



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

***«ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ ΤΟΥ
ΔΗΜΟΥ ΚΕΡΑΤΣΙΝΙΟΥ – ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ»***



Του Μεταπτυχιακού Φοιτητή

Χρήστος Γαβρίλης Α.Μ. 75

Επιβλέπων

Πέτρος Καραϊσάς, Καθηγητής, Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών

Αθήνα, Δεκέμβριος 2019



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | |
|------------------------------|--|
| ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: | «Μελέτη Εφαρμογής Ενεργειακής Αναβάθμισης Δημοτικού Κολυμβητηρίου του Δήμου Κερατσινίου – Δραπετσώνας» |
| ΦΟΙΤΗΤΗΣ: | Χρήστος Γαβρίλης Α.Μ. 75 |
| ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: | Πέτρος Καραϊσάς, Καθηγητής, Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών |
| ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ: | 2018-19 |

Σύνοψη

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η μελέτη της ενεργειακής αναβάθμισης του κλειστού δημοτικού κολυμβητηρίου το Δήμου Κερατσινίου-Δραπετσώνας. Η ανάλυση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους KENAK και TEE-KENAK. Το κολυμβητήριο έπειτα από ενεργειακή μελέτη χαρακτηρίστηκε ως μη αποδοτικό (κατηγορία Η). Για τον λόγο αυτόν η ενεργειακή αναβάθμιση του κολυμβητηρίου κρίθηκε σκόπιμη προκειμένου να πραγματοποιηθεί ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης της ενέργειας με την χρήση κατάλληλων ενεργειακών συστημάτων. Προκειμένου να επιτευχθεί η μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας ήτοι το κτίριο να αποκατασταθεί ενεργειακά, μεγάλος αριθμός επεμβάσεων θα πρέπει να εφαρμοστούν. Μερικές από τις επεμβάσεις αφορούν την μόνωση της οροφής του κτιρίου και της εξωτερικής τοιχοποιίας, τοποθέτηση πολυκαρβονικών φύλλων στα ανοίγματα του κτιρίου, εγκατάσταση λέβητα αερίου και κατάργηση των παλαιών λεβήτων, αλλαγή fan coils, εγκατάσταση ΣΗΘΥΑ, βελτίωση του cosφ με την τοποθέτηση πυκνωτών, τοποθέτηση νέων φωτιστικών κ. Οι ενεργειακές απαιτήσεις του κολυμβητηρίου και του κτιρίου γενικά είναι αρκετές και για τον λόγο αυτό, η τοποθέτηση των νέων ενεργειακών συστημάτων θα είναι τελευταίας τεχνολογίας και σύμφωνα με τους Ευρωπαϊκούς κανονισμούς. Πραγματοποιήθηκε περιγραφή και εκτεταμένη ανάλυση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας καθώς και μια γενική τεχνικό-οικονομική ανάλυση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Τέλος παρουσιάστηκαν πρόσθετα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας και ένα τυπικό χρονοδιάγραμμα της τέλεσης των εργασιών με την μορφή Gantt Chart.

Λέξεις Κλειδιά : Ενεργειακή Αναβάθμιση, Ενεργειακή Κατανάλωση, Εξοικονόμηση Ενέργειας, Κολυμβητήριο.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

POST-GRADUATE THESIS: «Implementation Study for the Energy Upgrading of the Municipal Swimming Pool of the Municipality of Keratsini-Drapetsona»

STUDENT: Xristos Gavrilis A.M. 75
Petros, Karaisas, Electrical and Electronic Engineering

SUPERVISOR:

ACADEMIC YEAR: 2018-19

Summary

The scope of the present thesis was the analysis of the energy upgrade of the municipal indoor swimming pool of the municipality of Keratsini-Drapetsona. The analysis of the energy upgrade was done in accordance with the current design codes, KENAK and TEE-KENAK. The building which the swimming pool is housed was considered as non-effective and hence an energy upgrade is mandatory in order to optimize the energy consumptions both electricity and heat. In order to achieve this optimization several energy systems would have to be applied. Some of the interventions include the insulation of the roof as well as the exterior masonry, installation of polycarbonate sheets in the openings of the building, installation of gas boiler and removal of old boilers, replacement of old fan coils and installation of new ones, installation of a mechanism that would provide both electricity and heat, improvement of cosφ by installing a line of new advanced capacitors etc. The energy requirements of the indoor swimming pools are several, therefore the installation of the new energy systems will be characterized as state of the art and always in accordance with the European Regulations. Furthermore, the thesis provides an extensive description of the energy saving measures that will be carried out as well as a typical financial analysis of the aforementioned measures. Finally, further recommendations are provided as well as a timetable of the works in a Gantt chart form.

Keywords



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Copyright © Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Σχολή Μηχανικών, Τμήματος Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Allrightsreserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή της για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, Σχολής Μηχανικών, Τμήματος Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με θέμα «Μελέτη Εφαρμογής Ενεργειακής Αναβάθμισης Δημοτικού Κολυμβητηρίου του Δήμου Κερατσινίου – Δραπετσώνας», πραγματοποιήθηκε, στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, του τμήματος Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών, της Σχολής Μηχανικών, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Στο σημείο αυτό αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις ειλικρινείς και θερμές ευχαριστίες μου σε όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας:

Πρώτα απ' όλα, τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Π. Καραϊσά για τη συνεχή του καθοδήγηση, την αμέριστη υποστήριξή του, τις ουσιώδεις συμβουλές του καθώς και την αδιάκοπη συμπαράσταση και ενθάρρυνση που μου παρείχε όλο αυτό το διάστημα.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους εκείνους που με έμαθαν να «προσπερνώ» και βοήθησαν να γίνουν «ανεκτοί» οι συμβιβασμοί των τελευταίων χρόνων: Στη μητέρα μου Αρχοντούλα, αυτή που με την υπομονή της, τη συμπαράσταση και τη θετική της σκέψη, με βοήθησε να εκπληρώσω έναν ακόμη στόχο μου. Τέλος δε θα μπορούσα να παραλείψω τον το φίλο και καθηγητή κύριο Γ. Ιωαννίδη που εδώ και πολλά χρόνια είναι δίπλα μου σε κάθε μου προσπάθεια.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|--|----|
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 1 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1° | 3 |
| ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ..... | 3 |
| 1.1. Κτίρια και Ενέργεια | 3 |
| 1.2. Ενεργειακές Καταναλώσεις σε Αθλητικά Κτίρια στην Ελλάδα | 4 |
| 1.3. Ισχύουσα Κοινοτική & Ελληνική Νομοθεσία για Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Κτίρια5 | |
| 1.3.1. Εισαγωγή στην Οδηγία 2010/31/ΕΕ | 6 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° | 8 |
| ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ | 8 |
| 2.1. Υπολογισμός Ενεργειακής Απόδοσης και Πιστοποίησης του Κτιρίου..... | 9 |
| 2.2. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης..... | 15 |
| 2.3. Επιθυμητές Εσωτερικές Συνθήκες Χώρων..... | 17 |
| 2.4. Κατανάλωση ΖΝΧ..... | 17 |
| 2.5. Συστήματα Θέρμανσης Χώρων – Συστήματα Παραγωγής για την Ψύξη Χώρων..... | 20 |
| 2.6. Προδιαγραφές Φωτισμού | 21 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3° | 24 |
| ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ | 24 |
| 3.1. Συνθήκες Θερμικής Άνεσης στο Κτίριο του Κολυμβητηρίου..... | 24 |
| 3.2. Οι Οπτικές Ανάγκες των Θεατών | 30 |
| 3.3. Τεχνητός Φωτισμός Εσωτερικών Βοηθητικών Χώρων Κτιρίου..... | 30 |
| 3.4. Ενεργειακός Φωτισμός στο Χώρο του Κολυμβητηρίου | 30 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° | 32 |
| ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ..... | 32 |
| 4.1. Κλιματολογικά Δεδομένα Περιοχής..... | 32 |
| 4.2. Γενικά Στοιχεία Κτιρίου Κολυμβητηρίου..... | 33 |
| 4.2.1. Γενικά Στοιχεία..... | 33 |



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | | |
|---|---|----|
| 4.2.2. | Δομικά Χαρακτηριστικά Κτιρίου | 35 |
| 4.2.3. | Ηλεκτρομηχανολογικός Εξοπλισμός: Σύστημα Θέρμανσης – Κλιματισμού – Φωτισμού | 40 |
| 4.2.4. | Ηλεκτρομηχανολογικός Εξοπλισμός: Σύστημα Κλιματισμού – Φωτισμού | 44 |
| 4.2.5. | Φωτισμός Κολυμβητηρίου & Βοηθητικών Χώρων | 44 |
| 4.3. | Ετήσιες Ενεργειακές Καταναλώσεις του Κολυμβητηρίου | 46 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο | | 54 |
| ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ | | 54 |
| 5.1. | Γενικά | 54 |
| 5.2. | Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίου | 55 |
| 5.3. | Υπολογισμός Θερμικής Ισχύος για την Θέρμανση των Δοο Κολυμβητικών Δεξαμενών του Κολυμβητηρίου | 56 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο | | 58 |
| ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟ | | 58 |
| 6.1. | Εισαγωγή στις Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Κολυμβητήριο | 58 |
| 6.2. | Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίου Μετά την Εφαρμογή των Επεμβάσεων στο Κτίριο | 59 |
| 6.3. | Ενεργειακοί Δείκτες | 61 |
| 6.3.1. | Γενικά Στοιχεία | 61 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ^ο | | 65 |
| ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ/ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟ | | 65 |
| 7.1. | Εγκατάσταση Κεντρικού Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης και Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Κολυμβητήριο | 65 |
| 7.2. | Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Κτίριο του Κολυμβητηρίου | 70 |
| 7.2.1. | Γενικά Στοιχεία | 70 |
| 7.2.2. | Μόνωση Οροφής Κολυμβητηρίου και Μόνωση Κτιρίου Λεβητοστασίου /Αποδυτηρίων | 54 |
| 7.2.3. | Νέα Πολυκαρβονικά Φύλλα στα Ανοίγματα του Κολυμβητηρίου | 55 |
| 7.2.4. | Εγκατάσταση Νέου Λέβητα Αερίου 1060 Kwth | 58 |
| 7.2.5. | Εγκατάσταση Νέων Κλειστών Δοχείων Διαστολής | 60 |
| 7.2.5.1. | Εγκατάσταση Νέου Κλειστού Δοχείου Διαστολής για τον Λέβητα 1060 Kwth & στο Θερμοδοχείο | 60 |



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | |
|---|----|
| 7.2.6. Μονώσεις Όλων των Σωληνώσεων, Διαφορετικών Διαμέτρων & των Δυο Διανομέων (Προσαγωγής/Επιστροφής ΖΝΧ) του Θερμικού Συστήματος του Κολυμβητηρίου | 60 |
| 7.2.7. Αντικατάσταση Υπαρχόντων Fan-Coils με Νέους Ενεργειακά Πιο Αποδοτικούς | 61 |
| 7.2.8. Εγκατάσταση Νέων Υψηλής Απόδοσης Κυκλοφορητών-Αντλιών στο Θερμικό Σύστημα | 62 |
| 7.2.9. Εγκατάσταση Συστήματος Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας (ΗΘ)..... | 63 |
| 7.2.10. Νέο Σύστημα Φωτισμού, Υψηλής Ενεργειακής Απόδοσης σε Όλους τους Χώρους του Κολυμβητηρίου..... | 79 |
| 7.2.11. Εγκατάσταση Συστήματος Συστοιχίας Πυκνωτών για τη Βελτίωση του $\cos\phi$ | 81 |
| 7.2.12. Εγκατάσταση Συστήματος Τριφασικών Μετατροπέων (Inverters)..... | 83 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ^ο | 89 |
| ΤΕΧΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ | 89 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ^ο | 93 |
| ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΡΓΟΥ | 93 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 96 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ..... | 97 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 ^ο | 98 |



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την μελέτη και την παρουσίαση προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας του Δημοτικού Κολυμβητηρίου.

Ο τομέας των κτιρίων σε παγκόσμιο επίπεδο είναι από τους τομείς με την μεγαλύτερη κατανάλωση της ενέργειας. Τα κλειστά γυμναστήρια δε η κατανάλωση της ενέργειας εκτοξεύεται λόγω των πολλαπλών απαιτήσεων ενέργειας.

Τα κολυμβητήρια στην Ελλάδα κατέχουν την δεύτερη θέση στην κατανάλωση ενέργειας αφού φτάνει το 30% των συνολικών λειτουργικών εξόδων τους. Λόγω του υψηλού κόστους της συντήρησης πολλά κολυμβητήρια μειώνουν τις ώρες λειτουργίας τους ή και ακόμα μειώνουν την ποιότητα των υπηρεσιών τους όπως για παράδειγμα την μείωση του φωτισμού και την διακοπή της θέρμανσης.

Η μεγάλη κατανάλωση της ενέργειας έχει αντίκτυπο σε πολλούς τομείς όπως είναι το περιβάλλον ήτοι ατμοσφαιρική επιβάρυνση, οικονομική επιβάρυνση, θερμική και ηλεκτρική επιβάρυνση, αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου λόγω ρύπων CO₂ κ.α.

Η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων στην ΕΕ αποτελεί υψηλή προτεραιότητα, καθώς τα κτίρια αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μερίδιο της κατανάλωσης ενέργειας. Η Κοινοτική Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (EPBD) σχεδιάστηκε για να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση του κτηριακού τομέα των Κρατών-Μελών με την εισαγωγή ενός ολοκληρωμένου πλαισίου που καλύπτει τις σημαντικότερες πτυχές κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια.

Βασική επιδίωξη στο υπό μελέτη κτίριο είναι η εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης στο εσωτερικό του από τους χρήστες του, καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας. Από συμβατικής αλλά τεχνικής άποψης, αυτό είναι εύκολο με τη χρήση συστημάτων θέρμανσης, κλιματισμού και τεχνητού φωτισμού. Βέβαια, ο τρόπος επίτευξης των συνθηκών άνεσης διαφοροποιείται από παράγοντες όπως ο σχεδιασμός των συστημάτων, η απόδοσή τους και οι



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

απαιτούμενες ώρες λειτουργίας τους για την εξασφάλιση των επιθυμητών συνθηκών. Αντίστοιχα ποικίλει και η απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας για το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

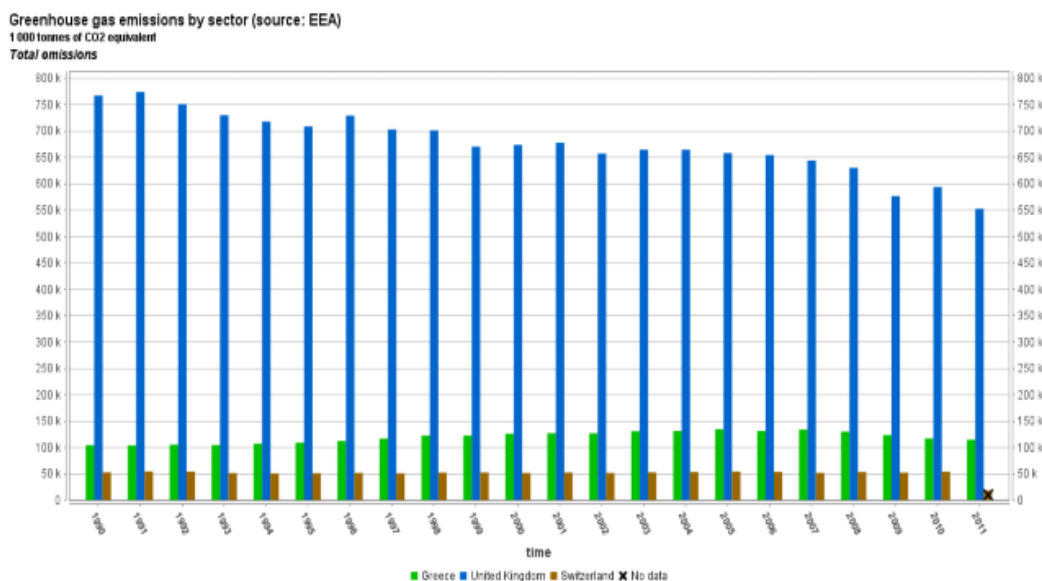
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

1.1. Κτίρια και Ενέργεια

Η κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται συνεχώς καθώς και η ζήτηση της. Η συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση και ζήτηση της ενέργειας έχει αρνητικό αντίκτυπο στον οικονομικό τομέα καθώς και στο περιβαλλοντολογικό. Λόγω της αυξανόμενης κατανάλωσης της ενέργειας, η παγκόσμια κοινότητα έχει ενεργοποιηθεί και έχει κριθεί απαραίτητο στο να ληφθούν μέτρα για την μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας. Μια πρώτη προσπάθεια πραγματοποιήθηκε το έτος 1997 με την υπογραφή της Συνθήκης του Κιότο κατά την οποία οι χώρες που υπέγραψαν θα πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές ρύπων του θερμοκηπίου κατά 5,2% μέχρι το έτος 2012. Το πρωτόκολλο του Κιότο τέθηκε σε ισχύ το έτος 2005 και έτσι η κάθε χώρα ξεκίνησε όλες τις απαραίτητες διαδικασίες για να επιτευχθεί ο στόχος.

Το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει τις εκπομπές ρύπων (Θερμοκηπικών αερίων) για τα έτη 1990-2001 σε Ελλάδα, Αγγλία και Ελβετία.



Εικόνα 0: Διάγραμμα εκπομπών ρύπων – θερμοκηπικών αερίων για τα έτη 1990-2001



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Ο ενεργειακός σχεδιασμός ενός κτιρίου και ιδιαίτερα κτιρίου με ποικίλες χρήσεις, όπως η αίθουσα Κολυμβητηρίου με χώρους αποδυτηρίων, ιατρείο, γραμματεία σκοπό έχει τα πολλαπλά οφέλη είτε αυτά είναι:

Ενεργειακά: Εξοικονόμηση Ενέργειας, με σημαντική μείωση των απωλειών και από τις απαιτήσεις θέρμανσης, δροσισμού και φωτισμού του κτηρίου.

Οικονομικά: Μείωση του κόστους λειτουργίας των Η/Μ εγκαταστάσεων, μειωμένες ενεργειακές δαπάνες στον τελικό καταναλωτή.

Περιβαλλοντικά: Μείωση των αερίων ρύπων, που σημαίνει σημαντική συμβολή στην Στρατηγική Βιώσιμης Ανάπτυξης και καλύτερη ποιότητα στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου.

1.2. Ενεργειακές Καταναλώσεις σε Αθλητικά Κτίρια στην Ελλάδα

Ο τομέας των κτιρίων (κατοικίες και τριτογενής τομέας) αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους οικονομικούς τομείς παγκόσμια, αλλά και έναν από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας. Ο κύκλος εργασιών του κτηριακού τομέα αγγίζει τα 3,000 δις \$USD (10% της παγκόσμιας οικονομίας και 50% των παγκόσμιων επενδύσεων). Όμως ο κτηριακός τομέας ασκεί σημαντική επίδραση, άμεση ή έμμεση, στο Περιβάλλον. Ο κτηριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης Ενέργειας, σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Η διακύμανση ανά χώρα ποικίλει από 20% στην Πορτογαλία έως και 45% στην Ιρλανδία, ενώ στην Ελλάδα κυμαίνεται περίπου στο 40%. Η κατανάλωση αυτή, είτε θερμική είτε ηλεκτρική, έχει ως αποτέλεσμα οικονομική και ατμοσφαιρική επιβάρυνση, με ρύπους κυρίως CO₂, που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Στον κτηριακό τομέα αποδίδεται η παραγωγή του 50% των εκπομπών CO₂.

