



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ ΚΟΖΑΝΗΣ

Ανθεμίδου Τερέζα

ΑΕΜ: 583

Επιβλέπων καθηγητής: Πανάρας Γεώργιος



Κοζάνη, Νοέμβριος 2016

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στην Κοζάνη το έτος 2015-16, για το τμήμα μηχανολόγων μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας από την Τερέζα Ανθεμίδου.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την πολύτιμη βοήθεια τους σε όλη την διάρκεια της εργασίας μου τον φίλο, παλαιό συμφοιτητή και μελλοντικό συνάδελφο Σωκράτη Πούλιο, τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Πανάρα και την Δρ. κα. Παπαδοπούλου Έλενα.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το διοικητικό προσωπικό του δημοτικού κολυμβητηρίου Κοζάνης για την βοήθεια του κατά την περάτωση της διπλωματικής μου εργασίας. Ακόμη, ευχαριστώ πολύ όλους τους φίλους μου και την οικογένεια μου για την συμπαράσταση που μου παρείχαν το διάστημα αυτό.

Ανθεμίδου Τερέζα

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία γίνεται αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς του Δημοτικού Κολυμβητηρίου Κοζάνης και πρόταση μέτρων αναβάθμισης αυτής. Η ανάλυση γίνεται στη βάση της μεθοδολογίας που προτείνει ο KENAK και χρησιμοποίησε το σχετικό λογισμικό TEE-KENAK.

Το πρώτο μέρος της εργασίας περιλαμβάνει τα θεωρητικά στοιχεία σχετικά με την εφαρμογή του KENAK στον κτιριακό τομέα και τα οφέλη της εξοικονόμησής ενέργειας. Η ευρωπαϊκή κοινότητα παρέχει αξιόλογες επιχορηγήσεις που αναλύονται εκτενώς στην παρούσα διπλωματική. Στη συνέχεια ακολουθεί περιγραφή του στόχου 20-20-20 και των ενεργειών τις πολιτείας για την εκπλήρωση του. Τέλος, γίνεται αναφορά στατιστικών δεδομένων που σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας σε Ελλάδα και Ευρώπη.

Στο δεύτερο μέρος γίνεται περιγραφή των συνθηκών άνεσης που πρέπει να εξασφαλίζονται σε ένα χώρο. Στη συνέχεια αναλύεται η σημασία της μόνωσης στην σύγχρονη κοινωνία σε συνδυασμό με τις ευρωπαϊκές περιβαλλοντικές επιταγές. Επίσης, μελετάται η θερμομόνωση και ο ρόλος της στην αποδοτική λειτουργία του κτιρίου. Ακολουθεί περιγραφή διάφορων μορφών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η αρχή λειτουργίας τους. Στην συνέχεια, μελετήθηκαν οι καταλληλότερες παρεμβάσεις σε αθλητικούς χώρους και πιο διεξοδικά σε κολυμβητήρια. Τα κολυμβητήρια παρουσιάζουν υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας λόγω ανάγκης θέρμανσης της πισίνας και του κίνδυνου έλλειψης συνθηκών άνεσης, λόγω υγρασίας και υπερθέρμανσης από το νερό της πισίνας. Καταλυτικά, γίνεται περιγραφή του KENAK και ο ρόλος του ενεργειακού επιθεωρητή στην έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.

Στο τρίτο μέρος γίνεται αναλυτική περιγραφή του κτιρίου προς μελέτη και παρατίθενται στοιχεία των συστημάτων κάλυψης θερμικών και ψυκτικών φορτίων και των ηλεκτρικών καταναλώσεων από ηλεκτρικές συσκευές και συστήματα. Ακόμη, μελετάται η ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου και καταγράφονται οι ενεργειακές καταναλώσεις και τα ενεργειακά κόστη των τελευταίων χρονών.

Στο τέταρτο μέρος γίνεται προσομοίωση του κτιρίου με το λογισμικό KENAK. Με το λογισμικό αυτό εκτιμάται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, φωτισμός, ζεστό νερό χρήσης) και συνολικά, ώστε να προκύψει η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου.

Στο πέμπτο μέρος της διπλωματικής παρουσιάζονται διάφορες προτάσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου, μέσω των προβλημάτων που εντοπίστηκαν από την ενεργειακή επιθεώρηση, οι οποίες με τη σειρά τους προσομοιώνονται μέσω του ίδιου προγράμματος ώστε να γίνει η αξιολόγηση των προτεινόμενων λύσεων. Τέλος, γίνεται μία οικονομική ανάλυση των παρεμβάσεων με βάση τα οικονομικά δεδομένα της Ελλάδας για την εξακρίβωση της οικονομικής σκοπιμότητας των παρεμβάσεων

Στο έκτο μέρος παρατίθενται τα βασικά συμπεράσματα στα οποία καταλήγει η διπλωματική εργασία.

Abstract

At present work, the evaluation of the energy performance of the Municipal Swimming Pool of Kozani takes place. The analysis is based on the methodology and the respective software proposed by the adopted EPBD in Greece, KENAK.

The first part of the work includes theoretical information about the implementation of KENAK in the building sector and the benefits of energy saving. The European community provides significant subsidies which are discussed in depth in this thesis. Then, there is a description of the target <<20-20-20>> and the actions of the state to fulfill it. Finally, there is statistical data related to energy consumption in Greece and Europe.

The second part is a description of conditions of comfort which must be met in a room. Then, my thesis analyzes the importance of insulation in modern society in conjunction with the European environmental subsidies. Thermal insulation and its role in the efficient function of the building is also analyzed. Furthermore, there is a description of various forms of renewable energy sources and their operating principle. Also, in the second chapter, the most suitable upgrades in sports venues and in more detail in natatoriums are studied. Natatoriums present a higher energy consumption due to the necessity of heating the pool and the danger of lack of comfort conditions which is caused by the pool water overheating and humidifying the natatorium. Finally, it includes a description of KENAK and the role of energy auditor in issuing an energy performance certificate.

The third part is a detailed description of the building with a list of thermal systems, cooling loads and power consumption of electrical devices and systems. Furthermore, this paper cites the energy behavior of the building and records the energy consumption and energy costs in recent years.

The fourth part is a simulation of the building with the KENAK software. This software estimates the primary energy consumption of the building by use (heating, cooling, ventilation, lighting, hot water) and the total energy consumption to provide the energy classification of the building.

The fifth part of the thesis presents various proposals concerning the energy upgrade of the building, based on the problems identified in the energy audit, which are simulated in the same program in order to evaluate the proposed solutions. Finally, there is an economic analysis of courses of action, based on the economic data of the country, in order to verify the economic feasibility of the interventions.

The sixth part presents the main conclusions drawn by the bachelor's thesis.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ ΚΟΖΑΝΗΣ

1.Εισαγωγή – Στόχος της εργασίας	σ.7
1.1 Η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Ελλάδα και Ευρώπη	σ.7
1.2 Σχετική νομοθεσία (20-20-20)	σ.10
1.3 ΚΕΝΑΚ	σ.18
1.4 Στατιστικά δεδομένα	σ.24
2.Ενεργειακή αναβάθμιση. Η περίπτωση των αθλητικών χώρων	σ.29
2.1 Συνθήκες άνεσης	σ.29
2.2 Εξοικονόμηση ενέργειας	σ.31
2.2.1Μόνωση	σ.32
2.2.2Αντικατάσταση κουφωμάτων	σ.41
2.2.3 Βελτίωση αποδοτικότητας συσκευών	σ.42
2.2.4Φωτισμός	σ.47
2.3 Τεχνολογίες ΑΠΕ	σ.48
2.4 Η περίπτωση των αθλητικών χώρων	σ.64
3. Το κτίριο προς μελέτη.	
3.1 Δημοτικό κολυμβητήριο Κοζάνης	σ.73
3.2 Κέλυφος	σ.74
3.3 Χαρακτηριστικά επιμέρους χώρων-Στοιχεία χρήσης	σ.74
3.4 Ενεργειακά Συστήματα	σ.75
3.5 Ενεργειακή Συμπεριφορά	σ.77
4. Υπολογισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίου (Λογισμικό ΚΕΝΑΚ)	
4.1 Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου	σ.85
4.2 Το υπολογιστικό εργαλείο ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ	σ.86

4.3 Εφαρμογή του λογισμικού KENAK στο υπό μελέτη κτίριο	σ.87
4.4 Κτίριο	σ.88
4.5 Ζώνη 1	σ.89
4.6 Στοιχεία κελύφους	σ.87
4.7 Επαφή με το έδαφος	σ.92
4.8 Διαφανείς Επιφάνειες κελύφους	σ.93
4.9 Συστήματα	σ.100
4.10 Μηχανικός αερισμός	σ.101
4.11 Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης	σ.102
4.12 Σύστημα φωτισμού	σ.104
4.13 Αποτελέσματα-Ενεργειακή κατάσταση	σ.105
4.14 Απαιτήσεις-Κατανάλωση	σ.106
4.14.1 Σύγκριση απαίτησης-κατανάλωσης (Υπάρχον κτίριο)	σ.106
4.14.2 Κτίριο Αναφοράς/Απαιτήσεις-Κατανάλωση	σ.108
5. Προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισης. Υπολογισμός βελτίωσης ενεργειακής αποδοτικότητας.	
5.1 Φωτοβολταϊκά	σ.110
5.2 Ηλιακός συλλέκτης	σ.111
5.3 Διαφανείς Επιφάνειες	σ.113
5.4 Αδιαφανείς Επιφάνειες	σ.114
5.5 Φωτισμός	σ.115
5.6 Διατάξεις ελέγχου και αυτοματισμών	σ.116
5.7 Σύστημα ζεστού νερού χρήσης	σ.116
5.8 Απαιτήσεις-Κατανάλωση	σ.118
5.9 Ανάλυση κόστους-οφέλους	σ.120
5.10 Επιπρόσθετες Η/Μ παρεμβάσεις	σ.120
6. Συμπεράσματα	σ.122

1.Εισαγωγή-Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ενεργειακή επιθεώρηση του δημοτικού κολυμβητηρίου Κοζάνης και η μελέτη της ενεργειακής απόδοσης του, μέσω της μεθοδολογίας που προτείνει ο ΚΕΝΑΚ και της χρήσης του αντίστοιχου λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ. Η διερεύνηση περιλαμβάνει την πρόταση τεχνικών παρεμβάσεων με στόχο τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και το χαρακτηρισμό του ως κτιρίου ενεργειακά αποδοτικού. Επιπρόσθετα, μελετάται η οικονομική σκοπιμότητα της εκάστοτε παρέμβασης.

Στο παραπάνω πλαίσιο πραγματοποιήθηκε θεωρητική διερεύνηση σχετικά με τις αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού, εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης συστημάτων ΑΠΕ στα κτίρια, με έμφαση στην περίπτωση των αθλητικών κέντρων και ειδικά των κολυμβητηρίων, και με γνώμονα τις αρχές και τη μεθοδολογία που προβλέπει ο ΚΕΝΑΚ. Βασικό στοιχείο της αξιολόγησης αποτέλεσαν οι επιτόπιες επισκέψεις και έρευνα, η συλλογή στοιχείων και η συνεπακόλουθη προσομοίωση της συμπεριφοράς αυτού με τη βοήθεια του λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.

1.1 Η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα.

1.1.1. Ο ρόλος της πολιτείας στην εξοικονόμηση ενέργειας

Στην Ελλάδα σε αντίθεση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες η πολιτεία έχει μεριμνήσει λιγότερο με την επιβολή μέτρων και κινήτρων για την βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του υπάρχοντος σπάταλου κτιριακού τομέα. Σήμερα μια ελληνική οικογένεια ξοδεύει για θέρμανση και ζεστό νερό όσο μια οικογένεια στις βόρειες και ψυχρές χώρες τις Ευρώπης και διπλάσια από ότι σε παρομοίου τύπου χώρες όπως η Ισπανία (Τράπεζα Ελλάδος, Ιούνιος 2011).

Η απουσία σωστής μελέτης μηχανικού στην εγκατάσταση συστημάτων ψύξης έχει επιδεινώσει την κατάσταση. Μία τυπική ελληνική κατοικία συγκαταλέγεται στις πιο ενεργοβόρες για την ευρωπαϊκή κοινότητα. Στα επόμενα χρόνια αναμένεται αυξητική τάση της σπατάλης σε ηλεκτρική ενέργεια, μέγεθος που δύσκολα θα καθίσταται οικονομικά βιώσιμο (Τράπεζα Ελλάδος, Ιούνιος 2011).

Η ανάγκη για θέρμανση, ψύξη και παράγωγη ζεστού νερού χρήσης στα κτίρια αποτελεί λίγο λιγότερο από το μισό της συνολικής αγοράς ενέργειας στην Ευρώπη (Ενεργειακή Μελέτη Δημόσιου Κτιρίου, Παπαγιάννης, 2010). Μεγάλο μέρος της καταναλισκόμενης ενέργειας παράγεται από καύσιμα βλαβερά για το περιβάλλον. Η καύση αυτών σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τέλος, η εξοικονόμηση ενέργειας και η εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κρίνεται αναγκαία μιας και τα τελευταία χρόνια το μέσο οικογενειακό εισόδημα αδυνατεί να καλύψει της ανάγκες του στην απαιτούμενη παραγωγή ενέργειας από συμβατικά καύσιμα. Οι ανανεώσιμες πηγές

ενέργειας δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον και το κόστος τους αφορά μόνο το κόστος εγκατάστασης συστήματος.

Εξαιτίας της μεγάλης εξάρτησης του ενεργειακού εφοδιασμού από τις χώρες του τρίτου κόσμου (πάνω από 50 %), προτεραιότητα αποτελεί η θέσπιση μέτρων για την ορθή διαχείριση συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης κυρίως με την βιοκλιματική αρχιτεκτονική (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Βρυξέλλες 2014). Η Ελλάδα λόγω κλίματος και αφθονίας ηλιακής ενέργειας και άλλων ανανεώσιμων μορφών ενέργειας παρέχει πολλές ευκαιρίες για βιοκλιματική αρχιτεκτονική στα κτίρια της, οι οποίες δεν έχουν αξιοποιηθεί σωστά μέχρι σήμερα. Στα υπόλοιπα κράτη μέλη της ευρωπαϊκής κοινότητας έχουν θεσπιστεί αυστηρά μετρά που αφορούν την ενεργειακή συμπεριφορά κτιρίων και τα όποια δεν τίθενται σε εφαρμογή αν δεν υπάρχει εμπεριστατωμένη και διαπιστευμένη ενεργειακή μελέτη για αυτά. Επιπλέον, στην Ευρώπη υπάρχουν υψηλές απαιτήσεις ακόμη και για τα υλικά που χρησιμοποιούνται, καθώς και για την τοποθέτηση τους. Η ενεργειακή επιθεώρηση αξιολογείται συνέχεια με τον έλεγχο της επιτυχίας των μέτρων που πάρθηκαν για την συγκεκριμένη ενεργειακή ανάλυση. Στον Ελλαδικό χώρο έχουν παρθεί πρόσφατα μέτρα βελτίωσης ενεργειακής αποδοτικότητας και γίνεται έλεγχος της μελέτης που εκπονήθηκε από τον επιθεωρητή. Είναι αναγκαία η παρουσία πρωτοβουλίας από την πολιτεία με στόχο την προώθηση μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και προστασίας του περιβάλλοντος.

1.1.2 Θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα για εξοικονόμηση ενέργειας

Στην Ελλάδα έχει θεσπιστεί ένα ολοκληρωμένο θεσμικό πλαίσιο με στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού τομέα και την μείωση της καταναλώμενης ενέργειας.

Πιο συγκεκριμένα,

- Νόμος 3855/2010 Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις.
- Νόμος 3851/2010 Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (Δεσμευτικοί εθνικοί στόχοι για διείσδυση ΑΠΕ στην τελική ενεργειακή κατανάλωση μέχρι το 2020).
- Νόμος 3661/2008 Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις.

Ακόμη, η πολιτεία έχει θέσει ως στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 9% ως το 2016 και έχει εγκρίνει το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για αύξηση της ενεργειακής απόδοσης(ΣΔΕΑ) που περιλαμβάνει τα καταλληλά μέτρα για την εκπλήρωση του στόχου.

Τα βασικότερα μετρά και διατάξεις του Νόμου 3855/2010 συνοψίζονται παρακάτω:

- Θέσπιση μέτρων για το άνοιγμα της αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών μέσω ΕΕΥ
- Κατεύθυνση για τον υποδειγματικό ρόλο που πρέπει να διαδραματίσει ο δημόσιος φορέας

- Εκλεκτικοί μηχανισμοί ενέργειας, δηλαδή ενεργειακοί έλεγχοι, διακριτά τιμολόγια, έξυπνοι μετρητές
- Ανάπτυξη θεσμικών μέτρων όπως σύστημα παρακολούθησης, διαθεσιμότητα πληροφοριών, εκούσιες συμφωνίες, πράσινες δημόσιες προμήθειες ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή μείωση κατανάλωσης ενέργειας.

Το φυσικό ή νομικό πρόσωπο που εξειδικεύεται στις ενεργειακές υπηρεσίες και γενικότερα σε τρόπους ενεργειακής αναβάθμισης του κτιριακού τομέα αναλαμβάνοντας το κόστος και την προώθηση αυτών καλείται εξ ορισμού <<Επιχείρηση Ενεργειακών Υπηρεσιών>> ή <<ΕΕΥ>>.

Η συμφωνία που πιστοποιείται εγγράφως μεταξύ του κατόχου και του παρόδου ενεργειακών υπηρεσιών με σκοπό την επίτευξη ενεργειακής αναβάθμισης και με οικονομικές απολαβές του παρόδου ανάλογα με το επίπεδο της ενεργειακής βελτίωσης καλείται <<Σύμβαση Ενεργειακής απόδοσης>> ή <<ΣΕΑ>>.

1.1.3.ΚΕΝΑΚ και ενεργειακή αποδοτικότητα κτιρίων

Η ελληνική πολιτεία εδώ και περίπου δέκα μήνες έχει συντάξει το κανονισμό ενεργειακής αποδοτικότητας κτιρίων γνωστό και ως ΚΕΝΑΚ. Μέχρι τώρα ο κλάδος των κατασκευών λειτουργούσε με τον κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων ή αλλιώς ΚΘΚ (1979). Η πολιτεία θεσμοθέτησε ουσιαστικά τον ΚΕΝΑΚ μιας και η Ελλάδα είχε καταδικαστεί από το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο (17 Ιανουάριου 2008) γιατί δεν είχε ακολουθήσει την Κοινοτική Οδηγία 2002/91 σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Η παλαιότερη μελέτη θερμομόνωσης αντικαθίσταται από την μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου γιατί οι υπολογισμοί θερμομόνωσης του κτιρίου συμπεριλαμβάνονται στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού κελύφους. Τα παραπάνω αναφέρονται στο άρθρο 10 του ΚΕΝΑΚ, παράγραφος 1.4.

Σύμφωνα με την παράγραφο 1.5 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 τα κτίρια που δεν υπάγονται στον ΚΕΝΑΚ ακολουθούν υποχρεωτικά την μελέτη θερμομόνωσης με τις απαιτήσεις που θέτει ο ΚΕΝΑΚ. Καινούργια κτίρια που εξαιρούνται του ΚΕΝΑΚ είναι κτίρια με εμβαδόν επιφάνειας μικρότερο από 50 m², μνημεία, ειδικά κτίρια όπως ναοί κ.α.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ στην Ελλάδα αποτελεί μια ευκαιρία για τη δημιουργία ολοκληρωμένης ενεργειακής πολιτικής στον κτιριακό τομέα παρέχοντας νέες επαγγελματικές ευκαιρίες για τον κατασκευαστικό κλάδο που χαρακτηρίζεται από περίοδο αδράνειας τα τελευταία 10 χρόνια. Οι δράσεις προς αυτή την κατεύθυνση πρέπει να είναι προμελετημένες και να στοχεύουν σε μακροπρόθεσμα πλανά εξοικονόμησης ενέργειας. Η Ελλάδα και οι πολίτες της διαθέτουν το χρόνο, το επιστημονικό υπόβαθρο, τον ανθρώπινο δυναμικό αλλά και τα παραδείγματα εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ σε άλλες χώρες ώστε να πάρουν τις κατάλληλες αποφάσεις που θα οδηγήσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Είναι θλιβερό να χαθεί μια τέτοια ευκαιρία. Οι μηχανικοί είναι εκείνοι που πρωτίστως πρέπει να ενημερωθούν και να εκπαιδευτούν στα νέα δεδομένα ώστε να συντελέσουν στην εφαρμογή τους και να είναι ικανοί να ενημερώσουν σωστά και τους υπολοίπους.

1.1.4.Οφέλη εξοικονόμησης ενέργειας

Με την εξοικονόμηση ενέργειας αναμένονται τα επόμενα χρόνια σημαντικά οφέλη με το μικρότερο δυνατό κόστος. Ακόμη υπάρχει προσδοκία δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας μέσω της δημιουργίας νέων προϊόντων και υπηρεσιών .

Εκμεταλλεούμενοι τεχνολογίες και υλικά βελτίωσης που υπάρχουν ήδη στην αγορά οι ενεργειακές απαιτήσεις ενός κτιρίου μπορεί να μειωθούν αισθητά με τις υπάρχουσες ή και καλύτερες συνθήκες άνεσης στους ενοίκους (Αργυροπούλου, Σεπτέμβριος 2009). Οι σημαντικότερες παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούν να υλοποιηθούν σε μια εγκατάσταση είναι η αντικατάσταση παλαιότερων λεβήτων, η σωστή εγκατάσταση κλιματιστικών από ειδικευόμενο μηχανικό, η χρήση κατάλληλων εξαρτημάτων φωτισμού εξασφαλίζοντας ανεκτές συνθήκες οπτικής άνεσης, η εξέλιξη αρχιτεκτονικών λύσεων και εκμετάλλευσης τεχνικών χαμηλής ενέργειας όπως φυσικού δροσισμού, η εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κα.

Σύμφωνα με μελέτες τις Ευρωπαϊκής Ένωσης η ανακαίνιση παλαιότερων κτιρίων θα συμβάλλει ενεργά στην προστασία του περιβάλλοντος και στην μείωση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης κτιριακού τομέα. Πιο συγκεκριμένα έρευνες έδειξαν ότι η ανακαίνιση παλαιότερων κτιρίων στην Ευρώπη μόνο με θερμομόνωση θα προκαλέσει μείωση παράγωγης διοξειδίου του άνθρακα κατά 42 τις εκατό (Καραβασίλη,2010).

Η ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων στοχεύει στην εφαρμογή τεχνικών βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς κτιρίων εξασφαλίζοντας τις συνθήκες άνεσης και μεγιστοποιώντας το οικονομικό όφελος. Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας υλοποιούνται με αρχιτεκτονικές λύσεις για την εκμετάλλευση της ενέργειας με σκοπό την θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και παράγωγη ζεστού νερού χρήσης. Αξιοσημείωτο είναι ότι η Ελλάδα πλεονεκτεί σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη στην χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σαν εναλλακτική λύση για την κάλυψη των ενεργειακών της αναγκών. Μια καλή λύση είναι η χρήση τεχνολογιών χαμηλής ενέργειας όπως συστήματα δροσισμού. Σε κάθε περίπτωση ένα πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να περιλαμβάνει τεχνοοικονομικά κριτήρια ώστε να εξυπηρετεί της πραγματικές ανάγκες και απαιτήσεις τις συγκεκριμένης εγκατάστασης. Ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης πρέπει να είναι ο ελάχιστος δυνατός.

1.2 Σχετική νομοθεσία (20-20-20)

1.2.1 Στόχος 20-20-20

Ο ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων συντελεί στην επίτευξη του στόχου της ευρωπαϊκής κοινότητας 20-20-20.

Τον Ιανουάριο του 2008 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε την δεσμευτική οδηγία για την εκπλήρωση των στόχων 20-20-20. Η γνωστή ως <<δέσμη για το κλίμα και την ενέργεια>>, η

οποία συμφωνήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο τον Δεκέμβριο του 2008 και θεσμοθετήθηκε τον Ιούνιο του 2009 (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2015), περιλαμβάνει τα παρακάτω :

- Την Οδηγία 2009/29/ΕΚ για τροποποίηση της Οδηγίας 2003/87/ΕΚ με στόχο την βελτίωση και επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αέριων θερμοκηπίου της Κοινότητας.
- Την απόφαση 406/2009/ΕΚ για την προσπάθεια των Κρατών μελών να μειώσουν τις εκπομπές αέριων θερμοκηπίου, ώστε να τηρηθούν οι δεσμεύσεις της Κοινότητας για μείωση των εκπομπών αυτών ως το 2020.
- Για να επιτευχθεί ο στόχος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας για μείωση των εκπομπών κατά 20% ως το 2020 πρέπει να ενεργοποιηθούν όλοι οι τομείς της οικονομίας ώστε να προκύψουν οικονομικά συμφέρουσες λύσεις προς αυτή την κατεύθυνση.
- Οδηγία 2009/28/ΕΚ σχετικά με την εκμετάλλευση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Δεσμευτικοί εθνικοί στόχοι προσδοκούν στην συμμετοχή κατά 20% των ΑΠΕ στην κατανάλωση ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι στόχοι θα βοηθήσουν στην μείωση της εξάρτησης της ΕΕ από τις εισαγωγές ενέργειας και την μείωση εκπομπών αέριων του θερμοκηπίου.
- Οδηγία 2009/31/ΕΚ σχετικά με την αποθήκευση του διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς.
- Ενεργειακή αναβάθμιση μέσω του σχεδίου δράσης για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Για την εκπλήρωση του στόχου αυτού η Επιτροπή αναλαμβάνει πρωτοβουλίες για την προώθηση κίνητρων και μέτρων χρήσης προϊόντων, υπηρεσιών και υποδομών σχετικών με την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Η κρίση δεν ευνοεί την εφαρμογή πολιτικών ενεργειακής αναβάθμισης σε όλη την Ευρώπη και ειδικότερα στην Ελλάδα. Η λιτότητα δυσχεραίνει το έργο των αρμόδιων φορέων για την εφαρμογή εναλλακτικών λύσεων αξιοποίησης της ενέργειας. Τα κονδύλια της ευρωπαϊκής ένωσης αδιαμφησβήτητα στήριξαν την ελληνική κτιριακή αγορά και επέφεραν σημαντικά οφέλη σε μία πολύ δύσκολη οικονομικά περίοδο. Από τα λίγα στατιστικά στοιχεία που προσφέρονται από τις τράπεζες και τους κρατικούς φορείς αλλά και από την σχετική εμπειρία όλων των εμπλεκόμενων εμπορικών φορέων συμπεραίνεται ότι ουσιαστικά η μεσαία τάξη επωφελήθηκε από τις επιδοτήσεις. Οι πολίτες χαμηλού εισοδήματος αδυνατούν να χρησιμοποιήσουν τους μηχανισμούς εφαρμογής και μένουν εκτός του πλαισίου της κρατικής υποστήριξης (Σανταμούρη, 2015).

Η άμεση επίπτωση της οικονομικής κρίσης είναι η έλλειψη ρευστότητας και η κρίση του χρηματοπιστωτικού συστήματος. Τα δυο τελευταία χρονιά εποικοδομητικά και δανειοδοτημένα έργα ματαιωθήκαν λόγω αδυναμίας πρόσβασης σε τραπεζικούς οργανισμούς στην Ελλάδα και στο εξωτερικό.

Η κρίση έφερε στην επιφάνεια μακροχρόνια προβλήματα που δημιουργήθηκαν και συντηρήθηκαν στις εποχές της ευημερίας. Η έλλειψη ολοκληρωμένου πλάνου και η αδυναμία πρόβλεψης των γεγονότων είχαν ως συνέπεια μια ασταθής αγορά όπως η αγορά ηλεκτρισμού, σε όλες τις χώρες και ειδικά στην Ελλάδα, να είναι στα πρόθυρα κατάρρευσης.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα στην Ελλάδα αποτελεί το κόστος των τιμολογίων για τις φωτοβολταϊκές μονάδες το οποίο, μέχρι πριν λίγα χρόνια, ήταν ιδιαίτερα υψηλό σε σχέση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες (Διακουλάκη, 2009). Κυρίως, δεν προβλέφθηκε κάποιος μηχανισμός αναπροσαρμογής τους με βάση το κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων το οποίο σημειώνει κατακόρυφη πτώση τα τελευταία χρόνια. Η αναπροσαρμογή αυτή έγινε με καθυστέρηση αρχικά το 2009 (Ν.3734/2009) και στην συνέχεια το 2012 με σχετικές υπουργικές αποφάσεις που ταυτόχρονα ανέστειλαν την δανειοδότηση νέων έργων και επέβαλαν πολύ μεγάλες εισφορές στις ήδη λειτουργούσες μονάδες. Τέλος, με πρόσφατες υπουργικές αποφάσεις το κόστος των φωτοβολταϊκών πέφτει κατακόρυφα ενώ οι εισφορές επί των εσοδών αυξάνουν μέχρι και 40% και επεκτείνονται και σε άλλες μορφές ΑΠΕ. Το αποτέλεσμα σίγουρα δεν συντελεί σε μια προοπτική ανάπτυξης της αγοράς. Στα ποικίλα εμπόδια που αντιμετωπίζει μια επένδυση σε ΑΠΕ έρχεται να προστεθεί ένα κλίμα αβεβαιότητας ικανό να απομακρύνει και τον πιο καλοπροαίρετο επενδυτή (Διακουλάκη, 2009).

Ο στόχος 20-20-20 είναι δύσκολο να εκπληρωθεί εξολοκλήρου από κάθε ευρωπαϊκή χώρα. Στην Πράσινη Βίβλο επιτακτική κρίνεται η ανάγκη χρήσης τεχνολογιών ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων, οικονομικά ανεκτών, με απώτερο σκοπό την μείωση χρήσης πετρελαίου και εκπομπών αέριων του θερμοκηπίου (Υπουργείο Εθνικής Άμυνας, Πράσινη Βίβλος 2013).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση με την Πράσινη Βίβλο παραθέτει τις ανησυχίες τις για την ανοδική πορεία της ενεργειακής ζήτησης και την μεγάλη ενεργειακή εξάρτηση από τις συμβατικές μορφές ενέργειας. Ακόμη, με την Πράσινη Βίβλο η ευρωπαϊκή επιτροπή αποσκοπεί να στρέψει το ενδιαφέρον της αγοράς προς την εντονότερη χρησιμοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Με την προώθηση μέτρων αξιοποίησης Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας επιτυγχάνεται η προστασία του περιβάλλοντος με την μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου ενώ παράλληλα δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας.

Η κοινή ενεργειακή πολιτική που προωθεί η Πράσινη Βίβλος έχει τους εξής στόχους:

- Αύξηση της χρήσης ΑΠΕ μέχρι το 2010, μείωση της καταναλώμενης ενέργειας, ελάττωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.
- Η εξασφάλιση ανταγωνιστικών τιμών και οικονομικά προσιτών των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε σχέση με τις συμβατικές πηγές.
- Λήψη μέτρων και εφαρμογή τεχνικών εξασφάλισης του ενεργειακού εφοδιασμού για κάθε πολίτη και επιχείρηση ανεξάρτητος οικονομικού υπόβαθρου.

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προτείνει να παρατίθεται στο Συμβούλιο και στο Κοινοβούλιο κατά περιόδους μια στρατηγική ενεργειακή ανασκόπηση της ΕΕ σχετικά με τους προβληματισμούς που θίγονται στην Πράσινη Βίβλο. Η ανασκόπηση θα περιλαμβάνει αποτίμηση και σχέδιο δράσης για το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο σχετικά με όλες τις πτυχές της ενεργειακής πολιτικής.

1.2.2 Ενέργειες της πολιτείας για την εκπλήρωση του στόχου 20-20-20

Η πολιτεία στο πλαίσιο εφαρμογής αναπτυξιακών και περιβαλλοντικών πολιτικών, με τον Νομό 3851/2010 προχώρησε στην αύξηση του εθνικού στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθόριστη τελική κατανάλωση ενέργειας στο 20%. Ο στόχος αυτός εξειδικεύεται σε 40% συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, 20% σε θέρμανση και ψύξη και 10% σε μεταφορές.

Ακόμη, σε σχέση με την εξοικονόμηση ενέργειας η Ελλάδα έχει δημιουργήσει το 1^ο σχέδιο δράσης ενεργειακής αποδοτικότητας όπου στοχεύει σε 9% μείωση της καταναλώμενης ενέργειας μέχρι το έτος 2016 σε σχέση με την Οδηγία 2006/32/ΕΚ. Πρόσφατα με τον Νόμο 3855/2010 ο οποίος προστίθεται στον ΚΕΝΑΚ προχωρά στην ανάπτυξη τεχνικών και εφαρμογής συγκεκριμένων μέτρων και πολιτικών με σκοπό την επίτευξη του στόχου για εξοικονόμηση ενέργειας.

Οι εθνικοί ενεργειακοί στόχοι σύμφωνα με το εθνικό σχέδιο δράσης, τις νομοθετικές παραβάσεις και τα εθνικά προγράμματα στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ διαμορφώνουν ένα ολοκληρωμένο πλάνο μέσα στο οποίο η Ελλάδα είναι σε θέση να αξιοποιήσει τον φυσικό της πλούτο και να δημιουργήσει ένα μοντέλο <<πράσινης ανάπτυξης>>.

Προς αυτή την κατεύθυνση κινείται και το 2^ο εθνικό σχέδιο δράσης για την ενεργειακή απόδοση το οποίο αναθεωρεί τις Οδηγίες 2006/32/ΕΚ και 2004/8/ΕΚ για τις ενεργειακές υπηρεσίες και την συμπαραγωγή υψηλής αποδοτικότητας αντίστοιχα. Το νέο σχέδιο θα προωθήσει τρόπους επίτευξης του στόχου για εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας 20% μέχρι το 2020 και θα δρομολογήσει την υλοποίηση μέτρων για αύξηση της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα μετρά ενεργειακής αναβάθμισης που σχεδιάζει και υιοθετεί η Ελλάδα υπερβαίνουν τον στόχο που θεσπίστηκε με την Οδηγία 2006/32/ΕΚ για 9% εξοικονόμηση ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας μέχρι το 2016. Κύριο μέλημα είναι η εφαρμογή στρατηγικών για την επίτευξη του στόχου για μείωση πρωτογενούς ενέργειας έως το 2020 και περαιτέρω μείωση της καταναλώμενης ενέργειας και μετά το 2020.

Πιο συγκεκριμένα, το 2^ο ΣΔΕΑ (Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης) περιλαμβάνει συγκεντρωτικά στοιχεία τις εθνικής πολιτικής για μείωση της τελικής καταναλώμενης ενέργειας σε όλους τους τομείς.

Ειδικότερα, αναπτύχθηκε ένα ολοκληρωμένο νομικό πλαίσιο για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιριακών εγκαταστάσεων, τις υποχρεώσεις του δημοσίου φορέα, των παροχών ενέργειας καθώς και του ελεγκτικού μηχανισμού που θα παρακολουθεί και θα ελέγχει την εκπλήρωση του εθνικού στόχου.

Σε αυτό το σχέδιο γίνεται προσπάθεια αποφυγής επίδρασης της οικονομικής κρίσης στις τεχνολογίες και τεχνικές βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Η επίτευξη του στόχου αυτού

θα πρέπει να αναλυθεί και να μελετηθεί μακροπρόθεσμα διότι μόνον έτσι θα εξαχθούν ρεαλιστικά συμπεράσματα.

1.2.3. Προγράμματα, επιχορηγήσεις Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η Ευρωπαϊκή Ένωση χρηματοδοτεί ένα ευρύ φάσμα προγραμμάτων και έργων σε διάφορους κλάδους, όπως:

- Περιφερειακή και αστική ανάπτυξη
- Απασχόληση και κοινωνική ένταξη
- Γεωργία και αγροτική ανάπτυξη
- Θαλάσσια και αλιευτική πολιτική
- Έρευνα και καινοτομία
- Ανθρωπιστική βοήθεια

Η έγκριση της χρηματοδότησης των κονδυλίων προϋποθέτει την τήρηση αυστηρών κανόνων που διασφαλίζουν ότι η διάθεση τους χαρακτηρίζεται από διαφάνεια και υπευθυνότητα. Η διαχείριση των περισσότερων κονδυλίων γίνεται από τις δικαιούχες χώρες και έτσι η ευθύνη για την σωστή λειτουργία των εκλεκτικών μηχανισμών βαρύνει τις εθνικές κυβερνήσεις.

Κονδύλια τα οποία διαχειρίζεται απευθείας η Ευρωπαϊκή Ένωση, δίνονται υπό την μορφή:

- Επιχορηγήσεων, για έργα που εντάσσονται σε πολιτικές της ΕΕ .
- Συμβάσεων που συνάπτουν τα όργανα της ΕΕ για την αγορά υπηρεσιών, προϊόντων ή έργων που χρειάζονται για την λειτουργία τους π.χ. εκπόνηση μελετών, παροχή κατάρτισης, διοργάνωση συνεδριών, προμήθεια εξοπλισμού ΤΠ.
- Εξοικονομώ κατ' οίκων επιδότηση για ενεργειακή ανακαίνιση κτιρίων

Επιχορήγηση της τάξης των 750 εκατομμύρια ευρώ θα δοθεί από την ευρωπαϊκή ένωση για την ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών και άλλα 450 εκατομμύρια για ενεργειακή ανακαίνιση δημόσιων και δημοτικών κτιρίων σύμφωνα με το ΥΠΕΚΑ.

Για τη ένταξη στο πρόγραμμα απαιτείται η διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης που το κόστος καλύπτεται εξ ολοκλήρου από το πρόγραμμα μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του έργου. Ακόμη, καλύπτεται η αμοιβή συμβούλου έργου. Οι επιθεωρήσεις πριν και μετά την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου είναι υποχρεωτικές και η χρηματική δαπάνη για αυτές καλύπτεται εξολοκλήρου από το πρόγραμμα.

Ειδικότερα, τα οφέλη από ένα τέτοιο εγχείρημα ποικίλουν. Ο προϋπολογισμός της τοπικής κοινωνίας για την αγορά προϊόντων και υλικών εξοικονόμησης ενέργειας είναι αρκετά σημαντικός και μπορεί να λειτουργήσει σαν κίνητρο για την εισαγωγή τους στην αγορά. Πέρα από τις νέες θέσεις εργασίας που δημιουργούνται από εφαρμογή τεχνολογιών βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του δημόσιου κτιριακού τομέα, με πρόταση του ο υπουργός ΥΠΕΚΑ προτείνει να οριστούν καταρτισμένοι μηχανικοί χρησιμοποιώντας τον όρο ενεργειακά υπεύθυνοι, οι οποίοι θα είναι αρμόδιοι για την ενεργειακή αποδοτικότητα των παλαιότερων κτιρίων, δηλαδή θα συλλέγουν τις απαραίτητες πληροφορίες γι' αυτά και θα έχουν την

πλήρη εποπτεία για την σωστή λειτουργία τους. Ακόμη, θα προτείνουν τις απαραίτητες παρεμβάσεις για την βελτίωση της απόδοσης των κτιρίων που τους ανατέθηκαν (Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής αλλαγής, Δεκέμβριος 2014).

Αναλυτικότερα, σύμφωνα με απόφαση της ελληνικής κυβέρνησης για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα προβλέπεται μεταξύ άλλων ο ορισμός Ενεργειακών Υπευθύνων σε όλα τα κτίρια από τον δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα.

Ο ενεργειακά υπεύθυνος, ο οποίος πρέπει να είναι ειδικότητας μηχανικού, μπορεί να είναι αρμόδιος για ένα ή περισσότερα κτίρια κάθε φορέα ανάλογα με τις λειτουργικές ανάγκες, το συνολικό υπαλληλικό δυναμικό, την ωφέλιμη επιφάνεια και τον όγκο των κτιρίων του φορέα.

Οι υποχρεώσεις του Ενεργειακά Υπευθύνου παρατίθενται αναλυτικά στο άρθρο 10 της ΚΥΑ Δ6/Β/14826/2008 και συνοπτικά παρακάτω:

- Η συλλογή στοιχείων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και κατανάλωση του χρησιμοποιούμενου καυσίμου
- Η διατήρηση βάσης δεδομένων ή αρχείου για τις ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου ή των κτιρίων του φορέα
- Η σύνταξη κάθε χρόνο έκθεσης, προς το ΥΠΕΚΑ, ενεργειακής καταγραφής και ελέγχου
- Ο χρονικός και οικονομικός προγραμματισμός των απαραίτητων παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης και εξοικονόμησης ενέργειας και προτάσεις για εξασφάλιση των σχετικών πόρων
- Έλεγχος της σωστής λειτουργίας των κεντρικών συστημάτων θέρμανσης-ψύξης και αρμοδιότητα περιοδικής συντήρησης των λεβήτων-καυστήρων και μονάδων κλιματισμού
- Η εποπτεία για συντήρηση έργων ή επισκευών για μείωση κατανάλωσης ενέργειας.

Το ΥΠΕΚΑ αναζητά τρόπους επιβράβευσης για τον Ενεργειακό Υπεύθυνο όπως οικονομική ανταμοιβή, χορήγηση τιμητικής αδείας, δωρεάν εκπαίδευση κ.α.

Το ΥΠΕΚΑ επιδιώκει στην σημαντική μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων του δημοσίου και ταυτόχρονα στην απόδοση μέρους της οικονομικής ωφέλειας στον αρμόδιο υπάλληλο που την επιτέλεσε.

Γενικότερα, το υπουργείο περιβάλλοντος στοχεύει στην ανάπτυξη λύσεων ενεργειακά, οικονομικά και περιβαλλοντικά συμφερόμενων. Η Ελλάδα ως κράτος μέλος της ευρωπαϊκής ένωσης οφείλει να αξιοποιεί με τον αποδοτικότερα δυνατό τρόπο τα κονδύλια την Ευρώπης για την εξοικονόμηση ενέργειας. Όλα τα κτίρια βάσει νομοθεσίας θα πρέπει να πληρούν κάποιες προδιαγραφές και να παρέχουν μια συγκεκριμένη ενεργειακή απόδοση. Για τον λόγο αυτό όλα τα παλαιότερα κτίρια πρέπει να ανακαινιστούν βάσει του ΚΕΝΑΚ (Υπουργείο περιβάλλοντος ενέργειας και κλιματικής αλλαγής, Ιούνιος 2012). Ο νέος αυτός κανονισμός για την μελέτη της ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων αντικαθιστά την παλαιότερη μελέτη θερμομόνωσης, σαφώς διότι την υπερκαλύπτει. Τελικά, όλα τα κτίρια κατατάσσονται σε

κατηγορίες ανάλογα με την κατανάλωση ενέργειας τους και βάσει της οποίας εκδίδεται πιστοποιητικό.

1.2.4 Κατανάλωση ενεργείας δημόσιων κτιρίων

Η ενεργειακή αναβάθμιση δημόσιων κτιρίων μπορεί να επιφέρει σύμφωνα με σχετικές έρευνες σημαντική μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και αξιόλογο οικονομικό όφελος, λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας που θα προκύψει. Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα χρηματοδοτεί τις ενέργειες της πολιτείας προς αυτή την κατεύθυνση παρέχοντας αξιόλογες επιχορηγήσεις με την μορφή κονδυλίων και δημιουργώντας παράλληλα νέες θέσεις εργασίας.

1.2.5 Προβλήματα ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος

Μετρήσεις σε πάρα πολλά κτίρια στη Ελλάδα έδειξαν ότι η ρύπανση στους κλειστούς χώρους είναι υπερπολλαπλάσια του επιτρεπτού. Νοσοκομεία, γραφεία, σχολεία, κέντρα διασκέδασης παρουσιάζουν χαρακτηριστικά άρρωστου κτιρίου.

