σε σωλήνες εξωτερικής διαμέτρου έως και 1,5''-2'', διαθέτουν συνήθως ενσωματωμένο παροχόμετρο με το ηλεκτρονικό κύκλωμα υπολογισμού των θερμίδων, ενώ σε μεγαλύτερες διατομές τα παροχόμετρα είναι αποκομμένα από το ηλεκτρονικό κύκλωμα του θερμοδομετρητή. Μία σημαντική παράμετρος για την ορθή ένδειξη ή την ακρίβεια της μέτρησης των αισθητηρίων θερμοκρασίας ή μίας θερμοκάμερας είναι η διακρίβωσή τους σε κατάλληλα εργαστήρια διακρίβωσης ανά ένα έτος, ή ανά 2 έτη, δεδομένου ότι ανάλογα με το εύρος που καλούνται να μετρούν αστοχούν και συχνότερα.

13.9 Μέτρηση παροχής

Η μέτρηση της παροχής νερού, αέρα, ατμού ή καυσίμων και άλλων μειγμάτων είναι η πλέον κρίσιμη τόσο για τον ενεργειακό έλεγχο όσο και για την διαχείριση των εξοπλισμών, δεδομένου ότι η ροή υπεισέρχεται στον τύπο υπολογισμού κυρίως της θερμικής ενέργειας (ακόμα και της ηλεκτρικής ενέργειας στην περίπτωση του πεπιεσμένου αέρα ή κενού, ή της λειτουργίας αντλιών). Τα παροχόμετρα ή αλλιώς ροόμετρα ρευστών μόνιμης εγκατάστασης (ή σταθερού τύπου) είναι συνήθως μίας μόνο κατεύθυνσης και παρεμβάλλονται στην ροή του ρευστού, είτε με διακοπή του σωλήνα και κατάλληλη εφαρμογή μέσω σπειρωμάτων εκατέρωθεν του παροχόμετρου (συνήθως για σωλήνες διατομής 2''). Αντίστοιχα συναντάμε παροχόμετρα: i) Ενσωματωμένου τύπου, όπου η ηλεκτρονική διάταξη μετατροπής του σήματος και η οθόνη ένδειξης της παροχής βρίσκονται ενσωματωμένες στο σώμα τους, ii) Απομακρυσμένου τύπου, όπου η ηλεκτρονική διάταξη μετατροπής του σήματος και η οθόνη ένδειξης της παροχής βρίσκονται σε απόσταση από το σώμα τους με την χρήση είτε καλωδίου ή είτε ασύρματα. Τα σταθερού τύπου παροχόμετρα που συναντώνται στην αγορά χωρίζονται τεχνολογικά σε 2 βασικές κατηγορίες:

1) τα κλασσικά που βασίζονται κυρίως στις εξής βασικές αρχές λειτουργίας: τα μεταβλητού όγκου (variable area flowmeters VAF), τα τύπου τουρμπίνας (Turbine), τα τύπου θετικής μετατόπισης (positive displacement), τα ανοιχτού καναλιού (open channel), τα θερμικά (thermal), και τέλος τα τύπου διαφορικής πίεσης (orifice pitot).

2) τα νέας τεχνολογίας που βασίζονται κυρίως στις εξής βασικές αρχές λειτουργίας: Το φαινόμενο Coriolis, τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, τον στροβιλισμό (VORTEX), και τέλος την μεταβολή των υπερήχων.

Τα φορητά παροχόμετρα αντίθετα λειτουργούν συνήθως με υπερήχους και είναι σχεδιασμένα να τοποθετούνται εξωτερικά από το σωλήνα μέσω δύο ειδικών τσιμπιδων-μετατροπέων μεταβλητής διατομής, χωρίς να διακόπτεται η λειτουργία ή ροή του συστήματος, ενώ συνήθίζεται να διατίθενται για χρήση διπλής κατεύθυνσης. Ενδεικτικά η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στο ότι όταν υπέρηχος εκπέμπεται μεταξύ των μετατροπέων, η ταχύτητα με την οποία ο υπέρηχος αυτός ταξιδεύει μέσω του υγρού, επιταχύνεται ελαφρώς από την ταχύτητα του υγρού μέσω του σωλήνα. Όταν υπέρηχος εκπέμπεται προς την αντίθετη κατεύθυνση, η ροή του υγρού προκαλεί τον μεταδιδόμενο υπέρηχο να επιβραδυνθεί. Η επακόλουθη χρονική διαφορά είναι ευθέως ανάλογη με την ταχύτητα ροής του ρευστού στο σωλήνα. Αφού μετρηθεί η ταχύτητα ροής και γνωρίζοντας

την διατομή του σωλήνα, η ογκομετρική ροή μπορεί να υπολογιστεί πλέον εύκολα. Πολλές φορές σε παροχόμετρα που μετρούν κυβικά ή λίτρα καυσίμου επικρατεί η άποψη, ότι μετράμε αυτομάτως και ενέργεια. Η άποψη δεν είναι ορθή, δεδομένου ότι: 1) Η ΔΕΠΑ σε ότι αφορά το φυσικό αέριο δίνει κάθε μήνα έ θερμοκρασίας και της πίεσης του καυσίμου στην αέρια μορφή του, η μόνιμη και ταυτόχρονη μέτρηση της στάθμης της δεξαμενής αποθήκευσης του υγρού καυσίμου (πχ με αισθητήριο υπερήχων κλπ). Ειδικότερα για τους θερμιδομετρητές είναι σημαντικό να γίνεται ορθή τοποθέτηση των παροχόμετρων (χωρίς συστολές ή διαστολές των δικτύων), καθώς και των αισθητηρίων θερμοκρασίας (ΔΤ), επαληθεύοντας τις μετρήσεις με αντίστοιχα φορητά όργανα, ώστε να αποφεύγονται οι ανακρίβειες της μέτρησης. Μία σημαντική παράμετρος για την ορθή ένδειξη ή την ακρίβεια των παροχόμετρων είναι η επιτόπια συνήθως διακρίβωσή τους, με κατάλληλα διακριβωμένα φορητά αντίστοιχα παροχόμετρα ανά 3 έτη έως 5 έτη, δεδομένου ότι ανάλογα με την διατομή του σωλήνα που καλούνται να μετρήσουν είναι και ανάλογα κρίσιμη η ακρίβεια της μέτρησής τους (η ακρίβεια είναι συνήθως αντιστρόφως ανάλογη της διατομής). Άλλα φορητά παροχόμετρα που συνηθίζουμε να χρησιμοποιούμε στις μετρήσεις κλιματιστικών συστημάτων είναι: Διαφορικά μικρομανόμετρα (για έμμεσο υπολογισμό της παροχής της ταχύτητας αέρα σε αεραγωγούς), Μετρητές ποιότητας αέρα (με ειδικό προσαρμογέα σε κανάλια αεραγωγών για θερμοκρασία, ταχύτητα αέρα, υγρασία, CO₂ και CO), Θερμοανεμόμετρα (με φτερωτή για χρήση σε στόμια δικτύων προκλιματισμένου αέρα) κλπ. Επίσης η ρύθμιση της παροχής είτε σε συστήματα αερισμού, είτε σε ρευστά υπό πίεση πετυχαίνεται με ρυθμιστές στροφών (ανεμιστήρων, συμπιεστών ή αντλιών) και η συνεχής αυτόματη προσαρμογή της στις ανάγκες του κάθε συστήματος είναι καθοριστική στην συνολική ενεργειακή απόδοση των αντίστοιχων συστημάτων (γίνεται μέσω προγραμματισμού των ρυθμιστών στροφών, καθώς και των συστημάτων BMS ή των PLCs).