Στην Ελλάδα, η κατανάλωση ενέργειας σε κλειστά γυμναστήρια είναι η δεύτερη μεγαλύτερη δαπάνη, μετά τα έξοδα προσωπικού, αφού φτάνει και στο 30% των συνολικών λειτουργικών εξόδων σε σύγκριση με το 10-20% σε κτίρια διαφορετικών χρήσεων. Συχνά το

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

υψηλό κόστος προκαλεί περιορισμό των ωρών λειτουργίας του Κολυμβητηρίου ή της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών (π.χ. διακοπή θέρμανσης, ή μείωση φωτισμού).

Η ειδική κατανάλωση ενέργειας σε διάφορες ευρωπαϊκές κλειστές αθλητικές εγκαταστάσεις κυμαίνεται από 170–600 kWh/m² στα γυμναστήρια πολλαπλών χρήσεων και 600–6000 kWh/m² στα κολυμβητήρια. Στην Ελλάδα, η αντίστοιχη μέση ειδική κατανάλωση ενέργειας είναι 73,2 kWh/m² στα κλειστά γυμναστήρια, πολύ χαμηλή, κύρια λόγω της έλλειψης συστημάτων αερισμού/θέρμανσης/ ZNX^1 -ιδιαίτερα στα μικρά, έως 1000 θεατές-και 450 kWh/m² στα κολυμβητήρια.

1.3. Ισχύουσα Κοινοτική & Ελληνική Νομοθεσία για Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Κτίρια

Η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων στην ΕΕ αποτελεί υψηλή προτεραιότητα, καθώς τα κτίρια αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μερίδιο της κατανάλωσης ενέργειας. Η Κοινοτική Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (EPBD) σχεδιάστηκε για να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση του κτηριακού τομέα των Κρατών-Μελών με την εισαγωγή ενός ολοκληρωμένου πλαισίου που καλύπτει τις σημαντικότερες πτυχές κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια. Η Κοινοτική Οδηγία βασίζεται στα ακόλουθα τέσσερα βασικά στοιχεία:

- Κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων,
- Ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης για νέα και υφιστάμενα κτίρια, σε περίπτωση που υποβάλλονται σε μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση,
- Συστήματα πιστοποίησης για νέα και υφιστάμενα κτίρια και, σε δημόσια κτίρια, τοιχοκόλληση των πιστοποιητικών και άλλων σχετικών πληροφοριών,
- Επιθεώρηση των λεβήτων και των κεντρικών εγκαταστάσεων κλιματισμού στα κτίρια σε τακτά χρονικά διαστήματα και αξιολόγηση της εγκατάστασης θέρμανσης όταν οι λέβητες είναι παλαιότεροι των 15 ετών.

¹ Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Στην Ελλάδα, η ενσωμάτωση της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/ΕΚ ολοκληρώθηκε με την ψήφιση του Ν.3661/08. Οι θεσμοθετημένες θέσεις για την ενεργειακή απόδοση στον κτηριακό τομέα οδήγησαν στη θέσπιση Τεχνικών Οδηγιών με βάση τον «Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – ΚΕΝΑΚ».

1.3.1. Εισαγωγή στην Οδηγία 2010/31/ΕΕ

Στην Η Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου

2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων έχει ως στόχο να προωθήσει την ενεργειακή απόδοση κτιρίων, και κτηριακών μονάδων και καταργεί, με την ενσωμάτωση της στο Ευρωπαϊκό δίκαιο, την Οδηγία 2002/91/ΕΚ. Η Οδηγία 2010/31/ΕΚ εναρμονίστηκε με την Ελληνική νομοθεσία με τον Ν. 4122/19.2.2013. Αναλυτικά η Οδηγία προτείνει:

- 1) **Μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων**, όπου τα κράτη μέλη υποχρεούνται να υιοθετήσουν, σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο, μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, η οποία να λαμβάνει υπόψη ορισμένους παράγοντες.
- 2) **Καθορισμός ελάχιστων απαιτήσεων**. Θεσπίστηκαν ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ώστε να επιτευχθούν τα καλύτερα δυνατά επίπεδα από πλευρά κόστους. Τα νέα κτίρια πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις αυτές, και, πριν αρχίσει η κατασκευή τους, πρέπει να έχει μελετηθεί η σκοπιμότητα εγκατάστασης συστημάτων με ΑΠΕ, αντλιών θερμότητας, συστημάτων ΣΗΘΥΑ, κα. Όταν τα υπάρχοντα κτίρια υφίστανται ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας, πρέπει να επιτυγχάνεται αναβάθμιση της ενεργειακής τους απόδοσης, ώστε να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις.
- 3) **Στόχος: Κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας**. Από τη 31η Δεκεμβρίου 2020, όλα τα νέα κτίρια πρέπει να έχουν σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας. Τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους πρέπει να πληρούν τα ίδια κριτήρια μετά την 31η Δεκεμβρίου 2018.
- 4) **Πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης**. Η Ελλάδα θέσπισε σύστημα πιστοποίησης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, που περιλαμβάνει πληροφορίες για την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων καθώς και συστάσεις για βελτιώσεις από πλευράς κόστους.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Για τα δημόσια κτίρια το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης αναρτάται σε περίοπτη για το κοινό. Το ΥΠΕΚΑ, σε συνεργασία με το ΤΕΕ έχει εκδώσει, από το 2010, πέντε (5) Τεχνικές Οδηγίες (και αναθεωρήσεις) για την καλύτερη ενημέρωση και γνώση του τεχνικού κόσμου στα θέματα ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, ονομαστικά:

1. ΤΟΤΕΕ 20701-1 «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και την έκδοση ΠΕΑ».
2. ΤΟΤΕΕ 20701-2 «Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών και Έλεγχος της Θερμοφυσικής Επάρκειας των Κτιρίων».
3. ΤΟΤΕΕ 20701-3 «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».
4. ΤΟΤΕΕ 20701-4 «Οδηγίες και Έντυπα Ενεργειακών Επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων κλιματισμού-θέρμανσης».
5. ΤΟΤΕΕ 20701-5 «Εγκαταστάσεις πολύ-μικρής ΣΗΘ για εφαρμογή σε κτίρια». Περισσότερες πληροφορίες για όλα τα προαναφερθέντα στον τομέα της Εξοικονόμησης Ενέργειας στα κτίρια : www.buildingcert.gr/N4122_2013.pdf.

Με βάση όλα τα προαναφερθέντα, μελετήθηκε σε βάθος η ενεργειακή συμπεριφορά του Δημοτικού Κλειστού Κολυμβητηρίου του Δήμου Κερατσινίου και προτάθηκαν επεμβάσεις και μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας, ώστε το κτίριο του Κολυμβητηρίου να αναβαθμιστεί – ενεργειακά και περιβαλλοντικά – σε κτίριο ενεργειακής κλάσης Α. (Ανάλυση του ΤΕΕ-KENAK βρίσκεται στο επόμενο κεφάλαιο).

Οι επεμβάσεις αυτές, οι τρόποι εφαρμογής τους καθώς και οικονομοτεχνική μελέτη παρουσιάζονται αναλυτικά στα παρακάτω κεφάλαια της μελέτης αυτής.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ

Η προώθηση της Η τεχνική οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΕΕ) αφορούν τις Εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων καθώς και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης σύμφωνα με την αναθεώρηση του Κ.Ε.Ν.Α.Κ. Η τεχνική οδηγία είναι υπό την αιγίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Σύμφωνα με το πλαίσιο της Κοινοτικής Οδηγίας 91/2002/Εκ « για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων», η Ελλάδα είναι υποχρεωμένη από τον Ιανουάριο του 2006 να εναρμονιστεί με την έκδοση και την εφαρμογή σχετικών νομοθετικών διατάξεων. Η εναρμόνιση έγινε αρχικά με την έκδοση του ν. 3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89) – Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτιρίων και άλλες διατάξεις. Αυτό σημαίνει πως βάσει του νόμου θα πρέπει να εκδίδεται ο σχετικός «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» (ΚΕ. Ν. Α. Κ) κατά το οποίο καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων, όπως και επίσης η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 και των λοιπών σχετικών προτύπων). Από το 2006 η οδηγία 91/2002/ΕΚ έχει δεχτεί διάφορες τροποποιήσεις με την τελευταία να είναι εκείνη του ν. 4122/2013 (ΦΕΚ Α' 42) – « Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».

Έτσι λοιπόν ο ΚΕΝΑΚ αφορά την υποχρέωση μιας χώρας να εναρμονίζεται με τις σύγχρονες απαιτήσεις διαβίωσης και να αποκτήσει καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά μέσω της σωστής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Ήτοι, η κατανάλωση ενέργειας να είναι όσον το δυνατό πιο χαμηλή και ταυτόχρονα να εξασφαλίζονται οι άριστες συνθήκες για τους χρήστες. Με τον τρόπο αυτόν προστατεύεται το περιβάλλον με άμεσο και έμμεσο τρόπο, εξοικονομεί ενεργειακούς πόρους και συμβάλει στην οικονομία του κτιρίου αλλά εμμέσως και της χώρας.

Το ΤΕΕ από το έτος 2010 έχει αναπτύξει ειδικό λογισμικό για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και κατάταξης των κτιρίων, τόσο κατά τη διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων όσο και στη διαδικασία εκπόνησης μελέτης ενεργειακής απόδοσης.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Σύμφωνα με την παράγραφο 1. 1 του ΤΟΤΕΕ και το άρθρο 7 του ΚΕΝΑΚ κάθε νέο κτίριο καθώς και κτίρια τα οποία ανακαινίζονται ριζικά θα πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κατά τα άρθρα 6 και 7 του ν. 4122/2013 (ΦΕΚ Α'42). Είτε το κτίριο είναι νεοδόμητο είτε ριζικά ανακαινισμένο θα πρέπει να πραγματοποιείται υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας με την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης. Επίσης, το άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ αναφέρεται στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου, στα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και στα τεχνικά συστήματα.

Παράλληλα, το «κτίριο αναφοράς» καθορίζεται σε σχέση με το κτίριο που μελετάται, είτε νέο είτε ανακαινισμένο. Το κτίριο αναφοράς διαθέτει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση και προσανατολισμό. Χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το υπό εξέταση κτίριο. Το κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές που οφείλει να έχει ένα κτίριο σύμφωνα με το άρθρο 9 του ΚΕΝΑΚ και διαθέτει συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία όσο και στα ηλεκτρομηχανολογικά τεχνικά συστήματα που αφορούν στη Θ.Ψ.Χ των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή ζεστού νερού χρήσης καθώς και στο φωτισμό.

2.1. Υπολογισμός Ενεργειακής Απόδοσης και Πιστοποίησης του Κτιρίου

Ο υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου πραγματοποιείται σύμφωνα με το άρθρο 5 του ΚΕΝΑΚ και εφαρμόζεται η μέθοδος της ημισταθερής κατάστασης μηναίου βήματος του ευρωπαϊκού πρότυπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των λοιπών ευρωπαϊκών προτύπων. Στη παρακάτω εικόνα συνοψίζονται τα ευρωπαϊκά πρότυπα που χρησιμοποιούνται για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| Υπολογισμός ενεργειακής ζήτησης κτηρίου για θέρμανση και ψύξη (μηνιαία μέθοδος) | | |
|---|---|--|
| 2. ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 13790 E2 (2009) | Ενεργειακή απόδοση κτηρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων. | Υπολογισμός της ενεργειακής ζήτησης του κτηριακού κελύφους με τη μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος. |
| ΕΛΟΤ EN ISO 13789 E2 (2009) | Θερμική απόδοση κτηρίων - Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας σχετικά με μετάδοση και αερισμό - Μέθοδος υπολογισμού. | Υπολογισμός των απωλειών θερμότητας κτηρίου προς το περιβάλλον μέσω των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, καθώς και μέσω του αερισμού του κτηρίου (δυσίασης αέρα, φυσικού ή μηχανικού αερισμού). |
| ΕΛΟΤ EN ISO 6946 E2 (2009) | Κτηριακά μέρη και στοιχεία - Θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα - Μέθοδος υπολογισμού. | |
| ΕΛΟΤ EN ISO 13370 E2 (2009) | Θερμικές επιδόσεις κτηρίων - Μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους - Μέθοδοι υπολογισμού. | |
| ΕΛΟΤ EN ISO 14683 (2009) | Θερμογέφυρες σε κτηριακές κατασκευές - Γραμμική θερμική μετάδοση - Απλοποιημένες μέθοδοι και τιμές προεπιλογής. | |
| ΕΛΟΤ EN ISO 10211 (2009) | Θερμογέφυρες στις κτηριακές κατασκευές - Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες - Λεπτομερείς υπολογισμοί. | |
| EN ISO 10077-1 (2006) | Θερμική απόδοση παραθύρων, θυρών και εξωφύλλων - Υπολογισμός θερμικής μετάδοσης - Μέρος 1: Απλοποιημένη μέθοδος. | |
| ΕΛΟΤ EN ISO 12631 | Θερμική απόδοση τοιχοπετασμάτων - Υπολογισμός της θερμικής μετάδοσης (2014). | Παραδοχές και υπολογισμοί για κλιματικά δεδομένα. |
| ΕΛΟΤ EN 15241 (2008) | Αερισμός κτηρίων - Μέθοδοι υπολογισμού ενεργειακών απωλειών σε εμπορικής χρήσης κτήρια λόγω αερισμού και διήθησης. | |
| ΕΛΟΤ EN ISO 15927.01 (2004) | Υγροθερμικές επιδόσεις κτηρίων - Υπολογισμός και παρουσίαση κλιματικών δεδομένων - Μέρος 1: Μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές μετεωρολογικών στοιχείων | |
| ΕΛΟΤ EN 15193 (2008) | Ενεργειακή απόδοση κτηρίων - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό. | Υπολογισμός εσωτερικών κερδών από φωτισμό. |

Εικόνα 2.1: Ευρωπαϊκά πρότυπα για την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίου για θέρμανση και ψύξη - Μελέτη ενεργειακής απόδοσης (μηνιαία μέθοδος) | | |
|--|--|--|
| ΕΛΟΤ EN ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 13790 E2 (2009) | Ενεργειακή απόδοση κτηρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων. | Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη βάσει της ενεργειακής ζήτησης του κτηριακού κελύφους και των αποδόσεων των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης. |
| ΕΛΟΤ EN 15316.01 (2006) | Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 1: Γενικά. | Υπολογισμός της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης. |
| ΕΛΟΤ EN 15316.02.01 (2006) | Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέρος 2-1: Συστήματα εκπομπών θέρμανσης χώρων. | |
| ΕΛΟΤ EN 15316.02.03 (2006) | Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 2-3: Συστήματα διανομής για τη θέρμανση χώρων. | |
| ΕΛΟΤ EN 15316.04.01 (2006) | Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-1: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα καύσης (λέβητες). | |
| ΕΛΟΤ EN 15316.04.02 (2006) | Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέρος 4-2: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων, συστήματα αντλιών θερμότητας. | |
| ΕΛΟΤ EN 15316.04.03 (2006) | Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέρος 4-3: Συστήματα παραγωγής θερμότητας, θερμικά ηλιακά. | |
| ΕΛΟΤ EN 15316.04.04 (2006) | Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-4: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα συμπαραγωγής, ενσωματωμένα στο κτήριο. | |
| ΕΛΟΤ EN 15316.04.05 (2006) | Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-5: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Απόδοση και ποιότητα συστημάτων τηλεθέρμανσης και συστημάτων μεγάλου όγκου. | |

Εικόνα 2.1 (συνέχεια)

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | | |
|---|---|---|
| ΕΛΟΤ EN 15316.04.06 (2006) | Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-6: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Φωτοβολταϊκά συστήματα. | |
| ΕΛΟΤ EN 15316.04.07 (2010) | Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοσης συστημάτων - Μέρος 4-7: Συστήματα παραγωγής θερμότητας χώρων, συστήματα καύσης βιομάζας. | |
| ΕΛΟΤ EN 15243 (2006) | Αερισμός κτηρίων - Υπολογισμός θερμοκρασίας χώρου και του φορτίου και της ενέργειας κτηρίων εξοπλισμένων με σύστημα κλιματισμού. | Υπολογισμός απόδοσης συστήματος ψύξης. |
| ΕΛΟΤ EN 15232 (2007) | Ενεργειακή λειτουργία των κτηρίων – Επίδραση του αυτοματισμού κτηρίων, των συσκευιών ελέγχου και της διαχείρισης κτηρίων. | Υπολογισμός εξοικονομούμενης ενέργειας από διατάξεις αυτομάτου ελέγχου. |
| ΕΛΟΤ EN 15376-2007 | Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια – Επιθεώρηση λεβήτων και συστημάτων θέρμανσης | Υπολογισμός/εκτίμηση εποχιακού βαθμού απόδοσης της θέρμανσης |
| ΕΛΟΤ EN 15239 2007 | Αερισμός σε κτήρια – Ενεργειακή απόδοση κτηρίων – Οδηγίες επιθεώρησης συστημάτων αερισμού | Εκτίμηση απόδοσης της ψύξης των συστημάτων αερισμού |
| ΕΛΟΤ EN 15240 2007 | Αερισμός σε κτήρια – Ενεργειακή απόδοση κτηρίων – Οδηγίες επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού | Υπολογισμός/εκτίμηση εποχιακού βαθμού απόδοσης της ψύξης |
| Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίου για ζεστό νερό χρήσης (Z.N.X.) και φωτισμό | | |
| ΕΛΟΤ EN 15316.03.01 (2006) | Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 3-1: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης. Χαρακτηρισμός αναγκών (απαιτήσεις άντλησης). | Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης (Z.N.X.). |
| ΕΛΟΤ EN 15316.03.02 (2006) | Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 3-2: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης, διανομή. | |
| ΕΛΟΤ EN 15316.03.03 (2006) | Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 3-3: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης, παραγωγή. | |
| ΕΛΟΤ EN 15193 (2006) | Ενεργειακή απόδοση κτηρίων - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό. | Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για τεχνητό φωτισμό κτηρίων. |
| ΕΛΟΤ EN 12464-1 (2011) | Φως και φωτισμός - Φωτισμός χώρων εργασίας - Μέρος 1: Εσωτερικοί χώροι εργασίας | Καθορισμός των απαραίτητων επιπέδων τεχνητού φωτισμού |
| ΕΛΟΤ EN 12193 E2 (2009) | Φως και φωτισμός - Φωτισμός χώρων αθλοπαιδικών | |
| CEN Daylight | CEN/TC 169/WG 11 -Daylight | Καθορισμός δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας από τον φυσικό φωτισμό |

Εικόνα 2.1 (συνέχεια)

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είτε είναι νεδόμετα είναι ανακαινισμένα προσδιορίζεται σε συνάρτηση με τη συνολική κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας. Προκειμένου η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου να υπολογισθεί σωστά, η μεθοδολογία υπολογισμού θα πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον τα παρακάτω:

- Την πραγματική κύρια χρήση του κτιρίου ή της κτηριακής μονάδας, τις επιθυμητές συνθήκες του εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμό), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό των χρηστών,
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου ή της κτηριακής μονάδας (θερμοκρασία σχετική και απόλυτη υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία),
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (μορφή, διαφανής και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.α.). Σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (χωρίσματα και άλλα),
- Τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας, διαπερατότητα κ.α.),
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά Η/Μ συστημάτων για ΘΨΚ και ΖΝΧ (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.),
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης γενικού φωτισμού (στα κτίρια τριτογενή τομέα),
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των διατάξεων αυτόματου ελέγχου και ρύθμισης λειτουργίας των Η/Μ συστημάτων,
- Το μηχανικό και φυσικό αερισμό, που περιλαμβάνει και την αεροστεγανότητα,
- Τα παθητικά και υβριδικά ηλιακά συστήματα και την ηλιακή προστασία,
- Την παθητική θέρμανση και δροσισμό,
- Τις κλιματικές συνθήκες εσωτερικού χώρου, λαμβάνοντας υπόψη και τις συνθήκες εσωτερικού κλίματος,
- Τα εσωτερικά φορτία,
- Στους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης λαμβάνοντας υπόψη η θετική επίδραση των κατωτέρω παραγόντων:

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

- Των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, ΖΝΧ και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βασιζόμενων σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ),
- Της ωφέλιμης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης με συμπαραγωγή (ΣΗΘ) και των συστημάτων τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης σε κλίμακα της περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, του φυσικού φωτισμού.