Χαρακτηριστικά, η συγκέντρωση των επικίνδυνων σωματιδίων PM_{2.5} είναι τουλάχιστον η επταπλάσια του θεωρητικού ορίου των 20 μg/m³ κυρίως λόγω έλλειψης σωστών συνθήκων αερισμού των χώρων. Όπως διαπιστώνεται η υγεία των ευρισκομένων στους χώρους αυτούς τίθεται σε άμεσο κίνδυνο και χρειάζεται να ληφθούν άμεσα μέτρα αντιμετώπισης της κατάστασης. Η έλλειψη σωστών προδιαγραφών σε υλικά, συστήματα και αερισμό υποχρεώνει μεγάλο μέρος του πληθυσμού να ζει σε άσχημες περιβαλλοντικές συνθήκες.

1.2.6 Το νομοθετικό πλαίσιο

Ο εθνικός οργανισμός EURIMA αναφέρει ότι οι προσδοκίες του ελληνικού κράτους είναι χαμηλές και οι απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης από τις μικρότερες στην Ευρώπη. Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες έχουν εφαρμοστεί μέτρα μείωσης κατανάλωσης ενέργειας τα οποία έχουν επιφέρει μέχρι και 60 τα εκατό ελάττωση την ενέργειας που χρησιμοποιούνταν στα κτίρια πριν την πετρελαϊκή κρίση του '70 και περίπου μέχρι 30 τα εκατό με τα κτίρια που δημιουργήθηκαν το '85.

Η Οδηγία της ευρωπαϊκής ένωσης για ενεργειακή αναβάθμιση αποτελεί το έναυσμα για την βελτίωση της ποιότητας του κτιριακού τομέα τόσο ως προς το περίβλημα όσο και ως προς τον εσωτερικό χώρο.

Η 4^η Ιανουαρίου είναι η μέρα μεταφοράς της οδηγίας στη εθνική νομοθεσία για τα 25 κράτη μέλη. Στην Ελλάδα μέχρι και το 2008 δεν είχε γίνει καμιά κίνηση της πολιτείας προς αυτή την κατεύθυνση με αποτέλεσμα η χώρα να έχει καταδικαστεί από το ευρωπαϊκό δικαστήριο.

1.2.7 Κατασκευή καλύτερων ενεργειακά κτιρίων

Πολυετείς έρευνες έχουν αποδείξει ότι κτίρια με υψηλή ενεργειακή απόδοση καταναλώνουν συνολικά πολύ μικρότερη ενέργεια από κτίρια με χαμηλή απόδοση.

1.2.8 Συμπέρασμα

Η ευρωπαϊκή οδηγία για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων αλλάζει τα δεδομένα στην αγορά των κτιρίων στην Ελλάδα. Επιπλέον, δημιουργεί νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες στον κτιριακό επιχειρηματικό τομέα. Η σημαντικότερη όμως συνεισφορά της Οδηγίας είναι η αύξηση της ποιότητας ζωής των Ελλήνων και η οικονομική τους ελάφρυνση.

1.3 KENAK

1.3.1 KENAK-συνοπτική περιγραφή

Μετά από κοινή υπουργική απόφαση των υπουργών περιβάλλοντος, ενέργειας και κλιματικής αλλαγής και οικονομικών καθώς και των απαιτήσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης θεσμοθετήθηκε ο κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιριακού τομέα γνωστός ως KENAK. Σκοπός του KENAK είναι η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας σε συνδυασμό με την μείωση των αέριων του θερμοκήπιου, κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα, προστατεύοντας έτσι το περιβάλλον και ελαττώνοντας της χρηματικές δαπάνες. Αυτό επιτυγχάνεται με δυο τρόπους. Αρχικά ενισχύοντας το κέλυφος του κτιρίου, μειώνοντας τις απώλειες και εκμεταλλευόμενοι τον προσανατολισμό του κτιρίου και την ηλιακή ενέργεια και στην συνέχεια εξοπλίζοντας το μηχανολογικό μέρος του κτιρίου με μηχανήματα εξοικονόμησης ενέργειας.

Με τον KENAK προβλέπεται η εφαρμογή ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση τους, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος με συγκεκριμένες κινήσεις που αφορούν κυρίως:

- Εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης αντικαθιστά την μελέτη θερμομόνωσης. Κύριο χαρακτηριστικό της μελέτης είναι η παράλληλη απαίτηση τήρησης ελάχιστων προδιαγραφών και ποσοτικής σύγκρισης του κτιρίου με το κτίριο αναφοράς.

- Ενεργειακή κατάταξη κτιρίων (πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης)

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς αποτελεί την βάση για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.

- Ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων και μηχανήματων του κτιρίου

Πρόκειται για ένα σημαντικό εργαλείο πιστοποίησης της εφαρμογής της νομοθεσίας για την βελτίωση της αποδοτικότητας των κτιρίων.

Η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή απεξάρτηση από τρίτες χώρες και η αναγκαιότητα αναβάθμισης του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος οδήγησαν την Ευρώπη στην έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/ΕΚ περί ενεργειακής απόδοσης κτιρίων. Η χώρα μας, ως όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως απέναντι στους πολίτες της, εναρμόνισε την εθνική μας νομοθεσία με την κοινοτική οδηγία, σύμφωνα με τον νόμο 3661/2008. Προϋπόθεση για την εφαρμογή του νόμου υπήρξε η έκδοση του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και το προεδρικό διάταγμα που θα καθόριζε τις προδιαγραφές και τις διαδικασίες εφαρμογής του συστήματος των ενεργειακών επιθεωρητών των κτιρίων.

Σε κάθε νέο και ριζικά ανακαινιζόμενο κτίριο απαιτείται μελέτη ενεργειακή απόδοσης σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα και την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Η ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική έχει θεσπίσει την οδηγία 2002/91/ΕΕ σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και την αναδιατύπωση της το 2010 (2010/31/ΕΕ). Η ευρωπαϊκή οδηγία ορίζει πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης, ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις και συστάσεις για οικονομικά αποδέκτες βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης σε νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια και την τακτική επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού. Η αναθεώρηση της ευρωπαϊκής οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων προβλέπει κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας για τις βασικές χρήσεις μέχρι το 2020. Κάθε κτίριο πρέπει να πληροί κάποιες ελάχιστες προδιαγραφές καθώς και τις προδιαγραφές του κτιρίου αναφοράς στο σύνολο τους. Η ενεργειακή κλάση του κτιρίου αναφοράς είναι η κλάση Β. Ο κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων αποτελεί την δέσμευση της Ελλάδας απέναντι στην ευρωπαϊκή κοινότητα αλλά κυρίως απέναντι στους πολίτες της. Υπεύθυνο για την άσκηση της ενεργειακής πολιτικής στην Ελλάδα είναι το υπουργείο παραγωγικής ανασυγκρότησης, περιβάλλοντος και ενέργειας. Το θεσμικό πλαίσιο της ελληνικής ενεργειακής πολιτικής περιλαμβάνει την απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου και την ενσωμάτωση των ευρωπαϊκών οδηγιών για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την ενεργειακή αποδοτικότητα. Πιο συγκεκριμένα ο νομός 3468/2006 οργάνωσε και συστηματοποίησε την άδεια αδειοδότησης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και ΣΗΘΥΑ. Παράλληλα, παρέχονται αυξημένες τιμές πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας από συστήματα ΑΠΕ. Ο νομός 3851/2010 <<Επιτάχυνση της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του υπουργείου περιβάλλοντος ενέργειας και κλιματικής αλλαγής>> προβλέπει ενσωμάτωση μέτρων για ΑΠΕ στον ΚΕΝΑΚ. Ο νομός 3661/2008 περιλαμβάνει την έκδοση του ΚΕΝΑΚ, την θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης, την σύνταξη ενεργειακής μελέτης για όλα τα νέα κτίρια και τα υφιστάμενα άνω των 1000τ.μ., την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης και την τακτική επιθεώρηση λεβήτων και συστημάτων θέρμανσης. Οι πολυάριθμες κτιριακές εγκαταστάσεις τις χωράς πρέπει να εναρμονιστούν με τις σύγχρονες απαιτήσεις εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα συνθήκες άνεσης για τους χρήστες της.

Η σωστή διαχείριση της ενέργειας προστατεύει το περιβάλλον, εξοικονομεί ενεργειακούς πόρους και συμβάλει στην οικονομία όχι μόνο των ενοίκων των κτιρίων αλλά και της ίδιας της χωράς. Το τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδος μεριμνά, ως εκπρόσωπος των μελών του, για την σωστή εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης. Πιο συγκεκριμένα, αξιοποιώντας το

επιστημονικό δυναμικό των μελών του κατάρτισε τις απαραίτητες τεχνικές οδηγίες οι οποίες προσαρμόζουν τα πρότυπα των μελετών και των ενεργειακών επιθεωρήσεων στα ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνει την περιγραφή του κτιρίου όπως ο τρόπος λειτουργίας του, οι επιθυμητές συνθήκες άνεσης στο χώρο και η κλιματική ζώνη. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής TOTEE:

- <<Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (20701-1/2010),
- <<θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων (20701-2/2010), <<Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων (20701-3/2010)>>.

Ο ΚΕΝΑΚ προβλέπει τον καθορισμό του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού του κτιρίου βάση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Η τεχνική οδηγία του ΤΕΕ 20701-1/2010 αναφέρει έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας των δομικών στοιχείων και του κτιριακού κελύφους του κτιρίου. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνει ακόμη σύμφωνα με το άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ απαίτηση ελάχιστων προδιαγραφών και σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου. Το άρθρο 4 του νομού 3661/2008 προβλέπει μελέτη σκοπιμότητας για το εξεταζόμενο κτίριο. Η παρουσίαση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου με κατάλληλο λογισμικό και η κατηγοριοποίηση του κτιρίου κρίνονται απαραίτητες πληροφορίες σε μια μελέτη ενεργειακής απόδοσης. Τέλος, κρίνεται χρήσιμη μια λίστα ελέγχου πληρότητας της μελέτης ενεργειακής απόδοσης σύμφωνα με της ελάχιστες προδιαγραφές και απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ.

1.3.2 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

Το ΠΕΑ (πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων) απεικονίζει την ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνει και τα συμπεράσματα του ενεργειακού επιθεωρητή και τρόπους ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου ώστε οι καταναλωτές να μπορούν να αντιληφθούν την πραγματική τους κατανάλωση και δυνατότητες βελτίωσης της υφιστάμενης κατάστασης.

Στο πιστοποιητικό περιλαμβάνονται κάποια γενικά στοιχεία για το κτίριο, η ενεργειακή του κατάσταση σύμφωνα με την πρωτογενή ενέργεια, η ζήτηση και η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα καθώς και η αξιολόγηση της ποιότητας του εσωτερικού χώρου. Ακόμη, το πιστοποιητικό μπορεί να περιέχει και κάποιες πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με το ποσοστό συνεισφοράς στην παραγομένη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ και ΣΗΘ ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια καθώς και κάποιες συστάσεις για οικονομική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης με μείωση του κόστους επένδυσης κ.α.

Βάσει της τελικής ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσης κτιρίου, καθορίζεται και η κατηγορία της ενεργειακής απόδοσης του και εκδίδεται το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου(Π.Ε.Α.). Οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτιρίων δίνονται στον παρακάτω πίνακα. Ο δείκτης R_r είναι ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση

πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (Rr) και αποτελεί το κριτήριο για την κατάταξη του κτηρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης.

Πίνακας 1: Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

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

The image shows two forms related to energy performance certification. The left form is titled 'ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ' (Energy Performance Certificate) and includes a section for 'ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ' (Energy Performance Rating). It features a bar chart with categories A+, A, B+, B, Γ, Δ, E, Z, and H. The right form is titled 'ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ' (Energy Performance Certificate) and includes a section for 'ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ' (Annual Energy Consumption per Final Use). It contains a table for energy consumption by use and a section for 'ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΤΤΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ' (Recommendations for Improving Energy Performance).

Σχήμα 1.2 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης

1.3.3 Ενεργειακή Επιθεώρηση και έκδοση Πιστοποιητικού

Ο έλεγχος του ενεργειακού επιθεωρητή γίνεται πάντα σε σχέση με την κατηγορία που υποδεικνύεται στην μελέτη της ενεργειακής απόδοσης. Για τα νέα κτίρια η κατηγορία αυτή είναι η πάντα η κατηγορία Β. Για τα υφιστάμενα κτίρια που ανακαινίζονται ριζικά ισχύει το ίδιο στον βαθμό όμως που αυτό είναι οικονομικά, τεχνικά και λειτουργικά εφικτό. Απαιτείται επαρκής τεκμηρίωση που θα περιλαμβάνεται στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης.

Σε περίπτωση που διαπιστωθεί ότι δεν ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, ο ιδιοκτήτης είναι υποχρεωμένος μέσα σε ένα χρόνο από την έκδοση του ΠΕΑ (πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης) να εφαρμόσει στο κτίριο του μέτρα βελτίωσης που να εξασφαλίζουν την ένταξη του κτιρίου στην ενεργειακή κατηγορία Β ή στην κατηγορία που εκτιμήθηκε από την ενεργειακή μελέτη για υφιστάμενο κτίριο. Στην συνέχεια πραγματοποιείται νέα ενεργειακή επιθεώρηση και αν δεν πληρείται η ενεργειακή κατηγορία επιβάλλονται κυρώσεις περί αυθαίρετων (Π.Δ.580/Δ/1999 , αρθ.382).

Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών στο πρόγραμμα του ΚΕΝΑΚ ο επιθεωρητής έχει μια γενική εικόνα του κτιρίου και είναι σε θέση να προτείνει λύσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση του. Αρχικά συγκρίνεται η ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου με αυτήν του κτιρίου αναφοράς. Οι ενεργειακές απαιτήσεις σε θέρμανση και ψύξη του κτιρίου σε σχέση με το κτίριο αναφοράς δίνουν μια πρώτη εντύπωση για την κατάσταση του κτιριακού κελύφους.

Τα υψηλά φορτία θέρμανσης σε σχέση με το κτίριο αναφοράς δείχνουν ότι το κτίριο δεν διαθέτει την απαραίτητη θερμομόνωση σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, τα κουφώματα του κτιρίου έχουν υψηλή θερμοπερατότητα, οι απώλειες διείσδυσης αέρα από τις χαραμάδες είναι πολύ υψηλές σε σύγκριση πάντα με το κτίριο αναφοράς και η παροχή νωπού αέρα από τα συστήματα μηχανικού αερισμού είναι πολύ μεγαλύτερη από την απαιτούμενη κατά την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 (για κτίρια του τριτογενούς τομέα).

Παρομοίως, τα υψηλά φορτία ψύξης δείχνουν την μεγάλη έκθεση του κτιρίου στην ηλιακή ακτινοβολία και ανά την ανεπαρκή του σκίαση, τα πολύ μεγάλα εσωτερικά θερμικά κέρδη από τα συστήματα φωτισμού και την μεγάλη παροχή νωπού αέρα σε σχέση με το κτίριο αναφοράς. Ακόμη, οι υψηλές τιμές φορτίων ψύξης δείχνουν την ανεπαρκή θερμομόνωση και την χαμηλή αεροστεγανότητα των κουφωμάτων.

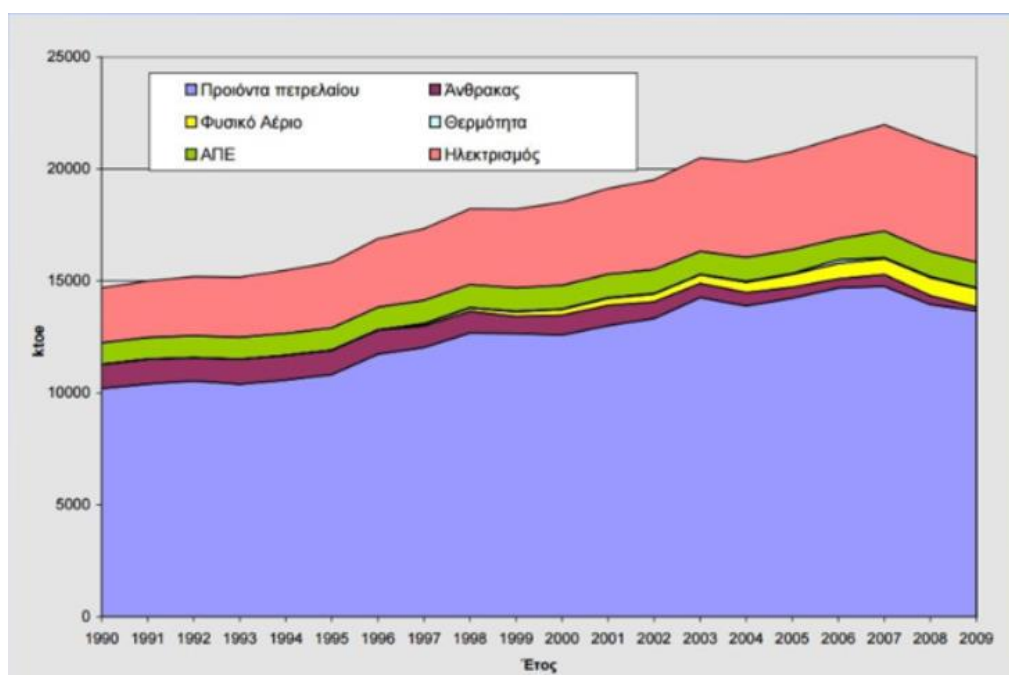
Ο γενικός κανόνας για να θεωρηθεί ένα κτίριο καλύτερο ενεργειακά από ένα κτίριο κατηγορίας Β είναι να διαθέτει καλύτερη θερμομόνωση από το κτίριο αναφοράς, να διαθέτει καλύτερες αποδόσεις και περιορισμένες θερμικές και ψυκτικές απώλειες, να χρησιμοποιεί όσο περισσότερες τεχνολογίες αξιοποίησης ΑΠΕ είναι εφικτό και να διαθέτει τις κατάλληλες διατάξεις για τον περιορισμό των τελικών καταναλώσεων.

Τα εφαρμοζόμενα μετρά περιλαμβάνουν βελτίωση κτιριακού κελύφους με θερμομόνωση τοίχων, οροφής, δαπέδου καθώς και αντικατάσταση κουφωμάτων. Ακόμη, απαιτείται

αναβάθμιση ή αντικατάσταση Η/Μ συστημάτων με νέα υψηλής ενεργειακής απόδοσης καθώς και η εγκατάσταση παθητικών συστημάτων, φωτοβολταϊκών και ΣΗΘ. Η αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνει ακόμη την αντικατάσταση του παλαιότερου λέβητα και την τακτική συντήρησή του, την αντικατάσταση συστημάτων ψύξης, την αξιοποίηση της γεωθερμίας, την τακτική συντήρηση και αναβάθμιση του δικτύου διανομής, την αναβάθμιση διατάξεων αυτόματου ελέγχου, την χρήση φυσικού αερίου και την ανάκτηση θερμότητας για προθέρμανση αέρα αερισμού και ζεστό νερό χρήσης.

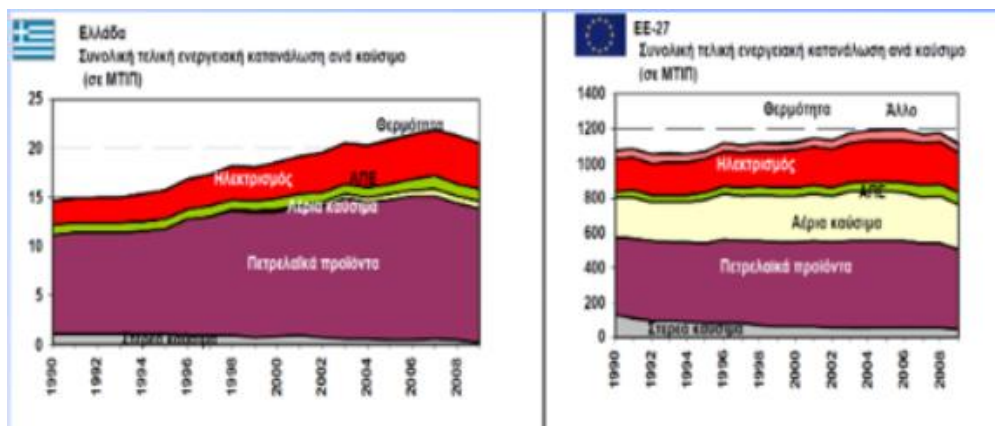
1.4 Στατιστικά δεδομένα

1.4.1 Ενεργειακά ελληνικά χαρακτηριστικά κτιριακού τομέα



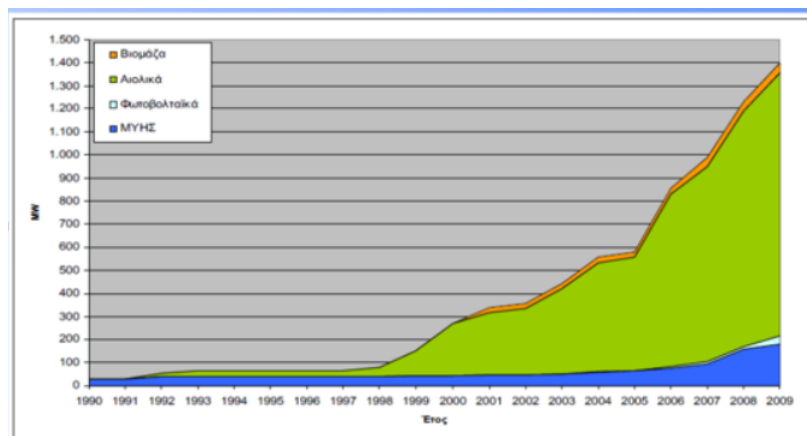
Σχήμα 1.5-Τελική κατανάλωση ενέργειας για την Ελλάδα Πηγή: ΥΠΕΚΑ,2011

Σύμφωνα με ερευνά του ΥΠΕΚΑ το 2011 εξάγεται το συμπέρασμα, από το παραπάνω γράφημα, ότι τα τελευταία 20 χρόνια η παραγωγή ενέργειας για ηλεκτρισμό αυξήθηκε ραγδαία καταλαμβάνοντας τα μεγαλύτερα παραγόμενα ποσά ενέργειας στην χώρα. Η κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν παρουσίασε τόσο μεγάλη αύξηση. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αξιοποιούνται και αυτές κυρίως για παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας. Ακόμη, αύξηση της καταναλώμενης ενέργειας τα τελευταία χρόνια παρατηρείται και για θερμότητα αλλά και άνθρακα.



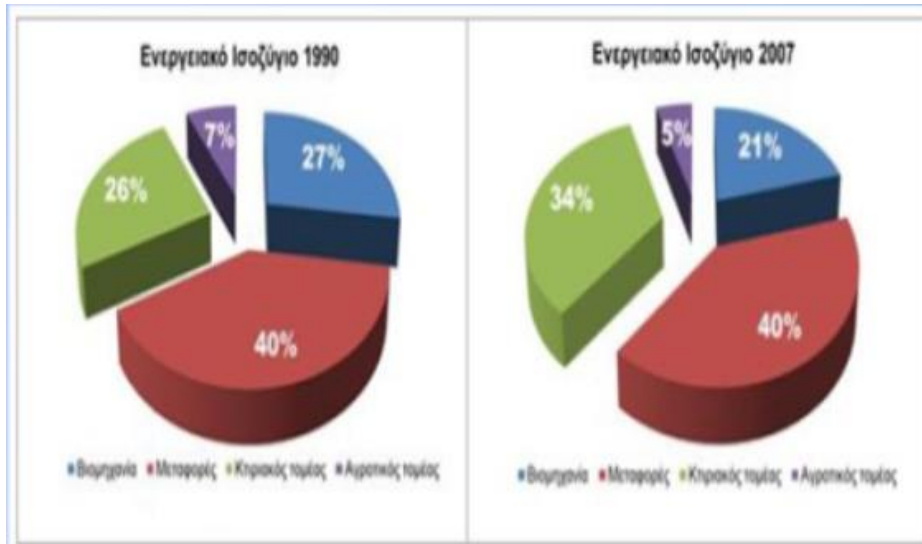
Σχήμα 1.6-Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση για Ελλάδα και υπόλοιπη Ευρώπη, Πηγή: Σημειώσεις ΚΕΝΑΚ, Πανάρα Γ., για εκπαιδευόμενους

Σύμφωνα με τα παραπάνω στατιστικά δεδομένα τα τελευταία 18 χρόνια στην Ελλάδα το μεγαλύτερο μέρος των αναγκών για θερμότητα καλύπτεται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αντίθετα, στην υπόλοιπη Ευρώπη μεγάλα ποσά ενέργειας καλύπτονται από εναλλακτικές μορφές ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καλύπτουν μέρος των ενεργειακών αναγκών των ευρωπαϊκών χωρών, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, αλλά σε μικρότερο ποσοστό σε σχέση με τον ηλεκτρισμό. Τα συμβατικά αέρια καύσιμα παίζουν ακόμη σημαντικό ρόλο στην καταναλωτική αγορά χωρίς όμως να καταλαμβάνουν πρωταρχική θέση. Τα πετρελαϊκά προϊόντα χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή μικρών αναγκών ενέργειας. Η Ελλάδα σε σύγκριση με την υπόλοιπη Ευρώπη χρησιμοποιεί σε μεγαλύτερο βαθμό τα πετρελαϊκά προϊόντα.



Σχήμα 1.7-Ηλεκτροπαραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα Πηγή: Σημειώσεις ΚΕΝΑΚ, Πανάρα Γ., για εκπαιδευόμενους

Τα τελευταία 10 χρόνια η χρήση βιομάζας ως καύσιμο παρουσιάζει μεγάλη αυξητική τάση. Επιπλέον, η αξιοποίηση της δύναμης του ανέμου για παραγωγή ενέργειας τα τελευταία 10 χρόνια παρουσιάζει σημαντική άνοδο και μεγάλη διακύμανση στο ποσό καταναλώμενης ενέργειας που παράγεται από αυτήν.



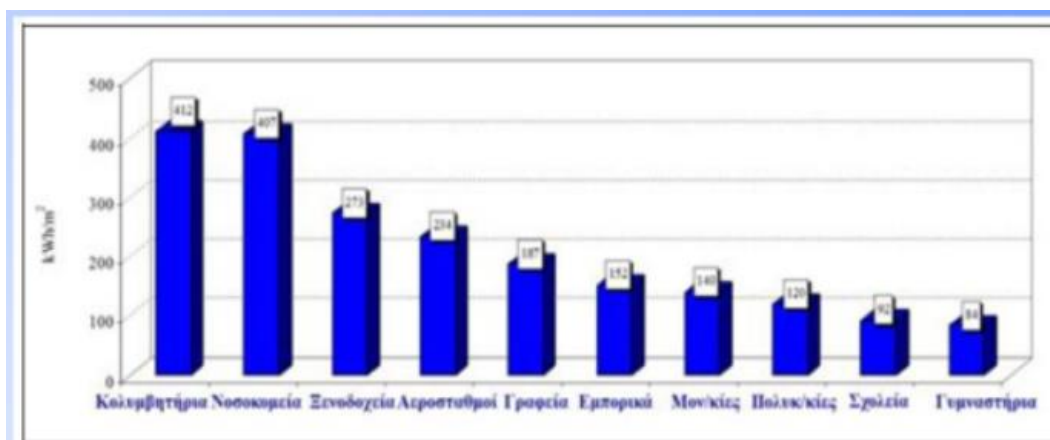
Σχήμα1.8-Κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια ανά τομέα (βιομηχανία, μεταφορές, κτιριακός τομέας, αγροτικός τομέας) Πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2011

Ο ελληνικός κτιριακός τομέας καταναλώνει το 67% της παραγομένης ηλεκτρικής ενέργειας και εκπέμπει το 43% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Συνολικά, το 74% της παραγομένης ενέργειας αξιοποιείται στις κατοικίες και το υπόλοιπο σε κτίρια του τριτογενή τομέα.

1.4.2 Κατανάλωση ενέργειας σε κατοικίες

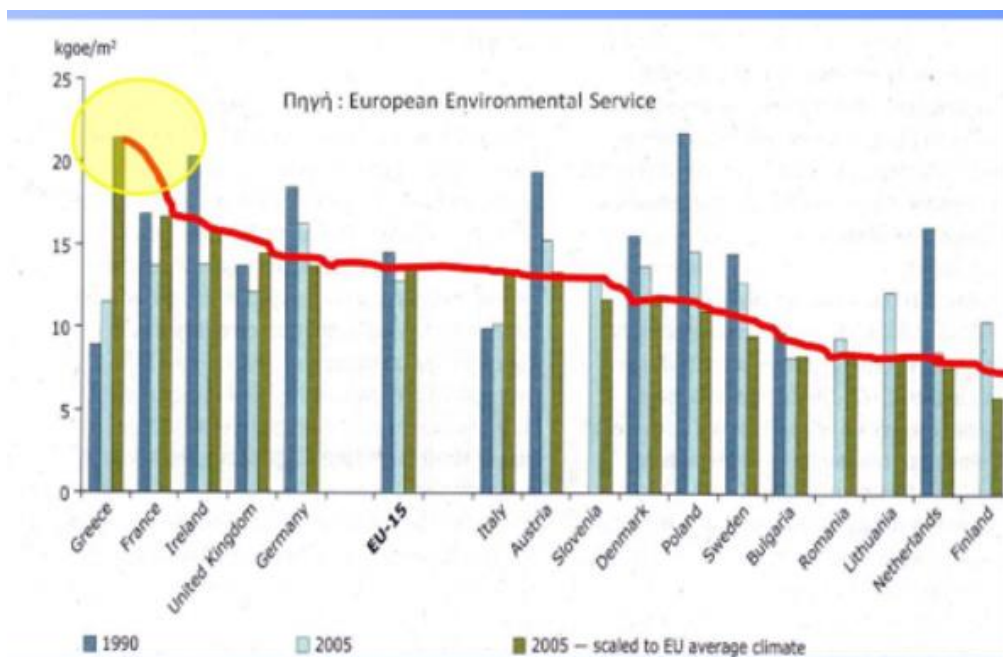
Η μέση κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση στα διαμερίσματα κυμαίνεται μεταξύ 62-125 KWh/m² και για ηλεκτρική ενέργεια μεταξύ 31-47 KWh/m².

Στις μονοκατοικίες η κατανάλωση ενέργειας κυμαίνεται μεταξύ 90-145 kWh/m² και για ηλεκτρική ενέργεια μεταξύ 30-42 KWh/m².



Σχήμα1.9-Κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα ανά χρήση κτιρίου (κολυμβητήρια, νοσοκομεία, ξενοδοχεία κ.τ.λ) Πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2011

Στο παραπάνω γράφημα απεικονίζεται η ειδική κατανάλωση ενέργειας σε kWh/m² ανά χρήση κτιρίου. Παρατηρείται ότι την μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας την έχουν τα κολυμβητήρια και είναι περίπου 412 kWh/m². Το συμπέρασμα αυτό φαίνεται λογικό μιας και η λειτουργία της πισίνας απαιτεί μεγάλο ποσό ενέργειας για την διατήρηση της στην επιθυμητή θερμοκρασία.



Σχήμα 1.10-Σύγκριση κατανάλωσης ενέργειας ανά κράτος μεταξύ 1990 και 2005 και 2005 στην υπόλοιπη Ευρώπη Πηγή: European Environmental Service

Στην Ελλάδα τα τελευταία 20 χρόνια η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα αυξήθηκε κατά 4,5 % περισσότερο από την αντίστοιχη αύξηση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας της χώρας. Ακόμη, τα στατιστικά δεδομένα παραπάνω μας δείχνουν ότι το 2005 η κατανάλωση ενέργειας στην χώρα μας ήταν πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη.

1.4.3. Δημόσια Κτίρια

Έρευνα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) για την εξοικονόμηση ενέργειας στα δημόσια κτίρια διαπιστώνει τις σοβαρές ελλείψεις στο περίβλημα του κτιρίου και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του. Με την εφαρμογή τεχνολογιών μείωσης κατανάλωσης ενέργειας, οικονομικά ανεκτών, μπορεί να επιτευχθεί μια μείωση σε ποσοστό τουλάχιστον 20% η οποία στα νοσοκομεία μόνο σημαίνει όφελος περίπου 9 εκατομ. ευρώ ετησίως. Η ερευνά αυτή επικεντρώθηκε κυρίως σε νοσοκομεία και έδειξε ότι η συνολική κατανάλωση ενέργειας 8 νοσοκομείων είναι μεταξύ 224 kWh/m² στο νότιο αιγαίο και 710 kWh/m² στην Αθήνα. Υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση στην κατανάλωση ενέργειας μεταξύ των νοσοκομείων της χώρας και αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες που αλλάζουν

από κτίριο σε κτίριο όπως η παλαιότητα, η χρήση, το επίπεδο θερμομόνωσης, το επίπεδο συντήρησης του εξοπλισμού κ.α. Ακόμη, η έρευνα δείχνει ότι το 75% της παραγόμενης ενέργειας αξιοποιείται για θερμότητα και μόλις το 25% για ηλεκτρικές καταναλώσεις. Ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός διαφοροποιείται αρκετά από νοσοκομείο σε νοσοκομείο. Το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας αφορά την θέρμανση.

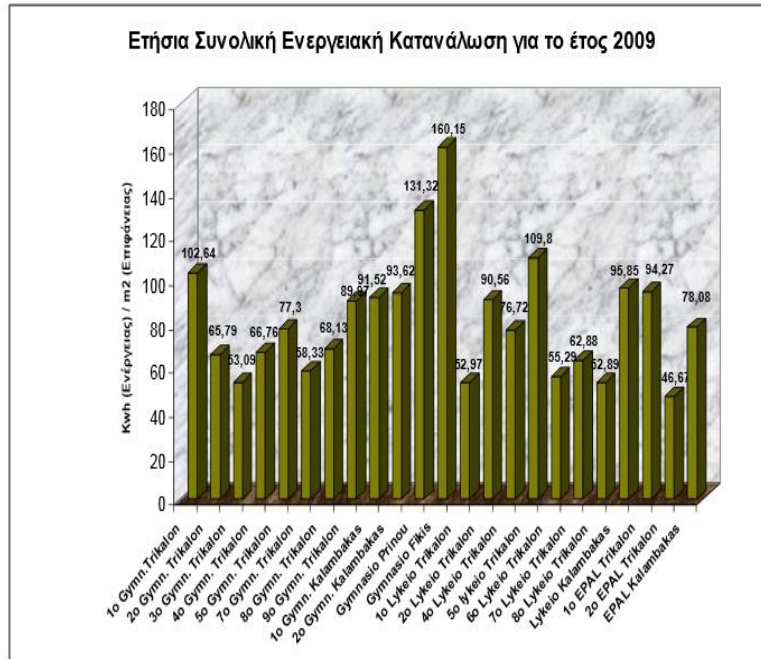
Η μελέτη αυτή κάλυψε 25 δημόσια κτήρια και συγκεκριμένα την Βουλή, 6 υπουργικά κτήρια, 8 νοσοκομεία, 4 νομαρχίες, 1 πανεπιστήμιο, το κτίριο της νετ, το αστεροσκοπείο, δυο αεροδρόμια και το Αλεξάνδρειο Μέλαθρο της Θεσσαλονίκης.

Η έρευνα αυτή με βάση τα αποτελέσματα της προτείνει 7 τρόπους εξοικονόμησής ενέργειας, ενεργειακά αποδοτικότερες και οικονομικά συμφέρουσες.

- Αλλαγή του χρησιμοποιούμενου καυσίμου, αναβάθμιση των καυστήρων καθώς και αντικατάσταση των παλαιότερων λεβήτων με νέους μεγαλύτερης απόδοσης. Η κίνηση αυτή προσφέρει εξοικονόμησης ενέργειας της τάξης του 5-10%, μείωση κόστους 20-30% και απόσβεση σε ένα έως πέντε χρόνια.
- Εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων και χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Η περίοδος αποπληρωμής κυμαίνεται μεταξύ 4 με 9 χρόνια.
- Εγκατάσταση αυτοματισμών και συστημάτων αυτομάτου ελέγχου. Επιτυγχάνεται εξοικονόμησης ενέργειας 10 με 20 % και απόσβεση σε 2 με 5 έτη.
- Τοποθέτηση οικονομικών λαμπτήρων. Μείωση κατανάλωσης ενέργειας 80% και αποπληρωμή σε 1 με 2 χρόνια.
- Εγκατάσταση μονάδων συμπαραγωγής και θερμότητας και ηλεκτρισμού στα νοσοκομεία. Η τελική κατανάλωση ενέργειας μειώνεται κατά 30 με 40 %, το οικονομικό όφελος είναι 25-35% και η αποπληρωμή σε 4-7 έτη.
- Αντικατάσταση των συμβατικών φωτιστικών σωμάτων με ποσοστό εξοικονόμησης της τάξης 40 με 50% με απόσβεση σε 3 έως 16 χρόνια.
- Αναβάθμιση συστήματος κλιματισμού. Επιτυγχάνεται καλύτερη ενεργειακή απόδοση.

Τα στατιστικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση των επεμβάσεων προήλθαν από της ενεργειακές επιθεωρήσεις στα δημόσια κτήρια και την διεξαγωγή προσομοιώσεων στα πλαίσια του Κανονισμού Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας.

Παρακάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα από την μελέτη της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας σχολείων στον Νομό Τρίκαλων



Σχήμα 1.1-Ετήσια κατανάλωση ενέργειας σχολείων στο νομό Τρικάλων το 2009

Από το παραπάνω γράφημα συμπεραίνουμε ότι η κατανάλωση ενέργειας στα σχολεία του νομού Τρικάλων κυμαίνονται μεταξύ 50 kWh/m² και 160 kWh/m².

1.4.3. Αθλητικοί Χώροι

Η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας σε αθλητικούς χώρους είναι για θέρμανση χώρων και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας για μεσογειακό κλίμα είναι κοντά στα 260 kWh/m² (ICEU, 1994).

Η κατανάλωση ενέργειας εξαρτάται από τις εσωτερικές συνθήκες οι οποίες πρέπει να είναι κατάλληλες για τις αθλητικές δραστηριότητες και τις υπηρεσίες που προσφέρουν.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για τεχνητό φωτισμό μπορεί να είναι σημαντική μιας και οι αθλητικές δραστηριότητες λαμβάνουν χώρα κυρίως τις βραδινές ώρες. Ο οριζόντιος κανονικός φωτισμός πρέπει να είναι μεταξύ 200 με 400 lux ανάλογα με την δραστηριότητα. Ο γενικός φωτισμός ολόκληρου του γηπέδου πρέπει να κυμαίνεται κοντά στα 200 lux.

Τα επίπεδα θορύβου του κεντρικού συστήματος εξαερισμού πρέπει να είναι χαμηλά γιατί περιοδικά ο θόρυβος μέσα στον αθλητικό χώρο μπορεί να είναι πολύ υψηλός εξαιτίας του θορύβου που προκαλούν οι θεατές. Μια σωστή ακουστική παίζει οπωσδήποτε ρόλο στην άνεση των χρηστών του γυμναστήριου. Κατά το DIN 1946 T.2 τα προτεινόμενα επίπεδα θορύβου για συχνότητα 1000 Hz είναι για χαμηλή ζήτηση 45 και για υψηλή ζήτηση 50, ενώ για την TOTEE/86 είναι 45(Μπαλαράς,1996).

1.4.4 Λοιπά κτίρια

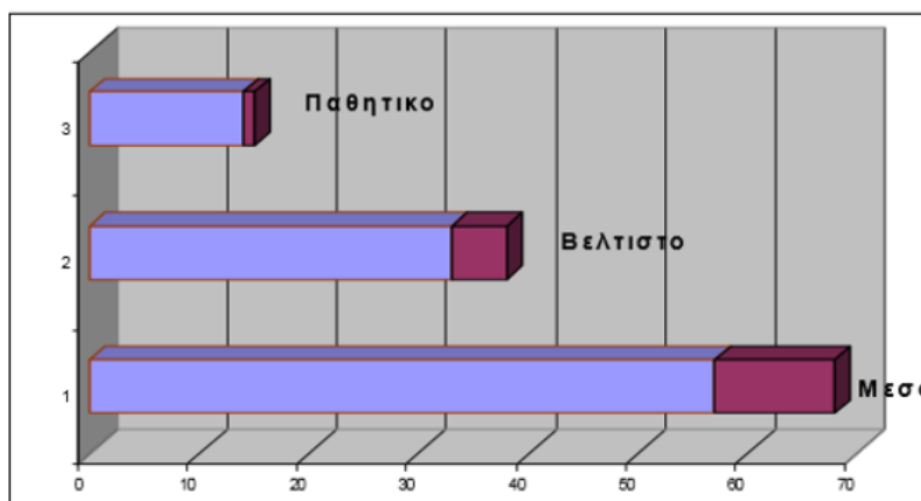
Στην Ελλάδα τα κτίρια που δεν λειτουργούν σαν κατοικίες αντιπροσωπεύουν το 5 τα εκατό του συνόλου των κτιρίων. Από αυτά το 60 τα εκατό περίπου λειτουργούν σαν γραφεία και εμπορικά καταστήματα, το 20 τα εκατό σαν εκπαιδευτικά κτίρια, το 15 τα εκατό είναι ξενοδοχεία και το 8 τα εκατό λειτουργούν σαν χώροι ιατρικής περίθαλψης.

1.3.4 Εκπαιδευτικά κτίρια

Η μέση ενεργειακή κατανάλωση ενός σχολείου στην Ελλάδα κυμαίνεται περίπου στις 68 kWh/m²/έτος εκ των οποίων οι 55 kWh/m²/έτος χρησιμοποιούνται για θερμική ενέργεια.

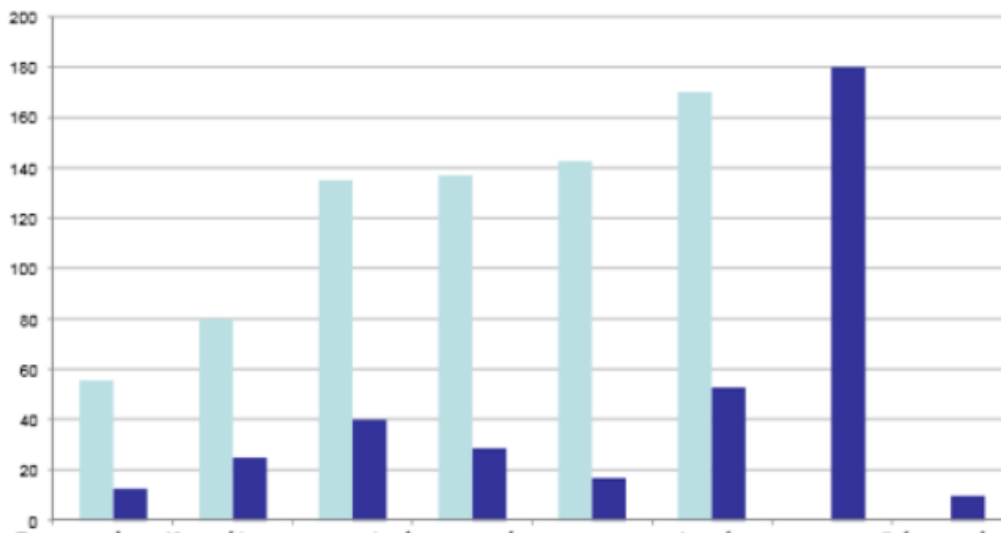
Η σύγκριση της ενεργειακής κατανάλωσης των σχολείων για θέρμανση έγινε στα πλαίσια του προγράμματος ENPER-EXIST. Συμπερασματικά, η ενεργειακή κατανάλωση των ελληνικών σχολείων είναι μικρότερη από τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες.

Η ενεργειακή κατανάλωση ενός τυπικού, βέλτιστου και παθητικού σχολείου στην Ελλάδα δίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 1.3- Η ενεργειακή κατανάλωση ενός τυπικού, βέλτιστου και παθητικού σχολείου στην Ελλάδα
Πηγή: Ομάδα κτιριακού περιβάλλοντος Πανεπιστημίου Αθηνών

Στο ίδιο ευρωπαϊκό πρόγραμμα επιχειρήθηκε και η σύγκριση της ηλεκτρικής κατανάλωσης. Όπως και πριν η ηλεκτρική ενεργειακή κατανάλωση των ελληνικών σχολείων είναι η μικρότερη σε σχέση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες που συμμετέχουν στην έρευνα. Παρόλα αυτά, η σύγκριση αυτή είναι ενδεικτική αφού κάποιες χώρες όπως η Νορβηγία χρησιμοποιεί ηλεκτρισμό για την θέρμανση των κτιρίων.