13.10 Μέτρηση υγρασίας αέρα

Η υγρασία, σε συνδυασμό με την θερμοκρασία μέσα σε ένα χώρο αποτελούν τα πιο κρίσιμα μεγέθη για την αξιολόγηση της θερμικής άνεσης. Η υγρασία εκφράζεται με του όρους: «σχετική» και «απόλυτη». Ως ορισμός η απόλυτη υγρασία είναι το ποσό των υδρατμών που υπάρχει στον αέρα. Η σχετική υγρασία, που χρησιμοποιείται συχνότατα στην αξιολόγηση της θερμικής άνεσης, και εκφράζει το πηλίκο της υγρασίας του αέρα προς την υγρασία του κεκορεσμένου αέρα. Η σχετική υγρασία επενεργεί στην εξάτμιση του νερού από την επιδερμίδα του ανθρώπου μεταβάλλοντας τη θερμοκρασία του δέρματος και επηρεάζοντας το θερμικό ισοζύγιο του σώματος. Για το λόγο αυτό στα συστήματα BMS που ελέγχουν συστήματα HVAC, δίδεται ιδιαίτερη έμφαση, μαζί με την θερμοκρασία, στην μέτρηση και την καταγραφή της. Σύμφωνα με το νόμο του Dalton η υγρασία ακολουθεί πάντα τη ροή θερμότητας (δηλαδή από τον χώρο με την μεγαλύτερη θερμοκρασία προς τον χώρο με την μικρότερη θερμοκρασία). Ως εκ τούτου εφαρμόζοντας σε ένα δομικό σάντουιτς το διάγραμμα πιέσεων υδρατμών του Glaser και χαράσσοντας ταυτόχρονα την γραμμή πίεσης των υδρατμών κορεσμένου αέρα και την γραμμή πίεσης των επιφανειών εκατέρωθεν του δομικού σάντουιτς σύμφωνα με τα μετρημένα ποσοστά σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας, μας γίνεται πλέον κατανοητό το όριο της σχετικής υγρασίας, με βάση το οποίο θα μπορέσουμε να αποφύγουμε την συμπύκνωση των υδρατμών (αν ορισμένες τιμές της πρώτης γραμμής είναι για ένα διάστημα μικρότερες της δεύτερης εντός της συγκεκριμένης διατομής, τότε στο συγκεκριμένο στρώμα θα προκύψουν συμπυκνώματα). Με άλλα λόγια θα μπορέσουμε να τεκμηριώσουμε την αστοχία του σχεδιασμού του συγκεκριμένου δομικού σάντουιτς, ή να προτείνουμε την βελτίωση της μόνωσής ή της σύνθεσής του. Συνήθως την σχετική υγρασία την μετράμε σε θαλάμους συντήρησης τροφίμων (επιβάλλεται από τον ΕΦΕΤ), σε συστήματα BMS που ελέγχουν την λειτουργία συστημάτων κεντρικού κλιματισμού, αλλά και σε ειδικές διεργασίες χημικές (πχ κατεργασία λυμάτων), ή βιομηχανικές (πχ παραγωγή αλεύρων ή τσιμέντου και λοιπών κονιαμάτων) με εντατική παρακολούθηση μέσω συστημάτων SCADA. Εδώ είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι η επίδραση της υγρασίας στην λειτουργία των μηχανών ή των κινητήρων και των μετασχηματιστών μέσης τάσης έχει άμεση σχέση με την φθορά και τον χρόνο ζωής τους. Σε περίπτωση που το υγρασιόμετρο είναι ενσωματωμένο στο BMS ή σε ένα σύστημα SCADA η καταγραφή είναι εύκολη και συνεχής. Για την επιθεώρηση στο πεδίο με

φορητά όργανα η χρήση ασύρματων καταγραφικών με εσωτερική μνήμη είναι ιδανική, ενώ ιδιαίτερα για χρήση σε επιθεώρηση κλιματιστικών μονάδων χρησιμοποιούνται μετρητές ποιότητας αέρα.

13.11 Μετρήσεις καυσαερίων

Η απόδοση ενός συστήματος που χρησιμοποιεί καύσιμα για την θέρμανση χώρων ή την δημιουργία ατμού ή ZNX εξαρτάται από τους εξής παράγοντες :

- 1) Ποιότητα του καυσίμου (απαλλαγμένο από νοθείες κλπ)
- 2) Απόδοση της καύσης
- 3) Απόδοση του λέβητα (το σώμα του λέβητα είναι το ίδιο ένας εναλλάκτης θερμότητας, συνεπώς η παλαιότητά του, η υπερδιαστασιολόγησή τους και η μόνωσή του είναι σημαντικοί παράγοντες στην απόδοσή του)
- 4) Απόδοση του δικτύου (πίεσεις, διατομές σωλήνων, διαδρομή του δικτύου, μονώσεις σωλήνων, τερματικά σώματα – εξαέρωσή τους, ατμοπαγίδες κλπ),
- 5) Απόδοση λειτουργίας του λέβητα (αυτοματισμοί, αισθητήρια, set-point, κυκλοφορητές, αντισταθμισμό, κλπ). Από τα ανωτέρω πρωτεύουσα θέση στην συνολική απόδοση έχει η απόδοση της καύσης. Η επίδραση της παροχής αέρα είναι ίσως ο πιο σημαντικός παράγοντας στην απόδοση της καύσης ενός λέβητα. Στο σχήμα 11.1 βλέπουμε ότι η απόδοση του λέβητα μεγιστοποιείται όταν η παροχή είναι κανονική και στην μεν περίπτωση της ανεπαρκούς παροχής έχουμε φαινόμενα ατελούς καύσης (άρα και απώλειες του καυσίμου που δεν καίγεται πλήρως και ανιχνεύεται διά της ποσότητας CO και των χαμηλών θερμοκρασιών των καυσαερίων), στην δε περίπτωση της πλεονάζουσας παροχής έχουμε φαινόμενα θερμικών απωλειών (άρα και απώλειες του καυσίμου που καίγεται χωρίς λόγο και ανιχνεύεται διά της ποσότητας NO και των υψηλών θερμοκρασιών των καυσαερίων).

Η ορθή ρύθμιση λοιπόν της καύσης που εξαρτάται από :

- 1) την περίσσεια αέρα διαμέσου της οποίας καταμετράται η πλεονάζουσα ποσότητα O₂ (σε σχέση με αυτήν που θα χρειαζόταν προκειμένου για την τέλεια καύση του καυσίμου)
- 2) την θερμοκρασία καυσαερίων
- 3) την κατ' όγκο περιεκτικότητα σε CO
- 4) την κατ' όγκο περιεκτικότητα σε NO, 5) τον δείκτη αιθάλης (max=1) και
- 6) την κατ' όγκο περιεκτικότητα σε SO_x (κυρίως για το μαζούτ ή άλλα βαρέα καύσιμα) επιβάλλει μία επίτονη διαδικασία ενεργειών που μπορεί να διαρκέσει αρκετές ώρες ή και ημέρες πολλές φορές.