Θα πρέπει να αναφερθεί πως κατά τη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται σε περιπτώσεις η θετική επίδραση των παρακάτω:

- Των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, ΖΝΧ και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βασιζόμενων σε ενέργεια από ΑΠΕ,
- Της ωφέλιμης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης με ΣΗΘ και των συστημάτων τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης, σε κλίμακα της περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου,
- Του φυσικού φωτισμού.

Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει τους συντελεστές μετατροπής της τελικής κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια σύμφωνα με το άρθρο 5 του ΚΕΝΑΚ.

| 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 | 2,9 | 0,989 |
| Υγραέριο | 1,05 | 0,238 |
| Βιομάζα | 1,00 | --- |
| Τηλεθέρμανση από θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής | 0,7 | 0,347 |
| Τηλεθέρμανση από ΑΠΕ | 0,5 | --- |

Εικόνα 2.2: Συντελεστές μετατροπής της τελικής κατανάλωσης

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

2.2. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης

Η κατηγορία της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου καθορίζεται από την τελική ανηγμένη σε πρωτογενή κατανάλωση του κτιρίου. Με τον τρόπο αυτόν εκδίδεται το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, το λεγόμενο Π.Ε.Α.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτιρίων.

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

Εικόνα 2.3: Κατηγορίες ενεργειακής κατάταξης κτιρίων.

Στην από πάνω εικόνα ο δείκτης R_R είναι ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Το T αφορά το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (R_R) και αποτελεί το κριτήριο για την κατάταξη του κτιρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Επίσης, η ετήσια κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας Β. Κτίρια τα οποία έχουν χαμηλότερη ή υψηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία.

Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει την ταξινόμηση των κτιρίων σύμφωνα με τη χρήση τους. Για την παρούσα εργασία (Κλειστό κολυμβητήριο) η κατηγορία μελέτης είναι αυτή της συνάθροισης κοινού.

| Βασικές κατηγορίες κτηρίων | Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες |
|--------------------------------|---|
| Κατοικίας | Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτήριο με περισσότερα του ενός ανεξάρτητα διαμερίσματα). |
| Προσωρινής διαμονής | Ξενοδοχείο, ξενώνας, οικότροφείο και κοιτώνας. |
| Συνάθροισης κοινού | Χώρος συνεδρίων, χώρος εκθέσεων, μουσείο, χώρος συναυλιών, θέατρο, κινηματογράφος, αίθουσα δικαστηρίων, κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο, εστιατόριο, ζαχαροπλαστέιο, καφενείο, τράπεζα, αίθουσα πολλαπλών χρήσεων. |
| Εκπαίδευσης | Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο. |
| Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας | Νοσοκομείο, κλινική, αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο, ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο, βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός. |
| Σωφρονισμού | Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή. |
| Εμπορίου | Κατάστημα, εμπορικό κέντρο, αγοράς και υπεραγοράς, φαρμακείο, κουρείο και κομμωτήριο, ινστιτούτο γυμναστικής. |
| Γραφείων | Γραφείο, βιβλιοθήκη. |

Εικόνα 2.4: Ταξινόμηση κτιρίων

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

2.3. Επιθυμητές Εσωτερικές Συνθήκες Χώρων

Η κατηγορία Το σύστημα θέρμανσης έχει ως σκοπό την επίτευξη θερμικής άνεσης στους χώρους ενός κτιρίου. Η θερμότητα ενός κτιρίου καθορίζεται από της εξής παράγοντες:

- Θερμοκρασία του αέρα,
- Μέση θερμοκρασία «ακτινοβολίας» των περιβαλλουσών επιφανειών ενός χώρου όπως αυτή διαμορφώνεται σε σχέση τη θερμοκρασία των επιφανειών, τα υλικά τους, την εγκατεστημένη ενεργή ηλεκτρική ισχύ καθώς και τον πληθυσμό,
- Η υγρασία του αέρα,
- Η ένδυση των ατόμων μέσα στο κτίριο,
- Η δραστηριότητα των χρηστών και
- Η ταχύτητα των εσωτερικών ρευμάτων αέρα.

Για να καθοριστούν οι τυπικές συνθήκες σχεδιασμού συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού θεωρείται πως οι παράμετροι ένδυσης και οι δραστηριότητες των χρηστών και οι ταχύτητες εσωτερικών ρευμάτων παραμένουν σταθερές. Οι υπόλοιπες παράμετροι είναι αυτές που θα διαμορφώσουν τη θερμική άνεση του κτιρίου. Οι εναπομείναντες παράμετροι είναι η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία του αέρα και η θερμοκρασία των περιβάλλουσών επιφανειών. Θα πρέπει να τονισθεί πως αναλόγως τη χρήση του κτιρίου και εφόσον η κατασκευή τηρεί να σύγχρονα επιβαλλόμενα πρότυπα, η θερμοκρασία των επιφανειών είναι σχεδόν ίδιες με εκείνες της θερμοκρασίας του αέρα.

2.4. Κατανάλωση ZNX

Η ζήτηση του ζεστού νερού εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου (π.χ. κολυμβητήριο). Λόγω του γεγονότος αυτού, το κάθε κτίριο παρουσιάζει διαφορετική κατανάλωση ZNX. Το ZNX παράγεται με την κατανάλωση θερμικής ενέργειας. Σύμφωνα με τον πίνακα 2.5 του KENAK, η τυπική ημερήσια ZNX ανά άτομο ανά ημέρα για το κτίριο που μελετάται έχει ως εξής:

- Ανά υπνοδωμάτιο για τις κατοικίες,
- Ανά κλίνη για τα κτίρια προσωρινής διαμονής και περίθαλψης και

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

- Ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας για όλες τις υπόλοιπες χρήσεις κτιρίων.

| Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών | Ημερήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. | | Ετήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. | |
|---|----------------------------|--|---|---|
| | [€/άτομο/ημέρα] | ανά δομημένη επιφάνεια [€/m ² /ημέρα] | ανά υπνοδωμάτιο [m ³ /υπν./έτος] | ανά δομημένη επιφάνεια [m ³ /m ² /έτος] |
| Μονοκατοικία, πολυκατοικία | 50 | -- | 27,38 | --- |
| | [€/άτομο/ημέρα] | [€/m ² /ημέρα] | ανά κλίνη [m ³ /κλίνη/έτος] | [m ³ /m ² /έτος] |
| Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας | 100 | -- | 36,50 | -- |
| κατηγορίας Lux | | | | |
| Α' και Β' κατηγορίας | 80 | -- | 29,20 | -- |
| Γ' κατηγορίας | 60 | -- | 21,90 | -- |
| θερινής λειτουργίας κατηγορίας Lux | 100 | -- | 21,23 | -- |
| Α' και Β' κατηγορίας | 80 | -- | 17,00 | -- |
| Γ' κατηγορίας | 60 | -- | 12,74 | -- |
| χειμερινής λειτουργίας κατηγορίας Lux | 100 | -- | 24,27 | -- |
| Α' και Β' κατηγορίας | 80 | -- | 19,41 | -- |
| Γ' κατηγορίας | 60 | -- | 14,56 | -- |
| Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας | 60 | -- | 21,90 | -- |
| θερινής λειτουργίας | 60 | -- | 12,74 | -- |
| χειμερινής λειτουργίας | 60 | -- | 14,56 | -- |
| Οικοτροφείο και κοιτώνας | 50 | -- | 18,25 | -- |
| Εστιατόριο** | 8 | 5,60 | -- | 2,04 |
| Ζαχαροπλαστέιο, καφενείο** | 2 | 1,60 | -- | 0,58 |
| Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή | 3 | 3,00 | -- | 0,62 |
| Θέατρο, κινηματογράφος | -- | -- | -- | -- |
| Χώρος συναυλιών | -- | -- | -- | -- |
| Χώρος εκθέσεων, μουσείο | -- | -- | -- | -- |
| Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων | -- | -- | -- | -- |
| Τράπεζα | -- | -- | -- | -- |
| Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων | -- | -- | -- | -- |
| Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο** | 20 | 9,00 | -- | 3,29 |
| Διαδρομοί και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι | -- | -- | -- | -- |

Εικόνα 2.5: Τυπική κατανάλωση ZNX σε θερμοκρασία 45⁰C ανά χρήση κτιρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | | | | |
|--|-----|-------|-------|------|
| Λουτρό (κοινόχρηστο) | -- | -- | -- | -- |
| Νηπιαγωγείο | -- | -- | -- | -- |
| Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης | -- | -- | -- | -- |
| Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας | -- | -- | -- | -- |
| Φροντιστήριο, ωδείο | -- | -- | -- | -- |
| Νοσοκομείο κάτω των 500 κλινών * | 80 | -- | 29,2 | -- |
| Νοσοκομείο άνω των 500 κλινών * | 120 | -- | 43,9 | -- |
| Κλινική* | 60 | -- | 22,0 | -- |
| Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο | 5 | 0,75 | -- | 0,2 |
| Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία | 50 | -- | 18,25 | -- |
| Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός | 5 | 1,25 | -- | 0,30 |
| Αναμορφωτήριο, φυλακή, Κρατητήριο | 30 | 6,00 | -- | 2,19 |
| Αστυνομική διεύθυνση | -- | -- | -- | -- |
| Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά | -- | -- | -- | -- |
| Κατάστημα, φαρμακείο, | -- | -- | -- | -- |
| Ινστιτούτο γυμναστικής** | 20 | 15,00 | -- | 4,68 |
| Κουρείο, κομμωτήριο** | 3 | 2,25 | -- | 0,70 |
| Γραφείο | -- | -- | -- | -- |
| Βιβλιοθήκη | -- | -- | -- | -- |

Εικόνα 2.5 (Συνέχεια)

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

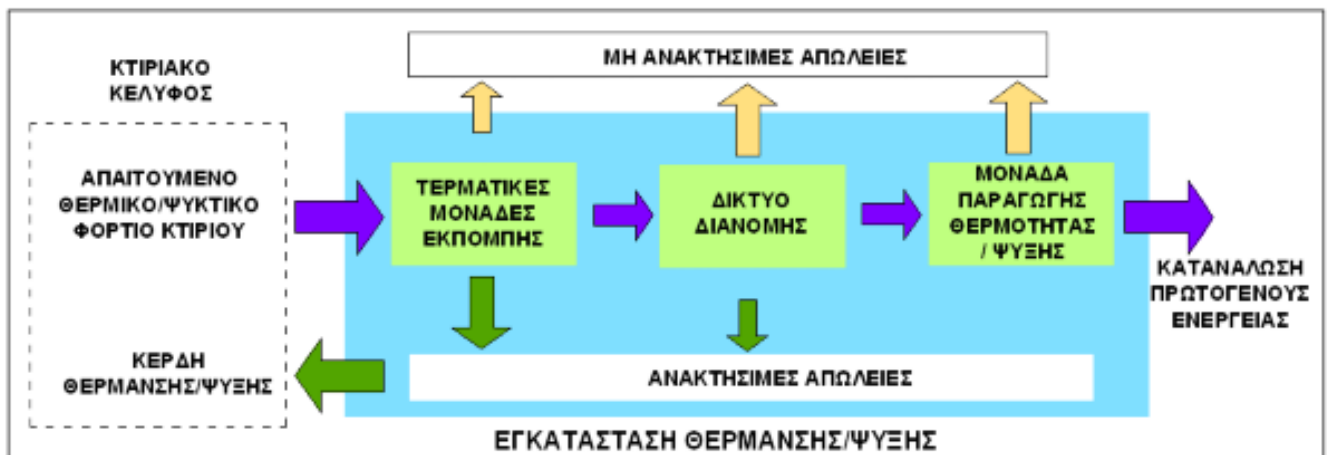
2.5. Συστήματα Θέρμανσης Χώρων – Συστήματα Παραγωγής για την Ψύξη Χώρων

Το σύστημα θέρμανσης/ψύξης στο υπό μελέτη κτίριο, διαμορφώνεται έτσι ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις θέρμανσης και ψύξης στις δυσμενέστερες συνθήκες περιβάλλοντος (για την περίοδο του χειμώνα και του καλοκαιριού) σύμφωνα με τους κανονισμούς και της οδηγίες του ΤΕΕ: Κλιματικά δεδομένα για ελληνικές περιοχές.

Κατά το σχεδιασμό του συστήματος θέρμανσης/ψύξης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τη χρήση του κτιρίου, το ωράριο λειτουργίας και τη διακύμανση των θερμικών αναγκών του κτιρίου. Είναι σημαντικό δε πως η χρήση περισσότερου από ενός λέβητα σε τεχνικά συστήματα μεγάλης θερμικής ισχύος συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της απόδοσης της λειτουργίας της εγκατάστασης της θέρμανσης.

Τα συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούνται στα ελληνικά κτίρια είναι συνήθως λέβητες θερμού νερού, πετρελαίου, αερίου, ηλεκτρικοί και ενίοτε λέβητες βιομάζας. Σε κάποια κτίρια εφαρμόζονται τα συστήματα τηλεθέρμανσης όπως είναι κτίρια κοντά σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής της ΔΕΗ ή και σε συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.

Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει το διάγραμμα λειτουργίας εγκατάστασης θέρμανσης/ψύξης.



Εικόνα 2.6: Διάγραμμα λειτουργίας εγκατάστασης θέρμανσης/ψύξης

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

2.6. Προδιαγραφές Φωτισμού

Το σύστημα φωτισμού ενός κτιρίου είναι το σύστημα τεχνητού φωτισμού και η κατανάλωση ενέργειας του τεχνητού φωτισμού συνυπολογίζεται βάσει του ΚΕΝΑΚ μόνο για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου που ανήκει στον τριτογενή τομέα. Σε κτίρια που αφορούν κατοικίες, τα φορτία για τον φωτισμό δεν συνυπολογίζονται στην τελική ενεργειακή απόδοση των κτιρίων αλλά ως εσωτερικά κέρδη κατά τον υπολογισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του κτιρίου. Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει τις τιμές εγκατεστημένης ισχύος ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας (W/m^2) για το κτίριο αναφοράς σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 15193:2007 καθώς και οι τιμές εγκατεστημένης ισχύος ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας για τις ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις απόδοσης κτιρίων.

| Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών | Στάθμη φωτισμού [lx] | Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m] | Δείκτης θάμβωσης UGR | Ομοιομορφία φωτισμού U_0 (min/μέση τιμή) |
|--|----------------------|-------------------------------|----------------------|--|
| Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα) | 200 | 0,8 | - | - |
| Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας | 300 | 0,8 | 22 | 0,6 |
| θερινής λειτουργίας | 300 | 0,8 | 22 | 0,6 |
| χειμερινής λειτουργίας | 300 | 0,8 | 22 | 0,6 |
| Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας | 300 | 0,8 | 22 | 0,6 |
| θερινής λειτουργίας | 300 | 0,8 | 22 | 0,6 |
| χειμερινής λειτουργίας | 300 | 0,8 | 22 | 0,6 |
| Οικοτροφείο και κοιτώνας | 300 | 0,8 | 22 | 0,6 |
| Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά. | 250 | 0,8 | - | - |
| Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου | 100 | 0,5 | 28 | 0,4 |

Εικόνα 2.6: Ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις απόδοσης κτιρίων

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών | Στάθμη φωτισμού [lx] | Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m] | Δείκτης θάμβωσης UGR | Ομοιομορφία φωτισμού Uo (μιν/μέση τιμή) |
|--|----------------------|-------------------------------|----------------------|---|
| κ.ά. | | | | |
| Εστιατόριο | 200 | 0,8 | - | - |
| Ζαχαροπλαστείο, καφενείο | 250 | 0,8 | - | - |
| Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή | 100 | 0,8 | - | - |
| Θέατρο, κινηματογράφος | 100 | 0,8 | 25 | 0,4 |
| Χώρος συναυλιών | 100 | 0,8 | 25 | 0,4 |
| Χώρος εκθέσεων, μουσείο | 200 | 0,8 | 22 | 0,4 |
| Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων | 500 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Τράπεζα | 500 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων | 300 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο | 300 | 0,5 | 22 | 0,6 |
| Διαδρόμοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι | 100 | 0 | 28 | 0,4 |
| Λουτρό (κοινόχρηστο) | 200 | 0,8 | 25 | 0,4 |
| Νηπιαγωγείο | 300 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης | 300 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας | 500 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Φροντιστήριο, ωδείο | 500 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Νοσοκομείο, κλινική | 300 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο) | 100 | 0,8 | 19 | 0,4 |
| Χειρουργείο (τακτικό) | 1000 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Εξωτερικών ιατρείων | 500 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Αίθουσες αναμονής | 200 | 0,8 | 22 | 0,4 |

Εικόνα 2.6 (Συνέχεια)

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών | Στάθμη φωτισμού [lx] | Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m] | Δείκτης θάμβωσης UGR | Ομοιομορφία φωτισμού U _o (min/μέση τιμή) |
|---|----------------------|-------------------------------|----------------------|---|
| Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο | 500 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία | 300 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός | 300 | 0,8 | 22 | 0,4 |
| Κραπητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή | 300 | 0,8 | 22 | 0,4 |
| Αστυνομική διεύθυνση | 500 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά | 300 | 0,8 | 22 | 0,4 |
| Κατάστημα, φαρμακείο, | 500 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Ινστιτούτο γυμναστικής | 400 | 0,8 | 22 | 0,6 |
| Κουρείο, κομμωτήριο | 400 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Γραφείο | 500 | 0,8 | 19 | 0,6 |
| Βιβλιοθήκη | 500 | 0,8 | 19 | 0,6 |

Εικόνα 2.6 (Συνέχεια)

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ

3.1. Συνθήκες Θερμικής Άνεσης στο Κτίριο του Κολυμβητηρίου

Το κτίριο λειτουργεί στο Δήμο Κερατσινιού Δραπετσώνας, στο λιμάνι στην ιχθυόσκαλα οδός Κύπρου και Σπετσών Αρτάκης και χρησιμοποιείται ως κλειστό Δημοτικό Κολυμβητήριο, καλύπτοντας τις ανάγκες κολυμβητικής άθλησης στην ευρύτερη περιοχή της Β' Πειραιά.