Σχήμα 1.4- Ενεργειακή κατανάλωση σχολικών κτιρίων σε ευρωπαϊκές χώρες

(Γαλάζιο: θέρμανση, μπλε: ηλεκτρισμός) Πηγή: «Energy consumption and the potential for energy conservation in school buildings in Hellas»

2.Ενεργειακή Αναβάθμιση. Η περίπτωση των αθλητικών χώρων

2.1 Συνθήκες άνεσης

Κάθε άτομο αντιλαμβάνεται τις συνθήκες άνεσης ανάλογα με τα γενετικά χαρακτηριστικά του αλλά και την ψυχολογική του κατάσταση. Έτσι ουσιαστικά οι συνθήκες άνεσης διαφέρουν από άνθρωπο σε άνθρωπο. Παρόλα αυτά οι επιστήμονες μελετούν και βρίσκουν τρόπους εξασφάλισης σταθερών συνθήκων που θεωρούνται για το μεγαλύτερο μέρος του κοινωνικού συνόλου ανεκτές. Ο ορισμός της άνεσης αναφέρεται στην πνευματική και σωματική ευημερία που νιώθει το άτομο σε ένα χώρο. Οι απαιτήσεις άνεσης περιλαμβάνουν την οπτική άνεση, την θερμική άνεση, την ακουστική άνεση και τον σωστό αερισμό εσωτερικών χώρων. Αναλυτικότερα, στα κτίρια τους καλοκαιρινούς μήνες πρέπει να λειτουργεί σύστημα κλιματισμού ή τεχνητού δροσισμού. Ακόμη πρέπει να λειτουργεί ανάλογα την χρονική περίοδο σύστημα τεχνητού ή φυσικού φωτισμού ή ο συνδυασμός τους, ο φυσικός ή μηχανικός αερισμός για την εξασφάλιση των απαραίτητων εναλλαγών αέρα του χώρου κ.α.

2.1.1 Τα κτίρια στην Ελλάδα σήμερα

Στην τεχνική έκθεση του ΥΠΕΧΩΔΕ για την εξοικονόμηση ενέργειας καταγράφονται μετά από έρευνα που έγινε σε 13 δημόσια κτίρια προβλήματα που αφορούν την έλλειψη συνθήκων άνεσης και την σπάταλη ενέργειας. Αναλυτικότερα, αναφέρονται προβλήματα υγρασίας, έλλειψη θερμομόνωσης, ελλιπής παροχή ζεστού νερού, έλλειψη δροσισμού, η/μ εγκαταστάσεις που δεν ανταποκρίνονται στην αρχική μελέτη κ.τ.λ.

2.1.2 Θερμική άνεση

Σύμφωνα με την Αμερικανική Επιστημονική Εταιρία Θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού (ASHRAE, Μάιος 2013) θερμική άνεση ορίζεται η κατάσταση στην οποία το άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή και νιώθει άνετα με τις υπάρχουσες θερμικές συνθήκες. Η κατάσταση στην οποία ένα άτομο αισθάνεται θερμικά άνετα είναι υποκειμενικό. Πέρα από την κοινωνική και ψυχολογική κατάσταση του ατόμου οι βασικότεροι φυσικοί παράγοντες που την επηρεάζουν καταγράφονται παρακάτω.

2.1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την θερμική άνεση

2.1.3.1.Φυσικές παράμετροι

- Θερμοκρασία του αέρα(°C)

- Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών(°C)
- Η υγρασία και η σχετική υγρασία του αέρα(Pa)
- Η ταχύτητα του εσωτερικού αέρα(m/s)
- Χωροταξική κατανομή των παραπάνω μεγεθών

2.1.3.2.Βιολογικές παράμετροι

- Το φύλλο των χρηστών του χώρου
- Η ηλικία των χρηστών του χώρου
- Οι συνήθειες των χρηστών του χώρου

2.1.3.3.Εξωτερικές παράμετροι

- Το είδος των δραστηριοτήτων των χρηστών του χώρου(met)

(1 met=58,15 W/ m²).

- Ο τύπος του ρουχισμού των χρηστών του χώρου(clo)(1 clo=0,155 m²C/W)

2.1.3 Οπτική άνεση

Η οπτική άνεση εξαρτάται από την ένταση, την διανομή και την ποιότητα του φωτός. Η διανομή του φωτός πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγονται οι υπερβολικές διαφορές στο φως και στην σκιά. Θα πρέπει να διατηρείται επαρκής αντίθεση ώστε να μπορεί να φανεί κάθε αντικείμενο. Η αντίθεση εκφράζεται με την λαμπρότητα, την ένταση φωτισμού ή την ανακλαστικότητα μεταξύ των επιφανειών. Σημαντικό είναι να επιλέγονται οι επικαλύψεις τοίχων, οροφής και δαπέδου σύμφωνα με την ανακλαστικότητα τους. Τα ανοίγματα των παράθυρων και οι πηγές τεχνητού φωτισμού θα πρέπει να τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η θάμβωση. Η θάμβωση προκαλείται από πολύ έντονη πηγή φωτισμού στο οπτικό πεδίο. Μπορεί να περιοριστεί με την σωστή τοποθέτηση των πηγών φωτισμού, με την σωστή επιλογή αυτών και με βάθη με κατάλληλες λαμπρότητες.

2.1.4 Ακουστική άνεση

Η ακουστική άνεση είναι η ικανότητα του κτιρίου να προστατεύει τους χρήστες της από εξωγενείς θορύβους και να εξασφαλίζει κατάλληλο ηχητικό περιβάλλον για διανομή ή διάφορες δραστηριότητες. Η ακουστική άνεση εξαρτάται από ένα σύνολο παραμέτρων σχετικές με την ηχομόνωση και την ηχοπροστασία του χώρου από αερόφερτους και κτυπογενής ήχους. Οι αερόφερτοι ήχοι παράγονται από γειτονικούς χώρους, εξωτερικές πηγές και από κοινόχρηστες ή ιδιωτικές εγκαταστάσεις του ίδιου κτιρίου. Η προστασία από αερόφερτους ήχους αφορά κυρίως τοίχους, δάπεδα και οροφές ενώ η προστασία από

κτυπογενείς ήχους αφορά κυρίως δάπεδα. Για τα κατακόρυφα χωρίσματα (τοίχοι, παράθυρα, οροφές) οι κανονισμοί θέτουν περιορισμούς για προστασία από αερόφερτους ήχους. Για τα οριζόντια χωρίσματα (δάπεδα, οροφές) θέτουν απαιτήσεις για κτυπογενείς και αερόφερτους ήχους ταυτόχρονα.

2.1.5 Ποιότητα αέρα εσωτερικού περιβάλλοντος

Με την ανεκτή ποιότητα εσωτερικού αέρα οι ένοικοι όχι μόνο αισθάνονται ανετά αλλά και το περιβάλλον τους είναι απαλλαγμένο από ενοχλητικές οσμές και επικίνδυνα επίπεδα συγκέντρωσης μολυσματικών στοιχείων. Οι κύριοι τρόποι διατήρησης ανεκτής ποιότητας εσωτερικού αέρα είναι η χρήση εξωτερικού αέρα, ο καθαρισμός αέρα, κατασκευή κατάλληλου χώρου διανομής αέρα και η εξάλειψη μολυσματικής πηγής ή η τροποποίηση της.

2.2 Εξοικονόμηση ενέργειας

2.2.1 Μόνωση

2.2.1.1 Γενικά

Πριν 100 χρόνια η εγκατάσταση θερμομόνωσης δεν αποτελούσε επιτακτική ανάγκη. Οι κατασκευές στην πλειοψηφία τους ήταν βαρύτερες, τα υλικά κατασκευής είχαν φυσική προέλευση, ακόμη και η αρχιτεκτονική μελέτη του κατασκευαστή ρύθμιζε την ροή θερμότητας στο κτίριο με αποτέλεσμα να εξασφαλίζονται στον χώρο άνετες συνθήκες διαβίωσης. Επιπρόσθετα, δεν πρέπει να ξεχνάμε την μεγάλη κλιματική αλλαγή στα νεότερα χρόνια. Ο ορός κλιματική αλλαγή αναφέρεται στην μεταβολή του κλίματος και πιο συγκεκριμένα στις μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που εκτείνονται σε βάθος χρόνου. Οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται είτε σε φυσικές διεργασίες είτε σε ανθρώπινες δραστηριότητες με επιπτώσεις στην σύνθεση της ατμοσφαιράς. Στην σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές αλλαγές (UNFCCC) η κλιματική μεταβολή ορίζεται η μεταβολή που οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Τα τελευταία χρόνια εξαιτίας τις υπερκατανάλωσης αγαθών του πρωτογενή τομέα, της αλόγιστης χρήσης των φυσικών πόρων και της αύξησης του πληθυσμού της γης υποβαθμίστηκε το φυσικό περιβάλλον. Παλαιότερα οι χειμώνες ήταν ηπιότεροι και τα καλοκαιριά πιο δροσερά.

Η κατάχρηση φυσικών πόρων τις τελευταίες δεκαετίες για παράγωγη ενέργειας έχει οδηγήσει, όπως προαναφέρθηκε, στην απότομη κλιματική αλλαγή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επομένως, άμεση ανάγκη αποτελεί η ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων, αυξάνοντας ταυτόχρονα την ενεργειακή τους κατηγορία και την εμπορική τους αξία. Η χρόνια απουσία υποχρεωτικών μέτρων εγκατάστασης μόνωσης από την πολιτεία οδήγησε στην κατασκευή κτιρίων με ενεργοβόρα συμπεριφορά που πλέον και λόγω οικονομικής κρίσης

αλλά και λόγω ραγδαίας αύξησης της τιμής του πετρελαίου αδυνατούν να προσφέρουν τις επιθυμητές συνθήκες διαβίωσης. Στον ελλαδικό χώρο το μεγαλύτερο ποσοστό των σπιτιών που χτιστήκαν πριν το 1980 δεν έχουν καθόλου μόνωση ή ανεπαρκή μόνωση με αποτέλεσμα να καταναλώνουν τρεις φορές περισσότερη ενέργεια από ότι θα κατανάλωναν αν είχαν θερμομόνωση (10^ο εθνικό συνέδριο για τις ήπιες μορφές ενέργειας, Νοέμβριος 2014). Ο λόγος που πριν την δεκαετία του '80 και ειδικότερα πριν την πρώτη πετρελαϊκή κρίση δεν γινόταν τοποθέτηση θερμομόνωσης στα κτίρια είναι η χαμηλότερη τιμή του πετρελαίου σε σχέση με τα σημερινά επίπεδα.

Η σωστή ανακαίνιση του κτιρίου, με μόνωση στο κτιριακό κέλυφος, συμβάλλει σημαντικά στην προστασία μέσα στο κτίριο από το πολύ κρύο τον χειμώνα και την πολύ ζεστή το καλοκαίρι διατηρώντας την θερμοκρασία του κτιρίου σε σταθερά επίπεδα. Με άλλα λόγια η σωστή θερμομόνωση προστατεύει το κτίριο από τις εξωτερικές δυσμενείς συνθήκες και βοηθάει στην μείωση λόγω απωλειών της θερμότητας που παρέχουν τα θερμαντικά σώματα στο εσωτερικό του.

2.2.1.2 Η προσαρμογή της Ελλάδας στις νέες εξελιγμένες ενεργειακές τεχνολογίες

Τα ευρωπαϊκά πλαίσια συνεργασίας, οι διακρατικές συμφωνίες και τα πρωτόκολλα οδηγούν την πολιτεία στην εναρμόνιση του θεσμικού της πλαισίου με τις σύγχρονες διεθνείς τάσεις. Παραδειγματικά, η προσθήκη εξωτερικής μόνωσης επιδοτείται από το ανανεωμένο πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκων» έως και 70% (οδηγός εφαρμογής προγράμματος εξοικονόμηση κατ' οίκων, Μάρτιος 2012). Πρόγραμμα για την χορήγηση χαμηλότοκων δανείων σε συνδυασμό με την επιδότηση επιτοκίου, επιχορήγηση κεφαλαίου και κάλυψη του κόστους των ενεργειακών επιθεωρήσεων σε ιδιοκτήτες κατοικιών, με πόρους από το ταμείο χαρτοφυλακίου <<Ταμείο εξοικονομώ κατ' οίκων >> και το πρόγραμμα άμεσης ενίσχυσης των νοικοκυριών (απόφαση 31654/ΕΥΘΥ 1415/20.7.2010 ,ΦΕΚ Β' 1262).

Σε πολλά παλιά κτίρια η ενεργειακή απόδοση είναι πολύ χαμηλή. Η ουσιαστική εφαρμογή των θεσπισμένων μέτρων για την βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των υφιστάμενων κτιρίων καλύπτει τους στόχους της Ελλάδας για την εναρμόνιση με τις σύγχρονες ευρωπαϊκές αντιλήψεις και περιβαλλοντικές τάσεις.

Στην κατεύθυνση αυτή το υπουργείο περιβάλλοντος και κλιματικής αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) θεσπίζοντας μέτρα για την βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των υφιστάμενων κτιρίων αποσκοπεί σε συνδυασμό με τις ευρωπαϊκές περιβαλλοντικές επιταγές στην παροχή οικονομικών κινήτρων για την πραγματοποίηση παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων (ΥΠΕΚΑ, 2010) .

Τα περισσότερα παλιά κτίρια στην Ελλάδα είναι ιδιαιτέρως ενεργοβόρα λόγω μη ενσωμάτωσης σύγχρονης τεχνολογίας και έλλειψης σχετικής νομοθεσίας τα τελευταία 30 χρόνια. Τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα περισσότερα κτίρια από ενεργειακής άποψης είναι η μερική ή ανεπαρκής θερμομόνωση, παλαιάς τεχνολογίας κουφώματα με πλαίσια ή μονούς υαλοπίνακες, η ελλιπής εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας στις νότιες και δυτικές πλευρές, η έλλειψη σωστής εκμετάλλευσης του ηλιακού

δυναμικού της χωράς μας καθώς και η απώλεια συντήρησης των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης με επακόλουθο την μειωμένη ενεργειακή απόδοση (Μοροπούλου, 2013).

Η ενημέρωση των χρηστών των κτιρίων σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας κρίνεται απαραίτητη για την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Η συμπεριφορά των ενοίκων οδηγεί συχνά σε σπάταλη ενέργεια με την εσφαλμένη εγκατάσταση κλιματιστικών συστημάτων χωρίς μελέτη μηχανικού, την χρήση συσκευών χαμηλής απόδοσης, την μη συντήρηση του συστήματος θέρμανσης κ.α.(ΥΠΕΚΑ, 2010)

2.2.1.3 Οφέλη θερμομόνωσης

Με την θερμομόνωση κτιρίου επιδιώκεται η επιβράδυνση της διαφυγής θερμότητας μέσα από τα τοιχώματα λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Η θερμομόνωση συνίσταται από μια αλληλουχία διαδικασιών ενεργειακών μελετών, τρόπων κατασκευής και συνδέεται άμεσα με το κόστος κατασκευής και λειτουργίας κτιρίων.

Αξιοσημείωτο είναι ότι, μια σωστή μελέτη θερμομόνωσης προσφέρει στο κτίριο και καλή ηχομονωτική προστασία γιατί τα περισσότερα θερμομονωτικά υλικά λειτουργούν και σαν ηχομονωτικά. Μια σωστή εγκατάσταση θερμομόνωσης, καθώς μόνον τότε εξασφαλίζεται η λειτουργικότητα της σε βάθος χρόνου και η απόσβεση του κόστους κατασκευής, αξίζει την επένδυση γιατί βελτιώνει τις συνθήκες ευεξίας στο χώρο, εξοικονομώντας ενέργεια και αυξάνοντας την αξία του ακινήτου. Ένα καλά θερμομονωμένο κτίριο προστατεύεται καλύτερα από τον κίνδυνο βιωσιμότητας γιατί δεν κινδυνεύει από την αύξηση του κόστους συμβατικών μορφών ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ηλεκτρικό ρεύμα) (Υπηρεσία Ενέργειας, Σεπτέμβριος 2010; Αχίλλας, Ιούλιος 2014). .

Ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του εσωτερικού χώρου ενός κτιρίου και του περιβάλλοντος εμφανίζεται όταν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ τους. Η ροή θερμότητας συμβαίνει πάντα από το θερμότερο προς το ψυχρότερο σώμα και ευθύνεται τόσο για την έλλειψη ζέστης τον χειμώνα όσο και για την απουσία δροσιάς το καλοκαίρι στο χώρο μας. Η παρεμπόδιση των θερμικών απωλειών από τους τοίχους επιτυγχάνεται με την σωστή ενεργειακή μελέτη από καταρτισμένο μηχανικό στο ρολό του ενεργειακού επιθεωρητή που αφορά την συγκεκριμένη εγκατάσταση. Μια λανθασμένη μελέτη ή μια κακή επιλογή και σύνθεση υλικών μπορεί να μειώσει την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου σε σημαντικό βαθμό.

Η ανταλλαγή θερμότητας μέσω των τοιχωμάτων του κτιρίου με το περιβάλλον δεν μπορεί να αποφευχθεί εκατό τα εκατό αλλά με την σωστή θερμομόνωση μπορεί να μειωθεί σημαντικά.

2.2.1.4 Επίδραση του βαθμού θερμομόνωσης στο κτιριακό κέλυφος

Κέλυφος κτιρίου ονομάζεται το περίβλημα του θερμαινόμενου ή ψυχομένου χώρου από επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το εξωτερικά στοιχεία όπως αέρα, έδαφος, νερό ή

άλλους εσωτερικούς μη θερμαινόμενους ή ψυχομένους χώρους ή αλλά εφαπτόμενα κτίρια. Η ενίσχυση της θερμομόνωσης του κτιριακού κελύφους είναι πολύ αποδοτικό μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας γιατί επιτυγχάνει πολλαπλά οφέλη όπως την μείωση της θερμικής αγωγιμότητας και συνεπώς της κατανάλωσης ενέργειας.

Ακόμη συντελεί στην μείωση της απαιτούμενης ισχύος του συστήματος θέρμανσης που χρειάζεται για την θερμοκρασία σχεδιασμού και επίσης συμβάλλει στην εξασφάλιση συνθήκων άνεσης του εσωτερικού του κτιρίου μειώνοντας την υγρασία και διατηρώντας για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα την εσωτερική θερμοκρασία σταθερή. Έρευνες που έχουν γίνει σε αυτό το θέμα έχουν δείξει ότι οι συνθήκες θερμικής άνεσης σε ένα χώρο σχετίζονται με την αλληλεπίδραση της θερμοκρασίας του αέρα με την θερμοκρασία των εξωτερικών τοίχων του κτιρίου που έρχονται σε επαφή με το περιβάλλον, την σχετική υγρασία και την ταχύτητα του αέρα. Αν στον εσωτερικό χώρο κάποιος από αυτούς του παράγοντες έχει τιμή έξω από το όρια που ορίζουν την θερμική άνεση τότε πρέπει να μεταβληθεί και κάποιος άλλος.

Μια σωστή μελέτη θερμομόνωσης που επιτυγχάνει ενεργειακή αποδοτικότητα περιλαμβάνει μόνωση όλων των εξωτερικών τοίχων του κτιρίου που έρχονται σε επαφή με το περιβάλλον και λόγω διαφορά θερμοκρασίας είναι δυνατόν να διαφύγει θερμική ενέργεια. Η θερμομόνωση επιβραδύνει την ταχύτητα ανταλλαγής θερμότητας του κτιρίου με το περιβάλλον μέσα από τις εξωτερικές επιφάνειες. Τα βασικά μέρη ενός κτιρίου τα οποία πρέπει να θερμομονώνονται είναι πόρτες, παράθυρα, στέγες, τοίχοι και πατώματα.

2.2.1.5 Βασικές αρχές θερμομόνωσης

Ο μηχανικός για τον υπολογισμό της θερμομόνωσης ενός κτιρίου βασίζεται στις βασικές αρχές θερμομόνωσης. Η θερμομονωτική ικανότητα δηλαδή η αντίσταση θερμοδιαφυγής εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των κύριων υλικών που χρησιμοποιούνται σε μια κατασκευή μόνωσης δηλαδή η θερμική αγωγιμότητα των υλικών, η περιεκτικότητα τους σε υγρασία και το πάχος τους. Ο βαθμός διαπερατότητας του αέρα των στοιχείων της κατασκευής εξαρτάται από το είδος της κατασκευής και την επιφάνεια των κουφωμάτων.

Το είδος της κατασκευής που διαμορφώνει το περίβλημα του χώρου δηλαδή τοίχοι και οροφές, τοποθετούνται συνήθως διαφορά επιχρίσματα μακροσκοπίας με μικρή διαπερατότητα αέρα και επομένως μικρές απώλειες θερμομόνωσης. Από την άλλη τα κουφώματα εμφανίζουν πολύ μεγάλο συντελεστή θερμοπερατότητας. Μεγάλες απώλειες θερμομόνωσης έχουμε από τις πόρτες και τα παράθυρα μίας όψης ανάλογα με το μέγεθος των υαλοπινάκων και τον τρόπο κατασκευής τους. Η θερμοχωρητικότητα των στοιχείων της κατασκευής συμβάλλει στην επιβράδυνση της ταχύτητας αλλαγής της αρχικής θερμοκρασίας. Οι τοίχοι και οι οροφές απορροφούν θερμότητα από το σύστημα θέρμανσης όσο αυτό δουλεύει και την αποδίδουν όταν αυτό δεν λειτουργεί. Έτσι όσο μεγαλύτερη η θερμοχωρητικότητα τους τόσο περισσότερο καθυστερεί η ψύξη των χώρων. Αντίστοιχη διαδικασία συμβαίνει και το καλοκαίρι με το σύστημα ψύξης. Ανάλογα με την θέση της μόνωσης οι τοίχοι και οι οροφές λειτουργούν ως συσσωρευτές θερμότητας ή ως φράγμα προστασίας. Οι συσσωρευτές έχουν την μόνωση στην εξωτερική επιφάνεια και χρησιμεύουν

σε χώρους όπως κατοικίες ή χώροι εργασίας όπου σκοπός του κτιρίου είναι να εξασφαλίζονται ευνοϊκές συνθήκες διαβίωσης. Στο φράγμα προστασίας η μόνωση τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια και στοχεύει κυρίως στην προστασία του κτιρίου από την θερμότητα ή την ψύξη που αναπτύσσεται σε αυτό ανεξάρτητα της διάρκειας προθέρμανσης ή απόψυξης των χώρων. Οι τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας πρέπει να είναι χαμηλές για δεδομένο πάχος και αντίσταση θερμοδιαφυγής για να επιτευχθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα θερμομόνωσης.

2.2.1.6 Θερμομονωτικά υλικά

Τα θερμομονωτικά υλικά επηρεάζονται κυρίως από την θερμοκρασία και την υγρασία. Υγρασία είναι η περιεκτικότητα μιας ουσίας σε νερό. Η υγρασία μπορεί να γεμίσει τις κυψελίδες του υλικού απομακρύνοντας τον αέρα και καταστρέφοντας έτσι τις μονωτικές ιδιότητες του υλικού. Συνήθως χρησιμοποιούνται μέθοδοι υγρομόνωσης ή υλικά με μικρή υγροσκοπικότητα. Η θερμοκρασία χρήσης των υλικών δεν πρέπει να είναι πολύ υψηλή και συγκεκριμένα όχι πάνω από 60 βαθμούς κελσίου γιατί επηρεάζονται οι ιδιότητες τους καθώς παρατηρείται καταστροφή των κυψελίδων, ελάττωση της θερμικής αντίστασης κ.α. (Βερβέρη, 2008). Η επιλογή ενός θερμομονωτικού υλικού εκτός από τα παραπάνω εξαρτάται από το κόστος, την διαθεσιμότητα του στην αγορά, το κόστος μεταφοράς και εγκατάστασης του.

Τα μονωτικά υλικά διακρίνονται ανάλογα με την οργανική ή ανόργανη φύση τους και την προεπεξεργασία τους στις παρακάτω κατηγορίες.

Πίνακας 2- Διαχωρισμός των θερμομονωτικών υλικών ανάλογα με την προέλευση και την επεξεργασία που υφίστανται. Πηγή: (Κέντρο Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, Δεκέμβριος 1999)

Τύποι θερμομονωτικών υλικών	Υλικά
Ανόργανα φυσικά	Αμίαντος, κίσηρης
Ανόργανα τεχνητά	Βερμικουλιτής, υαλοβάμβακας, σκωριόμαλλο, περλίτης, κυψελοειδές γυαλί, μονωτικά τούβλα, ορυκτοβάμβακας
Οργανικά φυσικά	Φυσικός φελλός, πλάκες τύρφης, καλάμια, πλάκες άχυρου, γιούτα
Οργανικά τεχνητά	Επεξεργασμένος φελλός, διογκωμένος φελλός, ξυλόμαλλο, καουτσούκ, συνθετικά πλαστικά, πολυουθεράνη, πολυστερίνη, PVC, φαινολικά μονωτικά
Σκυροδέματα φυσικά	Κίσηροδέμα, σκωριόδεμα, αμιαντοσυρόδεμα
Σκυροδέματα τεχνητά	Αερομπετόν, κυψελομπετόν

2.2.1.7 Βασικοί παράγοντες θερμικών απωλειών

Κρίνεται αναγκαίο να γνωρίζουμε τις σημαντικότερες αίτιες θερμικών απωλειών πριν κάνουμε οποιαδήποτε παρέμβαση, για να αντιμετωπίσουμε σωστά και διεξοδικά το πρόβλημα επιλέγοντας την βέλτιστη λύση. Ο προσανατολισμός και η κατεύθυνση του κτιρίου καθορίζουν το βαθμό επίδρασης του ανέμου και το ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας στο κτίριο. Όσο μεγαλύτερη είναι η έκθεση των εξωτερικών δομικών στοιχείων της κατασκευής στον άνεμο και στην ηλιακή ακτινοβολία τόσο μεγαλύτερες απώλειες έχει. Ένα κτίριο που δεν αποτελεί τμήμα ενός πολεοδομικού συστήματος έχει πολύ μεγαλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας και αρά εμφανίζει περισσότερες απώλειες. Μεγάλες απώλειες παρουσιάζουν οι επιφάνειες του κτιρίου που είναι περισσότερο εκτεθειμένες στην ύπαιθρο. Χώροι του κτιρίου που δεν έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον θεωρείται ότι δεν παρουσιάζουν καμία θερμοκρασιακή μεταβολή. Η κακή προσαρμογή των εξωτερικών κουφωμάτων επηρεάζει την ροή θερμότητας. Η τοποθέτηση παραθύρων πρέπει να γίνεται μετά από ενεργειακή μελέτη ώστε να αποφεύγεται η διείσδυση ρευμάτων αέρα που επιτρέπουν την διαφυγή θερμότητας από αυτά.

Η μελέτη της θερμομόνωσης είναι αντικείμενο του μηχανολόγου μηχανικού ο οποίος πρέπει να εξειδικευτεί κατάλληλα για να μπορέσει να δώσει μια αποτελεσματική και συμφέρουσα λύση για κάθε κατασκευή μεμονωμένα.

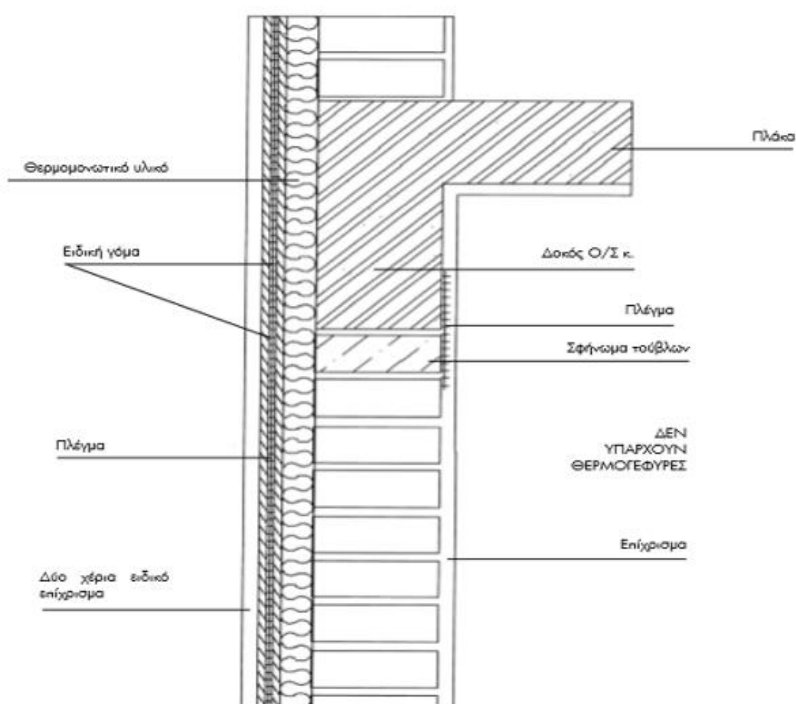
2.2.1.8 Τρόποι θερμομόνωσης

Οι βασικοί τύποι θερμομόνωσης τοιχοποιίας είναι η θερμομόνωση στην εσωτερική επιφάνεια, στην εξωτερική επιφάνεια, στον πυρήνα και η χρήση θερμομονωτικών τούβλων.

2.2.1.9 Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας

Η πιο συνηθισμένη μέθοδος εξωτερικής θερμομόνωσης είναι η τοποθέτηση θερμομονωμένων φύλλων με επαρκή θερμική αντίσταση στην περίβλημα του κτιρίου το οποίο καλύπτεται με υλικό μη διαπερατό από υγρό ή αέρα. Αυτός ο τύπος μόνωσης παρέχει ένα συνεχές θερμομονωτικό στρώμα χωρίς θερμογέφυρες σε δοκάρια και κολώνες και ενισχύει την αντίσταση των τοίχων στην διείσδυση νερού. Ακόμη, μειώνει τις διακυμάνσεις τις θερμοκρασίας αυξάνοντας την θερμοχωρητικότητα του κτιρίου. Παρόλα αυτά, η μέθοδος της εξωτερικής θερμομόνωσης αποτελεί μια ακριβή λύση ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων. Η εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας χρησιμοποιείται σε κτίρια που μας ενδιαφέρει η διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας στον χώρο και μετά το κλείσιμο των συστημάτων θέρμανσης, δηλαδή σε μόνιμες κατοικίες, νοσοκομεία κλπ. Η τοποθέτηση της σε παλιά κτίρια πρέπει να γίνεται ύστερα από μελέτη λαμβάνοντας υπόψη το κόστος εγκατάστασης και την δυσκολία κατασκευής. Η λανθασμένη εγκατάσταση θερμομόνωσης μπορεί να μειώσει την προσδοκώμενη ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου (Υπηρεσία Ενέργειας, Σεπτέμβριος 2010).

Ένα από τα κυριότερα πλεονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι η διατήρηση της θερμοκρασίας σε σταθερά επίπεδα λόγω του μεγάλου βαθμού θερμομόνωσης των δομικών στοιχείων. Ακόμη, αξιοσημείωτο είναι η χρήση του ηλίου για θέρμανση και αποθήκευση ενέργειας στα δομικά στοιχεία με νότιο προσανατολισμό κυρίως. Με την μείωση διαφυγής θερμότητας μειώνεται ο χρόνος φθοράς των εξωτερικών τοίχων λόγω μεγάλων θερμοκρασιακών μεταβολών. Η αποφυγή δημιουργίας θερμογεφυρών είναι ένα ακόμη χαρακτηριστικό της εξωτερικής θερμομόνωσης όπως και η προστασία από δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Τέλος, ένα ακόμη προτέρημα τις εξωτερικής θερμομόνωσης είναι ότι δεν μειώνει τον εσωτερικό χώρο και δεν εμποδίζει την σωστή λειτουργία του. Λόγω του σημαντικού κόστους εγκατάστασης της μόνωσης συνίσταται να πραγματοποιείται μαζί με την συνολική ανακαίνιση του κτιρίου. Είναι απαραίτητη η εφαρμογή της θερμομόνωσης από έμπειρο μηχανικό για να είναι αποτελεσματική και για την αποφυγή μη καλαίσθητου αποτελέσματος.

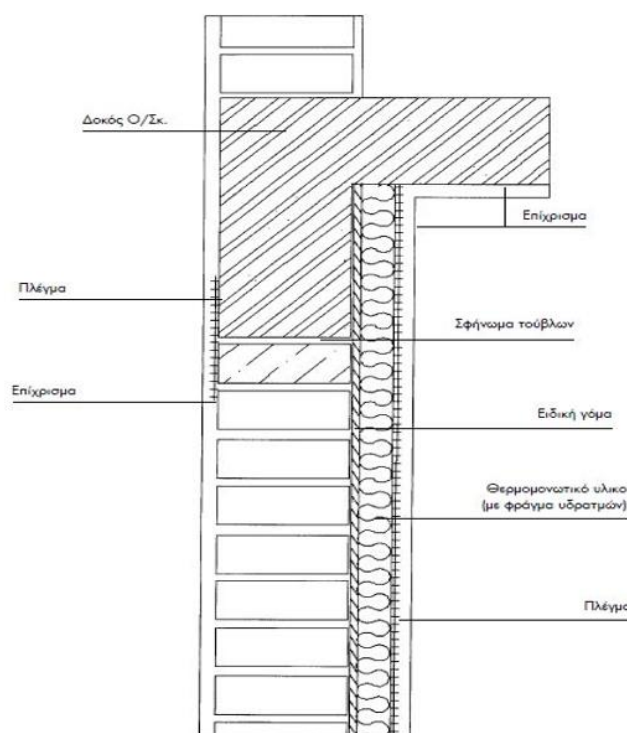


Σχήμα 2.1-Εξωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό Πηγή: Υπηρεσία ενέργειας, Σεπτέμβριος 2010

2.2.1.10 Εσωτερική θερμομόνωση

Μια οικονομικά συμφέρουσα λύση θερμομόνωσης είναι η μόνωση εσωτερικής τοιχοποιίας η οποία συνήθως εφαρμόζεται όταν θέλουμε να μονώσουμε ένα τοίχο επιλεκτικά ή σε κτίρια που δεν μας ενδιαφέρει η διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας και μετά το κλείσιμο του συστήματος θέρμανσης. Κυρίως εφαρμόζεται σε σχολεία, γραφεία, χώρους συνάθροισης. Υπερτερεί σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση εκτός από το κόστος, στην απλή και

γρήγορη κατασκευή, στην απόδοση που προσφέρει χωρίς καθυστέρηση όπως και ότι δεν παρουσιάζονται προβλήματα προστασίας από τις εξωτερικές δυσμενείς συνθήκες καθότι η μόνωση αυτή τοποθετείται εσωτερικά του κτιρίου. Η εγκατάσταση της εμπεριέχει την τοποθέτηση μονωτικών πινάκων και το σοβάτισμα τους. Αξιοσημείωτες είναι οι δυσκολίες που μπορεί να προκύψουν από αυτόν τον τύπο μόνωσης, οι περισσότερες όμως δεν είναι αξεπέραστες. Είναι πιθανό να εμφανιστεί υγρασία και γι' αυτό τον λόγο συνίσταται η χρήση υγρομόνωσης με φύλλα αλουμινίου, νάιλον ή αλλά ειδικά για πυροπροστασία υλικά. Ακόμη χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην τοποθέτηση αντικειμένων μεγάλου βάρους και ηλεκτρολογικών συστημάτων. Ειδική μέριμνα πρέπει να ληφθεί για την αποτροπή δημιουργίας θερμογεφυρών κυρίως σε σημεία συναρμογών εσωτερικών και εξωτερικών τοίχων. Η εσωτερική τοιχοποιία δεν παρέχει επαρκή προστασία από συστολές και διαστολές λόγω διαφοράς θερμοκρασίας με το εξωτερικό περιβάλλον. Η εφαρμογή της σε παλιά κτίρια μειώνει το εμβαδόν του εσωτερικού χώρου και δυσχεραίνει την λειτουργία του κτιρίου κατά την εφαρμογή της.



Σχήμα 2.2-Εσωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό Πηγή: Υπηρεσία ενέργειας, Σεπτέμβριος 2010

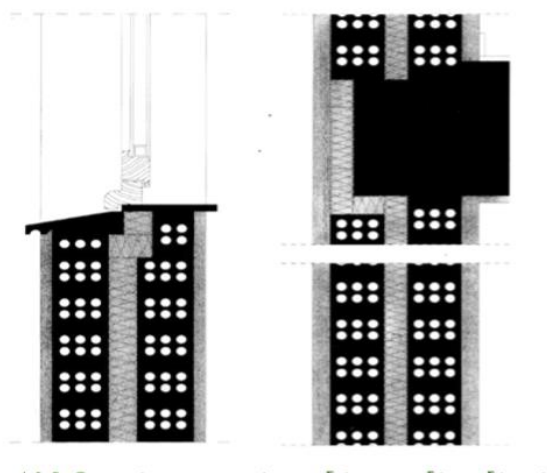
2.2.1.11 Θερμομόνωση πυρήνα

Η εξωτερική τοιχοποιία με διάκενο αποτελείται από δύο τοίχους. Οι τοίχοι αυτοί είναι συνήθως από τούβλο και αναμεσά τους υπάρχει θερμομονωτικό υλικό. Ο εσωτερικός τοίχος απορροφάει ενέργεια όταν λειτουργεί το σύστημα θέρμανσης και την αποβάλλει όταν αυτό σταματήσει να λειτουργεί διατηρώντας μια ομοιόμορφη θερμοκρασία χώρου. Ο τοίχος από τούβλα είναι πορώδης. Σε περιόδους βροχής για να αποφευχθεί το πέρασμα της υγρασίας

από τον εξωτερικό τοίχο στο εσωτερικό φύλλο πρέπει να υπάρχει ένα κενό μεταξύ του τοίχου και του θερμομονωτικού υλικού. Ένα κενό πάχους 50 mm είναι κατάλληλο για κάθε τύπο έκθεσης. Ο κίνδυνος ανάφλεξης είναι πολύ μικρός γιατί το διάκενο δεν αερίζεται. Η φλόγα δεν μπορεί να εξαπλωθεί γιατί δεν υπάρχει αρκετός αέρας για να διατηρήσει την καύση.

Αξιοσημείωτα είναι τα πλεονεκτήματα της θερμομόνωσης στο πυρήνα σε σύγκριση με τους άλλους τύπους θερμομόνωσης. Δεν χρειάζεται ειδική μελέτη για την τοποθέτηση των θερμομονωτικών πλακών. Δεν αλλοιώνεται η θερμομονωτική ικανότητα του τοίχου από την υγρασία. Παρέχει την δυνατότητα εκμετάλλευσης της θερμοχωρητικότητας του τοίχου.

Παρόλα αυτά η θερμομόνωση με διάκενο παρουσιάζει και σημαντικά μειονεκτήματα. Αυτός ο τύπος θερμομόνωσης δεν ενδείκνυται σε περιοχές με έντονη σεισμική συμπεριφορά. Τοιχοποιίες με πλημμελή σύνδεση μπορεί να αποσυνδεθούν μετά από ισχυρή θερμική δόνηση. Τέλος, δεν εκμεταλλεύεται πλήρως την θερμοχωρητικότητα της τοιχοποιίας. Ωστόσο αυτό είναι δυνατό να αυξηθεί ανάλογα με το πάχος του εξωτερικού τοίχου.



Σχήμα 2.3.Θερμομόνωση τοιχοποιίας στο διάκενο μεταξύ των δύο τοίχων Πηγή: Υπηρεσία ενέργειας, Σεπτέμβριος 2010

2.2.1.12 Τοιχοποιία από θερμομονωμένα τούβλα

Σε αυτή την περίπτωση θερμομόνωσης δεν χρησιμοποιούνται μονωτικά υλικά γιατί τα τούβλα είναι ειδικά τούβλα με θερμομονωτικές ιδιότητες ή περιλαμβάνουν θερμομονωτικά υλικά.

Ο τρόπος εγκατάστασης αυτού του τύπου θερμομόνωσης είναι αρκετά απλός και ταυτόχρονα εξασφαλίζει συνθήκες θερμικής άνεσης. Παρόλα αυτά υπάρχει δυσκολία κρεμάσματος ραφιών κλπ. σε ορισμένες κατασκευές. Τέλος η ικανότητα θερμοχωρητικότητας των τούβλων μπορεί να χρησιμοποιηθεί μερικώς και όχι ολικώς.

2.2.1.13 Οροφές και στέγες

Η οροφή αποτελεί μια εξωτερική επιφάνεια με μεγάλες απώλειες θερμότητας. Εντούτοις, η μόνωση οροφής είναι μία εργασία σχετικά εύκολη και φθηνή. Το δώμα αποτελεί το πιο ευπαθές στοιχείο του κτιρίου. Καταπονείται από τον ήλιο, την βροχή, το χιόνι και τον άνεμο. Η σωστή θερμομόνωση του δώματος μειώνει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου και ανακουφίζει του ενοίκους από τις δυσμενείς συνθήκες το καλοκαίρι και τον χειμώνα. Ακόμη, προστατεύεται από την καταστροφή της από τις καιρικές συνθήκες και το πέρασμα του χρόνου. Με την προσθήκη θερμομόνωσης στην οροφή ο συντελεστής θερμοπερατότητας μειώνεται 50-70% (ΚΑΠΕ, 1999).

Η κατασκευή της οροφής μπορεί να είναι επίπεδη ή κεκλιμένη. Η μόνωση του δώματος τοποθετείται είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά.

2.2.1.14 Θερμομόνωση πάνω από την πλακά

Αυτός ο τύπος θερμομόνωσης τοποθετείται σε κτίρια που μας ενδιαφέρει η απόδοση του κτιρίου και μετά την λήξη λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης ή ψύξης. Η εφαρμογή του αποτελείται από την τοποθέτηση υλικών μονωτικών, υδατοπροστατευτικών και ανθεκτικών στις καιρικές συνθήκες.

2.2.1.15 Θερμομόνωση κάτω από την πλακά

Η θερμομόνωση αυτή χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που δεν μας ενδιαφέρει η ενεργειακή απόδοση των δομικών στοιχείων μετά την διακοπή του συστήματος. Η μόνωση τοποθετείται απευθείας στην υποδομή του δώματος. Το κύριο πλεονέκτημα την εσωτερικής μόνωσης της οροφής σε σχέση με την εξωτερική μόνωση είναι ότι δεν χρειάζεται επιπλέον προστασία από την καιρικές μεταβολές. Αυτό που χρειάζεται στην περίπτωση μόνωσης κάτω από την πλακά είναι να απλωθεί ένα στρώμα υλικού για προστασία από την υγρασία.

2.2.1.16 Θερμομόνωση στέγης

Στέγη ονομάζεται η κατασκευή που συνδυάζει οριζόντια και κεκλιμένη οροφή. Η οροφή διακρίνεται σε κεκλιμένη και οριζόντια. Η στέγη όμως είναι συνδυασμός τους. Οι στέγες σε κτίρια που χρησιμοποιούνται για κύρια κατοικία ή εργασιακούς χώρους ονομάζονται θερμές στέγες. Η θερμομόνωση στις στέγες τοποθετείται με τον ίδιο τρόπο όπως και στις οροφές, εσωτερικά ή εξωτερικά. Στην ενεργειακή αναβάθμιση παλιών δημοσίων κτιρίων συνήθως χρησιμοποιείται η εσωτερική θερμομόνωση. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να εξασφαλίσουμε για το κτίριο μας τον επαρκή αερισμό για να αποφύγουμε προβλήματα υγρασίας.

Τα θερμομονωτικά υλικά που τοποθετούνται για την θερμομόνωση στέγης πρέπει να έχουν ευκολία χειρισμού, δυνατότητα καλή συναρμογής των τεμαχίων, προστασία από την διείσδυση υγρασίας στην περίπτωση εσωτερικής μόνωσης και χαμηλό συντελεστή θερμικής

αγωγιμότητας ώστε να τοποθετείται όσο το δυνατόν λιγότερη επιφάνεια. Η χρήση μικρότερου πάχους υλικού είναι θεμιτή και για αισθητικούς λόγους αλλά και για την αποφυγή εκμετάλλευσης ωφέλιμου εσωτερικού χώρου.