Η ορθή ρύθμιση δεν είναι μία απλή μέτρηση ή μία απλή διαπίστωση μεγεθών που μπορεί να θαυμάσει κανείς με την αυτόματη εκτύπωση από τον αναλυτή καυσαερίων ενός τεχνικού καύσης. Χρειάζεται πολλές φορές εκκίνηση και επανεκκίνηση της καύσης, ώστε να επιτευχθεί η ρύθμιση για την πολυπόθητη βέλτιστη απόδοσή της, με ελέγχους όπως : η ορθή επιλογή του μπεκ, η παροχή καυσίμου, η παροχή αέρα στο θάλαμο, η ρύθμιση των αποστάσεων α-β-γ από το στόμιο του μπεκ, το μήκος του λέβητα, τα ηλεκτρόδια σπινθηρισμού, ο μετασχηματιστής σπινθηρισμού, οι επαφές και η κατάσταση της μόνωσης των καλωδίων, η ορθή ανταπόκριση των αισθητήριων, το set-point της θερμοκρασίας του θαλάμου, η συχνότητα αφής/σβέσης τους καυστήρα, το φίλτρο καυσίμου, το ποσοστό εγκλωβισμένου αέρα στο κύκλωμα νερού, το χρώμα της φλόγας, οι μύκητες στη δεξαμενή πετρελαίου, ο καθαρότητα του θαλάμου του λέβητα, η ρύθμιση του damper καπναερίων αν υπάρχει, ο ελκυσμός, ο καθαρισμός της καπνοδόχου, η ποιότητα στο κύκλωμα του νερού κλπ. Οι σημερινοί φορητοί αναλυτές χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και εκτίμηση των απωλειών της καύσης. Για λέβητες πετρελαίου ή μαζούτ και ατμολέβητες επιβάλλεται πριν από την μέτρηση με τον αναλυτή (και για την προστασία του οργάνου), η λήψη δείγματος καυσαερίων με την τρόμπα αιθάλης, ώστε να διαπιστωθεί δια της κλίμακας BACHARACH, ότι η καύση δεν έχει μεγάλο δείκτη αιθάλης (οπότε και ο θάλαμος της καύσης δεν χρήζει πρώτα

σχετικού καθαρισμού). Τοποθετείται ειδικό προσαρμοζόμενο ακροφύσιο (σωλήνας αναρρόφησης καυσαερίων περιέχων αισθητήριο θερμοκρασίας) κάθετα εντός της οπής της καπνοδόχου.

13.12 Μετρήσεις φωτισμού

Οι περισσότεροι φορητοί μετρητές φωτός μετρούν την πυκνότητα της φωτεινής ροής (ή αλλιώς φωτεινότητα) που δέχεται σημείο μιας επιφάνειας κάθετα τοποθετημένης στη διεύθυνση διάδοσης του φωτός και ορίζεται ως το πηλίκο της φωτεινής ροής ανά μονάδα επιφάνειας ($\text{lux} = \text{lm}/\text{m}^2$). 1 lux ισοδυναμεί με φωτεινή ροή 1 lm, κατανεμημένη ομοιόμορφα σε επιφάνεια εμβαδού 1 m². Συνεπώς το lux χρησιμοποιείται ως μέγεθος για την αξιολόγηση του φωτιστικού αποτελέσματος στην ωφέλιμη επιφάνεια που χρησιμοποιούμε, και η οποία βρίσκεται σε μία απόσταση από την πηγή φωτός. Ωστόσο υπάρχουν πολύ ακριβότεροι φορητοί μετρητές φωτεινής ροής, οι οποίοι μετρούν την φωτεινή ροή (σε $\text{lm} = \text{lumens}$) στην πηγή του φωτός, οπότε αξιολογούν κατά κάποιο τρόπο σε συνδυασμό με άλλα φωτομετρικά δεδομένα την ισχύ της συγκεκριμένης πηγής ($1 \text{lm} = 1 \text{cd} \cdot \text{sr}$ ένα lumen είναι ίσο με την φωτεινή ισχύ μίας καντέλας ή ενός κηρίου που αντιστοιχεί σε ένα στερεακτίνιο). Η μείωση του περιττού φωτισμού σε lux έχει ψυχολογικές επιπτώσεις που μπορεί να υπερβαίνουν κατά πολύ οποιαδήποτε άμεση επίδραση στην κατανάλωση ενέργειας. Για να πείσεις τους ανθρώπους, ότι ο χώρος τους είναι υπερφωτισμένος ή υποφωτισμένος, θα πρέπει να αναφέρεσαι σε καθιερωμένα πρότυπα φωτισμού συγκρίνοντας τις μετρήσεις της υφιστάμενης κατάστασης με τα όρια των προτύπων αυτών (πχ EN12464, όπου λαμβάνονται υπόψη τα μετρούμενα lux για συγκεκριμένα επίπεδα δυσανεξίας λόγω θάμβωσης (UGR-ενιαίος δείκτης θάμβωσης) και χρωματικής απόδοσης (Ra), EN13032, EN15193 κλπ). Για τις μετρήσεις αυτές χρησιμοποιούμε συνήθως έναν Βιομηχανικό Μετρητή lux. Αυτό το όργανο είναι συνήθως σχεδιασμένο να μετρά απ' ευθείας το προσπίπτον φως και μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για τη μέτρηση του ανακλώμενου φωτός και του μεταδιδόμενου φωτός. Ένας βιομηχανικός μετρητής lux διαφέρει από έναν φωτογραφικό μετρητή lux σε δύο σημεία: (1) διαβάζει κατευθείαν σε κλίμακες που είναι περίπου γραμμικές και όχι σε λογαριθμικές κλίμακες που χρησιμοποιούνται από φωτογραφικούς μετρητές φωτός, (2) είναι σχεδιασμένος να λαμβάνει φως υπό ευρείες γωνίες, αντί να εστιάζει σε ένα συγκεκριμένο τμήμα του οπτικού πεδίου. Ένας τέτοιος μετρητής είναι μικρός, ελαφρύς, φθηνός και αρκετά χρήσιμος, ώστε θα πρέπει να είναι μέρος του εξοπλισμού για κάθε επόπτη συντήρησης. Για μετρήσεις που αφορούν την αξιολόγηση της βελτίωσης της προηγούμενης κατάστασης από την υφιστάμενη κατάσταση σε περίπτωση αντικατάστασης φωτιστικών ή λαμπτήρων οδοφωτισμού, λαμβάνονται υπόψη τα όρια του προτύπου EN13201, όπου και οι μετρήσεις των lumens είναι πλέον υποχρεωτικές.



13.13 Μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας

Σε κάθε χρήση του το αισθητήριο που αφορά την ηλιακή ακτινοβολία το αποκαλούμε και πυρανόμετρο. Οι μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας γίνονται είτε από κοινά αισθητήρια που προσμετρούν την ολική ηλιακή ακτινοβολία σε W/m^2 και ανήκουν σε συστήματα παρακολούθησης και καταγραφής (BMS), είτε από φορητά όργανα μέτρησης της απόδοσης φωτοβολταϊκών συστοιχιών (μετρώντας την χαρακτηριστική καμπύλη V-I), είτε από εξειδικευμένους μετεωρολογικούς σταθμούς. Η μέτρησή της χρειάζεται για την αξιολόγηση της

απόδοσης συστημάτων ΑΠΕ, ή/και την ρύθμιση ορισμένων παραμέτρων σε συστήματα BEMS, που λαμβάνουν υπόψη την συγκεκριμένη παράμετρο (πχ έλεγχο του καυστήρα ενός λέβητα, ή την ρύθμιση αυτόματων εξωτερικών περσίδων ή σκιάστρων κλπ). Η μέτρηση της ηλιακής ακτινοβολίας πρέπει να συσχετίζεται με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στα φωτοβολταϊκά ή της θερμικής ενέργειας στα θερμικά ηλιακά, ώστε να εκτιμάται η απόδοση των συστημάτων.