Εικόνα 0: Δορυφορική εικόνα του κολυμβητηρίου Κερατσινιού Δραπετσώνας

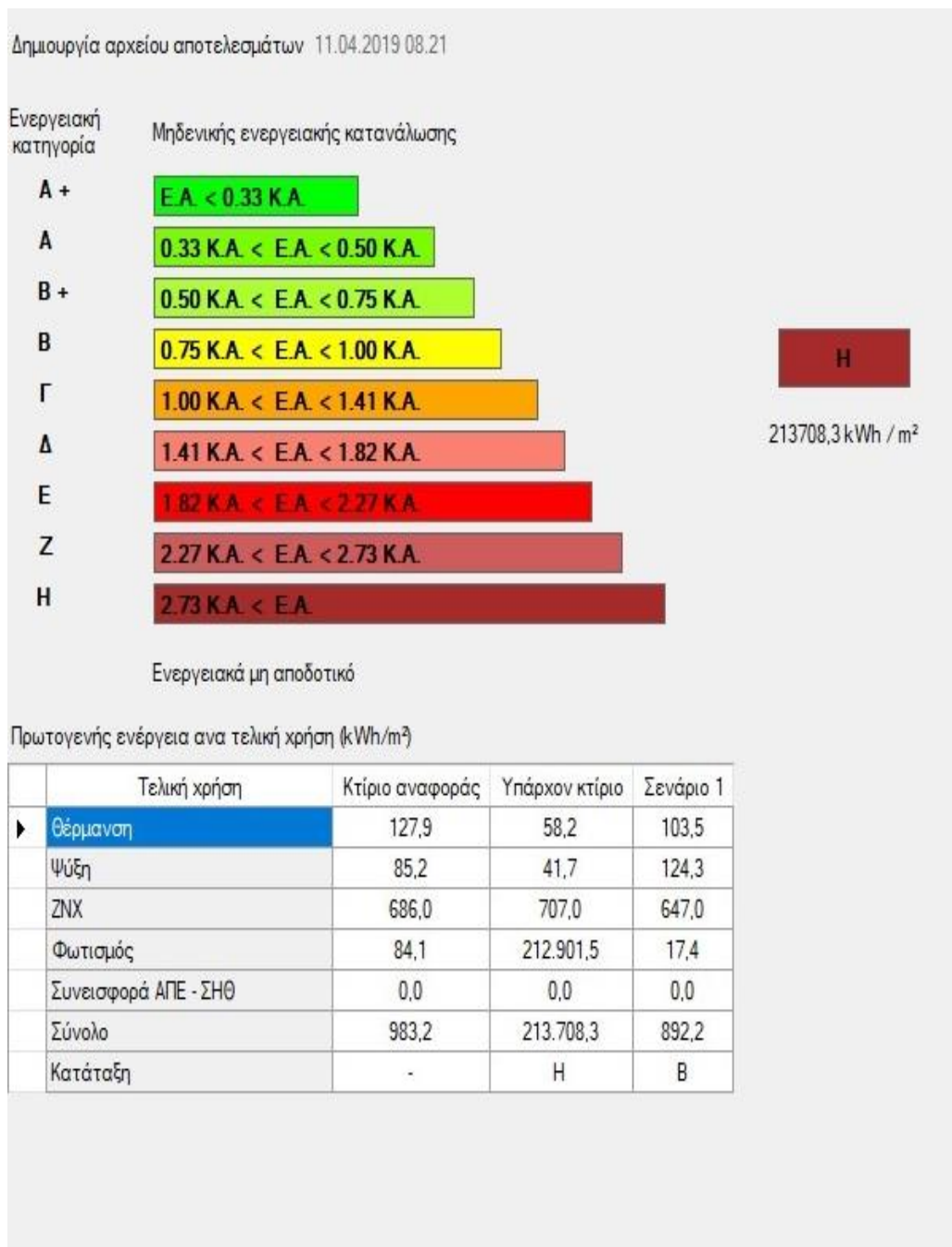
Βασική επιδίωξη στο υπό μελέτη κτίριο είναι η εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης στο εσωτερικό του από τους χρήστες του, καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας. Από συμβατικής αλλά τεχνικής άποψης, αυτό είναι εύκολο με τη χρήση συστημάτων θέρμανσης, κλιματισμού και τεχνητού φωτισμού. Βέβαια, ο τρόπος επίτευξης των συνθηκών άνεσης διαφοροποιείται από παράγοντες όπως ο σχεδιασμός των συστημάτων, η απόδοσή τους και οι

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

απαιτούμενες ώρες λειτουργίας τους για την εξασφάλιση των επιθυμητών συνθηκών. Αντίστοιχα ποικίλει και η απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας για το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα.

Παρακάτω παρουσιάζεται το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης του κολυμβητηρίου.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

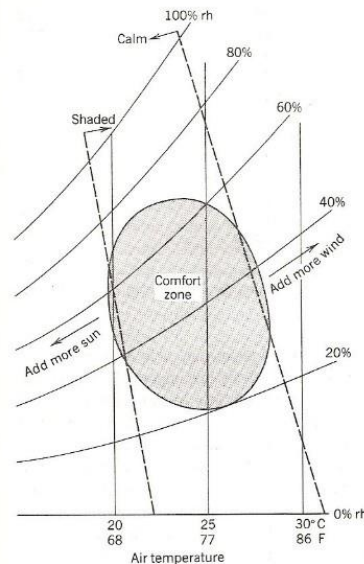
"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Εικόνα Σφάλμα! Χρησιμοποιήστε την καρτέλα "Κεντρική σελίδα", για να εφαρμόσετε το Heading 1 στο κείμενο που θέλετε να εμφανίζεται εδώ.2: Υπάρχουσα ενεργειακή απόδοση του κτιρίου

Όπως μπορεί κανείς να διαπιστώσει, το κολυμβητήριο είναι ενεργειακά μη αποδοτικό και άμεσα μέτρα θα πρέπει να εφαρμοσθούν προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και να χαρακτηριστεί ως ενεργειακά αποδοτικό. Για περισσότερες λεπτομερείς του ΠΕΑ, βλέπετε Παράρτημα Α.

Ως **θερμική άνεση** εσωτερικού χώρου, ορίζονται οι συνθήκες στις οποίες ένα άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή. Είναι ένα υποκειμενικό συναίσθημα, το οποίο εξαρτάται και επηρεάζεται από έναν μεγάλο αριθμό σωματικών και εξωσωματικών παραγόντων και σχετίζεται με παράγοντες όπως η υγρασία και ο αερισμός - εξαερισμός του εξεταζόμενου εσωτερικού χώρου.

Η ζώνη θερμικής άνεσης ορίζεται από ένα συνδυασμό θερμοκρασίας αέρα και σχετικής υγρασίας, συνθήκες στις οποίες ένας άνθρωπος, καθισμένος και ντυμένος ελαφρά, αισθάνεται άνετα και παρουσιάζεται από τον κύκλο «comfort zone».



Εικόνα 3.3: Comfort Zone

Σημαντικό κριτήριο ορθής λειτουργίας ενός κολυμβητηρίου, αποτελεί η θερμοκρασία του νερού. Σύμφωνα με οδηγίες του National Swimming Pools Federation, οι ιδανικές θερμοκρασίες όπως έχουν προκύψει μέσα από μακροχρόνιες έρευνες και μελέτες, καθορίζονται ανάλογα με τη

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

χρήση της εκάστοτε πισίνας και τα άτομα για τα οποία προορίζεται να εξυπηρετεί. Πιο συγκεκριμένα, οι προτεινόμενες θερμοκρασίες νερού παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1. Προτεινόμενες θερμοκρασίες για τις διάφορες δραστηριότητες

| Δραστηριότητα | Προτεινόμενη Θερμοκρασία |
|---|--------------------------|
| Προπόνηση & διεξαγωγή αγώνων κολύμβησης και | 26 – 28 °C |
| Κολύμβηση αναψυχής, εκμάθηση ενηλίκων | 27 – 29 °C |
| Κέντρα αναψυχής | 28 – 30 °C |
| Εκμάθηση ανηλίκων | 29 – 31 °C |
| Baby swimming, παιδιά προσχολικής ηλικίας, ΑΜΕΑ | 30 – 32 °C |
| Γ1/443/73 Υγειονομική Διάταξη | 22 – 25 °C |

Η χρήση της πισίνας από μικρές ηλικίες και άτομα με περιορισμένη δυνατότητα κινήσεων, απαιτεί όπως είναι φυσικό την επίτευξη υψηλών θερμοκρασιών νερού και για το λόγο αυτό, οι συγκεκριμένες ομάδες ατόμων χρησιμοποιούν κυρίως τις μικρές πισίνες (12,5 m), οι οποίες όντας μικρότερων διαστάσεων, απαιτούν πολύ μικρότερα ποσά ενέργειας για την επίτευξη αυτών των υψηλών θερμοκρασιών νερού. Στις περιπτώσεις προπόνησης αθλητικών ομάδων και διεξαγωγής αγώνων, εξαιτίας της υψηλής έντασης και συνεχούς κολύμβησης, το νερό είναι επιθυμητό να βρίσκεται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, κυρίως για καλύτερη απόδοση των αθλητών και επικράτηση άνετων συνθηκών, αφού κατά τη διάρκεια της κολύμβησης, ο αθλητής δαπανά σημαντικά ποσά ενέργειας με αποτέλεσμα την αύξηση θερμοκρασίας του σώματος. Το γεγονός αυτό, αν συνδυαστεί με ταυτόχρονη επαφή νερού υψηλής θερμοκρασίας, προκαλεί συνθήκες δυσφορίας στους αθλητές με αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσής τους.

Η Ελληνική νομοθεσία, ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του '70, έχει μεριμνήσει για τις προτεινόμενες επικρατούσες συνθήκες όσων λειτουργούν. Σύμφωνα με την Διάταξη Γ1/443/73 (ΦΕΚ 87B), με την ιδιότητα «περί Κολυμβητικών Δεξαμενών μετά οδηγίες κατασκευής και λειτουργίας αυτών», καθορίζονται οι κατασκευαστικές απαιτήσεις των νέων πισινών, οι οποίες βάση της επιφάνειάς τους, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες (πίνακας 2.2).

Πίνακας 3.2: Κατηγορίες κολυμβητικών δεξαμενών σύμφωνα με την επιφάνεια αυτών

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| [ΦΕΚ 87B, Υγ. Διάταξη Γ1/443/73] – Κατηγοριοποίηση | |
|--|-------------------------------|
| Μικρές | $E1 > 350 \text{ m}^2$ |
| Μεσαίες | $350 < E2 < 1250 \text{ m}^2$ |
| Μεγάλες | $E3 > 1250 \text{ m}^2$ |

Στις κατασκευαστικές απαιτήσεις περιλαμβάνονται επίσης η κλίση του πυθμένα, η επιτρεπόμενη επίστρωση του πυθμένα και των περιμετρικών τοιχωμάτων, το μέγιστο φορτίο της κολυμβητικής δεξαμενής, τα στόμια εισροής και εκροής, οι αύλακες υπερχειλίσεως και λοιπά τεχνικά στοιχεία. Στον Πίνακα 2.3. παρουσιάζονται τα απαιτούμενα τεχνικά χαρακτηριστικά των πισινών, όπως αυτά καθορίζονται από την νομοθεσία.

Πίνακας 3.3: Ποιοτικές Απαιτήσεις Κολυμβητικών Δεξαμενών

| [ΦΕΚ 87B, Υγ. Διάτ. Γ1/443/73] | |
|---|--|
| Κατασκευαστικές Απαιτήσεις Κολυμβητικών Δεξαμενών | |
| Κλίση πυθμένα | Για βάθος < 1,5 m 1 : 12,5 (8%) |
| Μέγιστο φορτίο δεξαμενών | 1 άτομο / 1 |
| Για βάθος > 1 m | 1 άτομο / 2,5 m ² νερού |
| Για κάθε σημείο κατάδυσης | Επιπλέον επιφάνεια 30 m ² |
| Αντιστοιχία ποσότητας νερού ανά λουόμενου | >500 lt χλωριωμένου/ανακυκλούμενου νερού ανά λουόμενο |
| Τοποθέτηση στομίων εισροής για δεξαμενές > 150 | Ανά 4,5 m στα τοιχώματα |
| Τοποθέτηση στομίων εκροής για δεξαμενές > 150 | Ανά 6 m στα τοιχώματα |
| Δεξαμενές επιφάνειας >200 m ² | Επιβάλλεται σε όλη τη περίμετρο |

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Δεξαμενές επιφάνειας <200 m²

Στόμια υπερχειλίσης (skimmers),

Στην ίδια Υγειονομική Διάταξη αναγράφονται τα απαιτούμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού, καθώς και οι ρυθμίσεις για τον προτεινόμενο ρυθμό ανακυκλοφορίας του νερού, τον καθαρισμό και την απολύμανσή του. Η ποιότητα του νερού αποτελεί κρίσιμη

παράμετρο για την παροχή ενός άνετου και υψηλού ποιοτικά κολυμβητικού περιβάλλοντος. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της σωστής χλωρίωσης, του φιλτραρίσματος του νερού και την ανανέωση του νερού. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού, σύμφωνα με το άρθρο 15 της Υγειονομικής Διάταξης, οφείλουν να βρίσκονται εντός των ορίων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.5. Σύμφωνα με την παρ. 1 του άρθρου 15 της Υγειονομικής Διάταξης, το νερό της κολυμβητικής δεξαμενής πρέπει να ανανεώνεται συνεχώς καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της, με ρυθμό που να εξασφαλίζει την πλήρη ανανέωσή του μέσα σε 4 ως 6 ώρες.

Η ανανέωση πρέπει να επιτυγχάνεται είτε με συνεχή ροή νέου, καθαρού νερού, είτε με ανακυκλοφορία του νερού της δεξαμενής μετά από προηγούμενο καθαρισμό ή απολύμανση. Το σύστημα ανακυκλοφορίας – καθαρισμού – απολύμανσης του νερού, πρέπει να βρίσκεται σε λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια χρήσης της πισίνας, αλλά και πέραν από αυτή, μέχρι την εξασφάλιση διαηγούς νερού και κατάλληλου από μικροβιολογική άποψη. Για την επικράτηση σωστών συνθηκών υγιεινής, απαιτείται η εισροή 30 λίτρων φρέσκου νερού (νέου ή ανακυκλωμένου) ανά άτομο την ημέρα.

Η απολύμανση του νερού κρίνεται απαραίτητη καθ' όλη τη διάρκεια χρήσης της κολυμβητικής δεξαμενής, όπως ορίζει το άρθρο 18 της Υγειονομικής Διάταξης, ανεξαρτήτως του τύπου νερού που χρησιμοποιείται. Η απολύμανση στις πλείστες των περιπτώσεων πραγματοποιείται με χρήση χλωρίου μέσω κατάλληλης δοσομετρικής αντλίας. Το υπολειμματικό χλώριο σε αυτή τη περίπτωση πρέπει να βρίσκεται εντός των τιμών 0,4 – 0,7mg/L για αποφυγή εμφάνισης προβλημάτων υγείας στους λουόμενους. Ενώ η θερμοκρασία πρέπει να συντηρείται μεταξύ 22^ο-25^ο βαθμούς κελσίου.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

3.2. Οι Οπτικές Ανάγκες των Θεατών

Το επίπεδο φωτισμού στις κερκίδες πρέπει να είναι χαμηλό. Οι τιμές από 50 ως 100Lux θεωρούνται ικανοποιητικές. Για τους θεατές πρωταρχική απαίτηση είναι να μην υπάρχει θάμβωση. Τα ανοίγματα φυσικού φωτισμού και ειδικά τα συνεχή κατά μήκος του πάνω μέρους των τοίχων, μπορεί να παρέχουν φυσικό φως ιδιαίτερα θαμβωτικό για τους θεατές κάποιες ώρες της ημέρας. Μια κατηγορία πολύ απαιτητικών θεατών αποτελούν οι προπονητές, διαιτητές και κριτές, οι οποίοι έχουν οπτικές ανάγκες ανάλογες με εκείνες των παικτών. Πρέπει να τους παρέχεται το ίδιο επίπεδο φωτισμού και οπτική άνεση παρόμοια με αυτή που παρέχεται στους παίκτες, είτε η θέση τους είναι στην περιοχή άσκησης της αθλητικής δραστηριότητας είτε έξω απ' αυτή. Ιδιαίτερη σημασία για το σωστό φωτισμό έχει και η σχέση μεταξύ ελάχιστης και μέγιστης έντασης φωτισμού στο κατακόρυφο και το οριζόντιο επίπεδο με τιμές που κυμαίνονται μεταξύ 1/3 και 1/2 αντίστοιχα.

3.3. Τεχνητός Φωτισμός Εσωτερικών Βοηθητικών Χώρων Κτιρίου

Με βάση το ISO 8995 και DIN 5035, προσδιορίζεται το επίπεδο φωτισμού και η απαιτούμενη ποσότητα, σύμφωνα με τις δραστηριότητες που εκτυλίσσονται σε κάθε περιοχή του κτιρίου. Έτσι, τα προτεινόμενα επίπεδα φωτισμού σε κλειστά γυμναστήρια είναι:

- Χώροι γραφείων 300 – 500 Lux - Χώροι WC - κλιμακοστάσια Χώροι υποδοχής: 150 Lux
- Φωτισμός Ασφαλείας: 15 Lux και
- Αθλητικός χώρος: 300 Lux για άθληση, 500 Lux για εθνικούς αγώνες, 1500-2000 lux όταν υπάρχει κάλυψη από TV.

3.4. Ενεργειακός Φωτισμός στο Χώρο του Κολυμβητηρίου

Οι ανάγκες φωτισμού που πρέπει να ικανοποιηθούν, είναι συνάρτηση του είδους του αθλήματος και του επιπέδου άθλησης (κολύμβησης). Για τους μαθητές και αρχάριους, ένα μέσο επίπεδο φωτισμού περίπου 300-400 Lux στην περιοχή άσκησης της αθλητικής δραστηριότητας θεωρείται ικανοποιητικό. Άλλα χαρακτηριστικά φωτισμού που αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για τους αθλούμενους, είναι:



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

- **Η ομοιομορφία:** Ο τεχνητός φωτισμός πρέπει να προγραμματίζεται έτσι ώστε ο συντελεστής ομοιομορφίας να είναι μεγαλύτερος από 0.7, ενώ για το φυσικό φωτισμό θεωρείται αποδεκτός ένας συντελεστής ομοιομορφίας πάνω από 0.33 και καλός πάνω από 0.6,
- **Η οπτική άνεση** και ισορροπία των φωτεινών πηγών: Θα πρέπει να αποφεύγεται η θάμβωση των παικτών και ανομοιόμορφη κατανομή των ανοιγμάτων φυσικού φωτισμού και των τεχνητών φωτεινών πηγών, αφού μειώνεται σημαντικά η αθλητική απόδοση. Αυτό γίνεται με τη χρήση ανακλαστικών επιφανειών γύρω από τις φωτεινές πηγές και τα ανοίγματα φωτισμού και η χρήση ημιδιαφανών τζαμιών ή στοιχείων ηλιοπροστασίας στα ανοίγματα και
- **Η απόδοση** των χρωμάτων: Παρατηρείται ότι οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων ΜΗ -metal halide παρέχουν την καλύτερη απόδοση χρωμάτων. Όταν ο φωτισμός είναι φυσικός, δεν υπάρχει πρόβλημα αλλοίωσης των χρωμάτων αν τα ανοίγματα είναι καλυμμένα με τζάμια ή συνθετικά υλικά ουδέτερου χρώματος ή ελαφρώς χρωματισμένα

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

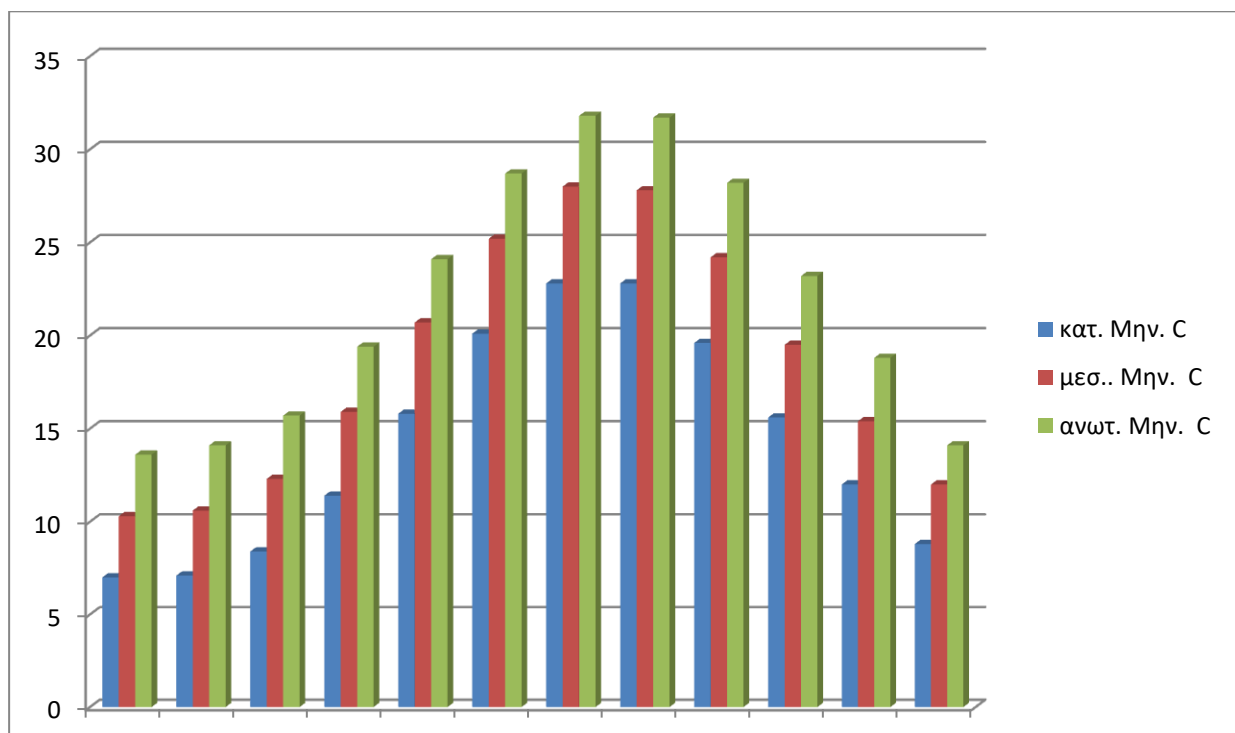
"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ

4.1. Κλιματολογικά Δεδομένα Περιοχής

Τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής – της πόλη του Πειραιά (σταθμός Ελευσίνας) - όπως καταγράφονται στην ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010, παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1. Τα στοιχεία θεωρούνται ως αντιπροσωπευτικά για την περιοχή του κτηρίου, που ανήκει στη Κλιματική Ζώνη Β.