2.2.1.17 Μόνωση δαπέδου

Οικίες που βρίσκονται πάνω από πυλωτές, αποθήκες ή μη θερμαινόμενους χώρους παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες θερμότητας χωρίς την κατάλληλη μόνωση. Η θερμομόνωση μπορεί να εφαρμοστεί πάνω ή κάτω από το δάπεδο. Το κόστος κατασκευής είναι μικρό και η ενεργειακή απόδοση που προσφέρει αρκετά μεγάλη.

2.2.1.18 Θερμομόνωση στην κάτω πλευρά της πλάκας δαπέδου

Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται συνήθως σε μόνιμες κατοικίες, νοσοκομεία, δηλαδή σε χώρους που μας ενδιαφέρει η μεγάλη θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων ώστε να αποδίδουν θερμότητα και μετά το κλείσιμο του συστήματος θέρμανσης-ψύξης.

2.2.1.19 Θερμομόνωση στην πάνω πλευρά της πλάκας

Η θερμομόνωση στην πάνω πλευρά του δαπέδου χρησιμοποιείται κυρίως σε χώρους που δεν μας ενδιαφέρει η μεγάλη θερμική αποθήκευση από τα δομικά στοιχεία της πλάκας. Οι χώροι αυτοί είναι συνήθως εξοχικές κατοικίες, γραφεία, καταστήματα κλπ.

2.2.2 Αντικατάσταση Κουφωμάτων

Η σωστή μελέτη για εγκατάσταση των κουφωμάτων στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό επιτρέπει τον σωστό φωτισμό και αερισμό του εσωτερικού χώρου. Τα κουφώματα πρέπει να έχουν θερμομόνωση ώστε να ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες από τις χαραμάδες, φαινόμενο που παρατηρείται σε παλιά κτίρια ή κτίρια κακής κατασκευής. Συνεπώς είναι σημαντική η καλή αεροστεγανότητα των κουφωμάτων καθώς και η επιλογή δομικών υλικών με θερμομονωτικές ιδιότητες. Τον χειμώνα η ροή θερμότητας έχει κατεύθυνση από μέσα προς τα έξω ενώ το καλοκαίρι η θερμότητα εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο. Υπάρχουν κουφώματα ξύλινα, μεταλλικά, αλουμινίου και συνθετικά πλαστικά με διάφορες τυπολογίες ανοίγματος ή σταθερά.

Σημαντική παρέμβαση στα κουφώματα αποτελεί η αντικατάσταση παραθύρων με νέα που έχουν διπλά τζάμια. Η χρήση διπλών τζαμιών με ή χωρίς θερμομονωτικό αέριο στο διάκενο προσφέρει ικανοποιητική θερμομονωτική προστασία και ηχοπροστασία. Σημαντικό ρολό στην εξοικονόμηση ενέργειας παίζει ο ανθρώπινος παράγοντας. Η σωστή χρήση των διαφορών αρχιτεκτονικών στοιχείων του κτιρίου όπως παντζούρια, σκίαστρα, κλπ. Μπορεί να οδηγήσει στην επιθυμητή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.

2.2.3 Βελτίωση αποδοτικότητας συσκευών

2.2.3.1 Σύστημα Θέρμανσης

Το σύστημα θέρμανσης είναι ο κύριος παράγοντας που εξασφαλίζει τις άνετες συνθήκες διαβίωσης στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου. Αποτελείται από το σύστημα παραγωγής θερμότητας, το δίκτυο διανομής και τις τερματικές μονάδες. Στην συνέχεια αναφέρονται διάφορες τεχνολογίες εξοικονόμησης κόστους θέρμανσης. Το κυριότερο μέρος του συστήματος θέρμανσης είναι ο λέβητας. Η καλή ενεργειακή απόδοση του λέβητα είναι απαραίτητη για την ρύθμιση κατανάλωσης καυσίμου και εκπομπών αέριων του θερμοκηπίου. Απαραίτητη κρίνεται η διαστασιολόγηση του λέβητα σε σχέση με της ενεργειακές απαιτήσεις του κάθε κτιρίου μεμονωμένα. Ο λέβητας της εγκατάστασης θα πρέπει να μην είναι μεγαλύτερης ισχύος από τις απαιτήσεις του κτιρίου διότι έτσι αυξάνεται το κόστος κατανάλωσης καυσίμου και μειώνεται η απόδοση του συστήματος (Πρακτικός οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια, 2002).

2.2.3.2 Προτεινόμενοι λέβητες εξοικονόμησης καυσίμου

2.2.3.2.1 Λέβητας συμπίκνωσης

Οι κλασσικοί λέβητες αξιοποιούν μόνο την θερμότητα που παράγεται από την καύση και αποβάλλουν καυσαέρια και υδρατμούς σε υψηλές θερμοκρασίες. Ο λέβητας συμπίκνωσης αξιοποιεί και την θερμότητα των καυσαερίων επιτυγχάνοντας υψηλότερο βαθμό απόδοσης. Οι λέβητες συμπίκνωσης λειτουργούν εξίσου καλά σε συστήματα υψηλών και χαμηλών θερμοκρασιών. Η χρήση λεβήτων συμπίκνωσης μπορεί να μειώσει το κόστος καταναλώμενης ενέργειας έως και 30 τα εκατό σε σχέση με τους κλασσικούς λέβητες.



Σχήμα2.4-Λέβητας συμπίκνωσης

2.2.3.2.2 Ενδοδαπέδια θέρμανση

Στο σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης αυτό που διαφοροποιείται σε σχέση με τους παραδοσιακούς λέβητες είναι οι θερματικές μονάδες. Το ζεστό νερό ρέει μέσα από ελαστικούς σωλήνες κάτω από το πάτωμα το οποίο λειτουργεί σαν θερμαντικό σώμα.

Οι σωλήνες κατανέμουν την ενέργεια ομοιόμορφα εκεί όπου χρειάζεται επιτυγχάνοντας σε χαμηλότερες θερμοκρασίες νερού το ίδιο αποτέλεσμα με τους κοινούς λέβητες με μικρότερο ενεργειακό κόστος και αρά μικρότερο λέβητα. Το δάπεδο ακτινοβολεί θερμότητα από κάτω προς τα πάνω επιτυγχάνοντας ομοιόμορφη θέρμανση του αέρα και όχι συγκέντρωση της θέρμανσης κοντά στα σώματα. Για τα παλιά κτίρια συνηθίζεται η εγκατάσταση επιδαπέδιας θέρμανσης να γίνεται μόνο όταν εκτελείται ολική ανακαίνιση του κτιρίου. Αν και αυτός ο τύπος θέρμανσης έχει χαμηλό κόστος λειτουργίας παρόλα αυτά το κόστος εγκατάστασης είναι αρκετά δαπανηρό. Ωστόσο η απόσβεση από μια τέτοια εγκατάσταση δεν είναι ανέφικτη αλλά προσφέρει μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση.



Σχήμα2.5-Ενδοδαπέδια θέρμανση

2.2.3.3 Θερμαντικά σώματα νέου τύπου

Τα θερμαντικά σώματα panel είναι σώματα νέου τύπου με μικρό πάχος και κατασκευάζονται με χάλκινους σωλήνες και πάνελ αλουμινίου. Τα σώματα αυτά καταλαμβάνουν τον μικρότερο όγκο προσφέροντας πολλά πλεονεκτήματα εξασφαλίζοντας τις επιθυμητές συνθήκες θερμικής άνεσης στο χώρο ελαχιστοποιώντας την υγρασία και εξοικονομώντας ενέργεια. Ακόμη, τα σώματα αυτά για την βέλτιστη λειτουργία μπορούν να χρησιμοποιηθούν με λέβητες συμπίκνωσης. Για αυτό έχουν αρκετά καλές αποδόσεις και απεριόριστη διάρκεια ζωής.



Σχήμα 2.6-Θερμαντικά σώματα νέου τύπου

2.2.3.4 Θερμοστάτης εσωτερικής θερμοκρασίας

Μια σωστή ρύθμιση του συστήματος θέρμανσης στοχεύει στην μείωση της σπάταλης ενέργειας ελέγχοντας την λειτουργία του συστήματος με αυτόματο θερμοστάτη χώρου. Ο θερμοστάτης θα πρέπει να είναι τοποθετημένος σε χαρακτηριστικό σημείο του χώρου και όχι κοντά σε καλοριφέρ ή άλλες πηγές θερμότητας που μπορεί να επηρεάσουν την λειτουργία του και έτσι να μην αποδώσει ικανοποιητικές συνθήκες άνεσης στους ενοίκους. Με την σωστή λειτουργία του θερμοστάτη επιτυγχάνεται μια σταθερή θερμοκρασία στον χώρο με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και σωστή εκμετάλλευση άλλων διαθέσιμων πηγών ενέργειας όπως η ηλιακή ακτινοβολία, φωτισμός και οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Επιπλέον, για ακόμη μεγαλύτερη απόδοση του συστήματος θέρμανσης η εσωτερική θερμοκρασία μπορεί να ρυθμιστεί σε διαφορά επίπεδα ανάλογα την χρήση, την περίοδο λειτουργίας και τις ανάγκες κάθε χώρου. Είναι γνωστό ότι σε μια οκτάωρη λειτουργία του θερμοστάτη η μείωση της θερμοκρασίας κατά ένα βαθμό επιφέρει μείωση κατανάλωσης ενέργειας κατά 2 % (Υπουργείο εμπορίου, βιομηχανίας και τουρισμού, Υπηρεσία ενέργειας).

2.2.3.5 Θερμοστατικές βαλβίδες

Σε παλαιότερα σπίτια που δεν έχουν αυτονομία θέρμανσης μία οικονομική λύση εξοικονόμησης ενέργειας είναι οι θερμοστατικές βαλβίδες. Οι βαλβίδες ελέγχουν την ροή του νερού στα καλοριφέρ σε σχέση με την θερμοκρασία του χώρου με σκοπό την αποφυγή άσκοπης υπερθέρμανσης. Κλείνουν αυτόματα όταν η θερμοκρασία του χώρου φτάσει στα επιθυμητά επίπεδα. Η τοποθέτησή τους είναι μια απλή διαδικασία που μπορεί να μειώσει τις ενεργειακές απαιτήσεις του χώρου κατά 10 %.

2.2.3.6 Κλιματισμός

Το σύστημα θερινού κλιματισμού αποτελεί πλέον απαραίτητο στοιχείο του εργασιακού και οικιακού χώρου για την εξασφάλιση των απαραίτητων συνθηκών άνεσης. Για την επίτευξη σημαντικής εξοικονόμησης ενέργειας προτείνονται κλιματιστικά μεγάλης ενεργειακής απόδοσης. Η καλύτερη ενεργειακή λύση είναι τα κλιματιστικά τεχνολογίας inverter. Η τεχνολογία inverter ρυθμίζει την λειτουργία του κλιματιστικού ανάλογα με τις απαιτήσεις του χώρου εξοικονομώντας μεγάλα ποσά ενέργειας.



Σχήμα 2.7- Κλιματιστικό τύπου inverter

Σε υφιστάμενα κτίρια συνήθως τοποθετούνται αυτόνομες μονάδες κλιματισμού με αντλία θερμότητας. Οι μονάδες αυτές δεν αποτελούν την βέλτιστη λύση από αισθητική και οικονομική άποψη. Στα καινούργια κτίρια συνήθως προτιμώνται κεντρικά συστήματα κλιματισμού και εξαερισμού που δεν αλλοιώνουν το αισθητικό αποτέλεσμα και προσφέρουν μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας.

Η οικονομική λειτουργία του κλιματιστικού σχετίζεται με την σωστή συντήρηση του από εξειδικευμένο συντηρητή. Απαραίτητος είναι ο τακτικός έλεγχος συντήρησης που εξασφαλίζει χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και επιμηκύνει την διάρκεια ζωής του κλιματιστικού. Σημαντικό είναι να διορθώνονται άμεσα τυχόν βλάβες στο μηχάνημα ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία του. Ακόμη, η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας προϋποθέτει τον τακτικό και σωστό καθαρισμό των φίλτρων από τον χρήστη χωρίς καμία επιπλέον επιβάρυνση. Ο τρόπος καθαρισμού των φίλτρων είναι πολύ απλός και συστήνεται και για λογούς υγείας.

2.2.3.6.1 Κεντρικά συστήματα ψύξης

Στα καινούργια κτίρια οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού συνοδεύονται με σώματα τριών ειδών. Σώματα fan-coil, θερμοεκπομποί και μονάδες διαιρεμένου τύπου. Η καλύτερη επιλογή είναι οι θερμοεκπομποί. Τα σώματα αυτά μειώνουν την υγρασία στο χώρο, βελτιώνουν τις συνθήκες άνεσης, περιορίζουν την σκόνη λόγω της μη χρήσης ανεμιστήρα και

επιτυγχάνουν μικρότερη κατανάλωση ενέργειας. Στα νέα κτίρια λόγω χρήσης καλών θερμομονωτικών υλικών είναι απαραίτητη η τοποθέτηση συστήματος εξαερισμού. Το σύστημα εξαερισμού οδηγεί σε μεγάλη απώλεια θερμότητας στο περιβάλλον και γι' αυτό συνδυάζεται με σύστημα ανάκτησης θερμότητας. Το σύστημα ανάκτησης θερμότητας εκμεταλλεύεται την ενέργεια που παράγεται από την εξαγωγή του αέρα και την χρησιμοποιεί για ψύξη του εισερχομένου αέρα αναβαθμίζοντας την λειτουργία ψύξης του κτιρίου.

2.2.3.6.2 Αυτόνομα συστήματα ψύξης

Τα ανεξάρτητα κλιματιστικά με αντλία θερμότητας αποτελούνται από το σύστημα ψύξης του αέρα στον εξωτερικό χώρο του κτιρίου και το σύστημα διανομής του αέρα στον χώρο εσωτερικά του κτιρίου. Τα κλιματιστικά αυτά επαρκούν για τις ανάγκες των υφιστάμενων κτιρίων. Όμως, για νεόκτιστα κτίρια συστήνεται το σύστημα κεντρικής ψύξης και εξαερισμού. Μια καλή και οικονομική λύση αντί του κλιματιστικού είναι οι ανεμιστήρες οροφής. Ο ανεμιστήρας δροσίζει εξοικονομώντας ενέργεια αφού καταναλώνει όσο κι ένας κοινός λαμπτήρας φωτισμού.



Σχήμα 2.8- Ανεμιστήρας οροφής

2.2.4 Φωτισμός

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τις ανάγκες φωτισμού είναι σημαντική. Οι τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας συνοψίζονται στην αντικατάσταση λαμπτήρων, στην σωστή τοποθέτηση τους στον χώρο, στην σωστή επιλογή καταλλήλων φωτιστικών σωμάτων, στην καλύτερη εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού και την σωστή συντήρηση των σωμάτων του.

Η αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεως με λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης προσφέρει μεγάλο οικονομικό όφελος. Οι λαμπτήρες νέα τεχνολογίας έχουν πολύ μεγαλύτερη απόδοση με αποτέλεσμα να χρειάζονται πολύ λιγότερο ρεύμα για να

λειτουργήσουν για το ίδιο επίπεδο φωτεινότητας. Ένας κοινός λαμπτήρας χρησιμοποιεί μόνο το 10 τις εκατό της ενέργειας που καταναλώνει για φωτισμό και το υπόλοιπο το αποβάλλει σαν θερμότητα. Αντίθετα, οι νέοι λαμπτήρες χρησιμοποιούν το 90 τις εκατό της ενέργειας που παράγεται και απορρίπτουν το υπόλοιπο. Ένας λαμπτήρας χαμηλής κατανάλωσης έχει δέκα φορές μεγαλύτερη διάρκεια ζωής χρησιμοποιώντας μόνο το ένα πέμπτο της ενέργειας που καταναλώνει ένας κοινός λαμπτήρας πυρακτώσεως. Η αντικατάσταση των περισσότερο χρησιμοποιούμενων λαμπτήρων ενός κτιρίου με λαμπτήρες νέας τεχνολογίας μπορεί να μειώσει την παραγόμενη ενέργεια πάνω από το μισό. Η επιλογή του λαμπτήρα γίνεται με βάση την ενεργειακή του ετικέτα. Η ετικέτα αυτή παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες για τον λαμπτήρα ώστε να επιλέξει ο αγοραστής τον κατάλληλο σύμφωνα με τις ενεργειακές ανάγκες του για τεχνητό φωτισμό.

Ένα άλλο μετρώ εξοικονόμησης ενέργειας είναι η σωστή τοποθέτηση των σωμάτων φωτισμού στον χώρο. Ένα φωτιστικό τοποθετημένο διπλά σε μια μεγάλη επιφάνεια όπως τοίχος ή οροφή χάνει την φωτεινότητα του έως και στο μισό μιας και το περισσότερο φως κατευθύνεται προς την επιφάνεια. Ακόμη η χρήση έγχρωμων φωτιστικών σωμάτων μειώνει την απόδοση των λαμπτήρων με αποτέλεσμα να χρειάζεται λαμπτήρας μεγαλύτερης ισχύος και αρά με μεγαλύτερη οικονομική επιβάρυνση. Η σωστή συντήρηση των σωμάτων φωτισμού δηλαδή ο τακτικός καθαρισμός τους συντελεί στην διατήρηση της απόδοσης των λαμπτήρων σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Επιπλέον, η εγκατάσταση συστημάτων αισθητήρων φωτισμού μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας τις ώρες που ο φωτισμός δεν είναι αναγκαίος. Η μελέτη φωτομετρίας από εξειδικευμένο μηχανικό είναι αναγκαία ώστε να καθοριστούν οι πραγματικές ανάγκες του κτιρίου σε τεχνητό φωτισμό χρησιμοποιώντας στο έπακρο τον φυσικό φωτισμό. Οι αισθητήρες φωτισμού μπορούν να καθορίσουν το χρονικό διάστημα που θα λειτουργούν τα συστήματα φωτισμού του κτιρίου ανάλογα με τον διαθέσιμο φυσικό φωτισμό. Ακόμη οι αισθητήρες κίνησης και οι ειδικόι χρονοδιακόπτες μπορούν να ρυθμίσουν την λειτουργία φωτισμού ανάλογα με την χρήση του κτιρίου.

2.3 Τεχνολογίες ΑΠΕ

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται σήμερα για την κάλυψη των αναγκών μας προέρχεται σε μεγάλο ποσοστό από τις συμβατικές πηγές ενέργειας δηλαδή το πετρέλαιο, την βενζίνη και τον άνθρακα. Οι πηγές αυτές δεν είναι ανεξάντλητες και επιπλέον είναι ρυπογόνες για το περιβάλλον. Αντίθετα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θεωρούνται ανεξάντλητες γιατί ανανεώνονται μέσω των φυσικών κύκλων. Η Ελλάδα λόγω του εύκρατου κλίματος της μπορεί να εκμεταλλευτεί σε μεγάλο βαθμό πολλές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως ο ήλιος, ο άνεμος, το ποτάμι, το ξύλο, η γεωθερμία, οι οργανικές ύλες ακόμη και τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συμβάλλουν στην μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, στην επιβράδυνση της εξάντλησης των συμβατικών καυσίμων όπως και στην μείωση της ανεργίας δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας.

Η πιο ρεαλιστική λύση για την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας και την προστασία του περιβάλλοντος είναι ο συνδυασμός της εκμετάλλευσης συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της ορθολογικής χρήσης της παραγομένης ενέργειας.

Οι μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι :

2.3.1 Ηλιακή Ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται με τα παθητικά ηλιακά συστήματα, του ηλιακούς συλλέκτες και τα φωτοβολταικά .

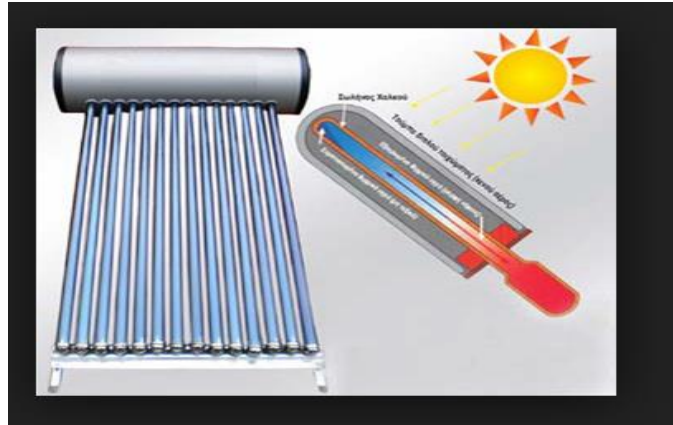
2.3.1.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι δομικά στοιχεία του κτιρίου που απορροφούν την ηλιακή ενέργεια με την μορφή θερμότητας και στην συνέχεια την αποδίδουν στο εσωτερικό του κτιρίου λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας βασίζεται στον μεγάλο συντελεστή θερμοχωρητικότητας των δομικών στοιχείων του κτιρίου. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα για μεγαλύτερη απόδοση εφαρμόζονται παράλληλα με τεχνικές φυσικού φωτισμού τον χειμώνα και αντίστοιχα φυσικού δροσισμού το καλοκαίρι. Η εφαρμογή τους συστήνεται τόσο σε καινούργια όσο και σε παλιά κτίρια.

2.3.1.2 Ηλιακοί συλλέκτες

Οι ηλιακοί συλλέκτες είναι μηχανολογικά συστήματα που δεσμεύουν την ηλιακή ακτινοβολία και την μετατρέπουν σε θερμότητα χρησιμοποιώντας υγρό ή αέρα για την μεταφορά θερμότητας. Ένας ηλιακός συλλέκτης ευρέως γνωστός είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνας. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες χρησιμοποιούνται για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Αποτελούνται από έναν συλλέκτη στον οποίο προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία, μία δεξαμενή που περιέχει το ζεστό νερό μέχρι την χρήση του και έναν εναλλάκτη σε περίπτωση που το σύστημα είναι σύστημα κλειστού κυκλώματος. Με τον εναλλάκτη επιτυγχάνεται μεταφορά θερμότητας από το θερμαινόμενο υγρό σε νερό χρήσης.

Οι τύποι ηλιακού θερμοσίφωνα διακρίνονται σε επιπέδου συλλέκτη και κενού. Ο θερμοσίφωνας επιπέδου συλλέκτη είναι αρκετά οικονομικός αλλά λειτουργεί σε μέρες με έντονη ηλιοφάνεια. Οι θερμοσίφωνες με σωλήνες κενού είναι ακριβότεροι αλλά πιο αποτελεσματικοί σε χαμηλές θερμοκρασίες και σε περιοχές με μικρή ηλιοφάνεια. Η χρήση ηλιακής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης μπορεί να μειώσει την απαιτούμενη ενέργεια έως και 70 τα εκατό.



Σχήμα 2.9- Ηλιακός θερμοσίφωνας κενού



Σχήμα 2.10- Ηλιακός θερμοσίφωνας επίπεδου συλλέκτη

2.3.1.3 Ηλιακός θερμοσίφωνας – Αρχή λειτουργίας και διάταξη κύριων εξαρτημάτων

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας φυσικής κυκλοφορίας λειτουργεί σύμφωνα με την αρχή του θερμοσίφωνου, δηλαδή το φυσικό φαινόμενο ροής των ρευστών λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Το νερό όταν θερμαίνεται έχει την τάση να ανεβαίνει προς τα πάνω. Έτσι πετυχαίνετε με φυσικό τρόπο, χωρίς αντλία θερμότητας, η ροή του νερού από το θερμότερο σημείο (ηλιακοί συλλέκτες) στο ψυχρότερο (δεξαμενή νερού) μέχρι τα δυο σημεία να αποκτήσουν παρόμοιες θερμοκρασίες. Για να είναι εφικτό αυτό πρέπει το ψυχρότερο σημείο να είναι υψηλότερα από το θερμότερο σημείο. Έτσι στους ηλιακούς θερμοσίφωνες η δεξαμενή νερού είναι πάντα υψηλότερα από τους ηλιακούς συλλέκτες.

Η συνολική απόδοση του θερμοσίφωνα εξαρτάται από το μέγεθος και την ποιότητα του συλλέκτη, από το μέγεθος του θερμοδοχείου και την μόνωση του συστήματος. Το θερμοδοχείο όσο μικρότερο είναι τόσο γρηγορότερα ανεβάζει υψηλότερη θερμοκρασία. Για αποδοτικότερα ηλιακά συστήματα και προστασία του περιβάλλοντος οι κατασκευαστές επικεντρώνονται σε δεξαμενές όσο το δυνατόν μικρότερες.

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες αποτελούνται από το τμήμα συλλογής και το τμήμα αποθήκευσης. Το τμήμα συλλογής είναι οι ηλιακοί συλλέκτες, δηλαδή το τμήμα επιφάνειας της ηλιακής ακτινοβολίας. Το τμήμα αποθήκευσης είναι το δοχείο του νερού. Τα δυο αυτά μέρη είναι

συναρμολογημένα μαζί και συνδέονται μεταξύ τους με σωληνώσεις. Για μεγαλύτερα ηλιακά συστήματα τα μέρη του θερμοσίφωνα μπορεί να βρίσκονται και σε διαφορετικούς χώρους. Οι ηλιακοί συλλέκτες σε μια τέτοια περίπτωση μπορεί να βρίσκονται στην ταράτσα ή στην κεραμοσκεπή και η δεξαμενή νερού σε άλλο χώρο. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται κυκλοφορητές για την ροή του θερμαινόμενου μέσου. Οι πολύ καλής ποιότητας ηλιακοί θερμοσίφωνες διαθέτουν και κάποια επιπλέον εξαρτήματα ασφάλειας και ελέγχου όπως βαλβίδα υπερπίεσης και εξαεριστικά.

2.3.1.4 Λειτουργία ηλιακών συλλεκτών

Η λειτουργία των ηλιακών συλλεκτών του ηλιακού θερμοσίφωνα βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκήπιου μεταξύ της πλάκας απορρόφησης και το γυάλινο τζαμί. Η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στην απορροφητική πλακά ανεβάζοντας την θερμοκρασία της. Η πλακά μετέπειτα εκπέμπει θερμική ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος για την οποία το τζαμί που την καλύπτει είναι σχεδόν αδιαφανές. Έτσι η ζεστή λόγω της μεγάλης ακτινοβολίας παγιδεύεται ανάμεσα στο τζάμι και την πλακά θερμαίνοντας το νερό που κυκλοφορεί σε σωλήνες ενσωματωμένους στην πλακά ή σε επαφή με αυτήν.

Η αποδοτικότητα του συστήματος εξαρτάται από την καλή απορροφητικότητα της πλάκας, τον μικρό συντελεστή εκπομπής της πλάκας και την αδιαφάνεια του κρυστάλλου. Τα υλικά που προσφέρουν την βέλτιστη απόδοση είναι το γυαλί και η επιφάνεια από αλουμίνιο η χαλκό με επίστρωση τιτανίου.

2.3.2 Φωτοβολταϊκά συστήματα – Αρχή λειτουργίας και διάταξη

Τα φωτοβολταϊκά είναι διατάξεις που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Η απόδοση τους εξαρτάται από το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε αυτά. Πρόκειται για μια τεχνολογία αρκετά δαπανηρή. Στην Ελλάδα οι κυριότερες εφαρμογές είναι μικρά αυτόνομα συστήματα όπου η εγκατάσταση τους οφείλεται στην μείωση τιμών και τις σχετικές επιχορηγήσεις για ηλεκτροπαραγωγή σε μικρές εγκαταστάσεις.



Σχήμα2.11-Φωτοβολταϊκά πάνελ

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο και το φωτοβολταϊκό σύστημα στηρίζονται στα ημιαγώγιμα υλικά. Τα υλικά αυτά έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν την ενέργεια των φωτονίων σε ηλεκτρική ενέργεια. Ο ορισμός των φωτοβολταϊκών αναφέρεται στην βιομηχανική διάταξη πολλών φωτοβολταϊκών κυττάρων σε μια σειρά. Οι ημιαγωγοί αυτοί απορροφούν ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία και παράγουν μια ηλεκτρική τάση. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται φωτοβολταϊκό φαινόμενο.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια έχουν ως κύριο μέρος το ηλιακό στοιχείο που είναι ένας καταλληλά επεξεργασμένος ημιαγωγός μικρού πάχους σε επίπεδη επιφάνεια. Η πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας δημιουργεί ηλεκτρική τάση και με την κατάλληλη σύνδεση σε φορτίο παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία ομαδοποιούνται καταλληλά μεταξύ τους και συγκροτούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ή γεννήτριες. Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες συνδέονται μεταξύ τους ηλεκτρολογικά και δημιουργούν τις φωτοβολταϊκές συστοιχίες.

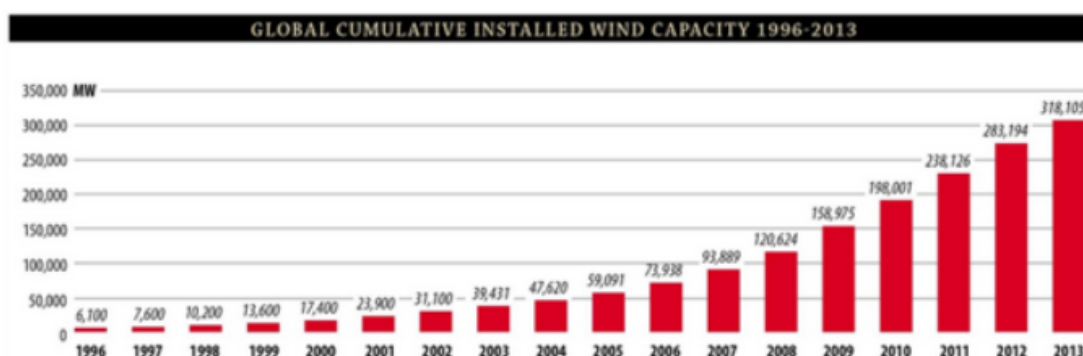
Το φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

- Την φωτοβολταϊκή γεννήτρια και το σύστημα παρακολούθησης της τροχιάς του ηλίου
- Μπαταρίες αλλά συνηθέστερα σύνδεση του πάνελ με δίκτυο της ΔΕΗ
- Σύστημα καθορισμού ισχύος και ελέγχου για μέτρηση και παρατήρηση
- Εφεδρική γεννήτρια

2.3.3 Αιολική ενέργεια - Ανεμογεννήτριες

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την κινητική ενέργεια του ανέμου είναι μια λύση για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του ανθρώπου πρακτικά ανεξάντλητη και χωρίς να επιβαρύνει το περιβάλλον. Εκτιμάται ότι αν ήταν δυνατό να αξιοποιηθεί το συνολικό αιολικό

του πλανήτη η παραγομένη ηλεκτρική ενέργεια θα ήταν πολύ μεγαλύτερη από την απαιτούμενη για τις ανάγκες του ανθρώπου. Η τεχνολογία αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας που χρησιμοποιείται σήμερα είναι οι ανεμογεννήτριες. Το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρονιά καθιστώντας την αιολική ενέργεια ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας σε περιοχές όπου το αιολικό δυναμικό είναι εκμεταλλεύσιμο και οι εγκαταστάσεις οικονομικά βιώσιμες. Η Ελλάδα διαθέτει από τις ευνοϊκότερες θέσεις στον πλανήτη για την αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού της. Από το 1982 μέχρι και σήμερα έχουν δημιουργηθεί σε πολλές νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας αιολικά πάρκα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει και ο ιδιωτικός τομέας στην αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Κρήτη όπου, σύμφωνα με το Υπουργείο Ανάπτυξης, εκδίδονται άδειες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από άνεμο συνολικής ισχύος δεκάδων μεγαβάτ.



Σχήμα 2.12-Διάγραμμα παγκόσμιας εγκατεστημένης ισχύος αιολικής ενέργειας

Μέχρι το 2013 ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης εγκατεστημένης ισχύος παγκοσμίως ήταν 23% με 318.105 MW στο τέλος του έτους. Ο τρόπος που η αιολική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό είναι η ανεμογεννήτρια. Η ονομαστική ισχύς μιας ανεμογεννήτριας κυμαίνεται σήμερα από μερικές δεκάδες MW μέχρι και 8 MW ανάλογα το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά κάθε συσκευής.

Οι βασικότεροι τύποι ανεμογεννητριών που χρησιμοποιούνται είναι δύο :

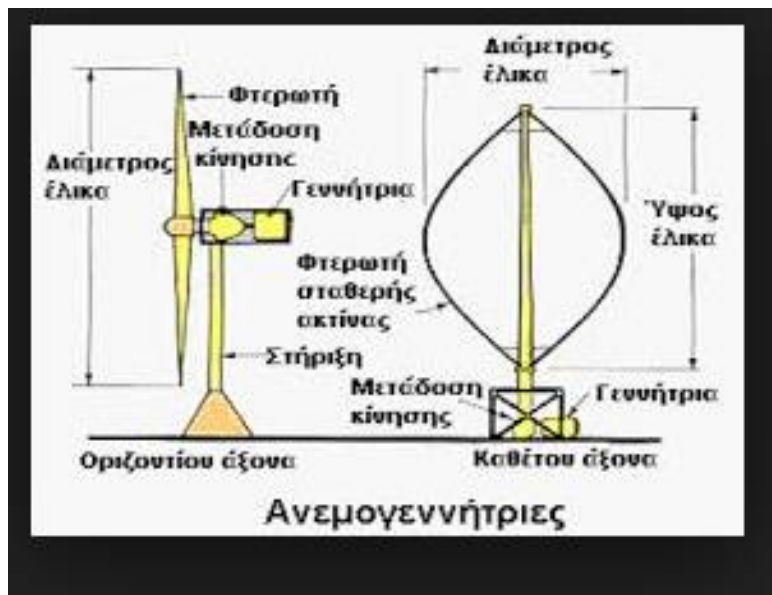
- Ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα, όπου ο άξονας του περιστρέφεται παράλληλα προς τον άνεμο.
- Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα, όπου ο άξονας τους δεν περιστρέφεται, παραμένει σταθερός.

Οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα προτείνονται από την συντριπτική πλειοψηφία του αγοραστικού κοινού. Μία μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μια συστοιχία ανεμογεννητριών συνδεδεμένες στο ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας.

Η ανεμογεννήτρια εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια του ανέμου για να παράγει ηλεκτρισμό. Ο αέρας γυρίζει τα πτερύγια τα οποία περιστρέφουν τον άξονα της γεννήτριας και παράγεται ηλεκτρική ενέργεια. Οι ανεμογεννήτριες τοποθετούνται σε πύργο στήριξης για

βελτιστοποίηση της απόδοσής τους. Σε ύψος 30 μέτρων και πάνω εκμεταλλεύονται πιο ομαλό και ταχύτερο αέρα. Η τοποθέτηση της ανεμογεννήτριας σε μεγάλο ύψος επιτρέπει την εκμετάλλευση μεγαλύτερων ταχυτήτων ανέμου. Σε ορισμένες περιοχές, κάθε 10 μετρά ύψος η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται κατά 20 % και η παραγωγή ενέργειας κατά 34 %. Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να συνθέσουν συστήματα για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μιας μικρής εγκατάστασης ή να συνδεθούν στο δημόσιο δίκτυο ώστε η ηλεκτρική ενέργεια να διανεμηθεί σε περισσότερους καταναλωτές.

Οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε κατακόρυφου και οριζοντίου άξονα. Οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα έχουν δρομέα τύπου έλικα που είναι παράλληλος στην κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους. Στις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα ο δρομέας είναι σταθερός και κάθετος στην επιφάνεια του εδάφους.



Σχήμα 2.13- Είδη ανεμογεννητριών και αποτελούμενα μέρη



Σχήμα 2.14- Ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα



Σχήμα 2.15- Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα

Η αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού της χώρας μας παρουσιάζει ποικίλα πλεονεκτήματα. Η αύξηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας λόγω του πλούσιου αιολικού δυναμικού στην Ελλάδα έχει ως επακόλουθο την σημαντική μείωση της κατανάλωσης των συμβατικών και μη ανανεώσιμων καυσίμων. Η χρήση του ανέμου έναντι του πετρελαίου αποτρέπει την παραγωγή μεγάλου ποσοστού διοξειδίου του άνθρακα συμβάλλοντας έτσι στην καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Αξιοσημείωτη είναι η συμβολή της αιολικής ενέργειας στην καταπολέμηση της ανεργίας δημιουργώντας πολλές νέες θέσεις εργασίας.

Η αιολική εγκατάσταση μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στο κοντινό της περιβάλλον όπως, η ηχορύπανση από την λειτουργία των ανεμογεννητριών, οι παρεμβολές στις τηλεπικοινωνίες και το δυσάρεστο αισθητικό αποτέλεσμα. Η πρόοδος της τεχνολογίας έχει βοηθήσει στην αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών.

2.3.4 Βιομάζα

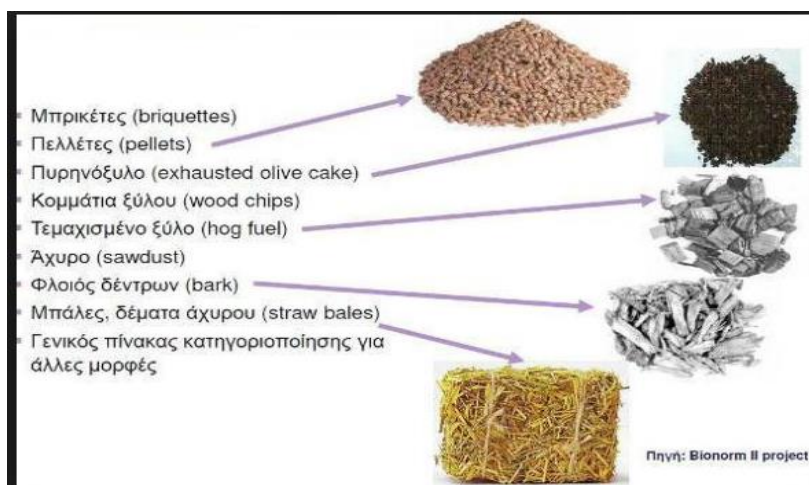
Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και γνωστή ανανεώσιμη μορφή ενέργειας. Ως βιομάζα χαρακτηρίζονται τα υλικά του φυτικού κόσμου, τα απόβλητα και τα απορρίμματα των ζωντανών οργανισμών που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες για παραγωγή ενέργειας. Η βιοενέργεια ή πράσινη ενέργεια είναι ουσιαστικά ηλιακή ενέργεια. Με την φωτοσύνθεση τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή τους ενέργεια σε βιομάζα. Η βιομάζα μετά από επεξεργασία μπορεί να αποδώσει την ενέργεια της. Η χρήση της βιοενέργειας την διακρίνει σε βιοισχύ ή βιοκαύσιμο ανάλογα την πρώτη ύλη που αντικαθιστά. Η βιοισχύς χρησιμοποιείται αντί για φυσικό αέριο ή πετρέλαιο ενώ το βιοκαύσιμο αντί για βενζίνη ή ντίζελ. Η δευτερογενής αυτή ηλιακή ενέργεια έχει την ενέργεια της σε χημική μορφή και μπορεί να μετασχηματιστεί σε διάφορα προϊόντα εξυπηρετώντας πολλές ενεργειακές

ανάγκες. Από την άλλη μεριά, η βιομάζα έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό και συνεπώς χαμηλό ποσοστό ενέργειας σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα.

Η βιομάζα αποτελείται κυρίως από νερό και άνθρακα. Έτσι το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από την καύση της βιομάζας δεσμεύεται και πάλι από τα φυτά για την σύνθεση της. Η συνεισφορά της λοιπόν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μηδαμινή. Η βιομάζα ενισχύει τον οικονομικό προϋπολογισμό της χώρας εξασφαλίζοντας τον ενεργειακό εφοδιασμό της και μειώνοντας τις ανάγκες σε εισαγόμενες μορφές ενέργειας. Η εκμετάλλευση της βιομάζας συμβάλλει ενεργά στην καταπολέμηση της ανεργίας και στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη της περιφέρειας προσφέροντας νέες ευκαιρίες για εργασία τόσο στον αγροτικό όσο και στον βιομηχανικό χώρο.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της έναντι των ορυκτών καυσίμων είναι το υψηλό κόστος εγκατάστασης της τεχνολογίας αξιοποίησής της. Η υψηλή περιεκτικότητα της βιομάζας σε υγρασία δυσκολεύει την συγκρότηση της και την μετατροπή της σε εύχρηστη μορφή ενέργειας. Ακόμη, η ποσότητα βιομάζας που μπορεί να παραχθεί στην διάρκεια του χρόνου δεν είναι σταθερή. Τους μήνες με έντονη ηλιοφάνεια η παραγωγή της βιομάζας είναι πολύ εντονότερη σε σχέση με τους χειμερινούς μήνες όπου η ηλιακή ακτινοβολία είναι πιο περιορισμένη.

Η βιομάζα χρησιμοποιείται τόσο για θέρμανση εσωτερικών χώρων όσο και για παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες. Στην αγορά διατίθεται λέβητες ατομικοί ή κεντρικοί για καύση βιομάζας. Οι πιο ευρέως γνωστοί είναι οι λέβητες πυρυνόξυλου. Η αξιοποίηση ενέργειας με αυτή την τεχνολογία συναντάται κυρίως σε αγροτικές βιομηχανίες και βιομηχανίες ξύλου.



Σχήμα 2.16-Είδη βιομάζας για παραγωγή ενέργειας Πηγή: Bionorm II project

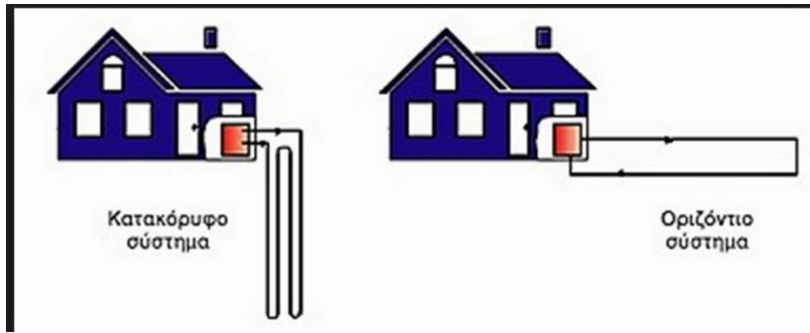
2.3.5 Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας – Αρχή λειτουργίας, Βασική διάταξη

Με τον ορό γεωθερμική ενέργεια ή γεωθερμία εννοούμε την εσωτερική θερμική ενέργεια που βρίσκεται στα βαθύτερα στρώματα της γης και διαφεύγει από εκεί με την μετάδοση θερμότητας. Η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας σχετίζεται με το θερμοκρασιακό της επίπεδο. Σε περιπτώσεις που η γεωθερμία διακρίνεται από υψηλές θερμοκρασίες χρησιμοποιείται κυρίως σε μεγάλες θερμοηλεκτρικές μονάδες ή για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Όταν η ενθαλπία είναι χαμηλή η θερμοκρασία είναι επίσης χαμηλή και η γεωθερμική ενέργεια βρίσκει εφαρμογές σε κτίρια με την εγκατάσταση οικιακών συστημάτων γεωθερμίας. Στην επιφάνεια του εδάφους η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι σταθερή. Έτσι η χρήση γεωθερμικών αντλιών επιτρέπει την συλλογή θερμότητας από το έδαφος το χειμώνα και την απόρριψη της το καλοκαίρι στο έδαφος για θέρμανση και ψύξη χωρών αντίστοιχα. Η ανταλλαγή θερμότητας γίνεται μέσω ενός συστήματος σωλήνων που περιέχουν ειδικό υγρό σε συνδυασμό με την γεωθερμική αντλία. Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του υγρού και του εσωτερικού χώρου προκαλεί την διαρροή θερμότητας την οποία εκμεταλλεύεται η αντλία για την διασφάλιση των επιθυμητών συνθηκών άνεσης του κτιρίου. Η αξιοποίηση γεωθερμικών αντλιών στα κτίρια είναι μικρή γιατί παρότι το κόστος λειτουργίας είναι μικρό το κόστος εγκατάστασης είναι αρκετά μεγάλο και προϋποθέτει συγκεκριμένες προδιαγραφές για να υλοποιηθεί. Άλλες εφαρμογές των γεωθερμικών αντλιών αφορούν τα θερμοκήπια, τους χώρους ζωικής παραγωγής, ιχθυοκαλλιέργειας κ.α.