11.9.9 Μετρήσεις ποιότητας αέρα Οι βασικές μετρήσεις για τη αξιολόγηση της άνεσης που προσφέρουν συστήματα HVAC μέσα στα κτήρια είναι: Θερμοκρασία(°C), Σχετική υγρασία (%), CO₂ (ppm), CO (ppm), διαφορική πίεση σε αεραγωγούς (Pa), φρέσκος αέρας (%), Παροχή αέρα στα στόμια (m³ /h). Από εκεί και πέρα άλλες μετρήσεις πιο εξειδικευμένες μετρήσεις είναι, ταχύτητα [167] ανακύκλωσης αέρα (m/s), Επίπεδα σκόνης (μm), Συγκέντρωση πτητικών οργανικών ουσιών VOC (mg/m³), οξείδια του αζώτου NO_x (ppm) κλπ. Οι μετρήσεις ποιότητας αέρα είναι ουσιαστικά λειτουργικές και θεωρούνται δεδομένες για την ομαλή λειτουργία των συστημάτων HVAC. Αν για παράδειγμα, δεν έχουμε πετύχει θερμική άνεση, δεν μπορούμε να πούμε, ότι έχουμε εξοικονομήσει ενέργεια.

11.9.10 Συνδυασμός μετρήσεων Τα όργανα μέτρησης που χρησιμοποιούνται στην συντήρηση μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τον τύπο τους, την χρήση που εξυπηρετούν ή τις παραμέτρους που είναι κρίσιμες για την ορθή λειτουργίας τους. Μία ταξινόμηση των οργάνων σε αυτές τις κατηγορίες παρουσιάζεται ενδεικτικά στον παρακάτω πίνακα 11.1, ακολουθούμενη από περιγραφές του κάθε οργάνου ανά σύστημα:

Σύστημα	Όργανο	Φορητό	Μόνιμο	Παράμετρος
Κέλυφος Κτιρίου	Υπέρυθρη Φωτογραφία	x		Απώλειες Θερμότητας ή Ηλεκτρικές Αστοχίες
	Καταγραφικά θερμοκρασίας - υγρασίας	x		Εκτίμηση της συνολικής θερμικής αντίστασης του κτηρίου
Λέβητες	Αναλυτής καυσαερίων	x		O ₂ , CO, T _{stack} , T _{air} , Ελκυσμός (psi or mm), ΔP
	Ωρομετρητές ή μετρήσεις μέσω BMS	x	x	Κατάσταση on/off του καυστήρα στο χρόνο
	Θερμοκάμερα	x		Απώλειες μόνωσης
Παγίδες ατμού	Θερμόμετρο ή Θερμοκάμερα	x		Θερμοκρασιακή διαφορά εισόδου-εξόδου, απώλειες μόνωσης, θερμ. μέσα στην ατμοπαγίδα
	Στηθοσκόπιο αναλυτή υπερήχων	x		Άνοιγμα-κλείσιμο & διαρροές
Ζεστό νερό	Θερμόμετρο	x	x	Θερμοκρασία
	Μανόμετρα		x	Πίεση Νερού
	Ωρομέτρηση & κατάσταση λειτουργίας κυκλοφορητών & τριόδων (και μέσω BMS)	x	x	Status στο χρόνο

	Θερμιδόμετρο		x	(lit/sec, ΔT) kcal
Θέρμανση, αερισμός και κλιματισμός	Θερμοανεμόμετρο			Ταχύτητα ροής αέρα & θερμοκρασία στομίων
	Σωλήνας “Pitot”			Ταχύτητα ροής αέρα
	Κεκλιμένο Μανόμετρο σωλήνα			Διαφορά πίεσης μεταξύ δύο σημείων
	Σωλήνας “Bourdon”			Πίεση
	Θερμόμετρο τσέπης			Θερμοκρασία δωματίων, σωλήνων, εξωτερικού περιβάλλοντος
	Αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας			Profile ηλεκτρικής ισχύος & συντελεστής ισχύος
	Θερμοκάμερα			Απώλειες μόνωσης
	Θερμόμετρα αεραγωγών με προέκταση			Θερμοκρασία αέρα
	Θερμόμετρα PT100 ή PT1000 για χρήση σε BMS			Θερμοκρασία νερού ή freon ή αεροσυμπιεστή
	Μανόμετρα			Πίεση νερού
	Παροχόμετρα			Ροή νερού
	Ωρομέτρηση & κατάσταση λειτουργίας καυστήρα, κυκλοφορητών & τριόδων (και μέσω BMS)			Κατάσταση on /off στο χρόνο
	Υγρασιόμετρο			Υγρασία
Φωτισμός	Βιομηχανικός μετρητής φωτός			Lux
Ηλεκτρικά	Αμπερόμετρο καταγραφής			Χρήση ηλεκτρισμού, αιχμές
	Πολύμετρο “clip - on” με ανιχνευτές			Τάση, ρεύμα, αντίσταση
	Βαττόμετρο καταγραφικό			Ηλεκτρική ισχύς
	Μετρητής συντελεστού ισχύος			Συντελεστής Ισχύος
	Αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας			Όλα τα ανωτέρω και επιπλέον Αρμονικές Τάσης και έντασης, Flicker in g, Ασυμμετρίες, Κρουστικές

				Υπερτάσεις, Βυθίσεις & απλές Υπερτάσεις
--	--	--	--	--

* 1 Στην Αμερική θεωρούνται πολύ σημαντικές οι απώλειες από τα πορτοπαράθυρα. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται συστηματικά η μέθοδος της διαγνωστικής απωλειών αέρα από τα πορτοπαράθυρα. Εφαρμόζοντας με ανεμιστήρα στην κεντρική θύρα του κτηρίου εξαναγκασμένη ροή προς έξω, μετράμε με κατάλληλο αναλυτή ταυτόχρονα την πίεση και τον ρυθμό ανακυκλοφορίας (παροχής) του αέρα ανά λεπτό με κλειστά τα υπόλοιπα πορτοπαράθυρα. Αντίστοιχο Ευρωπαϊκό πρότυπο είναι το EN12207. * 2 Σε περιπτώσεις εγκαταστάσεων περισσότερων λεβήτων, ατμογεννητριών ή ατμολεβήτων στο ίδιο σύστημα επιβάλλεται η συνεχής παρακολούθηση και καταγραφή των παραμέτρων της καύσης με μόνιμα καταγραφικά συστήματα.

13.14 Μετρήσεις ΑΠΕ

Μετρήσεις Φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων: Οι διακριβωμένοι φορητοί εξοπλισμοί και ολοκληρωμένα συστήματα BMS με διακριβωμένα αισθητήρια και αναλυτές ενέργειας (MID) δεν μπορούν να υποκατασταθούν από web-interfaces, που απλώς διαβάζουν μέσα από ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας τις [172] πληροφορίες ενός φωτοβολταϊκού Φ/Β αντιστροφέα, ακριβώς γιατί οι αντιστροφείς δεν είναι διακριβωμένοι να εκτελούν τέτοιες μετρήσεις. Ένα μεγάλο στοίχημα από τις πρώτες κιόλας εγκαταστάσεις Φ/Β πάρκων ήταν η τηλεπαρακολούθηση της παραγωγής, η τηλε-επιτήρηση τυχόν βλαβών και η δυσλειτουργία των επιμέρους συστημάτων, δεδομένου ότι ένα πάρκο είναι εκτεθειμένο στα απρόβλεπτα καιρικά φαινόμενα ή ακόμα και σε κακόβουλους βανδαλισμούς. Σοβαροί επενδυτές με εγκαταστάσεις άνω των 300kW έχουν συμβόλαια συνεχούς παρακολούθησης με μεγάλα κέντρα λήψεων ενεργειακών σημάτων. Ωστόσο ο επιτόπιος γενικός ενεργειακός έλεγχος κάθε 3 έτη με φορητά όργανα μέτρησης είναι αναντικατάστατος. Ένας πρώτος οδηγός για την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις έγινε από το ΚΑΠΕ, και αποτελεί μέχρι σήμερα μία πρώτη προσέγγιση (http://www.cres.gr/kape/pdf/odigos_pv_systimaton.pdf) σε ότι αφορά τα πρότυπα και τις μετρήσεις που απαιτούνται για την λειτουργική παραλαβή ενός Φ/Β συστήματος. Ένας πλήρης ενεργειακός έλεγχος σε μία εγκατάσταση πεδίου ή κτηρίου γίνεται με βασικό κορμό το πρότυπο EN62446, εμπλουτισμένος με μετρήσεις απόδοσης και ποιότητας ρεύματος, και ενδεικτικά περιλαμβάνει:

- 1) Έλεγχο της μελέτης ή του φακέλου λειτουργικής παραλαβής της εγκατάστασης στο γραφείο, όπου αναγνωρίζονται τα χαρακτηριστικά της υποδομής και καταστρώνεται το πλάνο μετρήσεων πεδίου.
- 2) Οπτικό έλεγχο πεδίου : Είναι ίσως ο πιο σημαντικός, αφού ανθρώπινη οπτική μπορεί να αντιληφθεί τις απόκλισης της κατασκευής από την μελέτη, τις κατασκευαστικές αστοχίες, τις αστοχίες από φθορά ή σημειακές σκιάσεις, και σε ποια τυχόν σημεία θα πρέπει να εστιαστούν οι μετρήσεις.
- 3) Μηχανικούς ελέγχους : Περιλαμβάνουν δειγματοληπτικές μετρήσεις συσφίξεων (σε Nm) και αποκλίσεων από τις κατασκευαστικές στάθμες, καθιζήσεις υποστυλωμάτων, μετατοπίσεις δοκίδων, ή άλλες τυχόν στατικές παραμορφώσεις μεταλλικών μερών και θεμελίων. Στους ελέγχους αυτούς εφόσον γίνονται την ώρα της κατασκευής περιλαμβάνονται επίσης οι έλεγχοι pullout με δυναμόμετρο, όπου δοκιμάζονται δειγματοληπτικά πάσσαλοι με δύναμη εξαγωγής από το έδαφος.
- 4) Θερμογραφικό έλεγχο : Έλεγχος θερμικών αστοχιών hot-spot με υπέρυθη κάμερα στα Φ/Β πάνελ στους ηλεκτρικούς πίνακες και στα ηλεκτρονικά της εγκατάστασης
- 5) Ηλεκτρικούς ελέγχους : Είναι οι έλεγχοι γειώσεων, αντίστασης μόνωσης, ρεύματος βραχυκυκλώσεως διακοπτικών μέσων, έλεγχος απόκρισης ρελέ διαφυγής έντασης, έλεγχος αντικεραυνικής προστασίας, έλεγχος χρόνου επαναφοράς του αντιστροφέα για αποφυγή φαινομένου νησιδοποίησης, έλεγχος επιμέρους και συνολικών διαρροών της εγκατάστασης και όλοι οι σχετικοί έλεγχοι που αναφέρονται στα πρότυπα IEC 60364-4,5,6 & 7, & HD384. Στους ελέγχους αυτούς περιλαμβάνονται και οι έλεγχοι απόδοσης όπως :

- Έλεγχος καμπύλης IV&P : για κάθε ανεξάρτητη συστοιχία Φ/Β πάνελ - με ειδικό αναλυτή καμπύλης IV&P για την εκτίμηση της απόδοσης της κάθε συστοιχίας.
 - Καταγραφή τάσης και έντασης DC : καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας - με καταγραφικό τάσης και έντασης DC.
 - Έλεγχος κατά EN50160 καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας για την ποιότητα της τάσης εμπλουτισμένος με μετρήσεις και για την ένταση και την ισχύ AC (Παραμορφώσεις της τάσης και της έντασης AC, αρμονικές τάσης & έντασης AC, έκχυση αρμονικών ρεύματος DC (0,85), Ασυμμετρίες, Συχνότητα, κλπ) – με αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας.
 - Διακύμανση του συνολικού Βαθμού απόδοσης των Φ/Β πάνελ : {ηλιακή ακτινοβολία W/m2} * {συνολική επιφάνεια του πάρκου} / {την τελικά παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ DC} - Με συνδυασμό δεδομένων από πυρανόμετρο και καταγραφικό τάσης και έντασης DC.
 - Διακύμανση του συνολικού Βαθμού απόδοσης του αντιστροφέα : { την τελικά παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ AC} / {τελικά παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ DC} - Με συνδυασμό δεδομένων αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας AC και καταγραφικό τάσης και έντασης DC, είτε απευθείας με σύγχρονους αναλυτές απόδοσης αντιστροφέων.
 - Διακύμανση του συνολικού Βαθμού απόδοσης Φ/Β εγκατάστασης : {ηλιακή ακτινοβολία W/m2} * {την συνολική επιφάνεια του πάρκου} / {την τελικά παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ AC} - Με συνδυασμό δεδομένων από πυρανόμετρο και αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας AC.
 - Ποσοστό απόκλισης δεδομένων μέτρησης με τα φορητά διακριβωμένα όργανα σε σχέση με τις μετρήσεις του INVERTER ή άλλων καταγραφικών. 6) Σύνοψη - αναφορά που θα περιλαμβάνει όλα τα συμπεράσματα από τις ανωτέρω μετρήσεις, με προτάσεις για βελτίωση, ή αντικατάσταση, ή διόρθωση, ή συντήρηση, και θα αναλύει την απόκλιση από τον στόχο που είχε θέσει η μελέτη αντιπαραβάλλοντας σε γραφικές παραστάσεις :
 - Τα υπόλοιπα μεταξύ της Μετρούμενης και της Αναμενόμενης παραγωγής με βάση την μελέτη
 - Το ποσοστό απόκλισης της Μετρούμενης παραγωγής από την Αναμενόμενη παραγωγή
 - Συντελεστή ενεργειακής επίδοσης ΣΕΕ (Μετρούμενη παραγωγή προς την Αναμενόμενη)
 - Βαθμολογία του πάρκου για κάθε επιμέρους παράγοντα που επηρεάζει την απόδοσή του. Από όλα τα ανωτέρω γίνεται αντιληπτό ότι ο συνολικός βαθμός ευστάθειας ενός Φ/Β συστήματος εξαρτάται από πολλούς επιμέρους παράγοντες, οι οποίοι φθείρονται με τον καιρό είτε από το περιβάλλον, είτε από αστοχίες υλικών, είτε από αρχικές κατασκευαστικές αστοχίες. Για το λόγο αυτό επιβάλλεται σε παραγωγούς που σέβονται την επένδυσή τους πρώτα απ' όλα, να καταφεύγουν σε ολιστικούς ελέγχους κάθε 3 έτη, ή σε συχνότερους επιμέρους τακτικούς ελέγχους.
- Νεότερες μη καταστροφικές μέθοδοι διαγνωστικής αστοχιών σε Φ/Β πάνελ πέραν της κλασσικής υπέρυθρης θερμογραφίας είναι (κατά αύξουσα σειρά του συντελεστή κόστους/οφέλους):
- η Ηλεκτροφωταύγεια (μέτρηση με υπέρυθρη θερμοκάμερα σε πάνελ που τους έχει εφαρμοστεί εξωτερική ηλεκτρεγερτική δύναμη) - EL (Electroluminescence)
 - η Διαγνωστική υπερήχων με χρήση αναλυτών υπερήχων για τον εντοπισμό τώξων ή αλλοιώσεων της μόνωσης καλωδίων – Airborne
 - η Διαγνωστική υπερήχων με χρήση τεχνικών ενδιάμεσης μετάδοσης ή χαμηλής ακουστικής συχνότητας για τον εντοπισμό αστοχιών συναρμογής μεταξύ των υλικών - UT (Ultrasound)
 - η Ραδιογραφία με τη χρήση ακτίνων x για δισδιάστατες λήψεις – Παρόμοιες με τις νοσοκομειακές εφαρμογές : x-ray
 - η ακόμα και Αξονική τομογραφία με αναλυτική χρήση ακτίνων x – CATScan ή CT (Computed Tomography)