Πίνακας 4.1: Κλιματολογικά Δεδομένα Πειραιά



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | κατ. Μην. C | μεσ.. Μην. C | ανωτ. Μην. C | |
|--------|----------------|-----------------|--------------|--|
| 1-Ιαν | 7 | 10,3 | 13,6 | |
| 1-Φεβ | 7,1 | 10,6 | 14,1 | |
| 1-Μαρ | 8,4 | 12,3 | 15,7 | |
| 1-Απρ | 11,4 | 15,9 | 19,4 | |
| 1-Μαϊ | 15,8 | 20,7 | 24,1 | |
| 1-Ιουν | 20,1 | 25,2 | 28,7 | |
| 1-Ιουλ | 22,8 | 28 | 31,8 | |
| 1-Αυγ | 22,8 | 27,8 | 31,7 | |
| 1-Σεπ | 19,6 | 24,2 | 28,2 | |
| 1-Οκτ | 15,6 | 19,5 | 23,2 | |
| 1-Νοε | 12 | 15,4 | 18,8 | |
| 1-Δεκ | 8,8 | 12 | 14,1 | |

4.2. Γενικά Στοιχεία Κτιρίου Κολυμβητηρίου

4.2.1. Γενικά Στοιχεία

Το κτίριο επιθεωρήθηκε για το ενεργειακό πιστοποιητικό, σε ώρα που το κολυμβητήριο ήταν ανοικτό για το κοινό, κατά την ανοιξιάτικη περίοδο (Απρίλιο). Οι ακόλουθες συνθήκες μετρήθηκαν, από τα όργανα που διέθεταν οι ενεργειακοί μελετητές κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης.

Πίνακας 4.3: Εσωτερικές συνθήκες κολυμβητηρίου κατά την ενεργειακή επιθεώρηση (11/04/2019)

| | |
|----------------------------------|------|
| Εξωτερική θερμοκρασία (υπό σκιά) | 16 C |
|----------------------------------|------|

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | |
|--|----------|
| Εξωτερική υγρασία | 50% |
| Εξωτερική θερμοκρασία | 20,0 C |
| Εξωτερική θερμοκρασία οροφής | 22,0 C |
| Υγρασία στο εσωτερικό του κτηρίου | 60,0 % |
| Επίπεδο φυσικού φωτισμού - στους βατήρες | 582 lux |
| στους θεατές | 1080 lux |
| Θερμοκρασία νερού πισίνας | 25,6 C |

Το κτίριο του κολυμβητήριου ανήκει στην ιδιοκτησία του Δήμου Δραπετσώνας –Κερατσινίου στο όνομα του οποίου έχουν εκδοθεί και οι σχετικές άδειες ικανοποιεί τις ανάγκες της περιοχής για κολυμβητικούς αγώνες και υδατοσφαίριση αλλά και τις ανάγκες του τοπικού πληθυσμού, σχολείων και φορέων της περιοχής για κολύμβηση.

Το κτίριο ηλεκτροδοτείται από το Δίκτυο της ΔΕΗ, μέσω Υ/Σ με Μ/Τ ελαίου υδροδοτείται από την ΕΥΔΑΠ.

Πρόκειται για ένα κτίριο ισόγειο, ορθογωνικής κάτοψης ,σχεδιασμένο κατά τον άξονα ανατολής –Δύσης συνολικής επιφάνειας 2264 m² .

Το κέλυφος του κτιρίου αποτελείται από διπλή μπατική τοιχοποιία με ζώνες κουφωμάτων αλουμινίου με μονούς υαλοπίνακες και μια ζώνη από πάνελ πολυουρεθάνης. Η οροφή είναι κλειστή με πάνελ πολυουρεθάνης.

Ο αριθμός ατόμων που βρίσκονται στο κολυμβητήριο, όταν είναι σε πλήρη λειτουργία, υπολογίζεται συνολικά σε 300 άτομα. Οι μόνιμοι δημοτικοί υπάλληλοι του κτιρίου είναι επτά, ενώ εργάζονται και δέκα τέσσερεις (14) έκτακτοι υπάλληλοι.

Σχετικά με τη λειτουργία του κτιρίου, το σενάριο λειτουργίας του δίνεται ως ακολούθως, για το χώρο κολυμβητηρίου και τους λοιπούς βοηθητικούς χώρους:

- Σεπτέμβριος έως Ιούλιος 08:00–22:30 (14,30 ώρες/ημέρα),
- Αύγουστος: Κλειστό για συντήρηση

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Επομένως οι συνολικές ετήσιες ώρες λειτουργίας κλειστού κολυμβητηρίου είναι 4727. Το κτίριο είναι ελεύθερο από όλες τις πλευρές του, όπου δεν σκιάζεται από άλλα όμορα κτίρια, εκτός από τη ΒΔ πλευρά του όπου, σε απόσταση 10 μέτρων υπάρχει το κλειστό γυμναστήριο που δεν δημιουργεί σοβαρές σκιάσεις λόγω ύψους (πιο χαμηλό), όπως φαίνεται και από την εικόνα που δίνεται από την υπηρεσία διαδικτύου, Google maps.



Εικόνα 4.1: Κάτοψη κτιρίου από δορυφόρο.

Το κτίριο έχει μεγάλα ανοίγματα στην βορειοανατολική και νοτιοδυτική όψη του και μικρότερα στη βορειοδυτική και νοτιοανατολική πλευρά.

4.2.2. Δομικά Χαρακτηριστικά Κτιρίου

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Το κέλυφος γύρω από την πισινά είναι κατασκευασμένο από διπλή μπατική τοιχοποιία με ζώνες κουφωμάτων αλουμινίου με μονούς υαλοπίνακες και μια ζώνη από πάνελ πολυουρεθάνης. Η οροφή είναι κλειστή με πάνελ πολυουρεθάνης.

Ως μια γενική αποτίμηση, το κέλυφος μπορεί να χαρακτηριστεί ως πεπαλαιωμένο, παρουσιάζοντας ελλιπή θερμομονωτική συμπεριφορά, τόσο λόγω της κακής κατάστασης της μόνωσης 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.



Εικόνα 4.2: Βορειοανατολική πλευρά κολυμβητηρίου

Τα ανοίγματα του κτιρίου είναι κατασκευασμένα από πολυκαρβονικά φύλλα, (Εικόνα 3.2), με συντελεστή θερμοπερατότητας, $U=3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, όπως δίνουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πολυκαρβονικών φύλλων, 6-cm πάχους. (βλ. πίνακας 3.4).

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"



Εικόνα 4.3: Νοτιοανατολική πλευρά κολυμβητηρίου.

Πίνακας 4.4: Τεχνικά χαρακτηριστικά πολυκαρβονικών φύλλων

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| Πάχος (mm) | 4 | 6 | 8 | 10 | 16 | 20 | 16 | 20 | 25 | 32 |
| Τοιχώματα | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 7 | |
| Πλάτος (mm) | 2100 | | | | 2100 | | | | 1200 | |
| Μήκος (mm) | 6000 | | | | | | | | | |
| Βάρος (kg/m ²) | 0,8 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 2,7 | 3,2 | 2,55 | 3,1 | 3,2 | 3,5 |

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Πίνακας 4.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά πολυκαρβονικών φύλλων

| | m^2 | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|------|------|------|------|------|--------------|------|------|---------------|
| U-value | 3,9 | 3,5 | 2,9 | 2,6 | 2,3 | 2,2 | 2,1 | 1,9 | 1,5 | 1,4 | |
| U-value | 3,3 | 3,0 | 2,5 | 2,2 | 2,0 | 1,5 | 1,8 | 1,6 | 1,3 | 1,2 | |
| Φωτοδιαπερατότητα % | | | | | | | | | | | |
| Διάφανο | 85 | 81 | 81 | 74 | 74 | 75 | 65 | 65 | 69 | 66 | |
| Μπρονζέ | 57 | 51 | 65 | 41 | 37 | 35 | 30 | 30 | 35 | 35 | |
| Λευκό | 58 | 57 | 57 | 52 | 52 | 52 | 40 | 40 | 42 | 42 | |
| Λευκό 30% | | 37 | 37 | 35 | 32 | 32 | | | 35 | 36 | |
| Ανάκλασης | | | | | 43 | | 35 | | 37 | 35 | |
| Συντελεστής Ηλιακής Θερμότητας % | | | | | | | | | | | |
| Διάφανο | 83 | 80 | 82 | 75 | 73 | 77 | 68 | 68 | 61 | 60 | |
| Μπρονζέ | 66 | 66 | 70 | 57 | 57 | 57 | 50 | 50 | 50 | 50 | |
| Λευκό | 66 | 66 | 65 | 62 | 63 | 63 | 45 | 45 | 50 | 54 | |
| Λευκό 30% | | 47 | 47 | 45 | 44 | 43 | | | 37 | 35 | |
| Ανάκλασης | | | | | 45 | | 40 | | 43 | 43 | |
| Συντελεστής Σκίασης | | | | | | | | | | | |
| Διάφανο | 0,95 | 0,91 | 0,94 | 0,86 | 0,86 | 0,88 | 0,78 | 0,78 | 0,61 | 0,69 | |
| Μπρονζέ | 0,76 | 0,76 | 0,80 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,57 | 0,57 | 0,57 | 0,57 | |
| Λευκό | 0,76 | 0,76 | 0,75 | 0,71 | 0,72 | 0,72 | 0,52 | 0,52 | 0,57 | 0,62 | |
| Λευκό 30% | | 0,54 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,49 | | | 0,42 | 0,40 | |
| Ανάκλασης | | | | | 0,52 | | 0,46 | | 0,49 | 0,49 | |
| Συντελεστής Γραμμικής Διαστολής | | | | | | | | 10^{-5} | | | 6,5 x (m/m C) |
| Αντίδραση στη φωτιά (DIN 4102-01.05/98) | | | | | | | | Κλάση I - BI | | | |

Η οροφή του κτιρίου καλύπτεται από sandwich panels με 5cm μόνωση πολυουρεθάνης, που στηρίζονται στο μεταλλικό σκελετό του κτιρίου και έχει συντελεστή θερμοπερατότητας $U=0,90W/m^2K$. Στην στέγη έχουν επίσης τοποθετηθεί πολυκαρμπονικά διάφανα φύλλα συνολικού εμβαδού $42m^2$. Προσφέρουν καλύτερο φωτισμό κατά τη διάρκεια της ημέρας και

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

έτσι μειώνεται η χρήση των προβολέων. Με τον τρόπο αυτό πραγματοποιείται εξοικονόμηση ενέργειας.



Εικόνα 4.4: Οροφή κολυμβητηρίου

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

4.2.3. Ηλεκτρομηχανολογικός Εξοπλισμός: Σύστημα Θέρμανσης – Κλιματισμού – Φωτισμού

Στο λεβητοστάσιο υπάρχουν δύο λέβητες αερίου που καλύπτουν τις ανάγκες του κολυμβητηρίου για θέρμανση των πισινών καθώς και ζεστό νερό για τους χρήστες.



Εικόνα 4.4: Λέβητες κολυμβητηρίου



Εικόνα 4.5: Λέβητες κολυμβητηρίου

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Έπειτα από ενεργειακή επιθεώρηση που πραγματοποιήθηκε, τα χαρακτηριστικά των λέβητών είναι τα εξής:

1. Λέβητας «rayon» θερμικής ισχύος 500.000 kcal/hr ή 1060 kWth με καυστήρα weishaut wmG 10/3-A– κατανάλωση έως 99,5 Nm³/hr.
2. Λέβητας «rayon» θερμικής ισχύος 500.000 kcal/hr ή 1060 kWth με καυστήρα RIELO RS 100 – κατανάλωση έως 99,5 Nm³/hr.

Από την ετήσια μέτρηση που πραγματοποιήθηκε, οι λέβητες παρουσίασαν θερμική απόδοση $\eta = 0,88$ ή 88%.

Το θερμικό σύστημα του κολυμβητηρίου διαθέτει δύο ίδια δοχεία διαστολής, ουσιαστικά ένα για κάθε λέβητα. Είναι τύπου REFLEX N1000/6. Ανάλογα τις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος λειτουργούν ένας ή και οι δύο λέβητες. Όταν η εξωτερική θερμοκρασία T_a είναι κάτω από δέκα βαθμούς κελσίου τότε ενεργοποιούνται και οι δύο λέβητες ενώ κατά τους θερινούς μήνες λειτουργεί μονάχα ο ένας λέβητας ο οποίος καλύπτει τις ανάγκες του κολυμβητηρίου.

Έξι κυκλοφορητές/αντλίες είναι εγκατεστημένοι στην προσαγωγή ζεστού νερού προς το θερμικό σύστημα. Ο πίνακας παρακάτω απεικονίζει τους τύπους αυτούς.

Πίνακας 4.5: Τύποι αντλιών

| Εταιρεία | Τύπος | Καλύπτει ανάγκες - προς: |
|----------|-----------|------------------------------------|
| 1. WILO | TOP 40/7 | Boiler ζεστού νερού χρήσης |
| 2. WILO | RS 30/7 | Θέρμανση γραφείων αποδυτηρίων |
| 3. WILO | TOP S40/4 | Θέρμανση αέρα εισαγωγής το χειμώνα |
| 4. WILO | IP 80/250 | Είσοδο Εναλλάκτη 1 μεγάλης πισίνας |
| 5. WILO | IP 80/250 | Είσοδο Εναλλάκτη 2 μεγάλης πισίνας |
| 6. WILO | S30/7 | Ανακυκλοφορία boiler |

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Οι κυκλοφορητές είναι παλαιάς τεχνολογίας χωρίς αυτοματισμούς (π.χ. Inverters).

Οι διανομείς-συλλέκτες, διαμέτρου 4" καλύπτουν ανάγκες για προσαγωγή/επιστροφή ΖΝ προς/από τα fan coils, τους εναλλάκτες θερμότητας, και είναι αμόνωτα. Στο θερμικό σύστημα είναι εγκατεστημένα δύο, ίδιας δυναμικότητας, εναλλάκτες θερμότητας, τύπου GEA Alhborn, Germany, με 31 πλάκες εναλλαγής έκαστος που συνδέονται με τους δυο διανομείς-συλλέκτες (κολλεκτέρ) και τα εγκατεστημένα τέσσερα συστήματα φιλτραρίσματος νερού για την μεγάλη πισίνα. Επίσης υπάρχει ένας μικρότερος εναλλάκτης που καλύπτει τις απαιτήσεις για την μικρή πισίνα. Οι εναλλάκτες



Εικόνα 4.6: Διανομείς-συλλέκτες

θερμότητας είναι καλά συντηρημένοι και σε καλή κατάσταση. Στο χώρο του λεβητοστασίου λειτουργεί αντλιοστάσιο για το νερό της κολυμβητικής δεξαμενής με τα παρακάτω χαρακτηριστικά. Όλες οι αντλίες (6 συνολικά) δουλεύουν επί 24ώρου βάσεως. Οι έξι αυτές αντλίες λειτουργούν συνεχώς. Το σύστημα του αντλιοστασίου βρίσκεται σε πολύ καλή κατάσταση, αν και η εγκατάσταση χρονολογείται από τα τέλη της δεκαετίας του '90, ωστόσο έχουν συντηρηθεί επαρκώς. Μόνο 3 από τις 6 αντλίες διαθέτουν συστήματα αυτοματισμού.

- 3 αντλίες τύπου BONORA type 01189 Βαλιάδη, 3 kW -3000rpm , 400 V, 3 DAB νερού 3Φ, παροχής 55,00m³/h και μανομετρικού 10μΣ7, 5,5 kW - rpm 1450, 400 V.