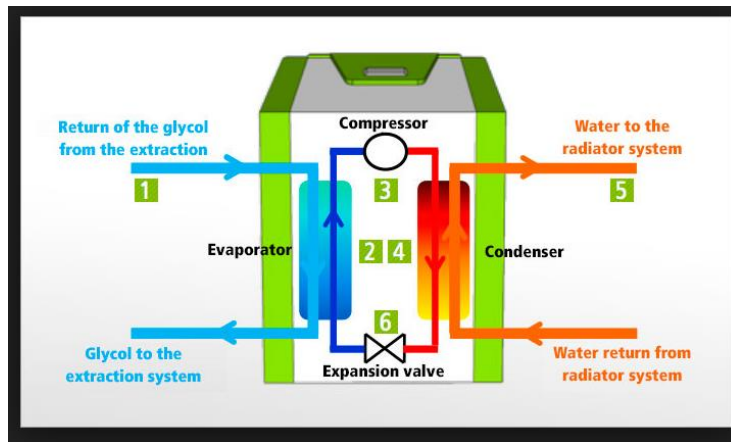
Η αρχή λειτουργίας των αντλιών θερμότητας είναι παρόμοια με τα συστήματα ψύξης όπου η θερμότητα στην περίπτωση του ψυγείου, για παράδειγμα, μεταφέρεται από τον χώρο του ψυγείου στον χώρο του περιβάλλοντος ή στην περίπτωση του κλιματιστικού μεταφέρεται από το δωμάτιο στον περιβάλλοντα χώρο. Έτσι η αντλία θερμότητας έχει την ιδιότητα να μεταφέρει θερμότητα από τον χώρο Α στο χώρο Β και αντίστροφα. Το έδαφος όλο τον χρόνο έχει αποθηκευμένα μεγάλα ποσά θερμότητας. Η θερμότητα αυτή συλλέγεται από το έδαφος με τους γεωεναλλάκτες και μέσω του ψυκτικού κύκλου της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας μεταφέρεται στο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου. Η αντλία θερμότητας λειτουργεί με ψυκτικό κύκλο και όχι με θερμικό. Αυτό που αλλάζει είναι ο ρόλος του συμπυκνωτή και του εξατμιστή. Το καλοκαίρι ο εξατμιστής είναι μέσα στον ψυχόμενο χώρο και ψύχει τον χώρο ενώ τον χειμώνα ο εξατμιστής είναι στον εξωτερικό χώρο και ψύχει το περιβάλλον. Η αντλία θερμότητας με μια ειδική βαλβίδα αντιστρέφει την ροή του ψυκτικού μέσου διατηρώντας τον ψυκτικό κύκλο φυσικό στον οποίο συνεχίζεται κανονικά η προσφορά μηχανικού έργου.

Τα κύρια μέρη μιας αντλίας θερμότητας είναι:

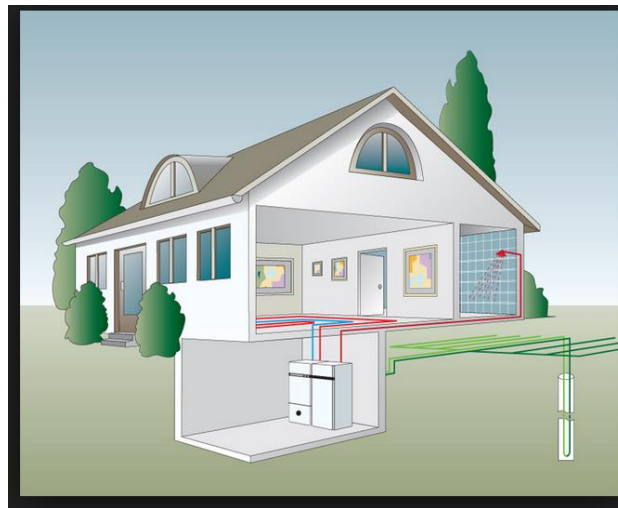
- Τμήμα συμπιεστή- συμπυκνωτή που απορροφά ή αποδίδει θερμότητα από ή προς το περιβάλλον
- Τμήμα ανεμιστήρα εξατμιστή που απορροφά ή προσθέτει θερμότητα από/ή στον εσωτερικό χώρο
- Μηχανισμός αντίστροφης δηλαδή μια τετράποδη βαλβίδα που αναστρέφει τη ροή του ψυκτικού μέσου για ψύξη ή θέρμανση ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας.
- Αυτοματισμού για έλεγχο των συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης
- Η συμπληρωματική ηλεκτρική αντίσταση που αυξάνει την θερμική απόδοση όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι πολύ χαμηλή.



Σχήμα 2.17- Είδη γεωθερμικών αντλιών



Σχήμα 2.18- Τρόπος λειτουργίας γεωθερμικής αντλίας



Σχήμα 2.19- Γεωθερμική αντλία θερμότητας σε κατοικία

2.3.6 Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Υδροηλεκτρική ενέργεια ονομάζουμε την ενέργεια που προέρχεται από το νερό. Αυτή η μορφή ενέργειας χρησιμοποιούνταν περισσότερο τα παλαιότερα χρόνια στα χωριά. Κύρια δραστηριότητα που αξιοποιούσε την υδραυλική ενέργεια ήταν το άλεσμα με τους λεγόμενους νερόμυλους. Το νερό όταν βρίσκεται σε μεγάλο υψόμετρο έχει δυναμική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε κινητική όταν το νερό ρέει πιο χαμηλά. Με τις υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις γίνεται δυνατή η εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού για την μετατροπή της σε μηχανική ενέργεια με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μηχανολογικές εφαρμογές όπως υδραυλικές τουρμπίνες ή υδροστρόβιλοι, ηλεκτρογεννήτρια, φράγμα, διώρυγα φυγής αξιοποιούν την υδραυλική ενέργεια για παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Η υδροηλεκτρική ενέργεια διακρίνεται σε μικρής και μεγάλης κλίμακας. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες μεγάλης κλίμακας επιβαρύνουν το περιβάλλον με την κατασκευή μεγάλων εγκαταστάσεων που απαιτούν. Η ενέργεια μικρής κλίμακας δεν έχει τόσο σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον και θεωρείται ανανεώσιμη πηγή. Τα συστήματα μικρής κλίμακας τοποθετούνται κυρίως κοντά σε ποταμιά και κανάλια για να επιβαρύνουν λιγότερο το περιβάλλον. Το κινούμενο νερό μέσα στο τούνελ αποκτά μεγάλη δύναμη λόγω της κινητικής του ενέργειας θέτοντας σε λειτουργία της τουρμπίνες. Μια γεννήτρια μετατρέπει την μηχανική ενέργεια της τουρμπίνας σε ηλεκτρική. Το νερό που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν είναι αναλώσιμο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκ νέου και για άλλες χρήσεις. Υδατοταμιευτήρες κατασκευάζονται μόνο σε περιοχές με άφθονο νερό και κατάλληλη μορφολογία εδάφους.

Οι εγκαταστάσεις παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας έχουν την δυνατότητα να παράγουν την επιθυμητή ενέργεια την χρονική στιγμή που είναι αναγκαία. Αντίθετα, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα απαιτεί κάποιο χρόνο προετοιμασίας. Η ενέργεια του νερού συγκεντρώνει όλα τα πλεονεκτήματα μιας ανανεώσιμης μορφής ενέργειας όπως προστασία του περιβάλλοντος, εξοικονόμηση ενέργειας κ.α. Οι μηχανολογικές εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της υδραυλικής ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για άλλες χρήσεις όπως ύδρευση, άρδευση, χώρους άθλησης, αναψυχής, περιορισμός χειμάρρων κ.α.

Παρόλα αυτά, το κόστος κατασκευής μιας υδροηλεκτρικής εγκατάστασης είναι υψηλό και απαιτείται χρόνια και συστηματική χρήση για την απόσβεση του. Η κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού ταμιευτήρα πρέπει να περιορίζεται σε μικρά φράγματα ώστε να αποφεύγονται οι αρνητικές επιπτώσεις όπως η υποβάθμιση περιοχών, η επίδραση στον περιβάλλοντα χώρο, στο οικοσύστημα κ.α.

Οι υδροηλεκτρικές μονάδες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του νερού σε ηλεκτρικό ρεύμα εκμεταλλευόμενες την κίνησή του. Οι μονάδες αυτές βασίζονται στην δύναμη του νερού που περιστρέφει μια τουρμπίνα η οποία θέτει σε λειτουργία μια γεννήτρια με την οποία συνδέεται με έναν άξονα. Οι περισσότερες υδροηλεκτρικές μονάδες διαθέτουν ένα φράγμα το οποίο συγκρατεί το νερό και έτσι δημιουργεί μια μεγάλη δεξαμενή. Κάποιες θύρες στο φράγμα ανοίγουν και το νερό λόγω βαρύτητας ρέει σε έναν αγωγό ο οποίος συνδέεται με μια τουρμπίνα. Το νερό φτάνει στην τουρμπίνα με μεγάλη πίεση και έτσι την περιστρέφει.



Σχήμα 2.20- Παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας

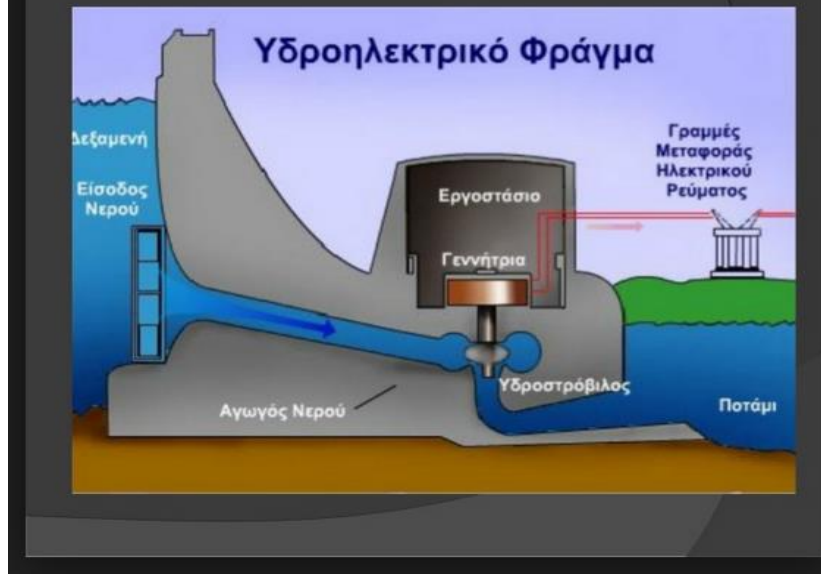


Σχήμα 2.21-Πηγή υδροηλεκτρικής ενέργειας

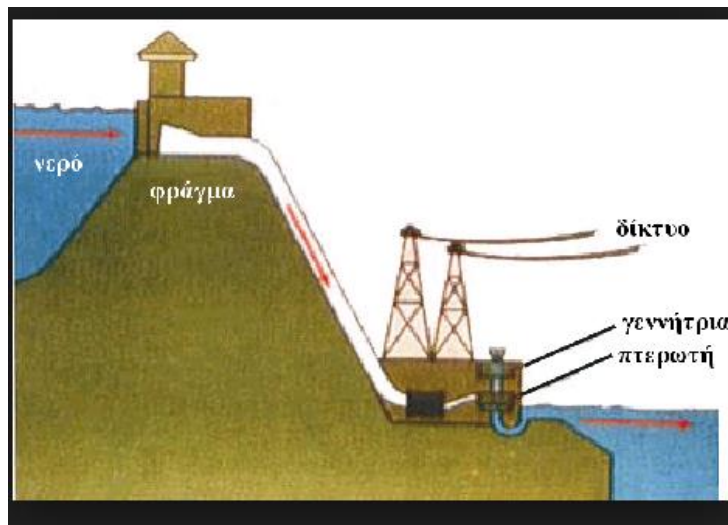


Σχήμα 2.22-Υδροηλεκτρική τουρμπίνα

Τα μέρη ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου



Σχήμα2.23- Μέρη ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου



Σχήμα 2.24-Υδροηλεκτρικό φράγμα και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας



Σχήμα2.25- Υδατοταμιευτήρας

2.3.7 Κυματική ενέργεια

Η κυματική ενέργεια προέρχεται από την κίνηση των κυμάτων και των ρευμάτων της θάλασσας. Στην Ελλάδα βρίσκεται ακόμη σε ερευνητικό στάδιο. Δεν υπάρχει μεγάλη εφαρμογή παραγωγής ενέργειας από την δύναμη των κυμάτων παγκοσμίως. Το ουσιαστικό πρόβλημα με την αξιοποίηση της ενέργειας αυτής είναι το κόστος κατανάλωσης. Βέβαια σημαντικές είναι και οι επιπτώσεις που ενδέχεται να προκύψουν από το θαλάσσιο περιβάλλον στην μηχανολογικές εγκαταστάσεις. Για την εκμετάλλευση της κυματικής ενέργειας συνήθως χρησιμοποιούνται υποθαλάσσιες τεχνολογίες πίεσης όπως π.χ. καταδυόμενες αίθουσες πίεσης. Οι τεχνικές δυσκολίες είναι προβλέψιμες και αντιμετωπίσιμες. Η επιστήμη της ενέργειας των κυμάτων έχει μεριμνήσει για οποιοδήποτε τεχνολογικό θέμα μπορεί να προκύψει.

Η ανάγκη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κρίνεται αναγκαία και επιτακτική. Έρευνες έχουν δείξει ότι σήμερα δυο δισεκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν ηλεκτρική ενέργεια για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους. Η παγκόσμια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στον ανεπτυγμένο κόσμο αυξάνεται διαρκώς. Η ανάγκη αντικατάστασης των συμβατικών πηγών ενέργειας με άλλες μορφές ενέργειας οικονομικά συμφέρουσες και φιλικές προς το περιβάλλον οδηγεί στην αναγκαιότητα προώθησης της κυματικής ενέργειας σαν μια εναλλακτική ανανεώσιμη μορφή ενέργειας. Στην αρχαιότητα οι αγρότες συλλέγανε το θαλασσινό νερό σε νερόμυλους για να εκμεταλλευτούν την δύναμη του σε ειδικούς υδρόμυλους.

Τα τελευταία πενήντα χρόνια γίνεται μια προσπάθεια των μηχανικών για εφαρμογή τρόπων εκμετάλλευσης της κυματικής δύναμης και της δύναμης των θαλάσσιων ρευμάτων σε μεγάλες εγκαταστάσεις. Σήμερα η βιομηχανία της κυματικής ενέργειας βρίσκεται σε αναπτυξιακό επίπεδο και χρειάζεται την οικονομική στήριξη της κυβέρνησης για να μπορέσει να αντιμετωπίσει τυχόν τεχνικές δυσκολίες. Με την δημοσιά υποστήριξη οι κατασκευαστές μπορούν να αντιμετωπίσουν τυχόν δυσκολίες και να μετατρέψουν την δύναμη των κυμάτων σε μια ανταγωνιστική παραγωγή ενέργειας σε σχέση με την πράσινη δύναμη και τις

συμβατικές πηγές ενέργειας. Με την εισαγωγή της κυματικής ενέργειας στην αγορά υπάρχει η βλέψη της κάλυψης των ενεργειακών μας αναγκών σε μεγάλο ποσοστό από αυτήν στο μέλλον.

Η τεχνολογία αυτή άρχισε να προωθείται από τα τέλη της δεκαετίας του '90 όπου οι επιστημονικές μελέτες προσδοκούσαν στην παραγωγή οικονομικής ηλεκτρικής ενέργειας από την δύναμη των θαλάσσιων ρευμάτων. Πρώτη η Αγγλία παρήγαγε ηλεκτρική ενέργεια από τους ωκεανούς δίνοντας ισχυρότατο κίνητρο και σε άλλες χώρες να πράξουν το ίδιο.

2.4 Η περίπτωση των αθλητικών χώρων

Μεγάλες ενισχύσεις δίνονται από τους πόρους του ΕΣΠΑ για παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενες κτιριακές υποδομές όπως αθλητικοί χώροι κ.α. Οι δαπάνες που επιδοτεί το νέο πρόγραμμα πρέπει να έχουν ως στόχο την μείωση κατανάλωσης ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος από την ατμοσφαιρική ρύπανση και τα αέρια του θερμοκηπίου.

Οι σημαντικότερες παρεμβάσεις περιλαμβάνουν:

- Ενεργειακή αναβάθμιση κτιριακού κελύφους: Το κέλυφος στα περισσότερα δημόσια κτίρια είναι αρκετά παλιό. Η ελλιπής θερμομονωτική προστασία οφείλεται τόσο στην κακή μονωτική ικανότητα των δομικών στοιχείων του κτιρίου όσο και στην κακή συναρμογή των εξωτερικών κουφωμάτων και υαλοπινάκων που στην πλειοψηφία τους είναι κατεστραμμένα από βανδαλισμούς. Χαρακτηριστική είναι η ανάγκη αντικατάστασης των αποσαθρωμένων σοβάδων των προσόψεων του περιβλήματος και των στηθαίων μπαλκονιών.
- Οικοδομικές και ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις εξοικονόμησης ενέργειας και προστασίας του περιβάλλοντος: Πιο συγκεκριμένα, αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης με εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων για καλύτερη απόδοση του συστήματος, τοποθέτηση φυτεμένου δώματος, μόνωση σωλήνων μεταφοράς αλλά και ολική ανακαίνιση του συστήματος λέβητα-καυστήρα.
- Εργασίες αύξησης της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος κλιματισμού: Παραδειγματικά, εγκατάσταση συστήματος δροσισμού όπως ανεμιστήρες οροφής, χρήση μηχανικού αερισμού, αντικατάσταση ηλεκτρικών συσκευών αναβαθμισμένης ενεργειακής κλάσης.
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος φυσικού και τεχνητού φωτισμού: Ο στόχος αυτός επιτυγχάνεται με την ενσωμάτωση τεχνολογιών ρύθμισης των επίπεδων φωτισμού ανάλογα με την ανθρώπινη δραστηριότητα αλλά και την κατασκευή εξωτερικών σκίαστρων.

Αθλητικοί χώροι όπως το κολυμβητήρια αποτελούνται συνήθως από ένα όροφο μεγάλης έκτασης και ένα υπόγειο όπου βρίσκεται το λεβητοστάσιο. Αναλυτικότερα, στους αθλητικούς χώρους υπάρχουν κερκίδες, αποδυτήρια, χώρος υποδοχής, αποθηκευτικοί χώροι και μηχανοστάσιο.

Επιπλέον αλλαγές που προτείνονται σε χώρους άθλησης για βελτίωση της υφιστάμενης κατάστασης είναι: η ανανέωση της διαρρύθμισης των χώρων για πολλαπλές χρήσεις με την τοποθέτηση γυψοσανίδων ως διαχωριστικά, επίστρωση νέου αθλητικού δαπέδου που στα παλιά κτίρια είναι γεμάτο ρωγμές αλλά και αντικατάσταση περιφράξεων όπου απαιτείται.

Με βάση όλα τα παραπάνω η αλλαγή της υφιστάμενης ενεργειακής κατάστασης στους αθλητικούς δημόσιους χώρους κρίνεται αναγκαία και άμεση ώστε οι χώροι αυτοί να λειτουργήσουν ξανά σύμφωνα με τα σύγχρονα ευρωπαϊκά πρότυπα.

Κύρια χαρακτηριστικά της κατασκευής πρέπει να είναι η εμπειριστατωμένη μελέτη και η σταθερότητα. Για οποιαδήποτε επέμβαση πρέπει να τηρούνται όλοι οι γενικοί και ειδικοί κανονισμοί αλλά και πιθανές οδηγίες άλλων κανονισμών όπως αρχαιολογία, πολεοδομία, επιθεώρηση υγείας, αστυνομία κλπ.

2.4.1 Κολυμβητήρια

Η αξιοποίηση της ενέργειας σε ένα κολυμβητήριο αφορά κυρίως την θέρμανση του χώρου, του νερού της πισίνας και τον εξαερισμό του κτιρίου. Η μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά επιφάνεια νερού, για το κλίμα της Ελλάδας, είναι περίπου 4300 kWh/m². Η υψηλή κατανάλωση ενέργειας στα κολυμβητήρια αποτελεί το κίνητρο για την εφαρμογή τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας και αναβάθμισης των εσωτερικών συνθηκών. Επιθυμητές συνθήκες άνεσης σε εγκαταστάσεις κολυμβητηρίων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3-Εσωτερικές συνθήκες για κολυμβητήρια

Θερμοκρασία εσωτερικού αέρα	
Περιοχή αίθουσας πισίνας 24-30 °C (τουλάχιστον 2 °C υψηλότερα από την θερμοκρασία νερού της πισίνας) Ντους 24-25 °C Αποδυτήρια 22-24 °C Καθίσματα θεατών 20-22 °C Γραφεία 20 °C και 25 °C Βοηθητικοί χώροι 20 °C	
Σχετική υγρασία	Θερμοκρασία νερού
Περιοχή αίθουσας πισίνας 60%±10%	Νερό πισίνας 27-28 °C προπόνηση ,αναψυχή 22-2 °C αγωνιστική κολύμβηση Ντουζ,οικιακοί χώροι 38-40 °C
Εξαερισμός	Επεξεργασία νερού πισίνας
Περιοχή πισίνας 3-6 ACH (10 -15 lt/s. m ² επιφάνειας νερού) Επίπεδα CO ₂ 1000ppm Καθίσματα θεατών 8 ACH Αποδυτήρια 8-10 ACH Ντους 3 ACH	Ρυθμός εναλλαγής 3-5 ώρες Αυτόματη ή ημιαυτόματη απολύμανση με νατριούχο ή ασβεστούχο υδροχλωρίο Περιεκτικότητα χλωρίου 1-4 mg/l pH 7,2-7,8 Σκληρότητα ασβεστίου 10-500 mg/l Ολικά διαλυμένα στερεά < 3000 mg/l Θειικό άλας <600 mg/l
Επίπεδο φωτισμού	Ακουστική
Περιοχή πισίνας 200lux(προπόνηση) Περιοχή πισίνας 500-1000 lux (αγώνες,TV) Καθίσματα θεατών 200 lux Γραφεία 500 lux Αποδυτήρια 300 lux	Κλίμακα θορύβου NR 45 (μέγιστο) Χρόνος αντήχησης 2 sec (μέγιστο)

Μια τυπική κατανομή της μέσης ετήσιας κατανάλωσης για τα κολυμβητήρια είναι 45% για εξαερισμό του χώρου της πισίνας, 33% για θέρμανση νερού της πισίνας, 10% για θέρμανση και συστήματα εξαερισμού του υπολοίπου κτιρίου, 9% για ηλεκτρική ενέργεια για συσκευές, εξοπλισμό και φωτισμό και 3% για παροχή ζεστού νερού.

Η κυρία προτεραιότητα σε μια εγκατάσταση όπως το κολυμβητήριο είναι η αποφυγή υπερθέρμανσης και υποθέρμανσης. Σε ένα κτίριο όπως το κολυμβητήριο ή το γυμναστήριο οι απώλειες μέσω του κελύφους αυξάνονται. Μία αύξηση κατά 1 °C στην θερμοκρασία του νερού μπορεί να αυξήσει το ενεργειακό κόστος έως και 15% για την λειτουργία του κολυμβητηρίου. Για υψηλές θερμοκρασίες του εσωτερικού αέρα το περιβάλλον της πισίνας μπορεί να γίνει πολύ θερμό προκαλώντας την δυσαρέσκεια των χρηστών της.

Ακόμη, η εξάτμιση που θα επακολουθήσει αυξάνει την υγρασία μέσα στον χώρο, η οποία πρέπει να συνοδευτεί από αύξηση του ρυθμού εξαερισμού με αποτέλεσμα την αύξηση της καταναλώμενης ενέργειας για την θέρμανση του ανανεωμένου αέρα στη ζητούμενη θερμοκρασία. Η ιδανική θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου του κολυμβητηρίου είναι 1 με 2 °C υψηλότερη από την θερμοκρασία του νερού της πισίνας (26-28 °C) εξασφαλίζοντας μέτριο μέγεθος ποσά θερμότητας για το νερό της πισίνας, χαμηλούς ρυθμούς εξάτμισης και μικρές ανάγκες εξαερισμού για τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας (EEO,1992). Μια χαμηλότερη εσωτερική θερμοκρασία θα προκαλούσε μείωση της εξάτμισης και υψηλότερες απώλειες θερμότητας από το νερό της πισίνας, υψηλότερο ποσό θερμότητας για θέρμανση του νερό, αλλά μέτριους ρυθμούς εξαερισμού. Το κύριο πρόβλημα θα είναι και πάλι σχετικό με την θερμική δυσχέρεια των χρηστών της πισίνας.

2.4.2 Τεχνικές εξοικονόμησης θέρμανσης της πισίνας και κατ' επέκταση του κολυμβητηρίου

- Χρήση καλύμματος πισίνας:

Είναι ο καλύτερος τρόπος για την αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης σε ένα κολυμβητήριο. Μειώνονται οι απώλειες από το νερό της πισίνας τις ώρες που αυτή δεν χρησιμοποιείται. Συνήθως οι εγκαταστάσεις των κολυμβητηρίων παραμένουν κλειστές 8 ώρες την νύκτα αλλά διατηρούν ένα 24ωρο πρόγραμμα θέρμανσης και εξαερισμού, κατάλληλο για την ημερήσια χρήση της πισίνας (EEO,1994b). Η τεχνική αυτή μπορεί να επιφέρει μείωση της συνολικής καταναλώμενης ενέργειας 10-30%, να ελαττώσει το κόστος της ενέργειας κατά 15% με μια χρονική περίοδο απόσβεσης των 1,5 με 3 χρόνων. Τα καλύμματα για τις πισίνες μπορεί να είναι κατασκευασμένα από δυο στρώματα. Ένα εσωτερικό μονωτικό στρώμα και ένα εξωτερικό στρώμα πολυαιθυλενίου για την ενίσχυση του καλύμματος. Για την βέλτιστη λειτουργία των συστημάτων εξοικονόμησης είναι σημαντική η σωστή τοποθέτηση του καλύμματος της πισίνας σε συνδυασμό με την ρύθμιση των συστημάτων εξαερισμού και θέρμανσης.

- Χρήση ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού:

Το χαμηλό κόστος εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών χωρίς κάλυμμά τους καθιστά μια καλή λύση εξοικονόμησης ενέργειας αν και η απόδοση τους είναι μικρότερη από αυτούς με κάλυμμα. Τα συστήματα που λειτουργούν σε χαμηλές θερμοκρασίες 20-30 °C είναι πλαστικά. Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση πισίνων είναι μια οικονομική λύση λόγω λειτουργίας σε χαμηλές θερμοκρασίες. Για κλειστές πισίνες συνήθως προτιμώνται συλλέκτες με γυάλινα καλύμματα με επίπεδες πλάκες απορρόφησης ενισχυμένες με εναλλάκτες για την παραγωγή ζεστού νερού.

Η σωστή διαστασιολόγηση των ηλιακών συλλεκτών εξαρτάται από το μέγεθος της πισίνας, την θερμοκρασία του νερού και του αέρα περιβάλλοντος, τις απώλειες θερμότητας από τα τοιχώματα τις πισίνας κ.λπ. Οι ηλιακοί συλλέκτες χρησιμοποιούνται για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και για θέρμανση ή προθέρμανση του νερού τις πισίνας.

Το φορτίο για την θέρμανση του νερού της πισίνας και την θέρμανση του νερού χρήσης μπορεί να καλυφθεί ή να μειωθεί χρησιμοποιώντας ηλιακούς συλλέκτες. Το ιδανικό μέγεθος του συλλέκτη είναι το μισό του μεγέθους της πισίνας για να έχει καλή απόδοση το φθινόπωρο και τον χειμώνα. Η απόδοση του συστήματος θέρμανσης του νερού της πισίνας μπορεί να είναι 70% με 80% (ICEU,1994) λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας 27 °C του νερού που παρέχει. Όταν η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια των συλλεκτών δεν είναι αρκετή ώστε να ανεβάσει την θερμοκρασία του νερού στα επιθυμητά επίπεδα, τότε πρέπει να παρέχεται στο σύστημα επιπλέον θερμότητα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε μέσω καυστηρά πετρελαιοῦ είτε μέσω μιας ηλεκτρικής αντίστασης.

- Μείωση βάθους νερού:

Μια καλή λύση εξοικονόμησης ενέργειας στο κολυμβητήριο είναι ο περιορισμός του νερού της πισίνας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με το μπάζωμα της πισίνας μειώνοντας έτσι τον όγκο της και αρά και την ποσότητα του νερού που εμπεριέχει. Η τεχνική αυτή μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε περιπτώσεις που η πισινά χρησιμοποιείται μόνο για κολύμβηση και όχι για κάποια άλλη χρήση όπως κατάδυση. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας επιτυγχάνεται διότι το ποσό θερμότητας που χρειάζεται για να θερμάνει το νερό είναι μικρότερο για λιγότερα λίτρα νερού.

- Αντικατάσταση παλαιότερων λεβήτων με νέους υψηλότερης απόδοσης:

Αδιαμφισβήτητα η αλλαγή των παλαιότερων λεβήτων του κολυμβητηρίου της Κοζάνης θα επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας. Οι λέβητες αυτοί είναι αρκετοί παλαιοί και χωρίς σωστή συντήρηση. Συνεπώς η εγκατάσταση νέων λεβήτων στην θέση των παλαιότερων αποτελεί μια καλή λύση για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Σημαντικό οικονομικό όφελος μπορούν να προσφέρουν οι λέβητες συμπύκνωσης. Για θερμοκρασίες ροής και επιστροφής κάτω από 55 °C και 40 °C αντίστοιχα, η απόδοση του λέβητα μπορεί να ξεπεράσει το 90% λειτουργώντας σε κατάσταση συμπύκνωσης (EEO,1995). Αποδόσεις μεγαλύτερες του 85% μπορούν να επιτευχθούν όταν η θερμοκρασία επιστροφής είναι 70 °C. Η απόδοση ενός συμβατικού λέβητα κυμαίνεται μεταξύ 65-75%. Οι λέβητες συμπύκνωσης με αέριο καύσιμο μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας 15-20%, με χρόνο απόσβεσης σε λιγότερο

από τρία χρόνια (ΕΕΟ,1995b). Η εγκατάσταση και η συντήρηση τους είναι απλή, λειτουργώντας με συμβατικό σχεδιασμό συστημάτων.

- Διάταξη πολλαπλών λεβήτων:

Η λειτουργία περισσότερων από ένα λέβητα για την κάλυψη διαφορετικών ζωνών και φορτίων με μια περιοδικά μεταβαλλόμενη διακύμανση μπορεί να βελτιώσει την απόδοση. Σε αυτή την περίπτωση το σύστημα πρέπει να είναι ρυθμισμένο ώστε οι λέβητες να λειτουργούν διαδοχικά. Σε περιόδους όπου ο λέβητας χρησιμοποιείται μόνο για παραγωγή ζεστού νερού χρήση είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται μια μικρότερη εγκατάσταση. Η αποδοτική συμπίεση του καυσίμου στον λέβητα πετυχαίνεται με τον σωστό λόγο καυσίμου/αέρα. Για μεγάλα λεβητοστάσια προτείνεται η τοποθέτηση ενός αναλυτή των καυσαερίων για τον έλεγχο των μεταβαλλόμενων φορτίων και καυσαερίων (Tumann, 1992).

- Ανάκτηση θερμότητας:

Η ανάκτηση θερμότητας εμπεριέχει εναλλάκτη θερμότητας ο οποίος αυξάνει την πτώση πίεσης και τις απαιτήσεις του ανεμιστήρα ή της αντλίας. Σε όλα τα συστήματα ποσότητα θερμότητας χάνεται μαζί με τον αποβαλλόμενο αέρα. Η θερμότητά αυτή μπορεί να αναπληρωθεί στο εισερχόμενο ρευστό, μειώνοντας έτσι την καταναλωμένη ενέργεια για την επίτευξη των επιθυμητών συνθηκών. Στις πισίνες η τεχνική ανάκτησης θερμότητας στα συστήματα εξαερισμού μπορεί να επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας έως και 30%. Τα συστήματα ανάκτησης θερμότητας μειώνουν την ετήσια κατανάλωση ενέργειας των κλειστών κολυμβητήριων σε 22,6 GJ/ m² (Hawthorne and McMyllan,1994).

2.4.3 Νομική προσέγγιση κολυμβητήριου

Οι θερμικοί συλλέκτες αποτελούν μια εναλλακτική λύση ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Η συνεχώς αυξανόμενη τιμή του πετρελαίου, η προτίμηση της πολιτείας για άλλες τεχνολογίες καθώς και η Κοινωνική Οδηγία που υποχρεώνει την μείωση της καταναλωμένης ενέργειας είναι οι βασικότεροι παράγοντες που οδηγούν το καταναλωτικό κοινό στην προτίμηση αποκεντρωμένων τεχνολογιών ΑΠΕ όπως οι θερμικοί συλλέκτες. Η απόσβεση τους γίνεται μέσα σε 5 με 10 χρόνια. Προβλήματα που μπορεί να προκύψουν με την εγκατάσταση των θερμικών συλλεκτών είναι το δυσάρεστο αισθητικό αποτέλεσμα και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Οι τεχνικές αυτές δυσκολίες μπορούν να αντιμετωπιστούν με την σωστή αρχιτεκτονική και περιβαλλοντική μελέτη πριν την τοποθέτηση τους.

Νομικά δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός στην εφαρμογή των τροπών εξοικονόμησης ενέργειας στο κολυμβητήριο. Η τοποθέτηση καλύμματος στην πισίνα, η αντικατάσταση του παλαιότερου λέβητα καθώς και η μείωση του βάθους της πισίνας δεν χρειάζονται κάποια νομικά άδεια πάρα μόνο πρέπει τα υλικά του, δηλαδή του καλύμματος και της πισίνας, να μην είναι βλαβερά για την ανθρώπινη υγεία.

Η πισίνα πρέπει να λειτουργεί βάσει της σχετικής νομοθεσίας ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία της. Αναλυτικά, σε κάθε κολυμβητική δεξαμενή πρέπει να αναγράφεται το βάθος της ώστε να είναι ευανάγνωστο από το κοινό για την αποφυγή ατυχημάτων. Τα υδραυλικά και ηλεκτρολογικά δίκτυα πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμα ώστε να μπορούν να επιδιορθωθούν γρήγορα σε περίπτωση βλάβης. Ανάλογα με τα λίτρα νερού ή το εμβαδόν επιφάνειας που αντιστοιχεί σε κάθε λουόμενο πρέπει να ορίζεται συγκεκριμένος αριθμός κολυμβητών στην πισίνα. Απαραίτητο είναι το στόμιο εκροής του νερού στο βαθύτερο σημείο της δεξαμενής με σχάρα το οποίο δεν μπορεί να αφαιρεθεί από τους λουόμενους. Τα ακριανά σημεία της πισίνας πρέπει να είναι όλα στρογγυλοποιημένα χωρίς αιχμές για την αποφυγή σοβαρών ατυχημάτων των χρηστών της. Πρέπει να υπάρχουν σκαλοπάτια ανόδου και καθόδου στην κολυμβητική δεξαμενή με αντιολισθητικό υλικό και χειρολαβές αριστερά και δεξιά για την προστασία των κολυμβητών. Απαγορεύονται οι οπές στο περίβλημα της πισίνας οι οποίες να χρησιμοποιούνται για σκάλες εξόδου. Τέλος, στον εσωτερικό χώρο του κολυμβητηρίου πρέπει να τηρούνται οι κανόνες υγιεινής μέσα και έξω από την κολυμβητική δεξαμενή.

3. Το κτίριο προς μελέτη

3.1 Δημοτικό κολυμβητήριο Κοζάνης



Σχήμα 3.1-Δημοτικό κολυμβητήριο Κοζάνης



Σχήμα 3.2-Δημοτικό κολυμβητήριο Κοζάνης, Κερκίδες

Το κολυμβητήριο βρίσκεται στα όρια του αστικού ιστού, καθώς συνορεύει με τα δυο ανοικτά στάδια της πόλης, και το δάσος στο πέρας αυτής. Σε πολεοδομικό επίπεδο, μπορεί να θεωρηθεί ως ενιαία μονάδα με το κλειστό αθλητικό γυμναστήριο, με το οποίο βρίσκεται σε επαφή, η απόσταση τους όμως είναι λίγων μέτρων, ενώ και η δόμηση τους μπορεί να χαρακτηριστεί ως παράλληλη, αποτελώντας κατασκευές αντίστοιχου όγκου.

Το κολυμβητήριο είναι κλειστό και έχει δομηθεί στην βάση του προϋπάρχοντάς ανοικτού κολυμβητηρίου. Η αρχική κατασκευή αποτελείται κατά βάση από τσιμέντο (έτος κατασκευής 1978), ενώ η μετατροπή σε κλειστού τύπου έγινε μεταγενέστερα με τη χρήση μεταλλικών πάνελ.

3.2 Κέλυφος



Σχήμα 3.3-Δημοτικό κολυμβητήριο Κοζάνης

Όπως αναφέρθηκε η χρήση και φυσικά έκταση των μεταλλικών πάνελ χαρακτηρίζει το κέλυφος. Την κατασκευή συμπληρώνουν κουφώματα αλουμινίου παλαιού τύπου. Ως μια γενική αποτίμηση, το κέλυφος μπορεί να χαρακτηριστεί ως πεπαλαιωμένο, παρουσιάζοντας ελλιπή θερμομονωτική συμπεριφορά, τόσο λόγω της κακής κατάστασης της μόνωσης (αφρός πολυουθεράνης) και της επιφάνειας των πάνελ αλλά και των απωλειών λόγω της προβληματικής συναρμογής των υαλοπινάκων στα κουφώματα.

Η χρήση των πάνελ εγείρει και ερωτήματα σχετικά με την ικανότητα της στέγης να παραλάβει φέρον φορτίο, π.χ. από ηλιακούς συλλέκτες.

Το κολυμβητήριο αποτελείται από έναν όροφο, και η έκταση του είναι 1695.36m^2 , με επιφάνεια δώματος ή στέγης 1511.95m^2 . Την κατασκευή συμπληρώνει και μικρή, αναλογικά με τη συνολική, έκτασης υπόγειο, το οποίο καταλαμβάνει επιφάνεια 75.2m^2 και χρησιμοποιείται ως λεβητοστάσιο.

3.3 Χαρακτηριστικά επιμέρους χώρων - Στοιχεία χρήσης



Σχήμα 3.4 Δημοτικό κολυμβητήριο Κοζάνης



Σχήμα 3.5- Δημοτικό κολυμβητήριο Κοζάνης, άποψη χώρων

Οι χώροι του κολυμβητηρίου υποστηρίζουν την λειτουργία της πισίνας. Ειδικότερα υπάρχουν κερκίδες, αποδυτήρια, χώρος γραμματειακής υποστήριξης, αποθηκευτικοί χώροι και μηχανοστάσιο. Οι χώροι αποτελούν τμήμα της αρχικής κατασκευής, εξαιρουμένου πρόσθετου μηχανοστασίου, επισυναπτόμενου στο κέλυφος, για την φιλοξενία της εγκατάστασης τηλεθέρμανσης.

Το κολυμβητήριο λειτουργεί όλο τον χρόνο, εξαιρουμένης της περιόδου από 1/8-15/9 για λόγους συντήρησης. Το ωράριο λειτουργίας είναι 7π.μ.-10.30 μ.μ.. Ο αριθμός των κολυμβητών είναι 600 την ημέρα, ενώ των επισκεπτών αντίστοιχα 100.

3.4 Ενεργειακά συστήματα



Σχήμα3.6- Δημοτικό κολυμβητήριο Κοζάνης, Κερκίδες

Το κολυμβητήριο παρουσιάζει ανάγκες σε θέρμανση σε ετήσια βάση, λόγω των απαιτήσεων της πισίνας αλλά και του νερού χρήσης των αθλητών. Φυσικά τους χειμερινούς μήνες είναι αναγκαία η θέρμανση και του εσωτερικού χώρου. Τα φορτία ψύξης, αν και σημαντικά κατά την θερινή περίοδο, δεν εξυπηρετούνται, εξαιρώντας τον χώρο γραμματειακής υποστήριξης.

Για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση χρησιμοποιείται τηλεθέρμανση, η οποία όμως δεν είναι διαθέσιμη όλο το έτος, αλλά καλύπτει την περίοδο 15/10-15/5. Στο υπόλοιπο διάστημα χρησιμοποιείται συμβατικός καυστήρας πετρελαίου. Η θέρμανση των χώρων

γίνεται με την χρήση θερμαντικών σωμάτων, πεπαλαιωμένου τύπου, ενώ υπάρχει δυνατότητα θέρμανσης με αέρα μέσω συστήματος τοπικών, κρεμαστών, ανεμιστήρων συνδεδεμένων με δίκτυο νερού, η οποία εντούτοις δεν αξιοποιείται.

Στο κολυμβητήριο δεν υπάρχουν εγκατεστημένα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή εξοικονόμησης ενέργειας.

Στον πίνακα 1 παρατίθενται τα στοιχεία των ενεργειακών συμβατικών συστημάτων.

Πίνακας 1-Συμβατικά ενεργειακά συστήματα κάλυψης θερμικών και ψυκτικών αναγκών

Σύστημα	Αριθμός μονάδων (-)	Ισχύς (kw)
Λέβητας(πετρέλαιού)	1	581.5
Θερμικός υποσταθμός T/Θ	3	697.8
Ψυκτικές μονάδες(split units)	1	3.52

Τα ηλεκτρικά φορτία συνίστανται σε φορτία φωτισμού και ηλεκτρικών συσκευών. Χρησιμοποιούνται λαμπτήρες φθορισμού κυρίως, καθώς και κάποιοι λαμπτήρες φθορίου, καθώς και προβολείς αλογόνου. Οι ηλεκτρικές συσκευές συνίστανται σε συσκευές γραμματειακής υποστήριξης (π.χ. PC, πολυμηχάνημα, κ.λπ.), συσκευές τύπου αερόθερμου στα αποδυτήρια και σημαντικής ισχύος κυκλοφορητές/αντλίες στο λεβητοστάσιο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών αλλά και την κυκλοφορία –ανακύκλωση του νερού της κολυμβητικής δεξαμενής.

Στον πίνακα 2 παρατίθενται τα στοιχεία των ηλεκτρικών συσκευών και συστημάτων ηλεκτρικών καταναλώσεων.

Πίνακας 2-Στοιχεία ηλεκτρικών συσκευών και συστημάτων ηλεκτρικών καταναλώσεων

Σύστημα	Αριθμός μονάδων	Ισχύς(KW)
Λαμπτήρας φθορισμού	54	2.052
Λαμπτήρας φθορίου	5	0.11
Προβολείς αλογόνου μετάλλου HQI	20	8
Αερόθερμο(αποδυτήρια)	5	8.75
TV(γραφείο)	1	0.074
PC(γραφείο)	1	0.4
Πολυμηχανή(γραφείο)	1	0.65
Scanner(γραφείο)	1	0.03
Κυκλοφορητές	3	0.39
Κυκλοφορητές	1	0.59
Κυκλοφορητές	2	0.39
Κυκλοφορητές	1	1.3
Αντλίες ανακύκλωσης νερού	2	22.38
Αντλίες ανακύκλωσης νερού	2	2.98
Αντλία θερμότητας	1	1.5
Σύνολο		48.096

3.5 Ενεργειακή συμπεριφορά

Η ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου μπορεί να χαρακτηριστεί ως μη αποδοτική ή και ενδεχόμενα προβληματική, λόγω της αδυναμίας του κελύφους να λειτουργήσει θερμομονωτικά αλλά και να αξιοποιήσει τον φυσικό φωτισμό, της μη πρόνοιας εφαρμογής πρακτικών και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας, εξαιρουμένων των λαμπτήρων, αλλά και της μη αξιοποίησης ΑΠΕ. Τα παραπάνω επιβεβαιώνουν και οι καταναλώσεις ενέργειας που παρουσιάζονται στον πίνακα 3, ενώ στον πίνακα 4 παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ενεργειακά κόστη.