13.15 Μετρήσεις θερμικών ηλιακών συστημάτων

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα αποτελούν την σημαντικότερη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας στο Ελλαδικό χώρο. Κυρίαρχη χρήση των θερμικών ηλιακών στην Ελλάδα είναι η παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης ΖΝΧ και δευτερευόντως για θέρμανση χώρων, ενώ η τεχνολογία ηλιακής ψύξης χώρων απαριθμεί ελάχιστες εφαρμογές. Πρότυπα που περιγράφουν τις απαιτήσεις των κατασκευαστών αλλά και των τελικών συστημάτων είναι τα EN12975, EN12976, και EN12977, ενώ αναφορικά με την συνολική ενεργειακή τους απόδοση οι τρόποι υπολογισμού αναλύονται στο EN15316-4-3. Επειδή τα θερμικά ηλιακά συστήματα συνήθως εγκαθίστανται σε συνεργασία με άλλα συστήματα (υβριδικές εφαρμογές – εξαιτίας του ότι συνήθως δεν εξασφαλίζουν την κάλυψη του 100% του ζητούμενο φορτίου), υπάρχει αντίστοιχα και μια τεράστια ποικιλία και πολυπλοκότητα στους υπολογισμούς της απόδοσής τους. Για παράδειγμα εκτός από την ηλιακή ακτινοβολία που δύναται να μετράται καθ' όλη την διάρκεια του έτους, οι υπόλοιποι συντελεστές, όπως συντελεστής θερμικής απολαβής συλλέκτη, συντελεστής θερμικών απωλειών συλλέκτη, και συντελεστής διαπερατότητας & απορροφητικότητας συλλέκτη, είναι διαφορετικοί από κατηγορία σε κατηγορία πάνελ, από κατασκευαστή σε κατασκευαστή και από χώρα σε χώρα. Ενδεικτικά σύμφωνα με το πρότυπο EN12975, ο συντελεστής απόδοσης των θερμικών ηλιακών έπεται από προσομοιώσεις και παλινδρομήσεις δίδεται από την σχέση : $n = n_0 - a_1 \cdot (T_m - T_a) / G - a_2 \cdot (T_m - T_a)^2 / G$, όπου n_0 : μηδενικού βαθμού συντελεστής θερμικών απωλειών a_1 : ο πρώτου βαθμού συντελεστής θερμικών απωλειών a_2 : ο δεύτερου βαθμού συντελεστής θερμικών απωλειών, ο οποίος για την Ελλάδα τείνει στο μηδέν T_a : θερμοκρασία περιβάλλοντος T_m : μέση θερμοκρασία συλλέκτη G : ηλιακή ακτινοβολία σε W/m^2 [175] Συνακόλουθα η Ωφέλιμη Θερμική Ισχύς : $P = A \cdot (n_0 \cdot G - a_1 \cdot (T_m - T_a))$, όπου A : επιφάνεια συλλέκτη (m^2) $n_0 = FR \cdot (\tau \cdot \alpha)$: μηδενικού βαθμού συντελεστής θερμικών απωλειών - δίδεται ύστερα από μετρήσεις σε διακριβωμένα εργαστήρια από τους κατασκευαστές FR : συντελεστής θερμικής απολαβής του συλλέκτη τ : διαπερατότητα του διαφανούς καλύμματος του συλλέκτη στην ηλιακή ακτινοβολία α : απορροφητικότητα του απορροφητήρα στην ηλιακή ακτινοβολία $a_1 = FR \cdot UL$: ο πρώτου βαθμού συντελεστής θερμικών απωλειών - δίδεται ύστερα από μετρήσεις σε διακριβωμένα εργαστήρια από τους κατασκευαστές FR : συντελεστής θερμικής απολαβής του συλλέκτη UL : συνολικός ισοδύναμος συντελεστής θερμικών απωλειών του συλλέκτη ($W/m^2/^\circ C$) και ανάλογα με την συνδεσμολογία του κάθε κυκλώματος (υβριδική εφαρμογή) οι τύποι αυτοί με βάση το EN15316-4-3 μεταβάλλονται πολύ διαφορετικά από σύστημα σε σύστημα. Με βάση λοιπόν τα ανωτέρω και την μέθοδο καμπυλών f για παραγωγή ΖΝΧ που δίδεται αναλυτικά στην TOTEE με θεματική ενότητα ΔΕ4 «ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ» στα θερμικά ηλιακά συστήματα οι κυρίαρχες μετρήσεις επιγραμματικά είναι:

- οι μετρήσεις θερμοκρασίας (στα δίκτυα σωληνώσεων, στα θερμικά ηλιακά πάνελ, στους εναλλάκτες θερμότητας και στις δεξαμενές αποθήκευσης)
- οι μετρήσεις παροχής νερού (σε επιλεγμένες διατομές του δικτύου σωληνώσεων),
- οι μετρήσεις της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας ($kWh/(m^2 \cdot day)$ ή W/m^2 - πυρανόμετρο)
- οι ωρομετρήσεις των καταστάσεων ενεργητικών στοιχείων (κυκλοφορητές, τρίοδες βάνες, ηλεκτρικές αντιστάσεις, κλπ)
- σε υβριδικές περιπτώσεις που είναι και η πιο συνηθισμένη περίπτωση, όπου το σύστημα ενισχύεται και από άλλα συστήματα ανάκτησης θερμότητας ή υδρόψυκτα chiller για παραγωγή ΖΝΧ, ή ηλεκτρικές αντιστάσεις, ή ακόμα και αντλίες θερμότητας (κοινές υψηλής απόδοσης, γεωθερμικές ή απορρόφησης), επιβάλλεται και η μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος, καθώς και η αντίστοιχη μέτρηση της ροής, και της θερμοκρασίας εισόδου και εξόδου του κάθε επιμέρους υποσυστήματος που συνεισφέρει στην συγκεκριμένη εγκατάσταση. Σε περίπτωση που το υποσύστημα λειτουργεί με ψυκτικό κύκλο, επιβάλλεται επιπλέον και η παρακολούθηση της διακύμανσης του εποχικού συντελεστή απόδοσης θερμού SCOP και ψυχρού SEER νερού αντίστοιχα. Τέλος επισημαίνεται, πως σε μεγάλα συστήματα θερμικών ηλιακών για βιομηχανικές ή άλλες κτηριακές εφαρμογές η χρήση αυτοματισμών με controllers ή PLCs είναι αναπόφευκτη, επειδή οι μεταβλητές που πρέπει να διαχειρίζεται το κάθε σύστημα είναι πολλές, με σύνθετες

λογικές πράξεις. Ως εκ τούτου στα συστήματα αυτά συνηθίζεται να γίνεται καταγραφή των δεδομένων σε αρχεία txt ή csv, με αποτέλεσμα ο ενεργειακός [176] ελεγκτής να μπορεί με ταυτόχρονη γραφική απεικόνιση της διακύμανσης των μεταβλητών αυτών να συνθέσει τα συμπεράσματά του για τυχόν απώλειες ή αναζήτηση δυναμικού ΕΞΕ μέσα από ρυθμίσεις ή έργα ΕΞΕ. 11.10.3 Μετρήσεις Γεωθερμικών συστημάτων

Η συνδεσμολογία στα γεωθερμικά συστήματα συγκαταλέγει συνήθως τέσσερα κύρια μέρη: • Γεωθερμικό Φρέαρ