Εικόνες 4.7 & 4.8: Απεικόνιση αντλιών

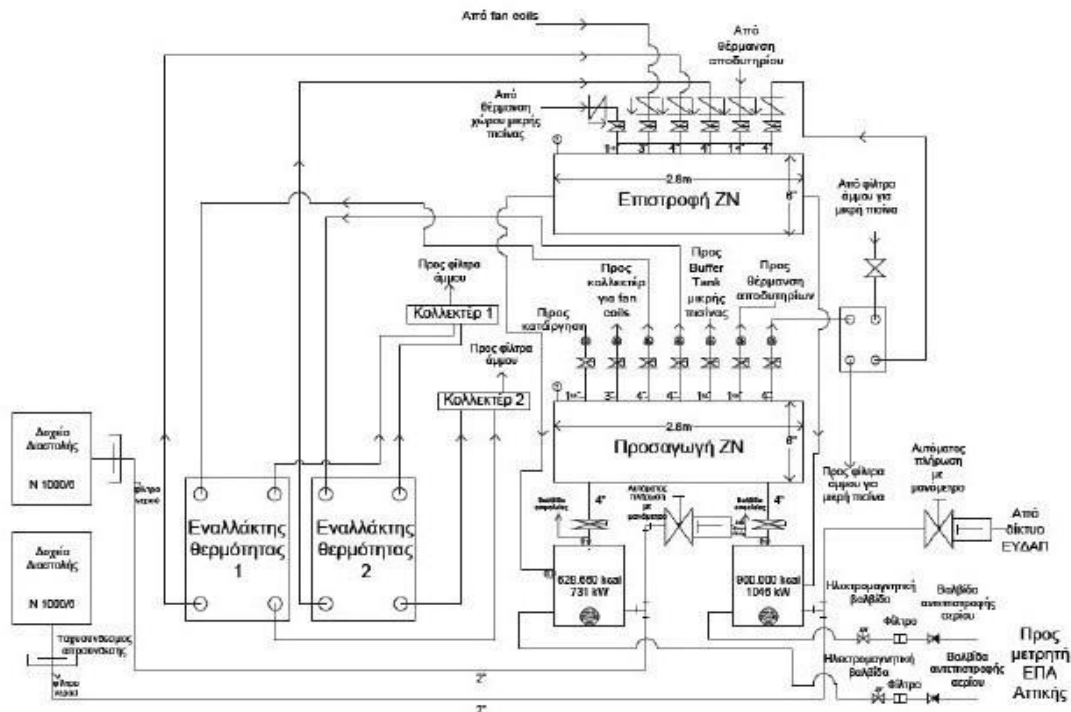
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Το αντλιοστάσιο παρόλο που χρονολογείται από τα τέλη του '90 βρίσκεται αν όχι σε άριστη αλλά πολύ καλή κατάσταση. Φαίνεται ότι συντηρείται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Το κύριο χώρο του κολυμβητηρίου, για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης λειτουργεί ένα αξονικό αερόθερμο νερού με ανάμειξη αέρα κατά τους χειμερινούς μήνες επανακυκλοφορεί το 60% και εισάγει 40% φρέσκο αέρα ενώ κατά τους θερινούς μήνες αποβάλλει συνεχώς, (fan coils), Fyrogenis MFO 180, ισχύος 12,5HP 237000 m³/h παροχής αέρα, με θερμοκρασία οC εισόδου/εξόδου νερού 80/70οC από τους λέβητες σε εξωτερική θερμοκρασία αέρα 10οC υπάρχουν δυο κυλινδρικά κανάλια μεταβλητής διατομής κατά μήκος της πισίνας . Ο σωλήνας σύνδεσης του fan coil με το σωλήνα προσαγωγής -επιστροφής ZNX είναι διαμέτρου 1 ½ " .

Στα αποδυτήρια του κολυμβητηρίου καθώς και στους βοηθητικούς χώρους υπάρχουν χαλύβδινα θερμαντικά σώματα (φέτες) προκειμένου να καλύψουν τις ανάγκες θέρμανσης. Το σύστημα της θέρμανσης θεωρήθηκε παλιό και μη ικανοποιητικό. Για τον λόγο αυτόν χρειάζεται να αλλαχθούν τα συστήματα θέρμανσης ώστε να γίνουν αποδοτικά. Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει το υπάρχον θερμικό σύστημα του κτιρίου.



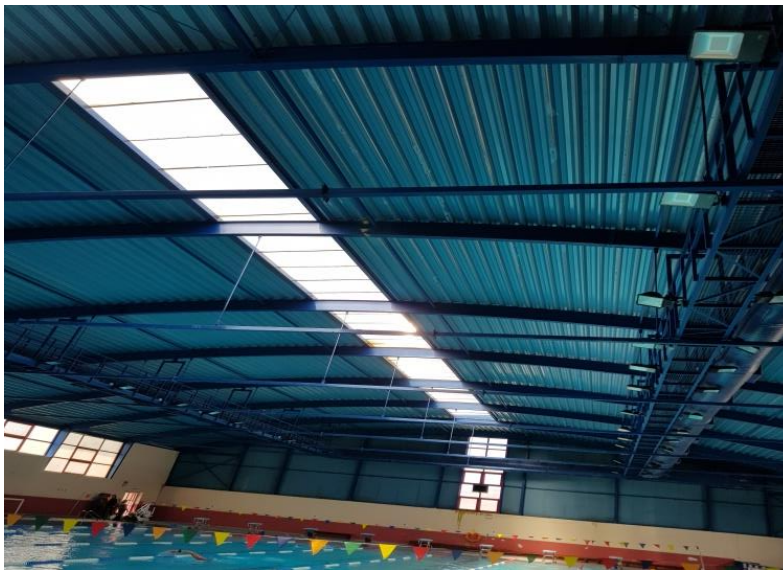
Εικόνα 4.9: Υπάρχον θερμικό σύστημα κολυμβητηρίου (Το σχέδιο δεν είναι σε κλίμακα).

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

4.2.4. Ηλεκτρομηχανολογικός Εξοπλισμός: Σύστημα Κλιματισμού – Φωτισμού

Το κολυμβητήριο δεν διαθέτει σύστημα κλιματισμού/ψύξης εγκατεστημένο. Επίσης δεν διαθέτει μηχανικό αερισμό στο χώρο του κολυμβητηρίου. Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, ΤΟΤΕΕ 20701-1 και παράγραφο 4.6.1, ο θεωρητικός μηχανικός αερισμός που πρέπει να διαθέτει το κολυμβητήριο είναι $43.706 \text{ m}^3/\text{hr}$. Τα fan coils είναι εκείνα που καλύπτουν τις ανάγκες του μηχανικού αερισμού τα οποία είναι συνδεδεμένα με το σύστημα της θέρμανσης είτε με 6 αξονικούς ανεμιστήρες που είναι εγκατεστημένοι στη οροφή του κτηρίου, είτε από τα 32 ανοιγμένα παράθυρα, διαστάσεων $2,5 \times 1,0 \text{ μ}$ εκατέρωθεν της πισίνας.



Εικόνα 4.10: Εσωτερικό κολυμβητηρίου

4.2.5. Φωτισμός Κολυμβητηρίου & Βοηθητικών Χώρων

Οι ανάγκες του τεχνητού φωτισμού του κολυμβητηρίου και συγκεκριμένα για τους βοηθητικούς χώρους όπως είναι τα αποδυτήρια, τα γραφεία των προπονητών και το ιατρείο, καλύπτονται από λάμπες φθορισμού T8 σε 8 συστοιχίες $2 \times 36 \text{ W}$, με κάλυμμα και ηλεκτρομαγνητικά ballasts και από 27 αυτόνομα φωτιστικά σώματα 36 W τοποθετημένα στους χώρους των αποθηκών,

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

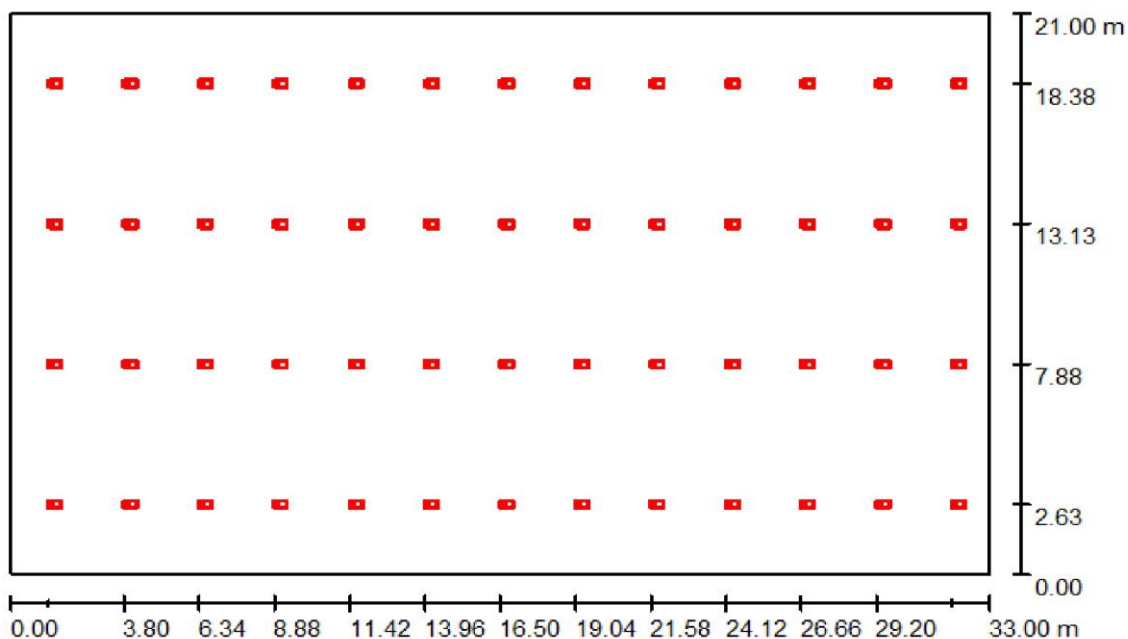
διάδρομοι, κα. Τα φωτιστικά αυτά λειτουργούν καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του κολυμβητηρίου.

Η μεγάλη δεξαμενή στη νοτιοανατολική πλευρά φωτίζεται από 11 προβολείς που διαθέτουν λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων (metal halide) 400 W έκαστος. Η νοτιοδυτική πλευρά φωτίζεται με 25 προβολείς με λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων (metal halide) 1000 W έκαστος. Οι λαμπτήρες που χρησιμοποιούνται είναι PHILIPS HPI-T 1000 W/643 & Master PHILIPS HPI-T plus 400 W/645.

Και τα δύο είδη λαμπτήρων (400 και 1000W) βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία κατά τις νυχτερινές ώρες που λειτουργεί το κολυμβητήριο.

Στον εξωτερικό χώρο του κολυμβητηρίου και στην δυτική πλευρά είναι εγκατεστημένοι δύο προβολείς με λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων (metal halide) 400 W.

Στην βόρεια πλευρά είναι εγκατεστημένος ένας προβολέας με λαμπτήρα μεταλλικών αλογονιδίων (metal halide) 400 W. Και οι τρεις προβολείς λειτουργούν από τις 23:00 έως 06:00.



Εικόνα 4.11: Θέσεις Φωτιστικών σωμάτων στο χώρο της πισίνας (Το σχέδιο δεν είναι σε κλίμακα)

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Το φορτίο από το φωτισμό υπολογίζεται περίπου σε 15,66 W/m². Οι άλλες ηλεκτρικές συσκευές που λειτουργούν στο κτίριο είναι κυρίως οι κυκλοφορητές, οι δυο ηλεκτρονικοί πίνακες αποτελέσματος, τύπου Tanco, υπολογιστές, εκτυπωτές, ψυγεία, κλπ.

4.3. Ετήσιες Ενεργειακές Καταναλώσεις του Κολυμβητηρίου

Στον πίνακα 4.6 δίδονται οι μηνιαίες ηλεκτρικές καταναλώσεις του κολυμβητηρίου. Τα στοιχεία δόθηκαν από τον Δήμο Κερατσινίου/Δραπετσώνας. Το κτίριο στο οποίο στεγάζεται το κολυμβητήριο τροφοδοτείται με ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο ΜΤ της Δ.Ε.Η. Όπως μπορεί κανείς να παρατηρήσει στον πίνακα 3.6 οι καταναλώσεις αφορούν τους μήνες Ιανουάριο έως και Δεκέμβριου του 2013. Κατά τον μήνα Αύγουστο παρατηρείται η μικρότερη κατανάλωση σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες αφού το κολυμβητήριο ήτο κλειστό. Η κατανάλωση ενέργειας ήταν στα 11200 kWh. Η μέγιστη κατανάλωση παρατηρείται κατά τον μήνα Νοέμβριο όπου και καταναλώθηκαν περί τα 44000 kWh. Από τα παραπάνω, κανείς μπορεί να διαπιστώσει ότι ο μήνας Αύγουστος θεωρείται ως «φορτίο βάσης» (Base Load). Αξίζει να αναφερθούμε στο γεγονός ότι η συνολική άεργος ισχύς ήταν 291600 kWh. Το νούμερο αυτό είναι υψηλό και οφείλεται στον χαμηλό συντελεστή του $\cos\phi$. Η τιμή του είναι στα 0,835. Η τρέχουσα νομοθεσία καθώς και η Δ.Ε.Η. ορίζει ότι η τιμή του $\cos\phi$ θα πρέπει να κυμαίνεται στα 0,95. Άρα συμπεραίνουμε ότι πρέπει να βελτιωθεί ο συντελεστής $\cos\phi$ (αναλυτική περιγραφή στο κεφάλαιο 6).

Πίνακας 4.6: Ετήσιες καταναλώσεις Η.Ε στο Κολυμβητήριο

| 2013 | | | | |
|--------|----------------------|----------------------|--------------|------------------|
| Μήνας | Ενεργός ισχύς kWh | Άεργος ισχύς kWhr | cos φ | Ζήτηση Αιχμής |
| Δεκ-13 | 43200 | 28000 | 0,839 | 101 |
| Νοε-13 | 44000 | 28000 | 0,844 | 100 |
| Οκτ-13 | 43200 | 29600 | 0,825 | 120 |
| Σεπ-13 | 37600 | 23200 | 0,851 | 75 |
| Αυγ-13 | 11200 | 7200 | 0,841 | 62 |

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | | | | |
|----------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| Ιουλ-13 | 28000 | 20800 | 0,803 | 68 |
| Ιουν-13 | 36800 | 26400 | 0,813 | 85 |
| Μαϊ-13 | 36000 | 25600 | 0,815 | 82 |
| Απρ-13 | 40800 | 25600 | 0,847 | 83 |
| Μαρ-13 | 40800 | 25600 | 0,847 | 93 |
| Φεβ-13 | 41070 | 25800 | 0,848 | 110 |
| Ιαν-13 | 41070 | 25800 | 0,848 | 110 |
| Σύνολο | 443740 | 291600 | 0,835 | 90,75 |

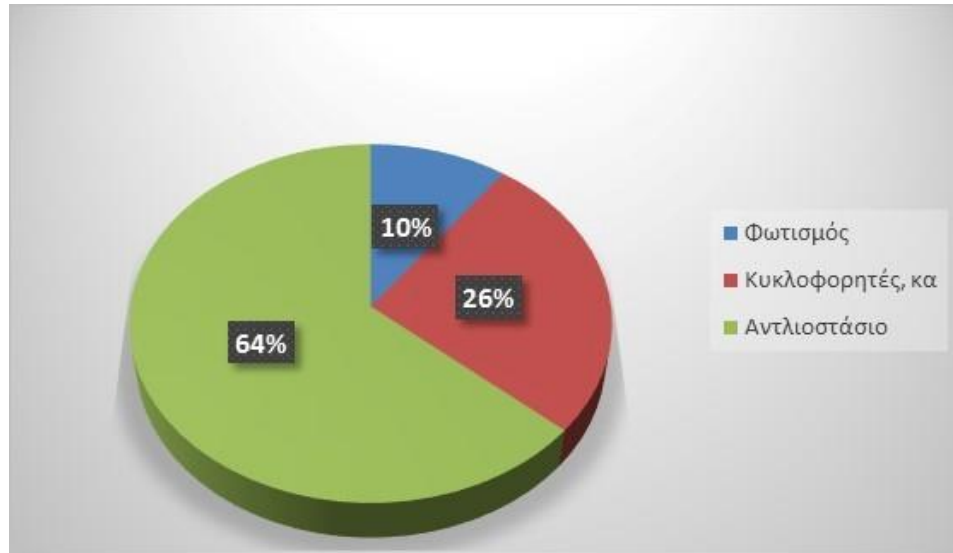
Ο πίνακας 3.7 που παρουσιάζεται παρακάτω απεικονίζει την ετήσια κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας και το πώς κατανέμεται ποσοστιαία. Το διάγραμμα 3.1 απεικονίζει την κατανομή των ηλεκτρικών φορτίων του κολυμβητηρίου.

Πίνακας 4.7: Ετήσια κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας

| ΕΤΗΣΙΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ | | % ΕΤΗΣΙΑΣ |
|--|---------------|-------------|
| Φωτισμός δυο κολυμβητικών δεξαμενών | | |
| Εξωτερικός Φωτισμός | 45068 | 10,1 |
| Κυκλοφορητές, καυστήρες, κ.λπ. | 116577 | 26,2 |
| Αντλιοστάσιο (5 αντλίες: 4x15 kW + 1x7,5 | 283095 | 63,7 |
| Σύνολο | 443740 | 100% |

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"



Διάγραμμα 4 1: Κατανομή Ηλεκτρικών φορτίων

Το καύσιμο το οποίο χρησιμοποιεί το κολυμβητήριο είναι το φυσικό αέριο και προέρχεται από το δίκτυο της ΕΠΑ Αττικής. Ο πίνακας 3.8 παρακάτω απεικονίζει τις μηνιαίες καταναλώσεις καυσίμου κατά την περίοδο Ιανουάριος-Δεκέμβριος του 2013. Όπως παρατηρείται στον πίνακα, η ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου υπολογίστηκε στα 2,377,470 kWh_{NG} και η μέγιστη μηνιαία κατανάλωση παρουσιάστηκε τον Δεκέμβριο (353,032 kWh_{NG}). Η ελάχιστη κατανάλωση παρουσιάζεται τον μήνα Αύγουστο κατά τον οποίο το κολυμβητήριο ήτο εκτός λειτουργίας. Ξανά, ο μήνας Αύγουστος χαρακτηρίζεται ως «φορτίο βάσης» (Base Load).

Πίνακας 4.8: Ετήσιες καταναλώσεις Φ.Α

| Μήνας | kWNG | Μήνας | kWNG |
|-------------------------------|--------|---------|--------|
| Ιαν-13 | 338090 | Ιουλ-13 | 33535 |
| Φεβ-13 | 303501 | Αυγ-13 | 1079 |
| Μαρ-13 | 329376 | Σεπ-13 | 95927 |
| Απρ-13 | 228252 | Οκτ-13 | 200937 |
| Μαϊ-13 | 150578 | Νοε-13 | 227254 |
| Ιουν-13 | 115909 | Δεκ-13 | 353032 |
| Σύνολο έτους 2.377.470 | | | |

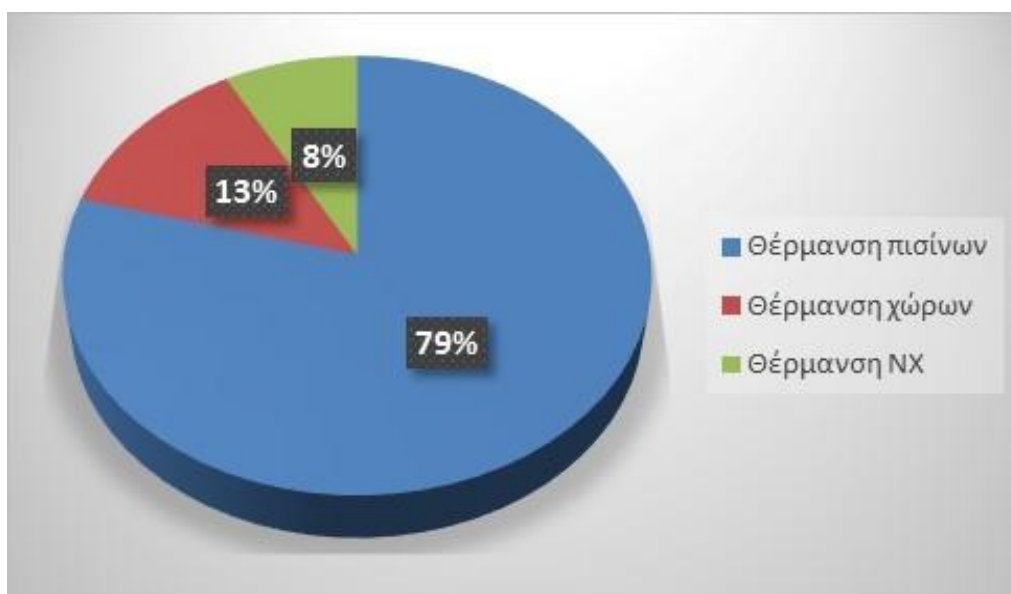
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Ο παρακάτω πίνακας (3.9) απεικονίζει τις ετήσιες θερμικές καταναλώσεις. Επίσης οι καταναλώσεις παρουσιάζονται σε ποσοστιαία κατανομή.