Πίνακας 3-Ενεργειακές καταναλώσεις

Έτος	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014		
Ενεργειακή πηγή									
Ηλεκτρισμός (kwh)	87880	99760	100320	-	-	-	-		
Πετρέλαιο (l)	7000	7000	7000	-	-	-	-		
Τ/θ(MWh)									

Πίνακας 4-Ενεργειακά κόστη(€)

Έτος	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ενεργειακή Πηγή							
Ηλεκτρισμός	9786.2	11541.56	11605.9	-	-	-	-
Πετρέλαιο	4550.0	3850.00	5390.00	-	-	-	-
Τ/Θ	28416.21	27175.69	27003.93	32538.00	24677.55	28752.04	27326.27

4. Υπολογισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίου (Λογισμικό TEE-KENAK)

4.1 Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου

Ο χαρακτηρισμός της απόδοσης του κτιρίου και η κατάταξη σε ενεργειακή κατηγορία, γίνεται βάσει της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Η πρωτογενής ενέργεια αποτελεί το ενεργειακό περιεχόμενο των φορέων ενέργειας, το οποίο δεν έχει υποστεί ακόμη καμία μετατροπή ή μεταποίηση. Η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας καθώς και οι ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα προκύπτουν από το γινόμενο της τελικής κατανάλωσης ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμός κ.α.) και τους συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια (TOTEE 20701-1/2010-αναθεώρηση 2012).

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

Σχήμα 4.1-Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και εκλυόμενοι ρύποι Πηγή:TOTEE 20701-1

Ο συντελεστής μετατροπής πρωτογενούς ενέργειας επιχειρεί να ποσοτικοποιήσει την ενέργεια που απαιτείται για την μετατροπή της διαθέσιμης μορφής ενέργειας σε εκμεταλλεύσιμη ενέργεια (π.χ. εξόρυξη, μεταφορά κλπ.). Οι ρύποι υπολογίζονται στην βάση της ακαθόριστης ενέργειας και όχι πρωτογενούς (πριν δηλαδή την χρήση του συντελεστή μετατροπής).

Το ηλικίο της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας στο κτίριο που εξετάζεται προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς αποτελεί την βάση για τον καθορισμό την ενεργειακής κλάσης του κτιρίου που μελετάτε.

Η ενεργειακή επιθεώρηση ορίζει την κλάση του κτιρίου και την εφαρμογή της νομοθεσίας σε αυτό. Σύμφωνα με το άρθρο 15 του KENAK η ενεργειακή επιθεώρηση διενεργείται από επιθεωρητές εγγεγραμμένους στο μητρώο επιθεωρητών, αποσκοπεί στην εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου συνολικά και ανά τελική χρήση και στην ενεργειακή πιστοποίηση και κατάταξη του κτιρίου. Ακόμη, η ενεργειακή επιθεώρηση καταλήγει στην έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, συστήνει στον διαχειριστή τρόπους ενεργειακής αναβάθμισης και επιτρέπει την συλλογή επιπροσθέτων στοιχείων του κτιρίου και των Η/Μ εγκαταστάσεων του, τα οποία εισάγονται στην ηλεκτρονική βάση δεδομένων και αφορούν στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Ο ενεργειακός επιθεωρητής κατατάσσει το κτίριο σε ενεργειακή κατηγορία βάσει της πρωτογενούς του ενέργειας. Αν το κτίριο που μελετάτε είναι χαμηλότερης ενεργειακής κλάσης από το κτίριο

αναφοράς τότε ο επιθεωρητής δεν δίδει πιστοποιητικό και δίνει χρόνο συμμόρφωσης το πολύ ένα χρόνο προκειμένου ο υπεύθυνος να υλοποιήσει την αναγκαία ενεργειακή αναβάθμιση. Ο ενεργειακός επιθεωρητής μετά το τέλος των απαραίτητων ενεργειών βελτίωσης του κτιρίου ξαναεπιθεωρεί το κτίριο και εκδίδει το πιστοποιητικό.

Ο επιθεωρητής για να είναι σε θέση να πραγματοποιήσει την επιθεώρηση θα πρέπει να μην έχει καμιά ανάμειξη στην κατασκευή και μελέτη του έργου, ούτε αυτός ούτε κάποιο συγγενικό του πρόσωπο. Ακόμη, απαγορεύεται να είναι μέλος της γνωμοδοτικής επιτροπής ενεργειακών επιθεωρητών για το διάστημα που αναλαμβάνει μελέτες. Ένα σώμα επιθεωρητών ενέργειας είναι υπεύθυνο για την εφαρμογή της νομοθεσίας. Το σώμα αυτό συγκροτείται στο ΥΠΕΚΑ. Το υπουργείο παραγωγικής ανασυγκρότησης, περιβάλλοντος και ενέργειας καθορίζει την ενεργειακή πολιτική στην Ελλάδα. Οι στόχοι του ΥΠΕΚΑ συνοψίζονται στην διαμόρφωση θεσμοθετημένου καθεστώτος της ενεργειακής αγοράς, της προστασίας του περιβάλλοντος μέσω των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της συμπαράγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας και της εξοικονόμησης ενέργειας και τέλος στην εκπλήρωση μεγάλων έργων με διεθνείς ευρωπαϊκές διασυνδέσεις.

Καθοριστικό κομμάτι του ΚΕΝΑΚ αποτελούν τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Η ενεργειακή απαίτηση για θέρμανση και ψύξη του κτιρίου υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τη γεωμετρία του, τις θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών κατασκευής του, τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής. Οι υπολογισμοί βασίζονται στο ισοζύγιο των θερμικών απωλειών και των θερμικών κερδών του κτιριακού κελύφους και για τα δυναμικά φαινόμενα χρησιμοποιείται ο συντελεστής χρήσης κερδών/ απωλειών(η).

Ο συντελεστής χρήσης προκύπτει από την αναλογία κερδών-απωλειών (γ) και από τη σταθερά χρόνου του κτιρίου (τ) και καθορίζει την θετική ή αρνητική επίδραση των θερμικών απωλειών/κερδών στην ενεργειακή ζήτηση θέρμανσης και ψύξης. Η ενεργειακή επιθεώρηση λεβήτων θεσμοθετείται στα 5 χρόνια για λέβητες μικρής ισχύος ενώ για συστήματα άνω των 100 KW γίνεται κάθε δύο ή τέσσερα χρόνια, για πετρέλαιο ή φυσικό αέριο αντίστοιχα. Τα συστήματα θέρμανσης άνω των 15 χρόνων και με ονομαστική ισχύ λέβητα άνω των 20 KW ελέγχονται τουλάχιστον μια φορά. Η κατάσταση των εγκαταστάσεων κλιματισμού αξιολογείται κάθε 5 χρόνια για συστήματα με ισχύ μεγαλύτερη των 12 KW.

Το πεδίο εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ αναφέρεται σε νέα ή ριζικώς ανακαινιζόμενα κτίρια μεγαλύτερα των 1000τ.μ. Εξαιρούνται κτίρια και μνημεία ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής, ιστορικής αξίας ή μέρους συγκεκριμένου περιβάλλοντος. Εξαίρεση αποτελούν ακόμη κτίρια που λειτουργούν για θρησκευτικές δραστηριότητες καθώς και κτίρια που χρησιμοποιούνται για περιορισμένο χρονικό διάστημα. Κτίρια με χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις όπως αποθήκες, εργαστήρια, βιομηχανικές και βιοτεχνικές εγκαταστάσεις όπως και κτίρια με συνολική επιφάνεια μικρότερη των 50 τ.μ. δεν απαιτούν μελέτη ενεργειακής απόδοσης και έκδοση πιστοποιητικού. Όλα τα κτίρια που εξαιρούνται από τον ΚΕΝΑΚ οφείλουν να υπόκεινται σε μελέτη θερμομονωτικής επάρκειας σύμφωνα με της απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ και των ΤΟΤΤΕ.

Τα οφέλη από τον ΚΕΝΑΚ ποικίλουν. Τα οικονομικά οφέλη αφορούν κυρίως την μείωση των λειτουργικών εξόδων των κτιρίων και της συντήρησής τους. Τα κοινωνικά οφέλη αφορούν την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την εξασφάλιση των συνθήκων άνεσης στο χώρο.

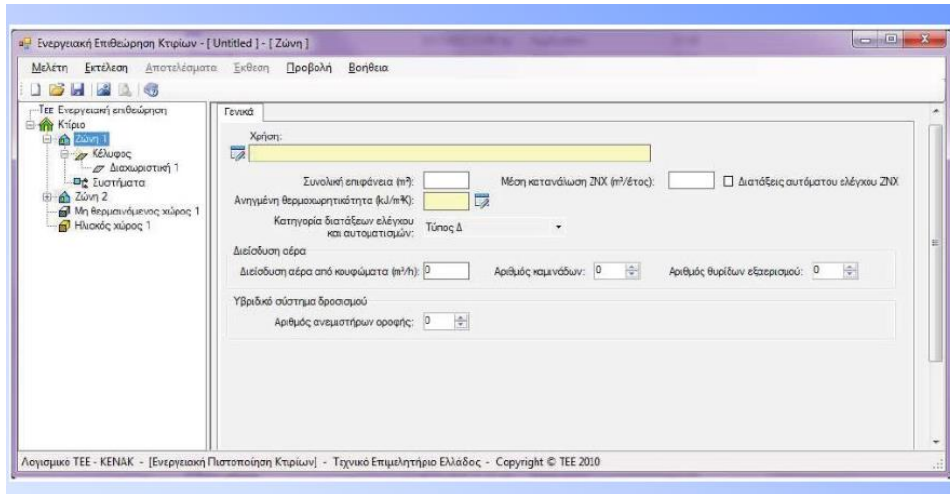
Τα περιβαλλοντικά οφέλη αφορούν την εξοικονόμηση ενέργειας και την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα συμβάλλοντας στην καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

4.2 Το υπολογιστικό εργαλείο TEE-KENAK

Το υπολογιστικό εργαλείο TEE-KENAK χρησιμοποιείται για την ενεργειακή επιθεώρηση, την έκδοση πιστοποιητικού και τους υπολογισμούς για την μελέτη ενεργειακής απόδοσης. Έχει δημιουργηθεί βάσει του νομού 3661/2008 (ΦΕΚ Α΄ 89) του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και των ΤΟΤΕΕ. Βασίζεται στο προϋπάρχον λογισμικό EPA-NR το οποίο δημιουργήθηκε στα πλαίσια ευρωπαϊκού προγράμματος. Το λογισμικό υπολογισμού αποτελείται από τέσσερα μέρη. Στην πρώτη φάση εισάγονται τα δεδομένα κτιρίου, κελύφους και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Στην συνέχεια εισάγονται κλιματικά δεδομένα και παράμετροι ανάλογα με την χρήση του κτιρίου όπως απαιτούμενος αερισμός, ζεστό νερό χρήσης, επίπεδα φωτισμού και άλλα. Το κύριο υπολογιστικό κομμάτι του KENAK βασίζεται στο προϋπάρχον λογισμικό EPA-NR τροποποιημένο με τις απαιτήσεις του KENAK και των ΤΟΤΕΕ. Το τελευταίο μέρος του προγράμματος αποτελείται από τα αποτελέσματα του κτιρίου, του κτιρίου αναφοράς και τα σενάρια επεμβάσεων.

Το κτίριο αναφοράς δημιουργείται αυτόματα από το πρόγραμμα. Για το εξεταζόμενο κτίριο και το κτίριο αναφοράς υπολογίζονται τα μηνιαία φορτία και η κατανάλωση ενέργειας, η κατανάλωση καυσίμων, πρωτογενούς ενέργειας και εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Το κτίριο κατατάσσεται σε κατηγορία ενεργειακής απόδοσης βάσει της πρωτογενούς του ενέργειας σε σύγκριση με το κτίριο αναφοράς.

Το κτίριο αναφοράς έχει ίδια γεωμετρία, προσανατολισμό, θέση, χρήση και λειτουργία με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του KENAK ως προς τις θερμοφυσικές ιδιότητες κελύφους και τα τεχνικά χαρακτηριστικά Η/Μ εγκαταστάσεων (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμός). Ακόμη, στο πρόγραμμα διαμορφώνονται και αξιολογούνται σενάρια επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας για την βελτίωση των ενεργειακών καταναλώσεων και κατάταξης του κτιρίου.



Σχήμα 4.2-Ζώνη 1, Γενικά Πηγή: Λογισμικό KENAK

Λογισμικό Υπολογισμού Δημιουργία σεναρίων

Κέλυφος

- Οερωμόνωνση με πιστοποιημένα υλικά (εξωτερικών τοίχων /σραφής /δασπέδου)
- Ανκατάσταση ή/και αεροστενάντητα αναιγμάτων
- Περιορισμός θερμογερφών
- Εξωτερικός σκιασμός
- Χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων

H/M εγκαταστάσεις

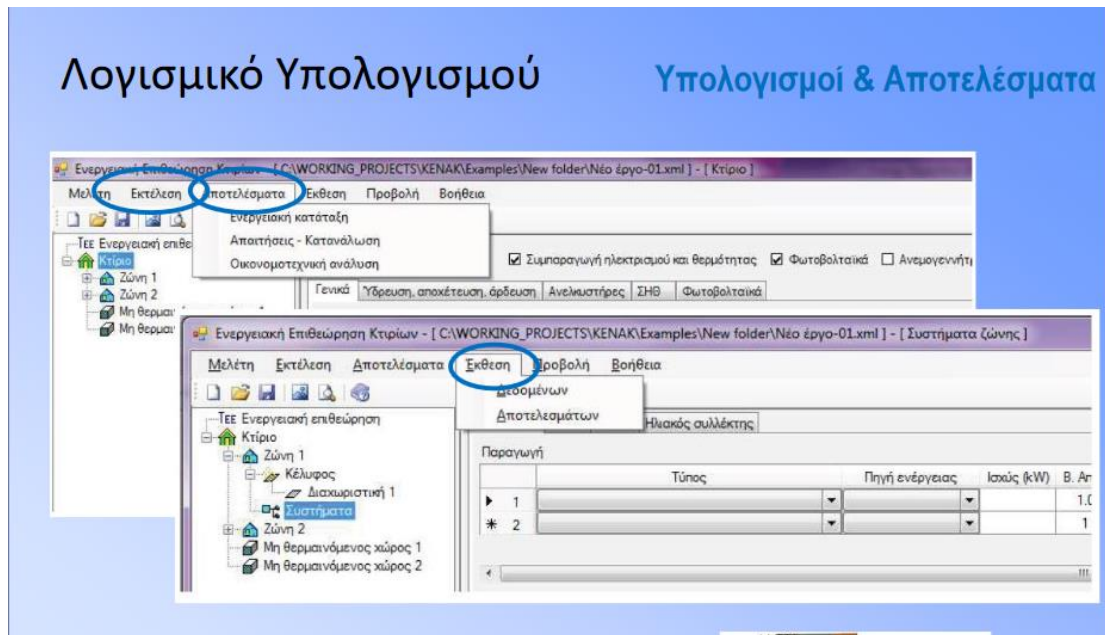
- Συστήματα υψηλής απόδοσης
- Πιο αποδοτικά καύσιμα
- Συστήματα ελέγρου και διαχείρισης ενέργειας (BEMS)
- Συστήματα συμπαραγωγής θερμικής & ηλεκτρικής ενέργειας

Αποδοτικές τεχνολογίες

- Ηλιακοί χώροι
- Ηλιακοί συλλέτες για ΖΝΧ & θέρμανση χώρων
- Φωτοβολταϊκά
- Γεωθερμικές αντλίες

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ – ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ 13

Σχήμα 4.3 Στοιχεία κτιρίου, Προσθήκη αντιγράφου κτιρίου Πηγή: Λογισμικό KENAK



Σχήμα 4.4-Υπολογισμοί και αποτελέσματα Πηγή: Λογισμικό KENAK

Οι υπολογισμοί για την βαθμολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου γίνεται με την μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος (ELOT EN ISO 13790). Η μεθοδολογία αυτή βασίζεται σε ευρωπαϊκά πρότυπα. Στην μηνιαία μέθοδο ημισταθερού βήματος εξετάζονται τρεις συνθήκες λειτουργίας. Οι συνθήκες συνεχούς λειτουργίας, ημισυνεχούς λειτουργίας και διακοπτόμενης λειτουργίας. Οι συνθήκες ημισυνεχούς λειτουργίας αναφέρονται σε περιπτώσεις όπου η διακοπτόμενη λειτουργία θεωρείται ως κατάσταση συνεχούς λειτουργίας με τροποποίηση της εσωτερικής θερμοκρασίας. Στις συνθήκες διακοπτόμενης λειτουργίας δεν τροποποιείται η εσωτερική θερμοκρασία αλλά εισάγεται διορθωτικός συντελεστής, συνάρτηση της χρονικής σταθεράς του κτιρίου και της περιόδου κανονικής λειτουργίας, ο οποίος τροποποιεί την ενεργειακή ζήτηση που υπολογίζεται για κανονική λειτουργία.

Ο υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου βασίζεται σε θεωρητικές σχέσεις κάτω από συγκεκριμένες παραδοχές και εκτιμήσεις, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο ανθρώπινος παράγοντας στην πραγματική του διάσταση, ο οποίος στην πράξη διαφοροποιεί την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου ανάλογα με τις δραστηριότητες του. Για κάθε κτίριο ανάλογα με την χρήση του λαμβάνονται υπόψη συγκεκριμένες παράμετροι που έχουν να κάνουν με τον ανθρώπινο παράγοντα και κυρίως με τα εσωτερικά κέρδη στα οποία συμμετέχει, καθώς επίσης και με την σωστή χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου, όταν η λειτουργία τους δεν είναι αυτοματοποιημένη. Ο μελετητής ή επιθεωρητής επιλέγει τις παραμέτρους δίνοντας προτεραιότητα στα στοιχεία που θα συλλέξει κατά την ενεργειακή επιθεώρηση ή σε αυτά που καθορίζονται στην μελέτη εφαρμογής προκειμένου να προσεγγίσει κατά το δυνατόν ακριβέστερα την πραγματική κατάσταση του κτιρίου.

Σε κάθε περίπτωση ο επιθεωρητής ελέγχει τις πληροφορίες που συλλέγει από τις διαθέσιμες μελέτες του κτιρίου και τις τεχνικές προδιαγραφές των συστημάτων του, προκειμένου να επιβεβαιώσει την ακρίβεια των δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει. Στις περισσότερες

ενέργειες επιθεώρησης η συλλογή και ο προσδιορισμός των απαραίτητων δεδομένων δεν θα είναι δυνατός στον βαθμό που απαιτείται. Για τον λόγο αυτό οι τεχνικές οδηγίες (ΤΟΤΕΕ) παρέχουν την δυνατότητα εκτίμησης των δεδομένων που χρειάζονται για τους υπολογισμούς με βάση την νομοθεσία δόμησης που εφαρμόζεται σε εθνικό επίπεδο.

Προκειμένου να περιοριστεί η εισαγωγή εσφαλμένων δεδομένων κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου ο μελετητής επιλέγει ανάλογα με την περίπτωση τις κατάλληλες παραμέτρους. Ο μελετητής ή επιθεωρητής σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ συντάσσει μια τεχνική έκθεση στην οποία παρατίθενται τα δεδομένα και οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για την μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου καθώς επίσης και οι σχετικές διευκρινήσεις όπου αυτό απαιτείται.

4.3 Εφαρμογή του λογισμικού ΚΕΝΑΚ στο υπό μελέτη κτίριο

4.3.1 Εισαγωγή

Το λογισμικό ΚΕΝΑΚ εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγορίθμους για το υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων στην Ελλάδα. Εισάγοντας στο πρόγραμμα τα απαραίτητα δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν από αρχιτεκτονικά σχέδια και μετά από επίσκεψη στον χώρο του κλειστού κολυμβητηρίου Κοζάνης υπολογίστηκε η πρωτογενής ενέργεια καθώς και η κατάταξη του κτιρίου σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Παρακάτω παρατίθενται βήμα βήμα οι ενέργειες που διενεργήθηκαν για τον υπολογισμό της πρωτογενούς ενέργειας και της ενεργειακής κατάταξης του εξεταζόμενου κτιρίου. Το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ αποτελείται από 5 ανεξάρτητα μεταξύ τους λογισμικά, τα οποία είναι δομημένα σε περιβάλλον παραθύρων με παρεμφερείς μάσκες εισαγωγής δεδομένων

- Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου
- Ενεργειακή μελέτη
- Ενεργειακή επιθεώρηση λέβητα
- Ενεργειακή επιθεώρηση εγκατάστασης θέρμανσης
- Ενεργειακή επιθεώρηση εγκατάστασης κλιματισμού

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου.

Η εισαγωγή των γενικών στοιχείων του κτιρίου για την διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης ολοκληρώνεται σε τρία στάδια.

- Γενικά στοιχεία κτιρίου
- Κλιματολογικά δεδομένα
- Πηγες δεδομένων

Σχήμα 4.1-Γενικά στοιχεία κτιρίου (KENAK) Πηγή : Λογισμικό KENAK

4.3.2 Γενικά στοιχεία κτιρίου προς μελέτη

- ΚΑΕΚ: Εμφανίζεται ο Κωδικός Αριθμός Εθνικού Κτηματολογίου, όπου υπάρχει.
- Όνομα Ιδιοκτήτη: Εμφανίζεται το ονοματεπώνυμο των σημερινών ιδιοκτητών. Ιδιοκτησιακό καθεστώς :Εμφανίζεται το ιδιοκτησιακό καθεστώς του συγκεκριμένου κτιρίου.
- Ταχυδρομική Διεύθυνση: Εμφανίζεται η πλήρης ταχυδρομική διεύθυνση (περιοχή, οδός, αριθμός, και ταχυδρομικός κώδικας της περιοχής) του κτιρίου.
- Στοιχεία Επικοινωνίας Υπεύθυνου: Εμφανίζεται η ιδιότητα του υπεύθυνου του κτιρίου. Επίσης, εμφανίζονται τα στοιχεία του υπεύθυνου, όπως ονοματεπώνυμο, τηλέφωνο/fax ή/και ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.
- Οικοδομική άδεια: Εμφανίζονται όλα τα στοιχεία της οικοδομικής άδειας του κτιρίου: πολεοδομικό γραφείο, έτος και αριθμός. Εμφανίζονται αντίστοιχα τα στοιχεία σε περίπτωση που τμήματα της ιδιοκτησίας έχουν κατασκευαστεί σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.
- Έτος ολοκλήρωσης κατασκευής :Εμφανίζεται το/τα έτος/η ολοκλήρωσης κατασκευής του κτιρίου που αντιστοιχούν στις περιόδους έκδοσης οικοδομικής άδειας.
- Τύπος: Εμφανίζεται ο τύπος του συγκεκριμένου κτιρίου σε σχέση με την/τις πολεοδομική/ές άδεια/ες.

4.3.2.1Κλιματολογικά δεδομένα

- Κλιματικό αρχείο :Επιλέγεται η πιο κοντινή περιοχή που βρίσκεται το εξεταζόμενο κτίριο. Το κολυμβητήριο βρίσκεται μέσα στην Κοζάνη οπότε επιλέχθηκε το κλιματικό αρχείο Κοζάνης.
- Ζώνη: Επιλέγεται αυτόματα από το πρόγραμμα ανάλογα το κλιματικό αρχείο που έχει επιλεγεί.

4.4 Κτίριο

Για το εξεταζόμενο κτίριο εισάγονται αρχικά κάποιες γενικές πληροφορίες.

- Χρήση :Κλειστό κολυμβητήριο

Εισάγεται η χρήση του κτιρίου, δηλαδή κλειστό κολυμβητήριο.

- Συνολική επιφάνεια : $1694.7623m^2$

Εισάγεται η συνολική επιφάνεια δαπέδου της θερμικής ζώνης λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

- Θερμαινόμενη επιφάνεια: $1694.7623m^2$

Οι μη θερμαινόμενοι χώροι (λεβητοστάσιο, αποθήκη) αποτελούν λιγότερο από το 10% της συνολικής επιφάνειας. Οπότε, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1 δεν λαμβάνονται σαν ξεχωριστοί αυτόνομοι χώροι και ενσωματώνονται στην συνολική επιφάνεια του κολυμβητηρίου.

- Ψυχόμενη επιφάνεια : $1694.7623 m^2$

Το κολυμβητήριο δεν έχει κάποιο σύστημα ψύξης με εξαίρεση το κτίριο διοίκησης το οποίο αποτελεί πολύ μικρό μέρος του κολυμβητηρίου. Έτσι στο πρόγραμμα εισηγήθηκε το θεωρητικό σύστημα ψύξης.

- Αριθμός ορόφων:1 Ύψος τυπικού ορόφου : 10.375 m Ύψος ισογείου:0 m
- Έκθεση κτιρίου :Εκτεθειμένο Αριθμός θερμικών ζωνών: 1
- Αριθμός με θερμαινόμενων χώρων:0 Αριθμός ηλιακών χώρων:0

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου: ΣΗΘ Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελυστήριες |

Περιγραφή: Υπάρχον κτίριο

Χρήση κτιρίου: Κλειστό κολυμβητήριο

Συνολική επιφάνεια (m²): 1694.7623 Συνολικός όγκος (m³): 13668.095

Θερμαινόμενη επιφάνεια (m²): 1694.7623 Θερμαινόμενος όγκος (m³): 13668.095

Ψυχόμενη επιφάνεια (m²): 1694.7623 Ψυχόμενος όγκος (m³): 13668.095

Αριθμός ορόφων: 1 Ύψος τυπικού ορόφου (m): 10.375 Ύψος ισογείου (m): 0

Έκθεση κτιρίου: Εκτεθειμένο

Αριθμός θερμικών ζωνών: 1

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0 Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

Θερμομόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων

	Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ZNX	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
▶	Πετρέλαιο θέρμανσης	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7000	lt	15/5-15/9
	Τηλεθέρμανση	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	628190	kWh	15/9-15/5
	Ηλεκτρική	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	100320	kWh	1/1-1/1
*		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

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

Σχήμα 4.2-Γενικά (KENAK) Πηγή: Λογισμικό KENAK

4.5 Ζώνη 1

Εισάγονται επιμέρους πληροφορίες για την συγκεκριμένη θερμική ζώνη. Το κολυμβητήριο μελετάτε ως μονοζωνικό κτίριο. Δεν παρουσιάζει χώρους με μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας, διαφορετικές συνθήκες υγρασίας, διαφορετικά συστήματα θέρμανσης-ψύξης ή χώρους με σημαντικές συναλλαγές θερμότητας. Οπότε σύμφωνα με τον KENAK δεν υπάρχει λόγος να χωριστεί σε περισσότερες ζώνες.

- Ανοιγμένη Θερμοχωρητικότητα: $260 \frac{KJ}{m^2 \cdot k}$

Το κλειστό κολυμβητήριο είναι βιομηχανική κατασκευή. Αρά επιλέχθηκε στο πρόγραμμα η τιμή της ανοιγμένης θερμοχωρητικότητας για βαριά κατασκευή.

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Επιλέγεται η κατηγορία Δ γιατί δεν υπάρχουν διατάξεις αυτομάτου ελέγχου για την κάλυψη των απαιτούμενων φορτίων σύμφωνα με την TOTEE-20701-1.

- Διείσδυση αέρα από κουφώματα : $3663 \frac{m^3}{h}$

Σύμφωνα με την TOTEE 20701-1 για τον υπολογισμό της διείσδυσης αέρα χρησιμοποιείται ο τύπος

$$V_{inf} = \Sigma(l \cdot a) \cdot R \cdot H$$

Όπου,

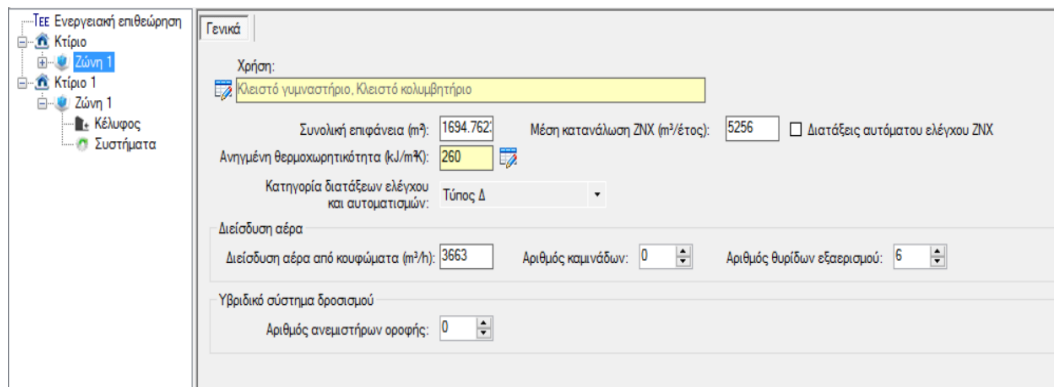
- $l [m]$ =το συνολικό μήκος των χαραμάδων του ανοίγματος

- $\alpha \left[\frac{m^3}{h \cdot m} \right] = 0$ συντελεστής αδιαπερατότητας από χαραμάδες του ανοίγματος
- $R [-] = 0$ συντελεστής διεισδυτικότητας
- $H [-] = 0$ συντελεστής θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωσης

Στην ΤΟΤΕΕ 20701-1 εκτιμήθηκαν τυπικές τιμές του αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμάδων ανά τετραγωνικό μέτρο ανοίγματος για τυπικές διατομές κουφωμάτων. Σε κάθε περίπτωση εξεταζόμενου κτιρίου και προκειμένου για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του, για τον προσδιορισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων, καταγράφεται ο τύπος και η επιφάνειά των ανοιγμάτων και κατόπιν λαμβάνεται η τιμή αερισμού λόγω χαραμάδων από τον πίνακα 3.26. Τα κουφώματα του κολυμβητήριου Κοζάνης είναι με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο και μόνο υαλοπίνακα.

- Μέση κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης : $5256 \frac{m^3}{\acute{\epsilon}τος}$

Εισάγεται η ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης σύμφωνα με τον πίνακα 2.5 της ΤΟΤΕΕ-1 για συνολική επιφάνεια $1600 m^2$ και χρήση κτιρίου κλειστό κολυμβητήριο. Η επιφάνεια των κοινόχρηστων βοηθητικών χώρων του κτιρίου π.χ. διάδρομοι, τουαλέτες κτλ. δεν συυπολογίζεται για τον καθορισμό των απαιτήσεων ζεστού νερού χρήσης.



Σχήμα 4.3 – Ζώνη 1 (KENAK) Πηγή: Λογισμικό KENAK

4.6 Στοιχεία κελύφους

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (-)	ε* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Τοίχος	νότιος	180	90	20	2.56	0.60	0.80	0.88	1	1	1	1	1
2	Τοίχος	δυτικός	270	90	40.9	2.56	0.60	0.80	0.36	0.93	1	1	1	1
3	Τοίχος	βόρειος	0	90	2.802	2.56	0.60	0.80	1	0.85	1	1	1	0.92
4	Τοίχος	βόρειος	0	90	3.285	2.56	0.40	0.80	1	0.85	0.69	0.73	1	0.92
5	Τοίχος	βόρειος	0	90	0.6132	2.56	0.40	0.80	1	0.85	0.93	0.95	1	0.92
6	Τοίχος	βόρειος	0	90	0.9125	2.56	0.40	0.80	1	0.85	0.94	0.96	1	0.92
7	Τοίχος	ανατολή	90	90	2.185	2.56	0.60	0.80	1	1	0.6	0.51	0.62	0.88
8	Οροφή	δύση panel	270	45	60.95	3.3	0.3	0.20	1	1	1	1	1	1
9	Οροφή	ανατολή Panel	90	45	4.37	3.3	0.3	0.20	0.63	0.79	1	1	0.62	0.88
10	Τοίχος	Νότιος panel	180	90	111.625	3.02	0.3	0.20	0.56	0.99	1	1	1	1
11	Τοίχος	Νότιος panel	180	90	61	3.02	0.3	0.20	0.56	0.99	1	1	1	1
12	Τοίχος	Νότιος panel ψηλά	180	90	27.845	3.02	0.3	0.20	0.58	1	1	1	1	1
13	Τοίχος	Νότιος panel δέντρα 25% αδ	180	90	8.25	3.02	0.3	0.2	0.42	0.99	1	1	1	1
14	Τοίχος	Νότιος panel σκίαση αδ	180	90	16.5	3.02	0.3	0.20	0.83	1	1	1	1	1
15	Τοίχος	Νότιος panel χωρί σκίαση αδ	180	90	16.5	3.02	0.3	0.20	1	1	1	1	1	1

Σχήμα 4.4-Κέλυφος, Αδιαφανείς επιφάνειες Πηγή :Λογισμικό KENAK

Περιλαμβάνει δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες του κελύφους που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα σε κάθε γραμμή εισάγεται μια επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου που μελετάτε και τα χαρακτηριστικά της. Τα χαρακτηριστικά της κάθε επιφάνειας είναι :

- Περιγραφή: Σύνομη περιγραφή της επιφάνειας γ: Προσανατολισμός β: κλίση
- Εμβαδόν: εισάγεται το συνολικό εμβαδόν της επιφάνειας
- U: εισάγεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου.

Οι αδιαφανείς επιφάνειες του κολυμβητηρίου που μελετάτε είναι είτε τοιχοποιία είτε πάνελ πολυουρεθάνης ή πόρτες σιδερένιες. Η τοιχοποιία αποτελείται από 30% μπετόν και το υπόλοιπο 70% είναι τούβλο. Οπότε για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας χρησιμοποιήθηκε ο τύπος

$$U_{\tau\chi} = \frac{U_{\tau\beta} \cdot A_{\tau\beta} + U_{\tau\sigma} \cdot A_{\tau\sigma}}{A_{ολ}}$$

Όπου,

- $U_{\tau\chi}$: ο συντελεστής θερμοπερατότητας της συνολικής επιφάνειας τοιχοποιίας
- $U_{\tau\beta}$: $2,2 \frac{W}{m^2 \cdot K}$: ο συντελεστής θερμοπερατότητας μαπτικής οπτοπλινθοδομής επιχρισμένης και από τις δυο όψεις, δηλαδή ο συντελεστής της επιφάνειας του τοίχου που αποτελείται από τούβλο (TOTEE 20701-1 πίνακας 3.4a).
- $U_{\tau\sigma}$: $3,4 \frac{W}{m^2 \cdot K}$: ο συντελεστής θερμοπερατότητας σπλισμένου σκυροδέματος επιχρισμένο και από τις δυο όψεις, δηλαδή η επιφάνεια του τοίχου που αποτελείται απότσιμέντο (σύμφωνα με τον πίνακα 3.4a της TOTEE 20701-1)
- $A_{\tau\beta} [m^2]$: το 70 % της συνολικής επιφάνειας του τοίχου που αποτελείται από τούβλο
- $A_{\tau\sigma} [m^2]$: το 30% της συνολικής επιφάνειας του τοίχου που μελετάτε και αποτελείται απότσιμέντο

- $A_{ολ}[m^2]$: η συνολική επιφάνεια του τοίχου που μελετάτε

- Τοιχοποιία : $U_{panel} = 3.02 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ Οροφή με πάνελ : $U_{panel-οροφής} = 3.3 \frac{W}{m^2 \cdot K}$.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πάνελ βρίσκεται χρησιμοποιώντας τους πίνακες της ΤΟΤΕΕ-2. Από τον πίνακα στην ΤΟΤΕΕ-2 βρίσκουμε τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας των στρώσεων αλουμινίου και του αφρού πολυουρεθάνης. Τελικά, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πάνελ υπολογίζεται από την σχέση

$$U_{panel} = \frac{1}{\frac{d}{\lambda_{στρ1}} + \frac{d}{\lambda_{στρ2}} + \frac{d'}{\lambda_{στρ3}} + R_{εσ} + R_{εξ}}$$

Όπου,

- $d/\lambda_{στρ1}$: πάχος διά τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας του ενός μεταλλικού πάνελ,
- $d/\lambda_{στρ2}$: πάχος διά τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας του άλλου μεταλλικού πάνελ,
- $d'/\lambda_{στρ3}$: πάχος διά τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας του αφρού πολυουρεθάνης,
- $R_{εσ}$: ωμική αντίσταση του εσωτερικού αέρα στο πάνελ
- $R_{εξ}$: ωμική αντίσταση του εξωτερικού αέρα στο πάνελ

Στην περίπτωση του πάνελ στην οροφή του κολυμβητηρίου αλλάζει μόνο η ωμική αντίσταση του αέρα στην εσωτερική και εξωτερική πλευρά του πάνελ και έτσι παρατηρείται μια μικρή αλλαγή στην τιμή του σε σχέση με το πάνελ τοιχοποιίας.

- Πόρτα σιδερένια: $U_{πόρτας} = 6 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας για τις σιδερένιες πόρτες λαμβάνεται από την ΤΟΤΕΕ 20701-1 από τον πίνακα 3.12 για εξωτερικές πόρτες χωρίς υαλοπίνακες.

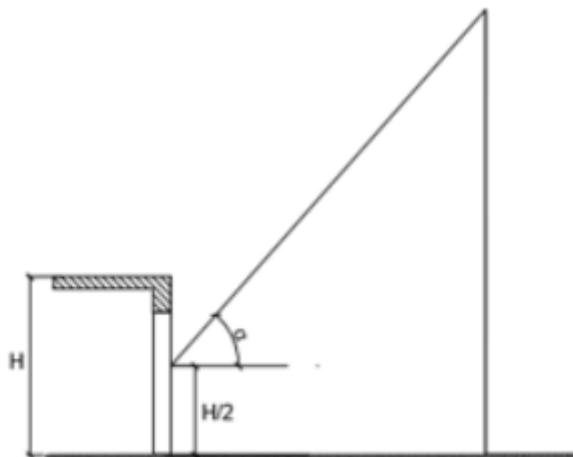
- Συντελεστές σκίασης:

Οι συντελεστές σκιάσεις καθορίζονται ανάλογα το είδος των σκίαστρων και την γεωμετρία τους. Ανάλογα με την εποχή (χειμώνας, καλοκαίρι) και τον προσανατολισμό οι συντελεστές αλλάζουν.

- F_{hor_h} , Συντελεστής σκίασης – Ορίζοντας- χειμώνας
- F_{hor_c} , Συντελεστής σκίασης – Ορίζοντας – καλοκαίρι

Αυτός ο συντελεστής προσδιορίζει τη σκίαση που προκύπτει στις επιφάνειες του κτιρίου από την ύπαρξη φυσικών εμποδίων. Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1 ο συντελεστής υπολογίζεται από τον πίνακα 3.18 ανάλογα με την γωνία θέασης α που σχηματίζουν τα

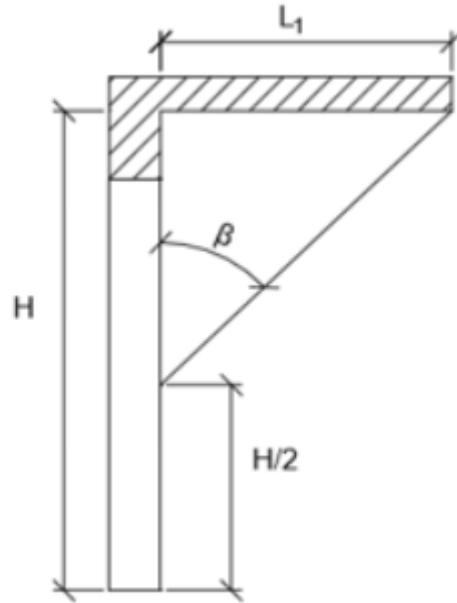
εμπόδια. Η γωνιά θέασης ορίζεται ως η γωνιά που σχηματίζεται από το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το μέσον της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της κατακόρυφης επιφάνειας με την ανώτερη παρειά του εμποδίου.



Σχήμα 4.5-Γραφική απεικόνιση της γωνίας θέασης α που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλούν σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο Πηγή : TOTEE 20701-1

- F_{on_h} , Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες – χειμώνας
- F_{on_c} , Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες- καλοκαίρι

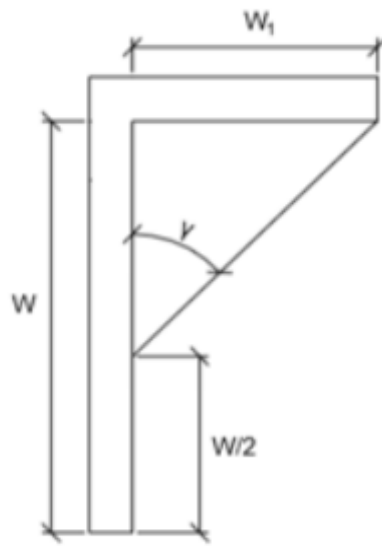
Ο συντελεστής σκίασης οριζόντιων προστεγασμάτων προσδιορίζει την σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λόγω ύπαρξης οριζόντιων προεξοχών. Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης υπολογίζεται η γωνιά β . Από τον πίνακα 3.19 της TOTEE 20701-1 βάσει της γωνίας β υπολογίζεται ο συντελεστής. Η γωνιά β αντιστοιχεί στην γωνιά που σχηματίζεται από το κατακόρυφο επίπεδο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της όψης με το πέρασ του προβόλου.



Σχήμα 4.6-Γραφική απεικόνιση της γωνίας β που σχηματίζει πρόβολος με την κατακόρυφη επιφάνεια ,για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο Πηγή : ΤΟΤΕΕ 20701-1

- F_{fin_h} , Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές- χειμώνας
- F_{fin_c} , Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές- καλοκαίρι

Ο συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές προσδιορίζει την σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λόγω ύπαρξης κατακόρυφων προεξοχών. Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας γ της πλευρικής προεξοχής. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτιρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Από τους πίνακες 3.2α και β της ΤΟΤΕΕ 20701-1 βρίσκουμε τους συντελεστές σκίασης από αριστερή και δεξιά πλευρά αντίστοιχα βάσει της γωνίας γ . Η γωνία γ αντιστοιχεί στην γωνία που σχηματίζεται από το κατακόρυφο επίπεδο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της όψης με το πέρας της πλευρικής προεξοχής.



Σχήμα 4.7-Γραφική απεικόνιση της γωνίας γ που σχηματίζει η πλευρική προεξοχή για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο δομικό στοιχείο Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1

4.7 Επαφή με το έδαφος

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες: Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο	πλακάκι	1643.8725	3.1	0		195.37
2	Τοίχος	Η/Μ υπόγειο βορράς	36.7865	2.56	1.35	3.8	
3	Τοίχος	υπόγειο σιδερένιο βορράς	2.714	6	1.35		
4	Τοίχος	ανατολή	30.282	3.075	1.35	3.8	
5	Τοίχος	νότος	42.848	3.075	1.35	3.8	
6	Τοίχος	δύση	30.282	3.075	1.35	3.8	
* 7							

Σχήμα 4.8-Κέλυφος,Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος Πηγή: Λογισμικό KENAK

Περιλαμβάνει τις αδιαφανείς επιφάνειες του κελύφους που είναι σε επαφή με το έδαφος. Σύμφωνα με την TOTEE 20701-1 χώροι με όγκο μικρότερο του 10% του συνόλου του κτιρίου δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες. Επίσης δευτερεύοντες βοηθητικοί χώροι που δεν θερμαίνονται και συνδέονται λειτουργικά με μια θερμική ζώνη λαμβάνονται ως τμήμα της θερμικής ζώνης. Έτσι το υπόγειο, δηλαδή ο χώρος του λεβητοστάσιου όπως και η αποθήκη που περιλαμβάνει τους εναλλάκτες της τηλεθέρμανσης δεν μελετήθηκαν ως ξεχωριστές θερμικές ζώνες. Οι περισσότεροι τοίχοι του υπογείου είναι σε επαφή με το έδαφος με εξαίρεση την επιφάνεια στην είσοδο του λεβητοστάσιου που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Ακόμη, το δάπεδο του κολυμβητηρίου είναι σε επαφή με το έδαφος.