- Αποθήκη Νερού
- Εναλλάκτης Θερμότητας (Ε/Θ)
- Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (ΓΑΘ)

13.16 Αξιολόγηση συστημάτων BMS, EMS, BEMS & SCADA

Έχει παρατηρηθεί ότι εξοπλισμοί με την καλλίτερη ενεργειακή απόδοση στην αγορά, δύναται να λειτουργούν με πολύ χαμηλό βαθμό απόδοσης, λόγω της συνήθειας να χρησιμοποιούνται κοινές πρακτικές στο BMS, όπως μας παραδόθηκε από το έτος κατασκευής του κτηρίου, του Ξενοδοχείου ή της Βιομηχανίας. Αντιθέτως η λειτουργία των αυτοματισμών δεν πρέπει να είναι ποτέ δεδομένη, και η αναζήτηση του βέλτιστου σημείου λειτουργίας είναι μία συνεχής αναζήτηση για τους χειριστές και υπευθύνους μηχανικούς της οποιασδήποτε παραγωγικής διαδικασίας. Επίσης έχει διαπιστωθεί σε πολλές περιπτώσεις, ότι μία λάθος ένδειξη σε ένα αισθητήριο, μπορεί να αποδειχθεί μοιραία για την λειτουργία την σπατάλη ενέργειας και την ασφάλεια των εξοπλισμών και των υπαλλήλων ενός κτηρίου ή μιας επιχείρησης. Για το λόγο αυτό συνηθίζεται σε μεγάλους οργανισμούς να γίνεται κάθε 3- 5 χρόνια η διαδικασία του RC (Re-Commissioning : Επαναπροσδιορισμός της λειτουργικής παραλαβής) από μία ανεξάρτητη εταιρεία (third party). Οι βασικότεροι λόγοι για να προχωρήσει μία εταιρεία σε RC σύμφωνα με τα συμπεράσματα του αντίστοιχου ευρωπαϊκού προγράμματος Re-Co (<http://www.re-co.eu/>) είναι επειδή:

1. Καθιστά δυνατή τη μείωση της κατανάλωσης και του ενεργειακού κόστους μέσω της άμεσης εφαρμογής μέτρων χαμηλού ή μηδενικού κόστους. Διεθνείς εφαρμογές δείχνουν ότι είναι ρεαλιστικό να αναμένουμε άμεσα εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 10% (Στην πράξη όμως, σε δημόσια και ιδιωτικά κτήρια του τριτογενούς τομέα η εξοικονόμηση σε συνδυασμό με εφαρμογές όπως, free cooling, night cooling, mixed mode ventilation, matching to occupancies μπορεί να επιφέρει εξοικονόμηση έως και 40%).
2. Έχει πολύ μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα από απλώς έναν ενεργειακό έλεγχο, γιατί τα μέτρα χαμηλού ή μηδενικού κόστους δεν ανιχνεύονται απλώς, αλλά επιπλέον εφαρμόζονται και επιτόπου. Επίσης στα πλαίσια ενός ενεργειακού ελέγχου σύμφωνα με το EN16247, σίγουρα ο ελεγκτής δεν έχει τις περισσότερες φορές την αρμοδιότητα να ελέγξει ή να εξακριβώσει σε βάθος τέτοιου είδους αποκλίσεις.
3. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις όπου Συμβάσεις Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΕΑ) για διάφορους λόγους δεν είναι εφαρμόσιμες από τρίτους ανεξάρτητους φορείς.
4. Είναι το κατάλληλο εργαλείο για σύνθετα κτήρια, συμπεριλαμβανομένων εκείνων με υψηλές απαιτήσεις για ασφάλεια λειτουργίας (π.χ. νοσοκομεία, datacenters, διαχείριση αποβλήτων, αεροδρόμια κλπ), ακριβώς γιατί διεξάγεται εύκολα, χωρίς να απαιτείται η διακοπή της λειτουργίας της επιχείρησης.
5. Είναι ένας τρόπος για να ξεκινήσει η επιχείρηση άμεσα δράσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης μέσα από την βελτιστοποίηση και τη ρύθμιση του BMS.

Δεν είναι λίγες περιπτώσεις που σε εγκαταστάσεις με ηλικία μεγαλύτερη των πέντε ετών, η κακή εφαρμογή ενός αισθητηρίου ή εντός μετρητή ή ακόμα και η έλλειψη βαθμονόμησής τους γίνεται αιτία για σοβαρή σπατάλη ενέργειας. Για την αξιολόγηση λοιπόν των συστημάτων αυτών χρειάζεται από την πλευρά των ενεργειακών ελεγκτών μία σχετική εξοικείωση με την λειτουργία των ίδιων των Η/Μ εξοπλισμών, αλλά και με την χρήση τέτοιων συστημάτων. Συνακολούθως σε

κάθε περίπτωση ο ενεργειακός ελεγκτής οφείλει (σε ότι αφορά το BMS) να ζητήσει από τον ενεργειακό υπεύθυνο της επιχείρησης:

1. Το αρχικό commissioning file ή/και το Re-commissioning file εφόσον υπάρχει
2. Το motor list της συγκεκριμένης εγκατάστασης
3. Το block διάγραμμα των αυτοματισμών
4. Την ανάπτυξη των αυτοματισμών στην κάτοψη ή σε H/M σχέδιο
5. Τον κατάλογο με τους αυτοματισμούς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους
6. Εγχειρίδιο χειρισμού και λειτουργίας των αυτοματισμών (set-points, χρονοπρογράμματα, κλπ) ώστε να αξιολογήσει τους αυτοματισμούς με βάση τα πρότυπα EN15232 ή ISO16484 και να προτείνει μέτρα για την βελτίωση του συστήματος.

Είναι πράγματι σπουδαία η διαδικασία αξιολόγησης της υφιστάμενης κατάστασης χρησιμοποιώντας τους καταλόγους των ανωτέρω προτύπων και ως προς την κατανόηση του ελεγκτή, αλλά και ως προς την επιλογή της εναλλακτικής λύσης για ΕΞΕ, που μετουσιώνεται στα αντίστοιχα προτεινόμενα μέτρα. Αν για παράδειγμα ο υφιστάμενος αυτοματισμός αξιολογείται στην κατηγορία C, θα πρέπει να γνωρίζει ο ελεγχόμενος καταναλωτής ότι με το σχέδιο δράσης 1, θα αναβαθμιστεί στην κατηγορία B και θα πληρώσει το ποσό X με απόσβεση σε 1 χρόνο, ενώ με το σχέδιο δράσης 2, θα αναβαθμιστεί στην κατηγορία A και θα πληρώσει το ποσό Ψ με απόσβεση στα 3 χρόνια. Ακόμα όμως και η ίδια η τεκμηρίωση του χρόνου απόσβεσης από πλευράς ενεργειακού ελεγκτή απαιτεί αναλυτικά στοιχεία της υφιστάμενης καταναλωτικής συμπεριφοράς. Επίσης αξιολογώντας ένα σύστημα EMS ή ένα σύστημα BEMS θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας και το ενεργειακό ισοζύγιο της ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας που προκύπτει έμμεσα από τον κατάλογο κινητήρων, και το εγχειρίδιο χειρισμού και λειτουργίας των αυτοματισμών, αλλά και από το διάγραμμα ροής των αυτοματισμών. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούσαμε ξεχωρίζοντας τις χρήσεις (πχ φωτισμός, γραμμή παραγωγής 1, γραμμή παραγωγής i, ZNX, ατμός, πεπιεσμένος αέρας, κλιματισμός, βιομηχανική ψύξη, θέρμανση κλπ) να εντοπίσουμε που χρειάζεται ενδεχομένως επιπλέον μετρητής ενέργειας, ή επέκταση των καταγραφών αναλογικών σημάτων ή απαριθμητών (θερμοκρασία, πίεση, κατάσταση καυστήρα, κλπ). Η επιλογή λοιπόν της προτεινόμενης επέκτασης πρέπει να γίνεται με γνώμονα την αξιοποίηση των δεδομένων, που αφορούν τις ανεξάρτητες μεταβλητές σε σχέση με την κατανάλωση ενέργειας ή/και την ζήτηση ισχύος (όταν αυτό έχει οικονομικό αντίκρισμα στο τιμολόγιο ενέργειας), ή αλλιώς την οργάνωση της παρακολούθησης μέσω ενός επιμέρους δείκτη, ή μιας νέας επιμέρους baseline, με προοπτική την μείωση της αβεβαιότητας κατά την σύνταξη του ενεργειακού ισοζυγίου. Διάκριση μεταξύ BMS-EMS-BEMS Στις επιχειρήσεις λόγω της διάχυσης της διαφήμισης ή της στρέβλωσης στην αγορά, και λόγω των διαφορετικών πολιτικών που ακολουθούνται από επιχείρηση σε επιχείρηση (είτε από ιδιαίτερες νομικές απαιτήσεις, είτε από υποχρεώσεις συστημάτων ISO, είτε από ανάγκη για τεκμηρίωση της λειτουργικότητας και του κόστους παραγωγής, είτε για καθαρά οικονομικούς λόγους κόστους των συστημάτων), μπορεί αν συναντήσει κανείς τα εξής συστήματα: 1) BMS, 2) EMS και 3) BEMS (Building Energy Management System). Το βέλτιστο βέβαια είναι το σύστημα BEMS. Ωστόσο, για παράδειγμα, αυτό που συνήθως συναντάται είναι:

α) Το υφιστάμενο σύστημα διαχείρισης BMS χρειάζεται επιμέρους μετρητές ενέργειας, προκειμένου να τεκμηριώνεται το ποσοστό συμμετοχής των χρήσεων ή των επιμέρους γραμμών παραγωγής αντίστοιχα, οπότε προτείνεται να αναβαθμίζεται το BMS σε BEMS.

β) Τα συστήματα EMS και BMS ανήκουν σε διαφορετικούς κατασκευαστές, οπότε πρέπει να αξιολογείται η περίπτωση της ενοποίησής τους (στο βαθμό πάντα που είναι οικονομικά συμφέρον) σε ένα ενιαίο σύστημα BEMS, ώστε να προκύπτει αβίαστα από ένα σύστημα η παρακολούθηση των ενεργειακών δεικτών, με την προοπτική της πρόβλεψης στην αμέσως επόμενη ώρα.

γ) Σε πολύ μεγάλες επιχειρήσεις υπάρχουν περισσότερα του ενός συστήματα BMS και EMS, γεγονός που καθιστά σχεδόν αδύνατη από οικονομικής απόψεως την ενοποίησή τους.

Στην περίπτωση αυτή αναζητούνται κοινές ανοικτές πλατφόρμες συλλογής δεδομένων όπως Niagara, IoT (Internet of Things), ή Optimus (Smart Cities), ή ακόμα και υλοποίηση ιδιόκτητων εφαρμογών συλλογής δεδομένων, όπου δύναται να αποστέλλονται τα δεδομένα με σκοπό την συγκέντρωσή τους και την διευκόλυνση της παρακολούθησης των ενεργειακών δεικτών. [Ειδικότερα τα συστήματα BMS απαρτίζονται από τα παρακάτω συνήθη χαρακτηριστικά: AKE (Αποκεντρωμένα Κέντρα Ελέγχου - Επιμέρους κεντρικές μονάδες που συλλέγουν και διαχειρίζονται πεπερασμένο αριθμό σημάτων και δύναται να συνδεθούν μεταξύ τους μέσω ενός πρωτοκόλλου επικοινωνίας RS485, Ethernet, ή κοινά πρωτόκολλα κατασκευαστών όπως Modbus, Profibus, Lonworks, Canbus, Bacnet, κλπ) Μονάδες I/O : DI-Digital Input (τάσης, transistors PNP/NPN, ξηρής επαφής, επαφής Solid State, Counter- Απαριθμητών, Παροχής, Θερμίδων ή Ηλεκτρικής ενέργειας, Ωρομετρητές, κλπ), AI-Analog Input (-5V...+5V, 0...10V, 4...20mA, 0...20mA κλπ), DO-Digital Output (relay, transistor PNP/NPN, ξηρής επαφής, Solid State relay, Counter κλπ), AIAAnalog Output (-5V...+5V, 0...10V, 4...20mA, 0...20mA, Solid State Analog κλπ) Αισθητήρια (θερμοκρασίας, υγρασίας, πίεσης, CO₂, CO, στάθμης δεξαμενών κλπ) Μετρητές ή Αναλυτές Ενέργειας και Ισχύος (Ηλεκτρικής ή Θερμικής) Ενεργοποιητές (relay, Solid State Relay, Ηλεκτροβάνες, Τρίοδες βάνες, Ρυθμιστές στροφών, Ρυθμιστές περσίδων ΚΚΜ κλπ) Επικοινωνία & Μετάδοση δεδομένων (είτε μεταξύ AKE με τα πρωτόκολλα που προαναφέρθηκαν, είτε με converters που μεταφράζουν τα πρωτόκολλα με άλλα που είναι ήδη διαθέσιμα, ή αναγνώσιμα, ή αντίστοιχα συμβατά, είτε μέσω μιας ανώτερης στάθμης δεδομένων στο επίπεδο του Ethernet (θύρα RJ45), προκειμένου για ανάγνωση τοπικά (δίκτυο LAN), είτε απομακρυσμένα (WEB interface), είτε μέσω ειδικών θυρών 9-pin, USB, οπτική θύρα, είτε μέσω ασύρματης ζεύξης 2 ή περισσότερων σημείων, είτε μέσω Zigbee, είτε μέσω σύνδεσης IoT εφόσον στο σύστημα υπάγονται έξυπνες συσκευές κλπ) Μνήμη καταχώρησης δεδομένων (σε MB ή GB προκειμένου και για την καταγραφή σε εσωτερική μνήμη του συστήματος, είτε σε αποσπώμενη μνήμη τύπου Stick-USB, ή Smartcard, αλλά ταυτόχρονα και με δυνατότητα καταγραφής των δεδομένων σε τοπικό δίσκο H/Y που είναι μόνιμα συνδεδεμένος με τον κεντρικό ελεγκτή μεταξύ των υπολοίπων AKE - μέσω converter, ή απευθείας μέσω Ethernet ή USB, ή θύρας 9-pin για παλαιότερα συστήματα – και φέρει το πρόγραμμα οπτικοποίησης και καταγραφής των δεδομένων του συστήματος SCADA). Όλες οι ανωτέρω προδιαγραφές πρέπει να συνθέτουν μία λειτουργική λύση προσαρμοσμένη στις ιδιαίτερες ανάγκες του καταναλωτή, που θα εξυπηρετεί τον χρήστη ή τον ενεργειακό διαχειριστή, και δεν θα είναι δέσμια του marketing ή του ανταγωνισμού μεταξύ των εταιριών με ιδιόκτητα πρωτόκολλα, που ενίοτε είναι είτε δύσκολα επεκτάσιμα, είτε ασύμβατα με τα πιο κοινά προϊόντα (θερμιδομετρητές, αναλυτές ηλεκτρικής ενέργειας, τρίοδες βάνες, inverters, κλπ), είτε ακριβά στην διαδικασία της ενοποίησής τους με άλλα (ακριβώς επειδή δεν είναι ανοικτά τα πρωτόκολλα επικοινωνίας τους).