Πίνακας 4.9: Ετήσια κατανάλωση Φ.Α., ανά πηγή κατανάλωσης

| ΕΤΗΣΙΕΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ | | ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ |
|--|------------------|-------------------|
| Θέρμανση δυο κολυμβητικών δεξαμενών | 2.777.498 | 79,2 |
| Θέρμανση Χώρου κολυμβητηρίου + Β.Χ | 445.410 | 12,7 |
| ZNX | 282.332 | 8,1 |
| Σύνολο | 3.505.240 | 100% |



Διάγραμμα

4.2.:

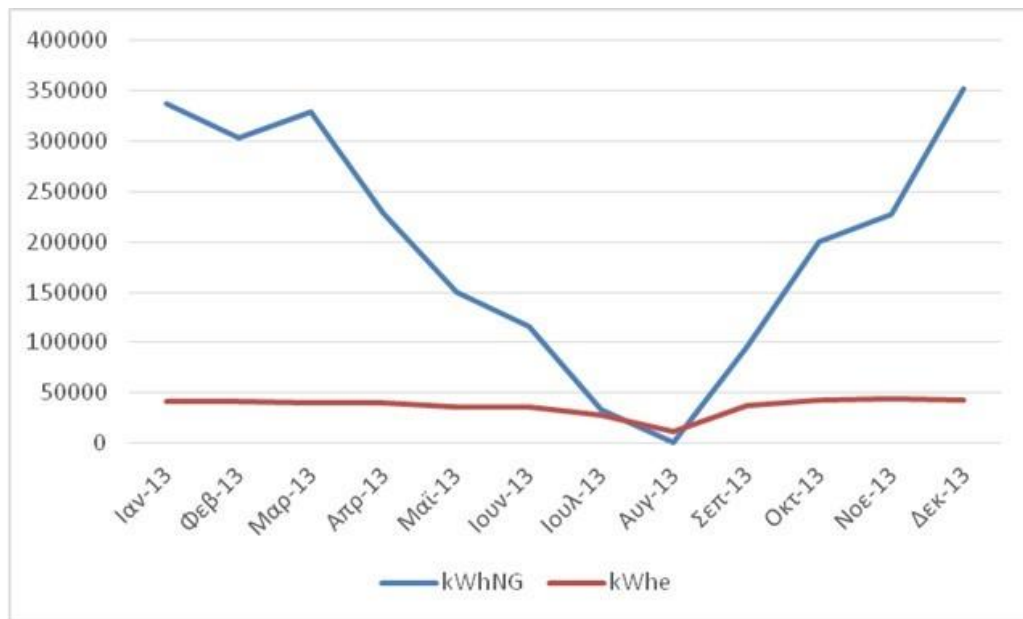
Κατανομή

Φ.Α

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Το διάγραμμα 3.3 παρουσιάζει τη μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και του φυσικού αερίου για το έτος 2013.



Διάγραμμα 4.3: Μηνιαίες καταναλώσεις Ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου

Από τα παραπάνω κανείς μπορεί να διαπιστώσει πώς οι ετήσιες (2013) καταναλώσεις που αφορούν το ηλεκτρικό και το φυσικό αέριο υπολογίζονται στα 2,821,480 kWh_{tot}. Αυτό ποσοστιαία αγγίζει το 85% σε θερμική ενέργεια και περί τα 16% στην ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό έχει ως συνέπεια την εκπομπή ρύπου (ετήσια) σε 866.14 tn διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Το διάγραμμα 3.4 απεικονίζει τα ποσοστά των παραπάνω αναφερθέντων ενεργειών.

Εάν προστεθούν και οι ετήσιες ηλεκτρικές καταναλώσεις καθώς και οι καταναλώσεις φυσικού αερίου για ένα τυπικό έτος (2013) τότε η συνολική κατανάλωση ενέργειας ισούται με $2,377.740 + 443.740 = 2,821.480$ kWh και αυτό μεταφράζεται ως 84,27% σε θερμική ενέργεια και 15,73% σε ηλεκτρική ενέργεια. Η ετήσια εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα ανέρχεται στους 866.14 τόνους. Το διάγραμμα παρακάτω απεικονίζει τις θερμικές και ηλεκτρικές καταναλώσεις.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"



Διάγραμμα 4. 4: Ανάλυση ετήσιας συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας

Η ΕΥΔΑΠ είναι ο φορέας που τροφοδοτεί το κολυμβητήριο με νερό. Ο δήμος Ν. Σμύρνης παραχώρησε τα στοιχεία κατανάλωσης νερού του κολυμβητηρίου. Πάλι, οι καταναλώσεις αφορούν τους μήνες Ιανουάριο-Δεκέμβριο του 2013. Η συνολική κατανάλωση νερού κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα αφού υπάρχει έλλειψη υπερχειλίσης και στις δύο δεξαμενές που διαθέτει το κολυμβητήριο. Επίσης, τα υψηλά επίπεδα της κατανάλωσης του νερού οφείλονται και στην υπέρμετρη χρήση το ΖΝΧ. Ωστόσο, λέγεται ότι η χρήση του ΖΝΧ θα μειωθεί από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου με το να προσφέρει ΖΝΧ σε σταθερά max θερμοκρασία (37-38 °C).

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Πίνακας 4.10: Μηνιαία κατανάλωση νερού στο κολυμβητήριο

| Μήνας | m3 νερού | Μήνας | m3 νερού |
|----------------------------|----------|---------|----------|
| Ιαν-13 | 2099 | Ιουλ-13 | 1626 |
| Φεβ-13 | 2037 | Αυγ-13 | 363 |
| Μαρ-13 | 2002 | Σεπ-13 | 3038 |
| Απρ-13 | 2087 | Οκτ-13 | 2133 |
| Μαϊ-13 | 2186 | Νοε-13 | 2078 |
| Ιουν-13 | 623 | Δεκ-13 | 2157 |
| Σύνολο έτους 2.2429 | | | |



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ

5.1. Γενικά

Προκειμένου να μελετηθεί το κτίριο στο οποίο στεγάζεται το κολυμβητήριο και να υπολογισθούν οι ενεργειακές του απώλειες, χρησιμοποιήθηκε το υπολογιστικό πρόγραμμα «ΚΕΝΑΚ vol. 1.29». Το πρόγραμμα αυτό έχει την δυνατότητα να υπολογίζει τις θερμικές και τις ψυκτικές απώλειες ενός κτιρίου. Επίσης έχει την δυνατότητα να υπολογίζει και τις ηλεκτρικές καταναλώσεις από συσκευές φωτισμού και διάφορα άλλα στοιχεία τα οποία καταναλώνουν ρεύμα. Το πρόγραμμα έχει την ικανότητα να υπολογίζει τα άνωθεν με ακρίβεια αφού ακολουθεί τους εκάστοτε κτιριακούς κανόνες (Ελλάδα) και έχει ως αναφορά ένα κτίριο αναφοράς.

Ωστε να γίνει σωστή μέτρηση, η προσομοίωση του κτιρίου γίνεται με την μέθοδο των βαθμομερών θέρμανσης τύπου HDD. Ο τόπος του κτιρίου είναι η Αθήνα και έτσι το HDD ισούται με $HDD=947$. Τα στοιχεία του HDD έχουν παρθεί από την ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010.

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου καταχωρήθηκαν μέσα στο πρόγραμμα. Ο πίνακας 4.1 παρουσιάζει τα στοιχεία του κολυμβητηρίου. Αναφορά στα δεδομένα του κολυμβητηρίου έχουν παρουσιαστεί και στο κεφάλαιο 3.2.

Πίνακας 5.1: Στοιχεία κολυμβητικού κτιρίου

| | | |
|---------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| Επιφάνεια κολυμβητηρίου | 2.878 m ² | |
| Μέσο Ύψος | 8,03 m | |
| Όγκος κολυμβητηρίου | 23.123 m ³ | |
| Άτομα | Max 1.300 | |
| Τοίχος από οπλισμένο σκυρόδεμα | 224,74 m ² | U-value = 3.76 W/ m ² K |
| Τοίχος από Panels πολυουρεθάνης | 241,45 m ² | U-value = 0,35 W/ m ² K |
| Πολυκαρβονικά φύλλα | 1.240 m ² | U-value = 3,5 W/ m ² K |

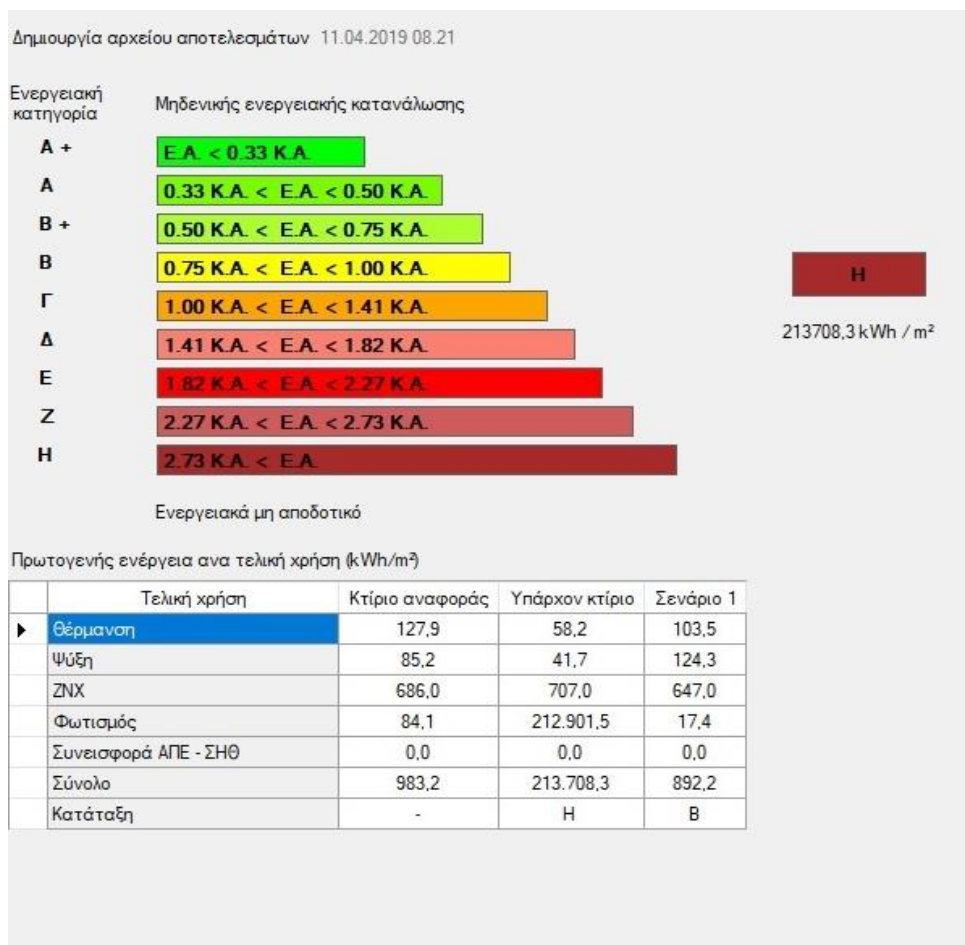
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | | |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Οροφή από Panels πολυουρεθάνης | 1.385 m ² | U-value = 0,9 W/ m ² K |
| Λέβητας 1 | 731 kWth | η = 88% |
| Λέβητας 2 | 1.046 kWth | η = 88% |

5.2. Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίου

Το κτίριο κατατάσσεται στην κατηγορία Η της ενεργειακής διάταξης. Η πρωτογενής ενέργεια υπολογίζεται στα 213,708.3 kWh/m². Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει την ενεργειακή κατάταξη του κολυμβητηρίου.



Εικόνα 5.1: Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

5.3. Υπολογισμός Θερμικής Ισχύος για την Θέρμανση των Δυο Κολυμβητικών Δεξαμενών του Κολυμβητηρίου

Η θέρμανση του νερού της πισίνας δίδεται από την παρακάτω σχέση:

$$Q = 0.6 * F * Q_A + \frac{1000 * V * (t_2 - t_1)}{T} \quad \text{Εξίσωση 5.1}$$

Όπου,

Q η θερμική ισχύς,

F είναι η επιφάνεια της πισίνας σε m²,

Q_A είναι οι θερμικές απώλειες νερού σε kcal/hm²,

P είναι η πυκνότητα του νερού σε kg/m³,

C_p είναι η ειδική θερμοχωρητικότητα νερού σε kJ/kgC,

V είναι ο όγκος νερού σε m³,

t₁ είναι η αρχική θερμοκρασία νερού σε °C,

t₂ είναι η τελική θερμοκρασία νερού σε °C και

T είναι ο χρόνος θέρμανσης σε h και είθισται να λαμβάνεται ανά 72 h.

Είναι γεγονός ότι η γενική απώλεια θερμότητας στα κλειστά κολυμβητήρια κυμαίνεται στα 120kcal/hm² όταν η θερμοκρασία του νερού είναι άνω των 23 °C, η θερμοκρασία του αέρα στους 26 °C και η θερμοκρασία νερού συμπλήρωσης είναι 17.8 °C. Έτσι η απώλεια στη μεγάλη πισίνα του κολυμβητηρίου έχοντας περί τα 60% υγρασία είναι:

$$Q = 0.6 * 1250 * 120 + \frac{1000 * 3750 * (26 - 17.8)}{72} = 51.70 \text{ kcal/h ή } 601,3 \text{ kw}$$

Και η μικρή πισίνα:

$$Q = 0.6 * 131,25 * 120 + \frac{1000 * 394 * (26 - 17.8)}{72} = 54.32 \text{ kcal/h ή } 63.2 \text{ kw}$$

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Η ολική θερμική ισχύς είναι στα 664,5 kw με μέση θερμοκρασία νερού δικτύου τους 17.8 °C.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει την θερμική κατανάλωση των δύο πισινών σε μηνιαία βάση. Οι τιμές έχουν διαμορφωθεί κατά τις ώρες λειτουργίας του θερμικού συστήματος καθώς και από την μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού που παρέχεται από την ΕΥΔΑΠ.

Πίνακας 5.2: Ετήσιες θερμικές απώλειες των δυο κολυμβητικών δεξαμενών

| Μήνας | Σύνολο θερμικής κατανάλωσης μικρής + μεγάλης πισίνας kWh/mo |
|---------------------|---|
| Ιανουάριος | 477.156 |
| Φεβρουάριος | 441.474 |
| Μάρτιος | 462.633 |
| Απρίλιος | 215.679 |
| Μάιος | 166.437 |
| Ιούνιος | 98.426 |
| Ιούλιος | 31.410 |
| Αύγουστος | 0 |
| Σεπτέμβριος | 56.665 |
| Οκτώβριος | 110.006 |
| Νοέμβριος | 304.356 |
| Δεκέμβριος | 413.256 |
| Σύνολο έτους | 2.777.498 |

Οι συνολικές ώρες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης και των δύο κολυμβητικών δεξαμενών είναι 3485 ώρες. Έτσι, η θερμική ισχύς που απαιτείται ώστε να θερμανθούν οι δεξαμενές διαμορφώνεται στα 797 kw. Η συνολική θερμική ισχύς που παράγεται από τους δύο λέβητες του κολυμβητηρίου ισούται με 1,528,660 kcal ή 1.564 kw. Διαπιστώνει κανείς ότι η ισχύς αυτή είναι αρκετή ώστε να παρέχεται η απαιτούμενη θέρμανση καθώς και η χρήση ζεστού νερού.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟ

6.1. Εισαγωγή στις Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Κολυμβητήριο

Προκειμένου το κτίριο του κολυμβητηρίου να αποκατασταθεί ενεργειακά, ποικίλλες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας μπορούν να επιτευχθούν. Από την ανάλυση των ετήσιων καταναλώσεων που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια καθώς και με την προσομοίωση του κτηρίου με την βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος και κατόπιν συνένεσης με την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου αποφασίστηκαν τα εξής μέτρα:

- Μόνωση οροφής του κτιρίου και της εξωτερικής τοιχοποιίας,
- Τοποθέτηση πολυκαρβονικών φύλλων στα ανοίγματα του κτιρίου για την δημιουργία σκίασης ειδικά στην Νότια και Δυτική πλευρά,
- Εγκατάσταση λέβητα αερίου και κατάργηση των παλαιών λεβήτων,
- Μόνωση όλων των σωληνώσεων που μεταφέρουν το ζεστό νερό του κολυμβητηρίου,
- Τα υπάρχοντα fan coils θα αντικατασταθούν με καινούργιους,
- Αντικατάσταση των λαμπτήρων με φωτισμό LED σε όλους τους χώρους του κολυμβητηρίου,
- Εγκατάσταση συστήματος μικρής Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας – ΣΗΘΥΑ- για κάλυψη μεγάλου μέρους των θερμικών αναγκών του κολυμβητηρίου,
- Το cosφ καθώς και τα inverters θα έχουν καλύτερη απόδοση με την εγκατάσταση συστοιχίας πυκνωτών και
- Τοποθέτηση κεντρικού συστήματος αυτοματισμού, BEMS και ενεργειακής διαχείρισης.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Για να πραγματοποιηθούν τα παραπάνω μέτρα θα πρέπει να εφαρμοστούν τα εξής:

- Τοποθέτηση εξηλασμένης πολυστερίνης τύπου FIBRAN ECO (5 cm) στην εμφανή τοιχοποιία έχοντας συντελεστή θερμοπερατότητας $U=0.70 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- Τοποθέτηση πάνελ τύπου "sandwich panels" με πάχος 5 cm και συντελεστή θερμοπερατότητας $U=0.42 \text{ W/m}^2\text{K}$ στην οροφή του κολυμβητηρίου,
- Υγρομόνωση και θερμική μόνωση με την χρήση ακυριλικού προϊόντος στην οροφή του κτηρίου στο σημείο που θα στεγάζεται το νέο λεβητοστάσιο καθώς και στα γραφεία του κτηρίου,
- Κάλυψη ανοιγμάτων με την τοποθέτηση νέων πολυκραβονικών φύλλων έχοντας 3 τοιχώματα (10 mm το καθένα) τύπου "opal λευκό 30%" έχοντας συντελεστή θερμοπερατότητας $U=2.6 \text{ W/m}^2\text{K}$ με συντελεστή σκίασης 0.52,
- Εγκατάσταση νέου λέβητα φυσικού αερίου με απόδοση 1060 kw και θα λειτουργεί σε συνεργασία με το σύστημα ΣΗΥΘΑ,
- Νέα ενεργειακά fan coils και απομάκρυνση των παλαιών. Με τα νέα coils θα καλύπτονται οι θερμικές ανάγκες στο χώρο του κολυμβητηρίου,
- Τοποθέτηση νέων φωτιστικών σωμάτων υψηλής απόδοσης,
- Εγκατάσταση τριφασικών μετατροπέων συχνότητας στη περιοχή του αντλιοστασίου του κολυμβητηρίου,
- Εγκατάσταση συστοιχίας πυκνωτών προκειμένου να βελτιωθεί το $\cos\phi$ από 0.834 σε 1.0 και
- Σύστημα αυτοματισμού BEMS στα συστήματα θέρμανσης, φωτισμού, στο αντλιοστάσιο και σε άλλα μέρη του κτιρίου.