- Κ. Βάθος : Αναγράφεται το ύψος της επιφάνειας εσωτερικά του εδάφους.
- Α. Βάθος: Αναγράφεται το συνολικό ύψος της επιφάνειας από το κατώτερο σημείο, εσωτερικά του εδάφους, μέχρι το ανώτερο σημείο της επιφάνειας πάνω από το έδαφος.
- Συντελεστής θερμοπερατότητας: Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δαπέδου βρίσκεται από τον πίνακα 3.4 β της TOTEE 20701-1 για δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου χωρίς θερμομονωτική επάρκεια. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των τοίχων του υπογείου βρίσκεται από τον πίνακα 3.4α του TOTEE 20701-1 για επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος.
- Περίμετρος: 195.37m Εισάγεται η περίμετρος του δαπέδου

4.8 Διαφανείς Επιφάνειες κελύφους

Περιλαμβάνει δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες του κελύφους της συγκεκριμένης ζώνης που βρίσκονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m²K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov (-)
1	ωμα Ανατολή	90	90	1.0625	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	1	0.5	0
2	ωμα Βορράς Πόρτα	0	90	2.5404	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	0.85	0.76	0
3	ωμα Βορράς παράθ πλευρ	0	90	2.628	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	0.85	0.72	0
4	ωμα Βορράς παράθ κρο	0	90	1.825	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	1	0.85	0.76	0
5	ωμα πολυκαρβ παράθ	180	90	67.5		6.38	0.45	0.61	1	1	
6	φριμα πολυκαρβ φύλλα 1	180	90	16	Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	6.38	0.45	0.61	1	1	
7	φριμα πολυκαρβ φύλλα 2	180	90	7.9875	Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	6.38	0.45	0.61	1	1	
8	ωμα πολικ παράθ διαστ	180	90	19.25		6.38	0.45	1	1	1	
9	ωμα πολυκαρβ παράθ	180	90	8.25	Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	6.38	0.45	0.43	0.97	1	
10	ωμα δύση πολικ παράθ	270	90	32.2896	Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	6.38	0.45	0.31	0.73	1	
11	ωμα δύση πολικ παράθ κρο	270	90	13.8384	Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	6.38	0.45	1	1	1	
12	ωμα δύση πολικ παράθ	270	90	10.32	Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	6.38	0.45	1	1	1	
13	φριμα πολυκαρβ φύλλα δύση	270	90	35.48		6.38	0.45	0.5	1	1	
14	φριμα οροφή δύση πολικ	270	45	102.4296	Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	6.38	0.45	1	1	1	

Σχήμα 4.9-Κέλυφος, Διαφανείς Επιφάνειες Πηγή: Λογισμικό KENAK

- Τύπος: Καθορίζεται ο τύπος του δομικού στοιχείου. Αν είναι ανοιγμένο ή μη ανοιγμένο κούφωμα. Τα πολυκαρβονικά φύλλα τοποθετήθηκαν ως μη ανοιγόμενα κουφώματα στο πρόγραμμα.
- Περιγραφή: εισάγεται μια σύντομη περιγραφή του κουφώματος
- γ(deg) :προσανατολισμός επιφάνειας β (deg) :κλίση επιφάνειας
- Εμβαδόν: εισάγεται το συνολικό εμβαδόν της διάφανους επιφάνειας συμπεριλαμβανομένου και του πλαισίου.
- Τύπος ανοίγματος: Καθορίζεται ο τύπος του ανοίγματος, ανάλογα με τον τύπο πλαισίου, το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος και το υλικό του υαλοπίνακα. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από έναν κατάλογο, ο οποίος εμφανίζεται με δεξί κλικ πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο. Η επιλογή γίνεται σε τρία στάδια: Τύπος πλαισίου, Ποσοστό πλαισίου, Τύπος υαλοπίνακα και πατώντας το κουμπί «Επιλογή». Το κολυμβητήριο διαθέτει σε μεγάλο ποσοστό κουφώματα με πολυκαρβονικά φύλλα αντί για υαλοπίνακες. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας σε αυτή την περίπτωση υπολογίστηκε από την TOTEE 20701-1 από την σχέση 3.3 για συντελεστή θερμοπερατότητας μονού κουφώματος,

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

Όπου,

- $U_w \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος
- $U_f \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος

- $U_g \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος
- $A_f [m^2]$ η επιφάνεια του πλαισίου του κουφώματος
- $A_g [m^2]$ η επιφάνεια του υαλοπίνακα του κουφώματος
- $I_g [m]$ η περίμετρος του υαλοπίνακα
- $\Psi_g \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$ ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος
- $A_w [m^2]$ το εμβαδόν επιφάνειας του κουφώματος

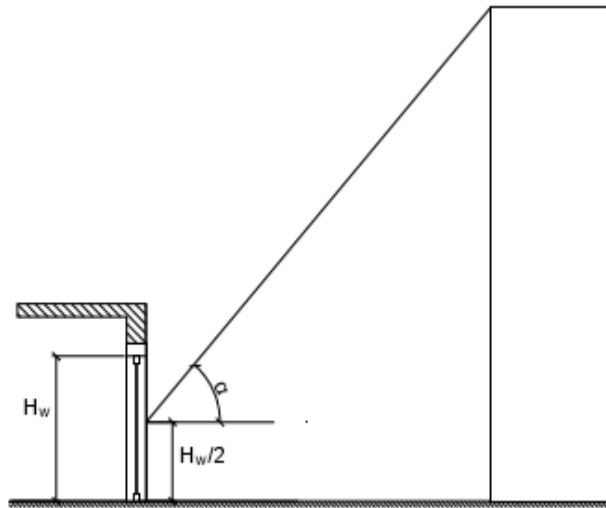
όπου ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πολυκαρβονικού φύλλου βρίσκεται λαμβάνοντας από την TOTEE-2 τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας για πολυκαρβονικό φύλλο και κάνοντας του αντίστοιχους υπολογισμούς που έγιναν και παραπάνω στις αδιαφανείς επιφάνειες για το πάνελ για τον υπολογισμό του λόγου d/λ. Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους g υπολογίστηκε από την TOTEE 20701-1 από την σχέση

$$g_w = g_{gl}(1 - F_f)$$

για μονό υαλοπίνακα.

- F_{hor_h} , Συντελεστής σκίασης – Οριζοντας- χειμώνας
- F_{hor_c} , Συντελεστής σκίασης – Οριζοντας- καλοκαίρι

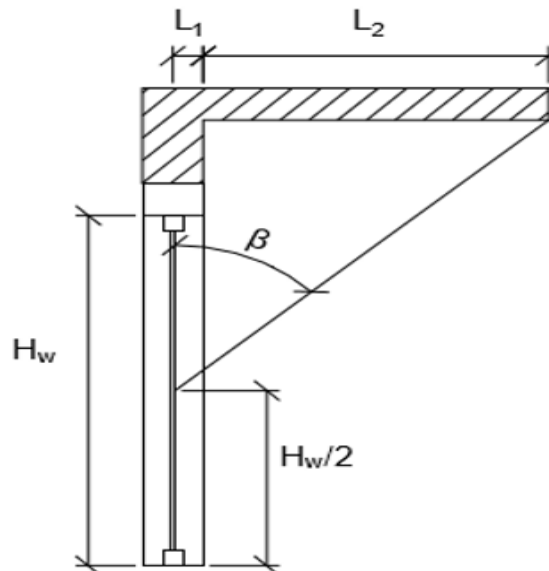
Όπως και στις αδιαφανείς επιφάνειες έτσι και εδώ πρέπει να υπολογιστεί και πάλι η γωνία θέασης α από την οποία προκύπτει μέσω της TOTEE 20701-1, από τον πίνακα 3.18, ο συντελεστής σκίασης οριζοντα για χειμώνα και καλοκαίρι. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτιρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Η τιμή της γωνίας θέασης πρέπει να υπολογιστεί για κάθε διάφανες στοιχείο ξεχωριστά και αντιστοιχεί στην γωνιά που σχηματίζεται μεταξύ του οριζοντίου επιπέδου που διέρχεται από το μέσο του ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το κέντρο του ανοίγματος με την άνω παρειά του εμποδίου. Η τιμή του συντελεστή σκίασης οριζοντα τόσο για την περίοδο θέρμανσης όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.18 ανάλογα με την γωνιά θέασης του εμποδίου α και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Τιμές για ενδιάμεσες γωνίες εμποδίου και ενδιάμεσους προσανατολισμούς θα λαμβάνονται με χρήση γραμμικής παραβολής.



Σημα4.10-Γραφική απεικόνιση της γωνίας θέασης α που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλούν σε ένα κατακόρυφο διαφανές δομικό στοιχείο Πηγή :TOTEE 20701-1

- F_{on_h} , Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες- χειμώνας
- F_{on_c} , Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες- καλοκαίρι

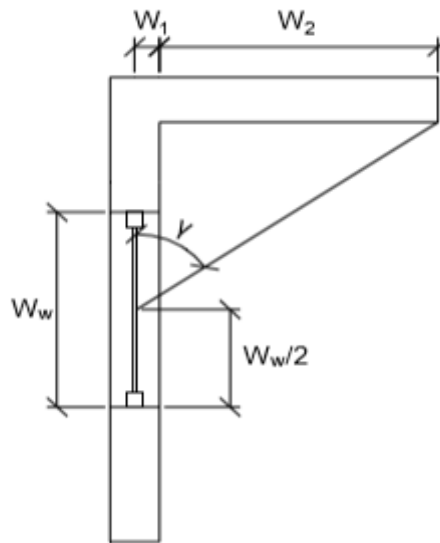
Η γωνία β που καθορίζει τον συντελεστή σκίασης προβόλου είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του κατακόρυφου επιπέδου του εξεταζόμενου ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το μέσο του ανοίγματος με το πέρας του προβόλου.



Σημα4.11-Γραφική απεικόνιση της γωνίας β , που σχηματίζει πρόβολος με την κατακόρυφη επιφάνεια, για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο διαφανές δομικό στοιχείο. Πηγή:TOTEE 20701-1

- F_{fin_h} , Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές- χειμώνας
- F_{fin_c} , Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές- καλοκαίρι

Η γωνία γ της πλευρικής προεξοχής αντιστοιχεί στην γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του κατακόρυφου επιπέδου του εξεταζόμενου ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το μέσο του ανοίγματος με το πέρας της πλευρικής προεξοχής. Οι πίνακες που εμπεριέχουν τις τιμές των συντελεστών σκίασης συνάρτηση των αντίστοιχων γωνιών είναι οι ίδιοι τόσο για τις διαφανείς όσο και για τις αδιαφανείς επιφάνειες.



Σημ4.12-Γραφική απεικόνιση της γωνίας γ που σχηματίζει η πλευρική προεξοχή για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο διαφανές δομικό στοιχείο Πηγή : TOTEE 20701-1

Σημαντικό εργαλείο βοήθειας στην καταμέτρηση των αποστάσεων των επιφανιών που προκαλούν σκίαση στο κολυμβητήριο αποτέλεσε η υπηρεσία θέασης του κτηματολογίου στο διαδίκτυο.

4.9 Συστήματα

Στην ενότητα αυτή εισάγονται πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των συστημάτων θέρμανσης /ψύξης/ζεστού νερού χρήσης/κλιματισμού/φωτισμού/ύγρανσης και ηλιακών συλλεκτών που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη.

4.9.1 Σύστημα θέρμανσης

Το σύστημα θέρμανσής αποτελείται από

- Την παραγωγή
- Το δίκτυο διανομής
- Τις τερματικές μονάδες
- Τις βοηθητικές μονάδες

4.9.1.1 Μονάδα παραγωγής

- Τύπος: Τηλεθέρμανση

Το κολυμβητήριο Κοζάνης όπως όλη σχεδόν η Κοζάνη θερμαίνεται με τηλεθέρμανση. Άρα η μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας είναι η τηλεθέρμανση.

- Πηγή ενέργειας: Τηλεθέρμανση

Η πηγή ενέργειας της τηλεθέρμανσης είναι το νερό. Στο πρόγραμμα μαρκάρεται η εντολή τηλεθέρμανση από ΔΕΗ. Η τηλεθέρμανση στην Κοζάνη παρέχεται μέσω της ΔΕΗ.

- Ισχύς :697.8KW

Η ισχύς της μονάδας παραγωγής τηλεθέρμανσης στο κολυμβητήριο.

- Βαθμός απόδοσης:0.855

Ο βαθμός απόδοσης της μονάδας τηλεθέρμανσης είναι ο βαθμός απόδοσης των εναλλακτών θερμότητας μειωμένος και 10% λόγω παλαιότητας.

- Συντελεστής επίδοσης: για θέρμανση δεν έχουμε κάποια αντλία θερμότητας οπότε δεν μπαίνει κάποιος συντελεστής εδώ. Το πρόγραμμα από μόνο του εισάγει την τιμή 1.
- Ιαν – Δεκ :1

Εισάγεται το μέσο μηνιαίο ποσοστό κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για την θέρμανση της ζώνης από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης. Το 1 σημαίνει 100% και το 0 σημαίνει μηδενική κάλυψη. Η τηλεθέρμανση καλύπτει το 100% της θερμικής ενέργειας του κολυμβητηρίου. Έτσι εισάγεται στο πρόγραμμα η τιμή 1.

4.9.1.2 Δίκτυο Διανομής

- Ισχύς :697.8KW

Εισάγεται η θερμική ισχύς που μεταφέρουν οι σωληνώσεις ή ο κλάδος διανομής της θερμικής ζώνης. Το κολυμβητήριο διαθέτει μόνο μία ζώνη οπότε η ισχύς του δικτύου διανομής είναι ίδια με την ισχύ της μονάδας παραγωγής δηλαδή της τηλεθέρμανσης.

- Βαθμός απόδοσης :0.93

Ο βαθμός απόδοσης προκύπτει σαν το συμπληρωματικό του συντελεστή θερμικών απωλειών, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (§4.3.4. Απώλειες δικτύων διανομής. Πίνακας 4.11.-Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής

εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς την συνολική θερμική / ψυκτική ενέργεια που μεταφέρει το δίκτυο), για σωληνώσεις χωρίς μόνωση και για υψηλές θερμοκρασίες προσαγωγής θερμού μέσου.

4.9.1.3 Τερματικές μονάδες

- Τύπος :καλοριφέρ

Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή των τερματικών μονάδων της ζώνης. Οι τερματικές μονάδες του κολυμβητήριου είναι τα καλοριφέρ.

- Βαθμός απόδοσης:0.876

Εισάγεται ο μέσος βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων (από 0 έως 1), λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των συστημάτων, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την TOTEE 20701-1. Σύμφωνα με το πρότυπο ELOT EN 15316.2.1:2008 εκτιμάται ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων από την ακόλουθη σχέση:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{rad} \cdot f_{im} \cdot f_{hydr}}$$

Όπου,

- f_{rad} : παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας
- f_{im} : παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας
- f_{hydr} : παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία
- n_{em} : απόδοση εκπομπής ανάλογα με την θερμοκρασία του μέσου

Όλοι οι παραπάνω συντελεστές παίρνουν τιμές από τους αντιστοίχους πίνακες της TOTEE 20701-1.

4.9.1.4 Βοηθητικές μονάδες

- Τύπος :Κυκλοφορητές

Ο τύπος των βοηθητικών μονάδων του κολυμβητήριου είναι ο κυκλοφορητής.

- Αριθμός: εισάγεται ο αριθμός των κυκλοφορητών του συγκεκριμένου τύπου.
- Ισχύ: Εισάγεται η ονομαστική ισχύς της κάθε βοηθητικής μονάδας του συγκεκριμένου τύπου.

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

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΗΚ Φωτισμός

Παραγωγή	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (t)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοβ (-)	Δεκ (-)
1	Τηλεθέρμανση	Τηλεθέρμανση	697.8	0.855	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2						1	1										

Δίκτυο διανομής

Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (t)	Μόνωση
1	Δίκτυο διανομής Προσκό μόνου	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.93	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγία			<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

Τύπος	B. An. (t)	
1	κλιματιστή	0.876

Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)	
1	Κλιματιστές	1	2
2	Κλιματιστές	1	0.12
3	Κλιματιστές	1	2.5
4		1	0

Σχήμα 4.13-Συστήματα, Θέρμανση Πηγή: Λογισμικό KENAK

4.9.2 Σύστημα ψύξης

Το σύστημα ψύξης αποτελείται από

- Την παραγωγή
- Το δίκτυο διανομής
- Τις τερματικές μονάδες
- Τις βοηθητικές μονάδες

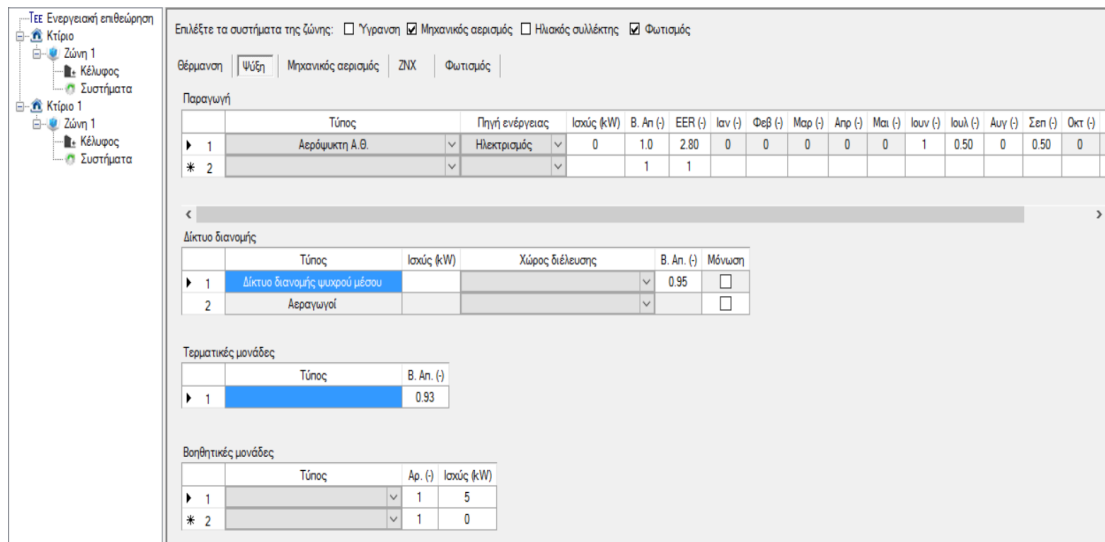
Στο μεγαλύτερο κομμάτι του κολυμβητηρίου δεν υπάρχει σύστημα ψύξης. Σε αυτή την περίπτωση ορίζεται θεωρητικό σύστημα με αντλία θερμότητας, δίκτυο διανομής και βοηθητικές μονάδες σύμφωνα με την TOTEE 20701-1.

- EER: 2.8
- Δίκτυο διανομής: 0.95 Τερματικές μονάδες: 0.93 Βοηθητικές μονάδες: 5KW

Εισάγεται ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας της συγκεκριμένης μονάδας (ανάλογα με τον τύπο), σύμφωνα με την TOTEE 20701-1. Για θεωρητικό σύστημα και τριτογενή τομέα εισάγεται η τιμή 2.8.

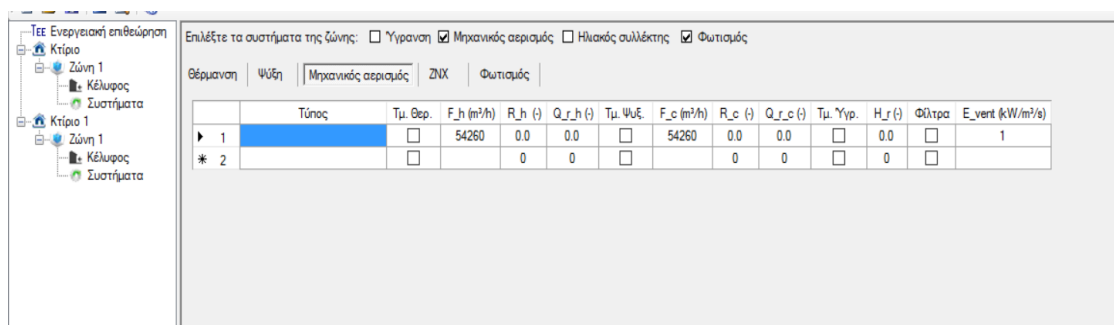
- Ιαν-Δεκ: 0.5
- Για θεωρητικό σύστημα και τριτογενή τομέα εισάγεται η τιμή 0.5.

Παρομοίως, το δίκτυο διανομής, οι τερματικές μονάδες και οι βοηθητικές λαμβάνουν τιμές για θεωρητικό σύστημα σύμφωνα με την TOTEE 20701-1.



Σχήμα 4.14- Συστήματα, Ψύξη Πηγή: Λογισμικό KENAK

4.10 Μηχανικός Αερισμός



Σχήμα 4.15-Συστήματα, Μηχανικός αερισμός Πηγή: Λογισμικό KENAK

Σύμφωνα με τον KENAK μηχανικός αερισμός εφαρμόζεται σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα όπως το κολυμβητήριο. Το κτίριο αναφοράς διαθέτει τα ίδια συστήματα μηχανικού αερισμού με το εξεταζόμενο κτίριο αλλά με συνολική παροχή νωπού αέρα ίση με τα απαιτούμενα επίπεδα που αναφέρονται στον πίνακα 2.3 της TOTEE 20701-1. Σε περίπτωση μη ύπαρξης μηχανικού αερισμού, θεωρείται ότι το εξεταζόμενο κτίριο του τριτογενούς τομέα διαθέτει σύστημα αερισμού παροχής νωπού αέρα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου αναφοράς και χωρίς ανακυκλοφορία και ανάκτηση θερμότητας/ψύξης.

- Τύπος: Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή της μονάδας. Το κολυμβητήριο διαθέτει θεωρητικό σύστημα μηχανικού αερισμού οπότε δεν εισάγεται κάτι εδώ.

- Τμ. Θέρμ.: Ένδειξη ενεργού τμήματος θέρμανσης της ΚΚΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου, δηλαδή η ΚΚΜ(κεντρική κλιματιστική μονάδα) διαθέτει τμήμα θέρμανσης αέρα. Σε περίπτωση συστήματος αερισμού παροχής νωπού αέρα ή εξαερισμού, δεν επιλέγεται το αντίστοιχο σύμβολο.

- F_h (m³/h): 54260 m³/h

Εισάγεται η μέση παροχή του αέρα, για την χειμερινή περίοδο λειτουργίας της μονάδας. Η μέση παροχή αέρα προκύπτει από τον πίνακα 2.3 της TOTEE 20701-1.

- R_h : 0

Εισάγεται ο συντελεστής ανακυκλοφορίας του προσαγόμενου αέρα στην θερμική ζώνη, για την χειμερινή και την θερινή περίοδο. Το κολυμβητήριο διαθέτει θεωρητικό σύστημα μηχανικού αερισμού.

- Q_{r_h} : 0

Εισάγεται ο συντελεστής ανάκτησης θερμότητας, δηλαδή ο συντελεστής απόδοσης του εναλλάκτη θερμότητας, για την χειμερινή περίοδο. Το θεωρητικό σύστημα μηχανικού αερισμού του κολυμβητηρίου δεν διαθέτει ανάκτηση θερμότητας.

Τμ. Ψύξ.: Ένδειξη ενεργού τμήματος ψύξης της ΚΚΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου, δηλαδή η ΚΚΜ διαθέτει τμήμα ψύξης αέρα. Σε περίπτωση συστήματος αερισμού παροχής νωπού αέρα ή εξαερισμού, δεν επιλέγεται το αντίστοιχο σύμβολο.

- F_c (m³/h): 54260 m³/h

Εισάγεται η μέση παροχή του αέρα, κατά την θερινή περίοδο λειτουργίας της μονάδας. Η τιμή είναι η ίδια τόσο για θερινή όσο και για χειμερινή περίοδο.

- R_c : 0

Εισάγεται ο συντελεστής ανακυκλοφορίας του προσαγόμενου αέρα στην θερμική ζώνη, για την θερινή περίοδο. Συντελεστής ανακυκλοφορίας 1 σημαίνει 0% εξωτερικός (νωπός) αέρας και συντελεστής ανακυκλοφορίας 0 σημαίνει 100% νωπός αέρας. Το σύστημα μηχανικού αερισμού του κολυμβητηρίου λειτουργεί χωρίς ανακυκλοφορία.

- Q_{r_c} : 0

Εισάγεται ο συντελεστής ανάκτησης θερμότητας, δηλαδή ο συντελεστής απόδοσης του εναλλάκτη θερμότητας, για την θερινή περίοδο.

- H_r : 1 Εισάγεται ο συντελεστής ανάκτησης υγρασίας από τον απορριπτόμενο αέρα της ζώνης. Η τιμή 1 δηλώνει ότι δεν υπάρχει τμήμα ύγρανσης.
- Φίλτρα: Ένδειξη ύπαρξης ειδικών ή απόλυτων ή τρίτης βαθμίδας φίλτρων στην ΚΚΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

- Event($KW/m^3/s$): 1 Εισάγεται η συνολική ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων προσαγωγής και επιστροφής της μονάδας. Η ειδική ηλεκτρική ισχύς είναι η ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα ανά μονάδα παρεχόμενου αέρα. Για θεωρητικό σύστημα εισάγεται η τιμή ειδικής ηλεκτρικής ισχύος ίση με $1 Kw/m^3/s$ σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1.

4.11 Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

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

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΝΧ Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	581.5	0.635	0	0	0	0	0.5	1	1	1	1	0.5	0	0
2	Τηλεθέρμανση	Τηλεθέρμανση	697.8	0.855	1	1	1	1	0.5	0	0	0	0	0.5	1	1
* 3				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)
▶ 1		<input checked="" type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.6

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	Β. Απ. (-)
▶ 1	boiler	0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.13
2	Κυκλοφορητές	1	0.084
* 3		1	0

Σχήμα 4.16-Συστήματα, Ζεστό νερό χρήσης Πηγή: Λογισμικό KENAK

Το σύστημα ΖΝΧ αποτελείται από

- Την παραγωγή
- Το δίκτυο διανομής
- Το σύστημα αποθήκευσης
- Βοηθητικές μονάδες

4.11.1 Παραγωγή

Το κολυμβητήριο χρησιμοποιεί μονάδα τηλεθέρμανσης τον χειμώνα και λέβητα πετρελαίου το καλοκαίρι για την κάλυψη των αναγκών των αθλούμενων του κολυμβητηρίου σε ζεστό νερό χρήσης.

Πηγή ενέργειας :

- Λέβητας
- Τηλεθέρμανση

Καθορίζεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας. Η τηλεθέρμανση λειτουργεί με νερό και ο λέβητας με πετρέλαιο θέρμανσης.

Ισχύς (kW):

- 581,5KW(Λέβητας πετρελαίου)
- 697,8 KW(Τηλεθέρμανση)

Εισάγεται η ονομαστική ισχύς της μονάδας παραγωγής ZNX σε kW σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή.

- Βαθμός απόδοσης μονάδας λέβητα καυστήρα για ζεστό νερό χρήσης: 0.635

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης προκύπτει από τον πραγματικό βαθμό απόδοσης της μονάδας λέβητα – καυστηρά (n_{gm}) όπως δίνεται από τις τεχνικές προδιαγραφές των εγκαταστάσεων για τα υπό μελέτη κτίρια μειωμένος κατά τον συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης (n_{g1}) και τον συντελεστή μόνωσης λέβητα (n_{g2}) που δίνονται στους πίνακες 4.3 και 4.4 της ΤΟΤΕΕ 20701-1. Έτσι ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης είναι :

$$n_{gen} = n_{gm} \cdot n_{g1} \cdot n_{g2}$$

Ο συντελεστής βαρύτητας ή υπερδιαστασιολόγησης λαμβάνεται για λέβητα με υπερδιπλάσια ισχύ από την μέγιστη υπολογιζόμενη. Ο συντελεστής μόνωσης για λέβητα καυστηρά αναφέρεται σε λέβητα χωρίς μόνωση. Η επίσκεψη στο χώρο του λεβητοστασίου και στους εναλλάκτες τηλεθέρμανσης συντέλεσε στην συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών για την ολοκλήρωση της εκτέλεσης της ενεργειακής επιθεώρησης.

- Βαθμός απόδοσης μονάδας τηλεθέρμανσης: 0,855

Ίδιος με τον βαθμό απόδοσης τηλεθέρμανσης στην περίπτωση της θέρμανσης.

- Ιαν – Δεκ: Εισάγεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για ZNX από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης. Το νερό θερμαίνεται από την τηλεθέρμανση όλους τους μήνες που η τηλεθέρμανση λειτουργεί. Όλους τους υπολοίπους μήνες το νερό θερμαίνεται με λέβητα πετρελαίου.

4.11.2 Δίκτυο Διανομής

- Βαθμός απόδοσης: 0.6

Το κολυμβητήριο διαθέτει σύστημα ανακυκλοφορίας για το ζεστό νερό χρήσης για λιγότερη σπάταλη νερού. Ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, είναι συνάρτηση της ημερήσιας ζήτησης των κολυμβητών της πισίνας σε ζεστό νερό χρήσης, της ύπαρξης συστήματος ανακυκλοφορίας και της μόνωσης του δικτύου. Λόγω παλαιότητας των σωληνώσεων του κολυμβητηρίου θεωρήθηκε ανεπαρκής η μόνωση του δικτύου διανομής.

4.11.3 Σύστημα αποθήκευσης

- Βαθμός απόδοσης: 0.93

Το σύστημα αποθήκευσης του δικτύου διανομής είναι το boiler. Οι θερμικές απώλειες λόγω του εναλλάκτη θερμότητας τοπικών ή κεντρικών θερμαντήρων λαμβάνονται κατά μέσο ορό 5% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για ΖΝΧ. Οι πλευρικές θερμικές απώλειες των θερμαντήρων είναι 2% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για ΖΝΧ για τοποθέτηση σε εσωτερικό χώρο.

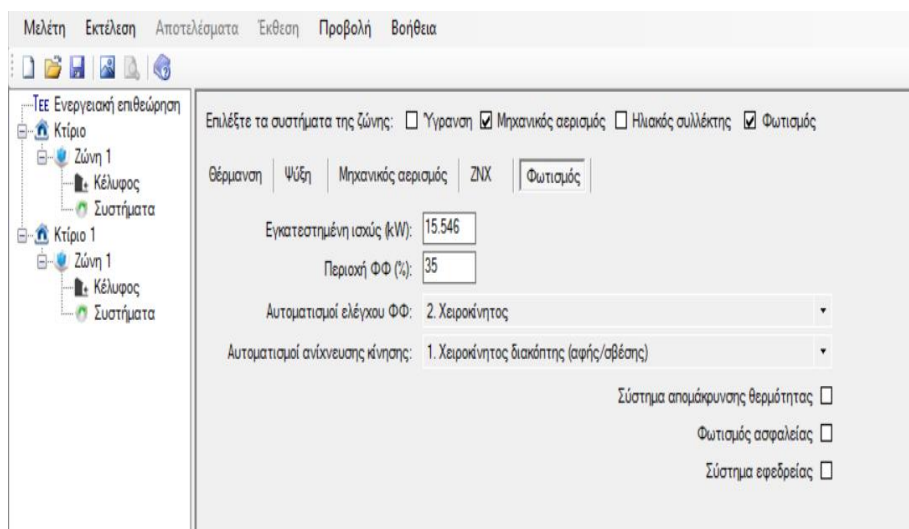
4.12 Σύστημα φωτισμού

- Εγκατεστημένη ισχύς (kW): 15.546 KW

Εισάγεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς (kW) για τον τεχνητό φωτισμό του χώρου.

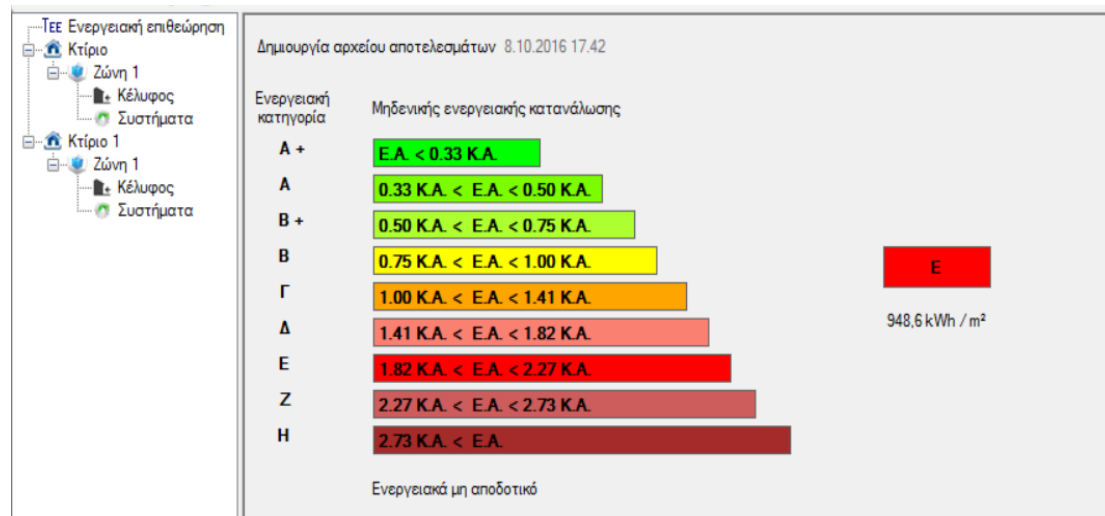
- Περιοχή ΦΦ (%) :35%

Εισάγεται το ποσοστό (0-100) της επιφάνειας δαπέδου της θερμικής ζώνης που καλύπτεται με φυσικό φωτισμό (ΦΦ), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1.



Σχήμα 4.17-Συστήματα, Σύστημα φωτισμού Πηγή: Λογισμικό KENAK

4.13 Αποτελέσματα - Ενεργειακή κατάταξη



Σχήμα 4.18-Αποτελέσματα, Ενεργειακή κατάταξη Πηγή: Λογισμικό KENAK

Από τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι το κολυμβητήριο Κοζάνης είναι ενεργειακά μη αποδοτικό καθότι ανήκει στην E κατηγορία με $948,6 \frac{kWh}{m^2}$.

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m ²)			
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
▶	Θέρμανση	136,8	450,1
	Ψύξη	126,4	135,2
	ZNX	96,0	227,8
	Φωτισμός	144,8	135,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0
	Σύνολο	504,0	948,6
	Κατάταξη	-	E

Σχήμα 4.19-Υπάρχον κτίριο, Πρωτογενής Ενέργεια Πηγή: Λογισμικό KENAK

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα η μεγαλύτερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αποδίδεται στη θέρμανση, στη συνέχεια στο ζεστό νερό χρήσης και τέλος για το φωτισμό. Άρα για εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και αύξηση της κλάσης του κτιρίου πρέπει να επιτευχθεί κατά προτεραιότητα βελτίωση στον τομέα της θέρμανσης, σε επίπεδο φορτίων, καταναλώσεων και ενδεχόμενα τύπου καυσίμου, καθώς και στους υπόλοιπους τομείς. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων, όπως γίνεται στη συνέχεια, θα καταδείξει τις απαραίτητες επεμβάσεις.

4.14 Απαιτήσεις- Κατανάλωση

Υπάρχον κτίριο													
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶ Θέρμανση	69,5	54,8	41,4	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	35,5	60,5	282,2
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,3	60,6	54,3	0,0	0,0	0,0	0,0	154,2
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNX	12,5	11,0	11,5	9,9	9,0	7,5	7,0	6,8	7,3	8,9	10,1	11,7	113,2

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶ Θέρμανση	127,9	101,5	78,4	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2	67,8	112,1	533,2
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	14,3	19,7	4,7	3,9	0,0	0,0	0,0	46,6
ZNX	26,2	23,2	24,0	20,8	22,0	21,0	19,7	19,2	20,7	21,9	21,2	24,6	264,6
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	4,0	3,6	4,0	3,8	4,0	3,8	4,0	4,0	3,8	4,0	3,8	4,0	46,7
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	158,0	128,2	106,4	57,9	30,0	39,2	43,4	27,9	28,4	38,1	92,9	140,7	891,2

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
▶ Ηλεκτρισμός	134,8	133,3
Πετρέλαιο	105,9	28,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	656,9	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	891,2	161,3

Σχημα4.20-Αποτελέσματα, Απαιτήσεις-Κατανάλωση Πηγή: Λογισμικό KENAK

4.14.1 Σύγκριση απαίτησης –κατανάλωσης (Υπάρχον κτίριο)

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα του προγράμματος για το δημοτικό κολυμβητήριο, το σύστημα θέρμανσης παρουσιάζει πολύ μεγάλη ενεργειακή κατανάλωση σε σχέση με τις αντίστοιχες ενεργειακές του απαιτήσεις. Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση είναι σχεδόν διπλάσια από την θερμική ενεργειακή απαίτηση του κολυμβητηρίου Κοζάνης. Η αυξημένη κατανάλωση οφείλεται κυρίως στην έλλειψη διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και στην ανεπαρκή μόνωση του δικτύου διανομής. Οι διατάξεις αυτομάτου ελέγχου μπορεί να είναι σε τοπικό επίπεδο ή κεντρικό. Οι τοπικές διατάξεις έχουν την δυνατότητα ελέγχου και ρύθμισης λειτουργίας ενός μεμονωμένου συστήματος όπως μιας αντλίας, ενός σώματος καλοριφέρ ή του δικτύου διανομής κτλ.

Ακόμη, η ενεργειακή κατανάλωση για ψύξη είναι κοντά στο ένα τρίτο των ενεργειακών -- απαιτήσεων της. Το αποτέλεσμα οφείλεται στο γεγονός ότι στο πρόγραμμα λήφθηκαν τιμές για θεωρητικό σύστημα ψύξης. Το εξεταζόμενο κτίριο δεν διαθέτει ουσιαστικά κάποιο σύστημα ψύξης.

Το ζεστό νερό χρήσης είναι πολύ αυξημένο σε σχέση με το απαιτούμενο. Το αποτέλεσμα αυτό οφείλεται κυρίως στον χαμηλό βαθμό απόδοσης του λέβητα πετρελαίου, που χρησιμοποιείται την περίοδο που η τηλεθέρμανση δεν λειτουργεί, για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και στην ανεπαρκή μόνωση των σωληνώσεων του δικτύου διανομής.

Ο τελευταίος πίνακας στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζει την κατανάλωση καυσίμων και τους εκλυόμενους ρύπους για όλες τις μορφές ενέργειας που καταναλώνονται στο εξεταζόμενο κτίριο. Παρατηρείται ότι τα περισσότερα ρυπογόνα καύσιμα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται κυρίως για φωτισμό. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς την χρήση ρυπογόνων καυσίμων μπορεί να επιτευχθεί με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ στην οροφή. Ο φωτισμός του κολυμβητηρίου γίνεται με λάμπες αλογόνου και φθορίου που κάνουν μεγάλη κατανάλωση και μπορούν εύκολα να αντικατασταθούν με λάμπες εξοικονόμησης ενέργειας. Με την ονομασία άλλα ορυκτά καύσιμα ορίζονται τα καύσιμα της τηλεθέρμανσης, δηλαδή το νερό. Παρατηρείται ότι παρότι η κατανάλωση καυσίμων για τηλεθέρμανση είναι αυξημένη η παραγωγή ρύπων είναι μηδενική. Το αποτέλεσμα αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το νερό δεν συγκαταλέγεται στα συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κτλ.) που εκλύουν ρύπους.

4.14.2 Κτίριο Αναφοράς/Απαιτήσεις –Κατανάλωση

Κτίριο αναφοράς													
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	12,3	8,9	5,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	4,1	9,9	41,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,2	61,8	58,8	0,0	0,0	0,0	0,0	170,7
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNX	12,5	11,0	11,5	9,9	9,0	7,5	7,0	6,8	7,3	8,9	10,1	11,7	113,2

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	21,8	16,7	12,1	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	10,4	18,5	89,9
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	14,5	17,0	4,5	3,7	0,0	0,0	0,0	43,6
ZNX	15,1	13,4	13,9	12,0	10,8	9,0	8,4	8,2	8,9	10,8	12,2	14,2	136,8
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	2,7	2,4	2,5	2,1	1,9	1,6	1,5	1,4	1,6	1,9	2,2	2,5	24,1
Φωτισμός	4,2	3,8	4,2	4,1	4,2	4,1	4,2	4,2	4,1	4,2	4,1	4,2	49,9
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	41,1	33,8	30,2	22,2	18,9	27,6	29,6	17,0	16,7	19,3	26,8	37,0	320,2

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO2 (kg/m ²)
► Ηλεκτρισμός	135,1	133,6
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	193,0	0,0
Ηλιακή	24,1	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	320,2	133,6

Σχήμα 4.21-Αποτελέσματα, Κτίριο Αναφοράς, Απαιτήσεις-Κατανάλωση Πηγή: Λογισμικό KENAK

Το παραπάνω σχήμα παρουσιάζει τις απαιτήσεις και τις καταναλώσεις του κτιρίου αναφοράς. Οι ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου αναφοράς σε θέρμανση είναι πολύ μικρότερες σε σχέση με το υπάρχον κτίριο. Η παρατήρηση αυτή μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το εξεταζόμενο κτίριο διαθέτει πολύ κακές μονώσεις στα κουφώματα και στο πάνελ πολυουρεθάνης. Ακόμη, η θερμική ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς είναι πολύ λιγότερη της κατανάλωσης του κολυμβητηρίου γεγονός από το οποίο εξάγεται το συμπέρασμα ότι το εξεταζόμενο κτίριο δεν διαθέτει διατάξεις αυτόματου ελέγχου οι οποίες μειώνουν την καταναλισκόμενη ενέργεια ανά τελική χρήση όπως και ότι η μόνωση του δικτύου διανομής του είναι ανεπαρκής, όπως άλλωστε σημειώθηκε και στην ανάλυση των ενεργειακών μεγεθών του υπάρχοντος κτιρίου. Θα μπορούσε να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η αυξημένη καταναλισκόμενη ενέργεια του κτιρίου που μελετάται οφείλεται σε χαμηλό βαθμό απόδοσης της μονάδας θέρμανσης. Όμως, το συμπέρασμα αυτό απορρίφθηκε μιας και το κολυμβητήριο λειτουργεί με τηλεθέρμανση η οποία μπήκε τα τελευταία χρόνια και έχει σχετικά υψηλό βαθμό απόδοσης (0.855).

Το αποτέλεσμα της αυξημένης κατανάλωσης για θέρμανση νερού χρήσης στο υπάρχον κτίριο οφείλεται κυρίως στο λέβητα πετρελαίου που λειτουργεί με χαμηλή απόδοση και έτσι χρησιμοποιεί περισσότερα καύσιμα για την παραγωγή ενέργειας. Η ενεργειακή κατανάλωση

του κτιρίου αναφοράς για ζεστό νερό χρήσης είναι αρκετά μικρότερη (κατά 100 kWh/m²) από την κατανάλωση του εξεταζόμενου κτιρίου. Το γεγονός αυτό οφείλεται κυρίως στην καλύτερη απόδοση του συστήματος, για ζεστό νερό χρήσης, του κτιρίου αναφοράς, στην μόνωση των σωληνώσεων και την μερική χρήση ηλιακών συλλεκτών.

5. Προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισης.

5.1 Εισαγωγή

Στην παρούσα ενότητα παρατίθεται σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης για να αλλάξει η κατηγορία του κτιρίου και να γίνει ενεργειακά αποδοτικό.

Το σενάριο περιλαμβάνει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συλλεκτών στην οροφή του κολυμβητηρίου, αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου, αντικατάσταση του πάνελ, αλλαγή κουφωμάτων, εφαρμογή διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμού και βελτίωση του φωτισμού για εξοικονόμηση ενέργειας.

5.1 Φωτοβολταϊκά

Για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιήθηκαν φωτοβολταϊκά. Ο τύπος των φωτοβολταϊκών που επιλέχθηκε είναι τα πολυκρυσταλλικά. Τα πολυκρυσταλλικά πάνελ κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί σε λεπτά τμήματα, από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλοποιημένου πυριτίου (το λειωμένο πυρίτιο χύνεται σε καλούπι και στη συνέχεια τεμαχίζεται σε κυψέλες). Η μέθοδος παραγωγής τους είναι φθηνότερη από αυτήν των μονοκρυσταλλικών, για αυτό και η τιμή τους είναι λίγο χαμηλότερη. Η ενεργειακή απόδοσή τους που κυμαίνεται από 11% - 16% είναι σχετικά μικρότερη από αυτή των μονοκρυσταλλικών, αλλά από τη στιγμή που οι κυψέλες τοποθετούνται μέσα σε ένα πάνελ με άλλες 60, η πραγματική διαφορά σε watt ανά τετραγωνικό μέτρο είναι αμελητέα.

Τα πάνελ λεπτού υμενίου έχουν χαμηλότερες αποδόσεις από τις άλλες κατηγορίες φωτοβολταϊκών, αποδίδουν καλύτερα όταν υπάρχει συννεφιά και απαιτείται διπλάσια επιφάνεια σε σχέση με τα πολυκρυσταλλικά. Το κλίμα της Ελλάδας που χαρακτηρίζεται από μακρές περιόδους ηλιοφάνειας κατά την μεγαλύτερη διάρκεια του έτους δεν ευνοεί την λειτουργία των φωτοβολταϊκών λεπτού υμενίου. Τα υβριδικά πάνελ είναι πολύ ακριβότερα από τα πολυκρυσταλλικά και γι' αυτό δεν προτιμήθηκαν για την ενεργειακή αναβάθμιση στο κλειστό κολυμβητήριο Κοζάνης. Συμπερασματικά, για την παραπάνω επιχειρηματολογία επιλέχθηκαν πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στο κτίριο 1.

- Τύπος: Πολυκρυσταλλικό
- Συν. Α: 0.19

Εισάγεται ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με τον τύπο του φωτοβολταϊκού και σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή. Σε περίπτωση εφαρμογής σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας, δίνονται τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (§5.3.2. Φωτοβολταϊκά συστήματα. Πίνακας 5.12.- Βαθμός απόδοσης Φ/Β στοιχείων ανάλογα με την παλαιότητα). Σύμφωνα με τον πίνακα 5.12 της ΤΟΤΕΕ ο συντελεστής αξιοποίησης λαμβάνεται ίσος με την ονομαστική απόδοση των πάνελ.

- Επιφάνεια (m^2): 250 m^2

Η απαιτούμενη περιοχή διάταξης των φωτοβολταϊκών μπορεί να υπολογιστεί από την επιλεγμένη ονομαστική ισχύ των φωτοβολταϊκών με τον τύπο $A=P/n$ όπου P =ονομαστική ισχύς σε kw , n =αποδοτικότητα των πάνελ και A =η επιφάνεια των πάνελ σε m^2 . Η συνολική ισχύς των φωτοβολταϊκών ισούται με την απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύ για την κάλυψη των αναγκών του δημοτικού κολυμβητηρίου Κοζάνης.

- γ (deg): 225°

Προσανατολισμός. Εισάγεται ο προσανατολισμός της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Η οροφή του κολυμβητηρίου Κοζάνης χωρίζεται σε δυο επιμέρους σκεπές με νοτιοανατολικό και βορειοδυτικό προσανατολισμό. Τα φωτοβολταϊκά τοποθετήθηκαν με νοτιοανατολικό προσανατολισμό επάνω στην οροφή του κολυμβητηρίου.

- β , (deg): 30° κλίση.

Εισάγεται η κλίση της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών στοιχείων η οποία ορίζεται ως προς το οριζόντιο επίπεδο εγκατάστασης. Σύμφωνα με την TOTEE 20701-1 η κλίση των φωτοβολταϊκών βρίσκεται σύμφωνα με το γεωγραφικό πλάτος της Κοζάνης από τον πίνακα 5.13.

- Συν. Σκίασης: 1

Εισάγεται ο συντελεστής σκίασης της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών, λόγω περιβάλλοντα χώρου. Τα φωτοβολταϊκά τοποθετήθηκαν στην οροφή του κολυμβητηρίου. Η οροφή δεν δέχεται κάποια σκίαση. Έτσι ο συντελεστής σκίασης ισούται με την μονάδα.

- Κόστος (€/m²): 250 €/m²

Εισάγεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κλπ.) ανά τετραγωνικό μέτρο συλλέκτη από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών.

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου: ΣΗΘ Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελκυστήρες | **Φωτοβολταϊκά**

	Τύπος	Συν. Α. (-)	Επιφάνεια (m ²)	Ισχύς (kW)	γ (deg)	β (deg)	F _s (-)	Κόστος (€/m ²)
▶	Πολυκρυσταλλικό	0.19	250	10	225	30	1.0	250
*							1	

Σχήμα 5.1-Σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης, φωτοβολταϊκά Πηγή: TOTEE 20701-1

5.2 Ηλιακός συλλέκτης

Για την κάλυψη των αναγκών των κολυμβητών σε ζεστό νερό χρήσης χρησιμοποιήθηκαν ηλιακοί συλλέκτες τύπου απλοί επίπεδοι. Οι απλοί επίπεδοι συλλέκτες δεν έχουν πολύ μεγάλο κόστος εγκατάστασης και ενδείκνυνται για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

- Τύπος: Απλός επίπεδος συλλέκτης

- Θέρμανση: Οι ηλιακοί συλλέκτες που τοποθετήθηκαν εξυπηρετούν μόνο ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης. Οπότε δεν επιλέγεται η συγκεκριμένη εντολή.
- Συν. Α: 0.309

Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για ΖΝΧ. Το ποσοστό αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας ορίζεται ως το ποσοστό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στο συλλέκτη που μετατρέπεται σε θερμική και αξιοποιείται τελικά για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ή για την θέρμανση χώρων, δηλαδή είναι η μέση ετήσια απόδοση του ηλιακού συλλέκτη. Ο πίνακας 5.9 της ΤΟΤΕΕ 20701-1 δίνει τον συντελεστή αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας για κτίρια του τριτογενούς τομέα. Σύμφωνα με τον πίνακα 5.9 για κλίση ηλιακού συλλέκτη κοντά στις 45 μοίρες, απλό επίπεδο συλλέκτη και επιλογή πόλης την Καστοριά που είναι η κοντινότερη στην Κοζάνη ο συντελεστής αξιοποίησης παίρνει την τιμή 0.309.

- Επιφάνεια (m^2): $250m^2$

Σύμφωνα με το βιβλίο «ΕΚΟΔΟΜΕΙΝ» ο κανόνας για το συσχετισμό του εμβαδού του ηλιακού συλλέκτη με το μέγεθος του αποθηκευτικού χώρου είναι ότι χρειάζεται ένας αποθηκευτικός χώρος νερού 50 με 60 λίτρα για κάθε τετραγωνικό μέτρο ηλιακού συλλέκτη. Ο αριθμός των κολυμβητών που επισκέπτονται καθημερινά το κολυμβητήριο και καταναλώνουν ζεστό νερό χρήσης είναι 600. Κάθε άτομο καταναλώνει 50 λίτρα ζεστού νερού την ημέρα. Άρα $600 \cdot 50 = 30000$ λίτρα ζεστό νερό είναι οι ανάγκες του κολυμβητηρίου καθημερινά. Οπότε χρειάζονται 600 τετραγωνικά ηλιακού συλλέκτη για να καλυφθούν οι ανάγκες του κολυμβητηρίου σε ζεστό νερό χρήσης καθημερινά. Στο παρόν σενάριο χρησιμοποιήθηκαν 250 τετραγωνικά ηλιακού συλλέκτη ώστε να μην υπάρχει πρόβλημα χωρητικότητας στην οροφή όπου τοποθετήθηκαν και φωτοβολταϊκά.

- γ (deg): 225°

Προσανατολισμός. Εισάγεται ο προσανατολισμός της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών. Οι ηλιακοί συλλέκτες τοποθετούνται στην οροφή του κτιρίου κοντά στα αποδυτήρια και στα φωτοβολταϊκά. Έτσι ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών είναι νοτιοανατολικός.

- β (deg) : 40° κλίση.

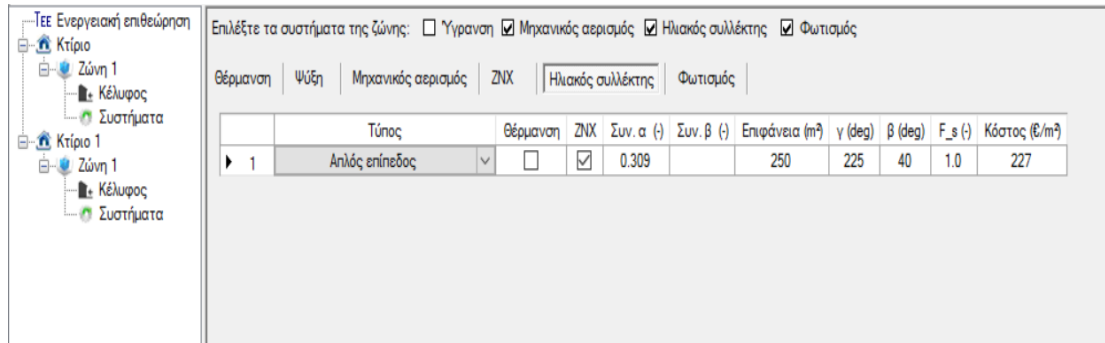
Εισάγεται η κλίση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών. Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1 για την μεγιστοποίηση της ετήσιας απόδοσης του συστήματος οι συλλέκτες θα πρέπει να έχουν γωνιά κλίσης όση και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής. Έτσι η κλίση των ηλιακών συλλεκτών ισούται με 40 μοίρες όσο περίπου και το γεωγραφικό πλάτος της Κοζάνης.

- F_s , Συντελεστής σκίασης: 1

Εισάγεται ο συντελεστής σκίασης της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών, λόγω της σκίασης από εμπόδια στον περιβάλλοντα χώρο, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Οι ηλιακοί συλλέκτες τοποθετήθηκαν στην οροφή του κτιρίου το οποίο δεν δέχεται κάποια σκίαση. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). Έτσι ο συντελεστής σκίασης στο εξεταζόμενο κτίριο παίρνει την τιμή μονάδα.

- Κόστος(€/m²): 227€/m²

Εισάγεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες τετραγωνικό μέτρο συλλέκτη κλπ.) από την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

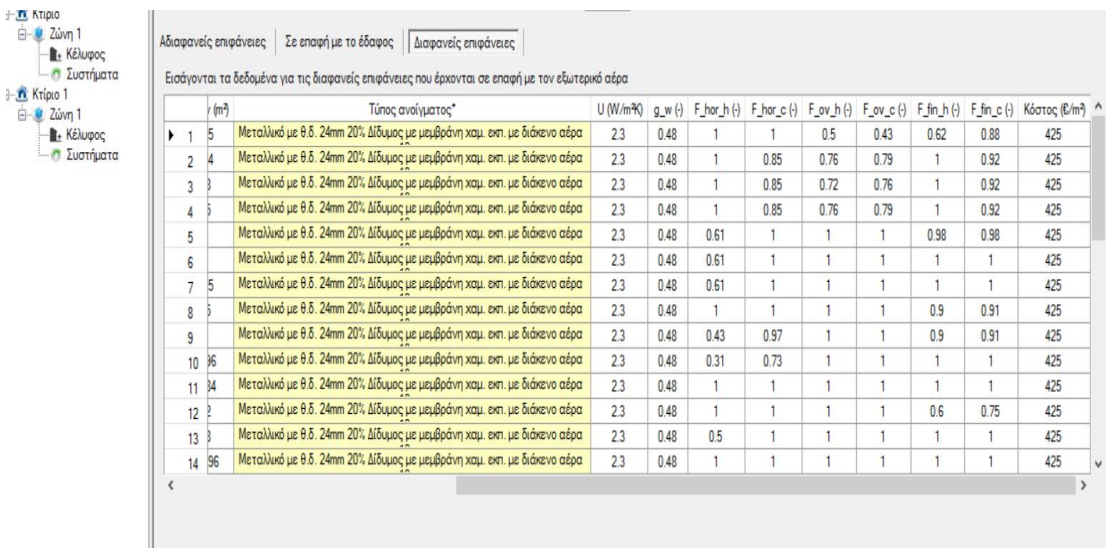


Σχήμα 5.2-Σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης, ηλιακός συλλέκτης Πηγή: TOTEE 20701-1

5.3 Διαφανείς επιφάνειες

Ακόμη, πραγματοποιήθηκαν αλλαγές στο κέλυφος του κτιρίου στα κουφώματα. Όλα τα κουφώματα του κολυμβητήριου Κοζάνης έγιναν με μεταλλικό πλαίσιο, θερμοδιακοπή 24 χιλιοστά και μεμβράνη χαμηλής εκπομπής με διάκενο αέρα. Συγκρίνοντας τον συντελεστή θερμοπερατότητας και διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία στο κτίριο 1 με το αρχικό κτίριο παρατηρείται ότι οι νέοι συντελεστές έχουν χαμηλότερες τιμές και αρά επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας μειώνοντας τις απώλειες του κτιρίου από τα κουφώματα.

- $U_{\text{κτιριο1}} = 2.3 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ $g_w(\text{κτιριο1}) = 0.48$ Κόστος: 425 €/m²



Σχήμα 5.3-Κτίριο ενεργειακής αναβάθμισης, αλλαγή κουφωμάτων Πηγή :TOTEE 20701-1

5.4 Αδιαφανείς Επιφάνειες

Στο σενάριο 1 αντικαταστάθηκαν τα πάνελ πολυουρεθάνης με θερμομονωμένα πάνελ πολυουρεθάνης καλής απόδοσης. Τα καινούργια πάνελ έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $0.35 \frac{W}{m^2 \cdot k}$ για πάχος πάνελ 60 χιλιοστά και κόστος 17€/m².

- $U_{\text{καιν.panel}} = 0.35 \frac{W}{m^2 \cdot k}$ Πάχος πάνελ: 60mm Κόστος: 17€/m²

Ακόμη, η τοιχοποιία του κολυμβητηρίου ενισχύθηκε με διογκωμένη πολυστερίνη θερμικής αγωγιμότητας 0,031 W/mk και πάχους 30 mm. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας της ενισχυμένης τοιχοποιίας υπολογίστηκε από την αντίσταση του μη θερμομονωμένου τοίχου, της διογκωμένης πολυστερίνης και των αντιστάσεων του αέρα εσωτερικά και εξωτερικά.

Έτσι,

$$U_{\text{τοιχ}'} = \frac{1}{R_{\text{τοιχ}} + R_{\text{διογκ.πολυστ}} + R_{\text{εσ.αέρα}} + R_{\text{εξ.αέρα}}} = 0.736 \frac{W}{m^2 \cdot k}$$

Όπου,

- $R_{\text{τοιχ}}$: θερμική αντίσταση μη θερμομονωμένου τοίχου
 - $R_{\text{διογκ.πολυστ}}$: ωμική αντίσταση μονωτικού υλικού
 - $R_{\text{εσ}}$: θερμική αντίσταση εσωτερικού αέρα στην τοιχοποιία
 - $R_{\text{εξ.αέρα}}$: θερμική αντίσταση εξωτερικού αέρα στην τοιχοποιία
-
- Πάχος διογκωμένης πολυστερίνης: 30 mm
 - Κόστος διογκωμένης πολυστερίνης: 4.4€/m²

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ²)	a" (t)	e" (t)	F_hor_h (t)	F_hor_c (t)	F_ov_h (t)	F_ov_c (t)	F_fin_h (t)	F_fin_c (t)	Κόστος (€/m ²)
1	Ταίχος	νότιος	180	90	20	0.736	0.60	0.80	0.88	1	1	1	1	1	4.4
2	Ταίχος	δυτικός	270	90	40.9	0.736	0.60	0.80	0.36	0.93	1	1	1	1	4.4
3	Ταίχος	βόρειος	0	90	2.802	0.736	0.60	0.80	1	0.85	1	1	1	1	4.4
4	Ταίχος	βόρειος	0	90	3.285	0.736	0.40	0.80	1	0.85	0.69	0.73	1	1	4.4
5	Ταίχος	βόρειος	0	90	0.6132	0.736	0.40	0.80	1	0.85	0.93	0.95	1	1	4.4
6	Ταίχος	βόρειος	0	90	0.9125	0.736	0.40	0.80	1	0.85	0.94	0.96	1	1	4.4
7	Ταίχος	ανατολί	90	90	2.185	0.736	0.60	0.80	1	1	0.6	0.51	0.62	0.88	4.4
8	Οροφή	δύση panel	270	45	60.95	0.35	0.3	0.20	1	1	1	1	1	1	17
9	Οροφή	ανατολί Panel	90	45	4.37	0.35	0.3	0.20	0.63	0.79	1	1	0.62	0.88	17
10	Ταίχος	Νότιος panel	180	90	111.625	0.35	0.3	0.20	0.56	0.99	1	1	1	1	17
11	Ταίχος	Νότιος panel	180	90	61	0.35	0.3	0.20	0.56	0.99	1	1	1	1	17
12	Ταίχος	Νότιος panel ψηλά	180	90	27.845	0.35	0.3	0.20	0.58	1	1	1	1	1	17
13	Ταίχος	Νότιος panel δέντρα 25% αδ	180	90	8.25	0.35	0.3	0.2	0.42	0.99	1	1	1	1	17
14	Ταίχος	Νότιος panel σάσια αδ	180	90	16.5	0.35	0.3	0.20	0.83	1	1	1	1	1	17

Σχήμα 5.4-Κτίριο 1, Αδιαφανείς Επιφάνειες Πηγή: Λογισμικό KENAK

5.5 Φωτισμός

Στο σενάριο 1 αντικαταστάθηκαν οι λαμπτήρες φθορίου και οι προβολείς αλογόνου του κολυμβητήριου με φωτισμό LED εξοικονόμησης ενέργειας. Ο φωτισμός με λαμπτήρες led έχει την ιδιότητα να παρέχει την ίδια φωτεινότητα καταναλώνοντας πολύ λιγότερα watt και έτσι επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας στο μελετώμενο κτίριο.

Εγκατεστημένη ισχύς: 3.26 watt

Κόστος: 4000 €

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

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Ηλιακός συλλέκτης | **Φωτισμός**

Εγκατεστημένη ισχύς (kW):

Περιοχή ΦΦ (%):

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ:

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης:

Κόστος (€):

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

Σχήμα 5.9-Κτίριο 1, Φωτισμός Πηγή: Λογισμικό KENAK

5.6 Διατάξεις ελέγχου και αυτοματισμών

Στο κτίριο 1 αναβαθμίστηκε η κατηγορία διατάξεων αυτομάτου ελέγχου ώστε να επιτευχθεί μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας ανά τελική χρήση.

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών: Τύπος Β

The screenshot shows the 'Γενικά' (General) settings for Building 1, Zone 1. The interface includes a tree view on the left with the following structure:

- ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση
 - Κτίριο
 - Ζώνη 1
 - Κτίριο 1
 - Ζώνη 1

The main settings panel contains the following fields:

- Χρήση: Κλειστό γυμναστήριο, Κλειστό κολυμβητήριο
- Συνολική επιφάνεια (m²): 1694.762
- Μέση κατανάλωση ΖΝΧ (m³/έτος): 5256
- Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖΝΧ:
- Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m²K): 260
- Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Τύπος Β
- Διείσδυση αέρα
 - Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): 1500
 - Αριθμός καμινάδων: 0
 - Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: 6
- Υβριδικό σύστημα δροσισμού
 - Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0
 - Κόστος (€): 0

Σχήμα 5.9-Κτίριο 1, Ζώνη1, Γενικά Πηγή: Λογισμικό KENAK

5.7 Σύστημα ζεστού νερού χρήσης

Σημαντικό ρολό για την αύξηση της αποδοτικότητας του κτιρίου έχουν τα συστήματα. Ο λέβητας πετρελαίου που χρησιμοποιείται στο κολυμβητήριο για την θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης, τους μήνες που η τηλεθέρμανση δεν λειτουργεί, είναι πολύ παλιός με αποτέλεσμα ο βαθμός απόδοσης του να είναι χαμηλός και να παράγει πολλά καυσαέρια. Στο κτίριο 1 ο λέβητας αυτός αντικαταστάθηκε από λέβητα συμπύκνωσης πετρελαίου, από χυτοσίδηρο, βαθμού απόδοσης 0.97 και ονομαστικής ισχύος 120KW. Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1 υπολογίστηκε η μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς για το εξεταζόμενο κτίριο και βάσει αυτής επιλέχθηκε ο καινούργιος λέβητας πετρελαίου ώστε η ισχύ του να μην την ξεπερνάει κατά πολύ.



Σχήμα 5.10 -Λέβητας πετρελαίου συμπύκνωσης

- Ισχύς καινούργιου λέβητα: 120KW
- Βαθμός απόδοσης : 0.97

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

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΗΚ Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόσ
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	120	0.97	0	0	0	0	0.5	1	1	1	1	0.5	0	0	16
2	Τηλεθέρμανση	Τηλεθέρμανση	697.8	0.855	1	1	1	1	0.5	0	0	0	0	0.5	1	1	
* 3				1													

Δίκτυο διανομής

Σχήμα 5.11-Κτίριο 1, Σύστημα ζεστού νερού Πηγή: Λογισμικό KENAK

5.8 Απαιτήσεις –Κατανάλωση

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Ζώνη 1
- Κτίριο 1
- Ζώνη 1
- Κέλυφος
- Συστήματα

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	33,2	25,6	18,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	15,0	28,3	126,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,4	54,3	50,4	0,0	0,0	0,0	0,0	143,2
Υγρασία	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΣΥΝΟΛΟ	12,5	11,0	11,5	9,9	9,0	7,5	7,0	6,8	7,3	8,9	10,1	11,7	113,2

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	41,6	32,7	24,8	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	21,2	36,1	172,5
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	10,2	12,8	12,2	3,6	0,0	0,0	0,0	42,4
ΣΥΝΟΛΟ	21,7	18,5	17,6	13,5	9,7	5,4	4,2	4,3	6,8	11,8	16,8	20,8	151,2
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	3,8	4,0	5,5	6,3	7,2	8,1	8,4	8,1	6,6	5,2	3,8	3,3	70,1
Φωτισμός	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	9,8
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	2,1	2,3	3,3	3,9	4,5	5,2	5,3	5,0	4,0	3,1	2,2	1,9	42,8
Σύνολο	64,2	52,0	43,2	25,1	14,3	16,4	17,8	17,3	11,2	18,0	38,8	57,7	375,9

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	46,0	45,5
Πετρέλαιο	30,8	8,1
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	250,6	5,4
Ηλιακή	70,1	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	375,9	53,6

Σχήμα 5.12-Κτίριο 1, Αποτελέσματα, Απαιτήσεις-Κατανάλωση Πηγή: Λογισμικό KENAK

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα του προγράμματος εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα. Με την αλλαγή των πάνελ σε θερμομονωμένα, τα καινούργια κουφώματα με θερμοδιακοπή και την αλλαγή των διατάξεων αυτοματισμών επιτεύχθηκε η ρύθμιση της παραγόμενης θερμικής ενέργειας έτσι ώστε να μην καταναλώνεται πολύ περισσότερη από την απαιτούμενη. Στο σύστημα ζεστού νερού χρήσης οι ηλιακοί συλλέκτες επιφέρουν μείωση της καταναλώμενης ενέργειας σε σχέση με την αντίστοιχη παραγόμενη ενέργεια του υπάρχοντος κτιρίου μειώνοντας ταυτόχρονα τις εκπομπές ρύπων. Η παραγόμενη ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης είναι αυξημένη σε σχέση με τις απαιτήσεις.

Από τον δεύτερο πίνακα στο παραπάνω σχήμα παρατηρείται ότι και στο κτίριο 1, όπως και στο υπάρχον κτίριο, η μεγάλη κατανάλωση καυσίμων γίνεται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Λόγω της χρήσης φωτοβολταϊκών η ποσότητα των καυσίμων που χρησιμοποιείται είναι λιγότερη από την μισή σε σχέση με το υπάρχον κτίριο και άρα και οι εκπομπές ρύπων είναι αισθητά χαμηλότερες. Ακόμη, λόγω αλλαγής του λέβητα πετρελαίου μειώθηκαν κάτω από το μισό οι εκπομπές ρύπων και η κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

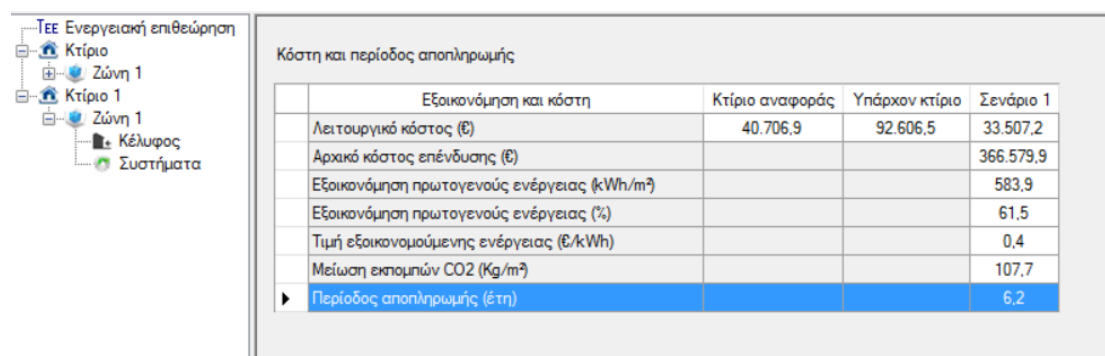
Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m ²)				
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	136,8	450,1	191,1
	Ψύξη	126,4	135,2	122,9
	ZHX	96,0	227,8	118,3
	Φωτισμός	144,8	135,6	28,4
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	96,1
	Σύνολο	504,0	948,6	364,7
	Κατάταξη	-	E	B+

Σχήμα 5.13-Σενάριο 1, Πρωτογενής ενέργεια Πηγή: Λογισμικό KENAK

Τα παραπάνω αποτελέσματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η πρωτογενής ενέργεια, στο σενάριο αναβάθμισης, έχει μειωθεί πολύ για χρήση θέρμανσης, παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και φωτισμό. Περαιτέρω βελτίωση θα ήταν εφικτή στο σύστημα θέρμανσης κυρίως με την μόνωση των σωληνώσεων του δικτύου διανομής. Στο σενάριο 1 δεν βελτιώθηκε το σύστημα ψύξης που αποτελεί σημαντικό κομμάτι της ενεργειακής αποδοτικότητας. Το κολυμβητήριο Κοζάνης δεν διαθέτει κανένα σύστημα ψύξης ουσιαστικά.

Ακόμη, το ζεστό νερό χρήσης επιδέχεται αναβάθμιση κατά την πρωτογενή ενέργεια που καταναλώνει. Ο φωτισμός εξοικονομεί μεγάλο μέρος της ενέργειας. Παρόλα αυτά, με την αύξηση της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών πάνελ θα μπορούσε να μειωθεί περισσότερο η παραγόμενη πρωτογενής ενέργεια. Ο πίνακας παραπάνω αποδεικνύει πώς οι ανάγκες καλύπτονται επαρκώς και μάλιστα επιτυγχάνεται ενεργειακή αναβάθμιση επιθυμητή με ενεργειακή κατάταξη (B+). Παρατηρείται ότι υπάρχει περισσότερο από 2/3 μείωση στο σύνολο της πρωτογενούς ενέργειας.

5.9 Ανάλυση κόστους – οφέλους



The screenshot shows the KENAK software interface. On the left, there is a tree view with the following structure: ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση, Κτίριο, Ζώνη 1, Κτίριο 1, Ζώνη 1, Κέλυφος, and Συστήματα. On the right, a table titled 'Κόστη και περίοδος αποπληρωμής' (Costs and payback period) is displayed. The table has four columns: 'Εξοικονόμηση και κόστος' (Savings and costs), 'Κτίριο αναφοράς' (Reference building), 'Υπάρχον κτίριο' (Existing building), and 'Σενάριο 1' (Scenario 1). The table contains the following data:

	Εξοικονόμηση και κόστος	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
Λειτουργικό κόστος (€)		40.706,9	92.606,5	33.507,2
Άρχικό κόστος επένδυσης (€)				366.579,9
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)				583,9
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)				61,5
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)				0,4
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)				107,7
▶ Περίοδος αποπληρωμής (έτη)				6,2

Σχήμα 5.13-Κτίριο 1, Κόστη και περίοδος αποπληρωμής Πηγή: Λογισμικό KENAK

Σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση του λογισμικού το κόστος λειτουργίας του κολυμβητηρίου μετά την προτεινόμενη αναβάθμιση αποτελεί το ένα τρίτο του κόστους του υπάρχοντος κτιρίου. Ακόμη, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μειώνεται κατά 60% γεγονός που το καθιστά ενεργειακά αποδοτικό. Οι εκλυόμενοι ρύποι, με αυτό το σενάριο, μειώνονται σημαντικά. Η απόσβεση της παρούσας ενεργειακής αναβάθμισης γίνεται σε μόλις 6 χρόνια. Συμπερασματικά, το κτίριο 1 αποτελεί μια καλή λύση για αναβάθμιση του κολυμβητηρίου κυρίως από την άποψη σημαντικής μείωσης του λειτουργικού του κόστους και της περιόδου αποπληρωμής του. Καταλυτικά, αποτελεί ένα ρεαλιστικό σενάριο .

5.10 Επιπρόσθετες Η/Μ παρεμβάσεις

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ανάλυση με το λογισμικό ΤΕΕ/KENAK, όπως προβλέπει η σχετική οδηγία του ΤΕΕ για την ενεργειακή επιθεώρηση, παρουσιάζει κάποιους περιορισμούς για την αξιολόγηση των επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης χώρων ειδικών χρήσεων, όπως το κολυμβητήριο. Οι βασικοί λόγοι είναι αφενός η αδυναμία του λογισμικού να συμπεριλάβει τα φορτία θέρμανσης της πισίνας, καθώς και η υιοθέτηση ενός υποθετικού συστήματος εξαερισμού, τη στιγμή που αυτό αποτελεί μία από τις βασικότερες ελλείψεις του κολυμβητηρίου, όπως κατέδειξε η σχετική επιθεώρηση.

Παράλληλα, υπάρχουν θέματα σχετικά με τη λειτουργία του κολυμβητηρίου, με σημαντικότερο αυτό της καταναλισκόμενης ενέργειας για τις απαιτήσεις διαχείρισης και καθαρισμού του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών, αλλά και της ποιότητας της διαχείρισης αυτής, στα οποία δεν υπεισέρχεται ο κανονισμός.

Ειδικότερα, σύμφωνα με τα ευρήματα της επιτόπιας επιθεώρησης, σημειώνεται ότι η ανακυκλοφορία του νερού της πισίνας και ο καθαρισμός του και χλωρίωση γίνεται με διάταξη περιορισμένης διασποράς, ήτοι η αναρρόφηση ευρίσκεται στο δάπεδο της πισίνας και η κατάθλιψη γίνεται από ακροστόμια στα τοιχώματα της πισίνας. Η στάθμη δε της πισίνας ευρίσκεται συστηματικά κάτω από την υπερχειλίση, οπότε η απόρριψη των επιφανειακών ρύπων γίνεται με το χέρι σε νεκρό χρόνο. Η απόρριψη δε κάποιας ποσότητας νερού και η ανανέωσή του γίνεται επίσης χειροκίνητα σε νεκρό χρόνο. Προτείνεται να λειτουργήσει η ανακυκλοφορία μέσω της υπερχειλίσης και σε μόνιμη βάση, οπότε οι επιφανειακοί ρύποι να

απορρίπτονται συνεχώς. Ένα μέρος του νερού που υπερχειλίζει θα οδηγείται αυτόματα στην αποχέτευση, οπότε μία νέα ισόποση παροχή νερού θα εμπλουτίζει συνεχώς την κατάθλιψη. Για την επίτευξη της προτεινόμενης λειτουργίας θα απαιτηθεί να συνδεθεί υδραυλικά η υφιστάμενη αποχέτευση με την ανακυκλοφορία.

Παράλληλα θα πρέπει να εγκατασταθεί σύστημα εξαερισμού, και φυσικά να ληφθεί μέριμνα για τη μείωση της κατανάλωσης πετρελαίου, κυρίως μέσω της αξιοποίησης θερμικής ηλιακής ενέργειας. Η τοποθέτηση κουβέρτας στις δεξαμενές ώστε να μειωθεί η εξάτμιση στη διάρκεια της νύχτας θα συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση των φορτίων θέρμανσης.

6. Συμπεράσματα

Στην εργασία παρουσιάστηκε η ανάλυση της ενεργειακής συμπεριφοράς του Δημοτικού Κολυμβητηρίου Κοζάνης, σύμφωνα με τη μεθοδολογία ενεργειακής επιθεώρησης του KENAK και τις υπολογιστικές δυνατότητες που παρέχει το αντίστοιχο λογισμικό TEE-KENAK.

Σύμφωνα με την επιθεώρηση, σχετικά με τις συνθήκες θερμικής άνεσης του κτιρίου, οι περισσότεροι χώροι δεν βρίσκονται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από την αίσθηση δυσφορίας που αισθάνεται κάποιος μετά από λίγη ώρα στο εσωτερικό του κολυμβητηρίου. Αυτό επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι το κτίριο δεν διαθέτει μηχανικό αερισμό και επαρκή θερμομόνωση τόσο στους εξωτερικούς τοίχους όσο και στην οροφή με τον συντελεστή θερμοπερατότητας να είναι μεγαλύτερος από τον επιτρεπόμενο σύμφωνα με τον KENAK. Ακόμη το κτίριο διαθέτει παράθυρα με μονούς υαλοπίνακες με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται μεγάλες θερμικές απώλειες το χειμώνα και μεγάλα ανεπιθύμητα θερμικά κέρδη το καλοκαίρι. Επίσης πολλά από τα παράθυρα έχουν ελλιπή συναρμογή με το πλαίσιο, ενώ παρατηρήθηκαν και σπασμένα, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνουν την κατάσταση.

Μετά από μελέτη του συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης προέκυψε ότι η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και οι εκλυόμενοι ρύποι από το λέβητα πετρελαίου είναι αυξημένοι λόγω του χαμηλού βαθμού απόδοσης του και της ανεπαρκούς μόνωσης του δικτύου διανομής. Η ανεπαρκής μόνωση περιλαμβάνει και το δίκτυο διανομής θέρμανσης, ενώ και οι θερματικές μονάδες θέρμανσης είναι παλαιού τύπου, χαμηλής αποδοτικότητας. Σύστημα ψύξης δεν είναι διαθέσιμο, ενώ η απουσία συστήματος εξαερισμού αποτελεί βασικό έλλειμμα του κολυμβητηρίου, όπως αποτυπώνεται και στις μεγάλες τιμές σχετικής υγρασίας του χώρου.

Όσον αφορά το σύστημα φωτισμού, η χρήση λαμπτήρων φθορίου και προβολέων αλογόνου αυξάνει την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας με αποτέλεσμα το αυξημένο λειτουργικό κόστος του κολυμβητηρίου και ποσοστό εκλυόμενων ρύπων. Οι αυξημένες απαιτήσεις του κολυμβητηρίου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθιστούν το κτίριο ενεργειακά μη αποδοτικό. Επίσης, δεν διαπιστώθηκε παρουσία, σε κεντρικό ή τοπικό επίπεδο, των απαραίτητων για την εξοικονόμηση ενέργειας διατάξεων αυτομάτου ελέγχου.

Από την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό KENAK προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

- Αυξημένη παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση. Η ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση είναι κατά 185% περισσότερη από την αντίστοιχη ενεργειακή απαίτηση για το υπάρχον κτίριο.
- Το σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης έχει αυξημένη καταναλισκόμενη ενέργεια. Η παραγόμενη πρωτογενούς ενέργειας είναι κατά 234% μεγαλύτερη από την απαιτούμενη.

- Το 82.6% των εκλυόμενων ρύπων προέρχεται από την κατανάλωση καυσίμων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως στο σύστημα φωτισμού.
- Η κατάταξη του υπάρχοντος κτιρίου βάσει του KENAK προέκυψε E, δηλαδή ενεργειακά μη αποδοτικό.

Για την βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης στο κτίριο και την μείωση των θερμικών απωλειών προτάθηκε η αντικατάσταση των υαλοπινάκων και των κουφωμάτων των παράθυρων από ενεργειακούς υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής και με θερμοδιακοπή, η ενίσχυση της μόνωσης των εξωτερικών τοίχων από διογκωμένη πολυστερίνη, η αντικατάσταση των πάνελ από θερμομονωμένα πάνελ πάχους 6χιλ., η αντικατάσταση του λέβητα από λέβητα συμπίκνωσης υψηλής απόδοσης, η εγκατάσταση συστήματος διατάξεων αυτοματισμού, η αλλαγή του συστήματος φωτισμού με λαμπτήρες και προβολείς εξοικονόμησης ενέργειας, η ενσωμάτωση ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης καθώς και η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Μετά την προσομοίωση των προτάσεων μέσω του λογισμικού KENAK προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

- Μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση κατά 67.8% μετά την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης στη τοιχοποιία, την αντικατάσταση των πάνελ από θερμομονωμένα πάνελ πολυουρεθάνης, την αλλαγή των κουφωμάτων των παραθύρων και την ενσωμάτωση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου.
- Μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης κατά 16.4% μετά την αντικατάσταση του λέβητα με νέο υψηλής απόδοσης και την χρήση ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση νερού χρήσης.
- Μείωση των εκλυόμενων ρύπων κατά 66.8% μετά την χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ και της αντικατάστασης των λαμπτήρων με φωτισμό led.
- Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας για ηλεκτρισμό κατά 79%.
- Μείωση της συνολικής πρωτογενούς ενέργειας κατά 61.5 %

Η ενεργειακή κατάταξη του αναβαθμισμένου κτιρίου είναι B+, δηλαδή ενεργειακά αποδοτικό.

Η εφαρμογή του πλάνου ενεργειακής βελτίωσης του δημοτικού κολυμβητηρίου έχει αρχικό κόστος επένδυσης 33.507€, οδηγεί σε ετήσιο κέρδος 60.000 € και ο χρόνος απόσβεσης υπολογίζεται στα 6 χρόνια που θεωρείται οικονομικά βιώσιμος. Συνεπώς, διαπιστώνεται ότι το πλάνο που επιλέχθηκε είναι αρκετά αποδοτικό με δεδομένο το μικρό χρόνο απόσβεσης.

Βιβλιογραφία – Πηγές

- Αργυροπούλου Ανδρονίκη, Περιβαλλοντική και υγειονομική μηχανική, Σεπτέμβριος 2009
- ASHRAE, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Μάιος 2013
- Βερβέρη Παρασκευή, Μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια, Αθήνα 2008
- Διακουλάκη Δανάη, Ο ενεργειακός τομέας στην Ελλάδα της κρίσης: προκλήσεις και προοπτικές, Αθήνα 2009
- EEO (1992a). Good Housekeeping in good swimming pools – Good Practice Guide 55, Energy Efficiency Office, Department of the Environmental, London.
- EEO (1995). Energy Efficiency in Sports and Recreation Buildings: technology overview – Guide 43, Energy Efficiency office, Department of the Environment, London, May.
- EEO (1995b). Energy Efficiency in Sports and Recreation Buildings: condensing gas boilers – Guide 43, Energy Efficiency Office, Department of the Environmental, London.
- European Commission, DG Energy, EC (ESTAT, ECFIN), EEA, Ιούνιος 2011
- 10^ο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Μπαλαράς, Δασκαλάκη, Βιτάλη, Βασικοί δείκτες ενεργειακής αποδοτικότητας ελληνικών κατοικιών, Νοέμβριος 2014)
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Ασφάλεια Ενεργειακού Εφοδιασμού, Βρυξέλες, Μάιος 2014
- Enforce, Πρακτικός οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια, 2002
- Enper-Exist, Ιούλιος 2007
- ICEU (1994). International Centre for Energy and Environmental Technology, Energy Efficient Technologies in sports facilities, A Thermie Programme Action, European Commission, Directorate General for energy (1994).
- Hawthorne, C. And McMullan, J.T. (1994) Energy Recovery in Municipal Swimming Pools, Int. J. Energy research, Vol.18, pp.525-540.
- Καραβασίλη Μαργαρίτα, Κανονιστικές διατάξεις για την εφαρμογή του Νομού Ν.3661/2008, Αθήνα 2010
- ΚΑΠΕ, Εθνικό σχέδιο δράσης, Αθήνα, Δεκέμβριος 2014
- ΚΑΠΕ, Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας μέσω θερμομόνωσης, Δεκέμβριος 1999
- Μοροπούλου Μ., Δομικά υλικά και εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, 2013, Αθήνα
- Μπαλαράς Κωνσταντίνος Α. (1996). Στρατηγικές εξοικονόμησης ενέργειας σε αθλητικά κέντρα – Ενεργειακή βελτιστοποίηση και προτάσεις για την ποιότητα των εσωτερικών συνθηκών. Εκδόσεις «Άνωση», Αθήνα
- Ομάδα κτιριακού περιβάλλοντος πανεπιστημίου Αθηνών, Μάρτιος 2008, Αθήνα
- Πανάρας Γ., πανεπιστημιακές παραδόσεις του μαθήματος Ενεργειακός Σχεδιασμός Κτιρίων I και II
- Παπαγιάννης Γρηγόριος, Διεύρυνση της ενεργειακής συμπεριφοράς σχολικών κτιρίων της Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 2014
- Σανταμούρη Ματθαίου, Ενεργειακή αναβάθμιση του δομημένου περιβάλλοντος για την υπέρβαση της οικονομικής κρίσης, Ιούνιος 2015

- Santamouris, C.A.Balaras, E. Dascalaki, A. Argiriou, A. Gaglia «Energy consumption and the potential for energy conservation in school buildings in Hellas» Energy, June 1994
- SUE ROAF, MANUEL FUENTES, STEFANIE THOMAS, ECOΔΟΜΕΙΝ, Εκδόσεις Ψυχάλου
- Tumann, A. (1992). Energy Conservation in Existing Buildings Desk-book, the Fairmont Press Inc, Lilburn, GA.
- Τράπεζα Ελλάδος, Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα, Ιούνιος 2011
- Υπουργείο Περιβάλλοντος και ενέργειας, Ευρωπαϊκή πολιτική, Ιανουάριος 2008
- Υπουργείο Εθνικής Άμυνας, Πράσινη Βίβλος, 2013
- ΥΠΕΚΑ, Διευκρινήσεις για την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ, Ιούνιος 2012
- ΥΠΕΚΑ, Ευρωπαϊκή πολιτική, 2015
- ΥΠΕΚΑ, Εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ, Οκτώβριος 2010
- ΥΠΕΚΑ, Ορισμός Ενεργειακών Υπευθύνων στα κτίρια του δημοσίου και ευρύτερου δημοσίου τομέα -Εφαρμογή ΚΥΑ Δ6/Β/14826/2008, Δεκέμβριος 2014, Αθήνα
- ΥΠΕΚΑ, 2^ο εθνικό σχέδιο δράσης, Σεπτέμβριος 2011, Αθήνα
- ΥΠΕΚΑ, ΟΔΗΓΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤ’ ΟΙΚΟΝ», Μάρτιος 2012, Αθήνα
- ΥΠΕΚΑ, ΤΟΤΕΕ 20701-1, 2014
- ΥΠΕΚΑ, ΤΟΤΕΕ 20701-2, 2014
- Υπηρεσία ενέργειας, Οδηγός θερμομόνωσης κτιρίων, Σεπτέμβριος 2010
- Χαρίσιος Αχίλλας, Τεχνικές παρεμβάσεις και πράσινα επαγγέλματα στην πράξη, Θεσσαλονίκη, Ιούλιος 2014

Ιστοσελίδες

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=OqmW1H8Kg9A%3D&tabid=337&language=el-GR>

<http://electricallab.gr/e-yliko/2015-12-05-17-42-59-2/919-2015-12-05-17-45-12-6/file>

<http://energypress.gr/news/kape-epta-entoles-gia-ta-energeiaka-spatala-dimosia-ktiria>

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=446>

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=337>

http://www.cres.gr/energy-saving/technologies_technologies_ape.htm

<http://medilab.pme.duth.gr/pdf/Iliadou.pdf>