6.2. Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίου Μετά την Εφαρμογή των Επεμβάσεων στο Κτίριο

Ο παρακάτω πίνακας εμφανίζει τις τιμές θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών και μη στοιχείων του κτιρίου. Ο πίνακας χωρίζεται σε δύο στήλες. Η μία στήλη αντικατοπτρίζει την υπάρχουσα κατάσταση ενώ η δεύτερη στήλη παρουσιάζει τις τιμές που θα διαμορφωθούν μετά τις ενεργειακές επεμβάσεις.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Πίνακας 6.1: Τιμές θερμοπερατότητας διαφορετικών στοιχείων περιβλήματος

| Τιμή | Υπάρχουσα τιμή | | Νέα |
|--------------------------------|------------------------------|------|-----|
| | U-value (W/m ² K) | | |
| Εμφανές σκυρόδεμα | 3,76 | 0,70 | |
| Μπατικός Τοίχος | 1,85 | 1,85 | |
| Panels πολυουρεθάνης | 0,35 | 0,35 | |
| Πόρτα σιδερένια | 6,0 | 6,0 | |
| Σιδηροδοκός | 6,0 | 6,0 | |
| Panels οροφής | 0,9 | 0,42 | |
| Polycarbonate 2πλου τοιχώματος | 3,5 | 2,6 | |
| Παράθυρο με 2πλο τζάμι | 4,5 | 4,5 | |

Η υπάρχουσα ενεργειακή κατηγορία του κτηρίου είναι Η ενώ μετά τις απαραίτητες ενέργειες θα αναβαθμιστεί σε κατηγορία Α. Σπουδαία μείωση θα παρουσιαστεί στην χρήση της πρωτογενούς ενέργειας.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

6.3. Ενεργειακοί Δείκτες

6.3.1. Γενικά Στοιχεία

Για να πραγματοποιηθεί ένας υπολογισμός της υπάρχουσας ενεργειακής απόδοσης του κολυμβητηρίου η χρήση του ανοιγμένου δείκτη απόδοσης (Normalised Performance Indicator, i.e NPI), συνίσταται. Η NPI μέθοδος συνίσταται από το Energy Efficiency Office (EEO) της Μεγάλης Βρετανίας. Η συγκεκριμένη μέθοδος επιτρέπει την σύγκριση τιμών ενεργειακής απόδοσης μιας υπάρχουσας κατάστασης και της κατάστασης που πρόκειται να πραγματοποιηθεί. Ο παρακάτω πίνακας, πίνακας 5.3 απεικονίζει τις ενδεικτικές τιμές του NPI για τα αθλητικά κέντρα. Το NPI έχει ως μονάδα μέτρησης kWh/m^2 . Για να υπολογισθεί το NPI πρέπει να γίνει συλλογή δεδομένων της κατανάλωσης ενέργειας του τελευταίου έτους. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω των μηνιαίων λογαριασμών της ηλεκτρικής ενέργειας και των καυσίμων.

Πίνακας 6.2: Ενδεικτικές τιμές NPI για αθλητικά κέντρα

| Είδος αθλητικής εγκατάστασης | NPI | | |
|---|---------|-----------|--------|
| | Μεγάλος | Κανονικός | Μικρός |
| Γυμναστήρια: ως προς τη συνολική επιφάνεια του χώρου | >340 | 200-300 | <200 |
| Κολυμβητήρια: ως προς τη συνολική επιφάνεια του χώρου | >1390 | 1050-1390 | <1050 |
| Κολυμβητήρια: ως προς την επιφάνεια της πισίνας | >5900 | 4900-5900 | <4900 |

Παρακάτω δίδονται οι σχέσεις με τις οποίες υπολογίζεται ο δείκτης του NPI για την συνολική επιφάνεια του κολυμβητηρίου.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Πίνακας 6.3: Διάφορες τιμές κατανάλωσης

| | | | | | |
|---|--|--------------------------|--|-----------------------------------|---|
| Ολική Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας (kwh) | 2821480 | | | | |
| Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας Για Θέρμανση Χώρων (kwh) | Κολυμβητήριο $0.55 \cdot 2821480 = 1551814$ | | Γυμναστήριο $0.75 \cdot 2821480 = 2116110$ | | |
| Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας Που Δεν Χρησιμοποιείται Για Θέρμανση (kwh) | 2821480 | 1551814 | 1269666 | | |
| Προσαρμογή Ενέργειας Για Θέρμανση Χώρων (kwh) | Βαθμομέρες για την τοποθεσία = 947 | Συντελεστής καιρού = 2.6 | Προσαρμογή ενέργειας λόγω καιρού = $1551814 \cdot 2.6 = 4034388,7$ | Συντελεστής ανεμοπροστασίας = 1.0 | Προσαρμογή ενέργειας λόγω ανεμοπροστασίας = $1.0 \cdot 4034388.7 = 4034388.7$ |



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | | | | |
|---|---|-----------------------------------|---------------------|--|
| Ανηγγεμένη Χρέση Ενέργειας (kwh) | $1269666+403488.7=5304054.7$ | | | |
| Ανηγγεμένη Ετήσια Χρήση Ενέργειας Για Κανονικές Ώρες Λειτουργίας (kwh) | Ώρες ετήσιας λειτουργίας της εγκατάστασης : 6012 h | Συντελεστής ωρών χρήσης | | Ανηγγεμένη ετήσια χρήση ενέργειας για κανονικές ώρες λειτουργίας: $5304054.7*0.665=3528978.5$ |
| | | Κολυμβητήρια $4000/6012=0.665$ | Γυμναστήρια 4910 | |
| Ανηγγεμένος Δείκτης NPI (kwh/m²) | Θερμαινόμενη επιφάνεια= 2878m ² Άρα, $3528978.5/2878= 1226$ NPI | | | |



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Όπως παρατηρείται και από τον πίνακα με την μέθοδο NPI, η πρωτογενής ενέργεια ανά επιφάνεια υπολογίστηκε στα 1226 kWh/m^2 εν αντίθεση με τον ΚΕΝΑΚ που υπολογίστηκε στα $966,8 \text{ kWh/m}^2$. Η απόκλιση μεταξύ των δύο μεθόδων αγγίζει το 25% και θεωρείτο μια φυσιολογική διαφορά διότι το ΚΕΝΑΚ δεν λαμβάνει υπόψη τα φορτία από την θέρμανση των κολυμβητικών δεξαμενών. Συγκρίνοντας τον ΚΕΝΑΚ και την μέθοδο NPI διαπιστώνει κανείς ότι το NPI είναι πιο ακριβές.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ/ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟ

7.1. Εγκατάσταση Κεντρικού Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης και Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Κολυμβητήριο

Προκειμένου ένα κτίριο να είναι αποτελεσματικό και φιλικό προς το περιβάλλον είναι ανάγκη να παρακολουθείται η ενεργειακή στάθμη του κτηρίου. Η διαχείριση της ενέργειας ενός κτηρίου είναι μείζονος σημασίας ώστε σε περίπτωση βλάβης και αναποτελεσματικότητας να παρθούν τα κατάλληλα μέτρα. Έτσι η εφαρμογή διαφόρων μέτρων διαχείρισης της ενέργειας καθώς και η εφαρμογή συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας είναι αναγκαία. Έχει αποφευχθεί ότι η σωστή εφαρμογή και η χρήση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας κατά 15%.

Στην περίπτωση του Δημοτικού κολυμβητηρίου η πιο σοφή κίνηση ώστε να μειωθεί η χρήση της ενέργειας είναι η εγκατάσταση του συστήματος BMS. Η τοποθέτηση του συστήματος BMS επιτρέπει την σωστή διαχείριση της ενέργειας του κτιρίου. Το BMS διαθέτει μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας που θα τοποθετηθούν στο σύστημα του φωτισμού, στον εξαερισμό κ.α. Το BMS έχει την δυνατότητα να στέλνει είτε ασύρματα είτε ενσύρματα τις διάφορες μετρήσεις σε ένα καταγραφικό σύστημα και εν συνεχεία να τις αποθηκεύει. Οι μετρήσεις έπειτα στέλνονται στο κεντρικό σύστημα (server) του BMS και έτσι υπάρχει η δυνατότητα να παρακολουθούνται οι αποδόσεις του κτιρίου και να γίνονται επεμβάσεις όπου χρειάζεται καθώς το BMS δύναται να ειδοποιεί τους χρήστες του σε περίπτωση που οι καταναλώσεις περάσουν τα προκαθορισμένα όρια. Το BMS έχει επίσης την δυνατότητα να καταγράφει και να παρουσιάζει τα αποτελέσματα μέσω γραφημάτων αλλά και να κάνει προβλέψεις μελλοντικών καταναλώσεων σύμφωνα με τα ήδη αποθηκευμένα στοιχεία μέσω ειδικών αλγόριθμων.

Στις παρακάτω σελίδες θα αναλυθούν τα διαφορετικά είδη συστημάτων και οι τεχνικές περιγραφές.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Έλεγχος Θέρμανσης και Φωτισμού του Κολυμβητηρίου

Ο έλεγχος της θέρμανσης αλλά και του φωτισμού θα γίνεται εξ' ολοκλήρου με ψηφιακό σύστημα ήτοι Direct Digital Control (DDC). Το ψηφιακό σύστημα θα αποτελείται από μια κεντρική μονάδα ήτοι το controller και υπομονάδων εισόδων /εξόδων ήτοι τα I/O modules.

Η κεντρική μονάδα έχει ως εξής. Τοποθετείται πάνω σε ράγα πίνακα (DIN Rail) και διαθέτει ενσωματωμένη μνήμη έως 256MB. Έχει την δυνατότητα να αποθηκεύει δεδομένα ως και 2GB (σε SD κάρτα) και το εσωτερικό ρολόι υποστηρίζεται με μπαταρία. Η μονάδα είναι συνδεδεμένη απευθείας με το δίκτυο KNX και το M-BUS. Διαθέτει επίσης και ενσωματωμένο web-server και μπορεί να συνδεθεί μέσω των I/O module στο δίκτυο CANbus. Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει μία τέτοια κεντρική μονάδα.



Εικόνα 7.1: Κεντρική μονάδα τύπου DEOS DS-810 ή 600

Αξίζει να αναφερθούμε και σε άλλες ιδιότητες της κεντρικής μονάδας:

- 1) Οι ιδιότητες του διαύλου διαθέτουν μέγιστο μήκος 5 km και ταχύτητα 1000kbits/sec,



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

- 2) Διαθέτει οπτικοποίηση με πλήρες γραφικό περιβάλλον και σετ γραφικών καθώς και animated graphics, size adjustment, flashing, rotating, vector graphics και positioning of objects,
- 3) Πολλαπλά επίπεδα πρόσβασης,
- 4) Βοήθεια online,
- 5) Έλεγχος της κατάστασης από απομακρυσμένο σημείο,
- 6) Χρήση χρονοδιακοπών σε ημερήσια, εβδομαδιαία, ετήσια βάση καθώς και σε αργίες,
- 7) Πλήρης δυνατότητα counter, αθροιστών κλπ, στον ίδιο τον controller (και την οπτικοποίηση) και
- 8) Δεν επιβάλλεται η ανανέωση της άδειας σε ετήσια βάση.

Περιγραφή μονάδων εισόδων / εξόδων (I/O modules)

Οι μονάδες εισόδων/εξόδων τοποθετούνται σε ράγα πίνακα και συνδέονται με το κεντρικό σύστημα CANbus. Οι ιδιότητες των μονάδων αυτών αφορούν ότι το μέγιστο μήκος είναι 5 km και ταχύτητα 1000kbits/sec (όπως και της κεντρικής μονάδας) και διαθέτουν χειροκίνητο έλεγχο. Ένας ενδεικτικός τύπος μονάδας εισόδου/εξόδου είναι ο DEOS IO Modules Series.

Τέλος, θα γίνει περιγραφή των τοπικών θερμοστατών/ελεγκτών FCU. Ενδεικτικός τύπος είναι ο DEOS CORA-CAN ή CODI-CAN. Ουσιαστικά οι τοπικοί θερμοστάτες είναι τα γνωστά fac coil units. Τα FCU είναι μονάδες οι οποίες τοποθετούνται στον τοίχο και έχουν οθόνη LCD που απεικονίζει τις παραμέτρους λειτουργίας. Τα FCU θα συνδέονται με την κεντρική μονάδα στο δίκτυο CANbus. Όπως και με τα άλλα στοιχεία έτσι και το FCU διαθέτει 5 km διαύλου με ταχύτητα 1000kbits/sec. Και πάλι τα FCU έχουν την δυνατότητα να ελέγχονται μέσω του ελεγκτή. Η παρακάτω εικόνα δείχνει έναν ενδεικτικό τύπο θερμοστάτη.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"



Εικόνα 7.2: Ενδεικτικός τύπος θερμοστάτη DEOS CORA-CAN ή CODI-CAN

Το σύστημα της θέρμανσης καθώς και του φωτισμού θα λειτουργούν αυτόματα. Το κάθε σύστημα του κολυμβητηρίου περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω.

Πηγές Θερμότητας/Λέβητες

Ο λέβητας θα ξεκινάει σύμφωνα με το χρονοπρόγραμμα που έχει οριστεί εξ'αρχής. Η θερμοκρασία του λέβητα θα αντισταθμίζεται πλήρως με την εξωτερική θερμοκρασία και η αντισταθμιστική καμπύλη θα μπορεί να αλλάζει σύμφωνα με το πρόγραμμα της οπτικοποίησης. Κυκλική εναλλαγή των πηγών θερμότητας θα πραγματοποιείται ανάλογα με τον χρόνο λειτουργίας του λέβητα. Δηλαδή, όταν η θερμοκρασία προσαγωγής μειώνεται κάτω από ορισμένα όρια, τότε θα τίθεται σε εκκίνηση η επόμενη πηγή θερμότητας.

Έλεγχος των αντλιών

Η θερμοκρασία προσαγωγής και επιστροφής στις αντλίες θα παρακολουθείται ενδελεχώς με έναν αλγόριθμο. Συγκεκριμένο, εάν το $DT > 15^{\circ}\text{C}$ τότε η ταχύτητα της αντλίας θα αυξάνεται κατά



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

10%. Επίσης, η κάθε αντλία έχει αυτοματοποιημένο σύστημα ON/OFF και πραγματοποιείται καταμέτρηση και απεικόνιση του χρόνου λειτουργίας της κάθε αντλίας.

Έλεγχος θέρμανσης πισίνας

Συνεχώς έλεγχος της θερμοκρασίας των δεξαμενών με τη βοήθεια χρονοπρογραμμάτων. Εάν διαπιστωθεί ότι οι πηγές θερμότητας δεν επαρκούν τότε η θέρμανση στις δεξαμενές θα γίνεται αδρανής.

Έλεγχος χώρων αποδυτηρίων

Προκειμένου να υπάρχει η επιθυμητή θερμοκρασία στο χώρο των αποδυτηρίων θα εφαρμοστούν χρονοπρογράμματα και σε αυτό τον χώρο.

Έλεγχος μονάδων ανεμιστήρων (FCU)

Οι θερμοκρασίες και οι ταχύτητες των FCU θα ελέγχονται με τοπικό θερμοστάτη και ο έλεγχος θα είναι αναλογικός. Όπως και στις δεξαμενές θα υπάρχει και εδώ η δυνατότητα της αδρανοποίησης.

Έλεγχος φωτισμού

Ο φωτισμός του κτιρίου θα ελέγχεται με χρονοπρόγραμμα καθώς και με εξωτερικά φωτοκύτταρα. Κάθε φωτιστικό θα διαθέτει ξεχωριστά μπουτόν.

Όπως ειπώθηκε και προηγουμένως, το σύστημα ελέγχου της ενέργειας θα είναι πλήρως ψηφιακό. Είναι μείζονος σημασίας να αναφερθεί πως όλος ο ψηφιακός εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί θα προέρχεται από την ίδια εταιρεία. Παρακάτω αναφέρονται τα διάφορα σημεία που θα ελέγχονται στο κτίριο του κολυμβητηρίου:

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

1. Ηλεκτρική κατανάλωση συστήματος ΣΗΘΥΑ
2. Ηλεκτρική κατανάλωση λεβήτων
3. Ηλεκτρική κατανάλωση μηχανοστασίου πισίνας
4. Ηλεκτρική κατανάλωση συγκροτήματος αντλιοστασίου.
5. Ηλεκτρική κατανάλωση φωτισμού κολυμβητηρίου
6. Θερμιδομέτρηση θέρμανσης πισίνας (μέσω θερμιδόμετρου εξόδου παλμού).
7. Θερμιδομέτρηση θέρμανσης χώρου (μέσω θερμιδόμετρου εξόδου παλμού).

7.2. Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Κτίριο του Κολυμβητηρίου

7.2.1. Γενικά Στοιχεία

Ένα σπουδαίο σύστημα εξοικονόμησης της ενέργειας αποτελεί η μόνωση των τοιχίων και συγκεκριμένα της εξωτερικής τοιχοποιίας. Η εξωτερική μόνωση του τοίχου λειτουργεί ως θερμομόνωση και αυτό συμβάλλει στην μείωση της ενέργειας που απαιτείται αλλά και σε περίπτωση φωτιάς, υπάρχει μια σχετική επιβράδυνση (περιέχει επιβραδυντικό φωτιάς). Τα εξωτερικά μονωτικά έχουν συνήθως αφρώδες μορφή με κλειστές κυψέλες και παράγονται από θερμοπλαστική πολυστερίνη. Όπως και με άλλα παρόμοια υλικά, η τελική μορφή της πολυστερίνης είναι οι πλάκες με την διαδικασία του πολυμερισμού και της εξέλασης. Χημικά αποτελείται από κρυσταλλική πολυστερίνη (καταλαμβάνει το 88-93% του βάρους) και ένα πολυμερές οξυγόνο και άνθρακα.

Προκειμένου η πολυστερίνη να πάρει την τελική της μορφή η διαδικασία της εξέλασης πρέπει να ολοκληρωθεί. Όταν πραγματοποιηθεί, τότε δημιουργείται ένα δομικό υλικό το οποίο είναι ομοιογενές και έχει κλειστές πολυεδρικές κυψέλες με αφρώδη δομή. Η τελική μορφή λοιπόν της πολυστερίνης προσφέρει υψηλές και διαρκούς αποτελεσματικότητας θερμομονωτικές ιδιότητες και μηδενική υδατοαπορροφητικότητα.

Οι κώδικες στους οποίους πρέπει να γίνεται αναφορά είναι οι EN 12088 και EN 13501-1.

Ο παρακάτω πίνακας αναφέρει επιγραμματικά της ιδιότητες ενός τυπικού μονωτικού υλικού που χρησιμοποιείται για εξωτερική τοιχοποιία.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

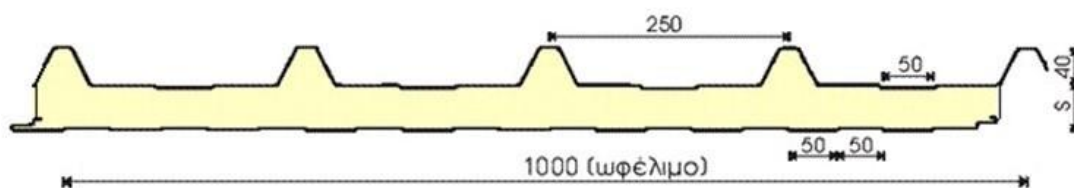
"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Πίνακας 7.1: Ιδιότητες μονωτικού υλικού εξωτερικής τοιχοποιίας

| Ιδιότητες | Τιμή | Κανονισμός |
|---|-------------|---------------------|
| Πυκνότητα (Kg/m ³) | >30 | EN 1602 |
| Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας W/mK | 0,036 | EN 12667 & EN 12939 |
| Κατηγορία ακουστικότητας | E | EN 13501-1 |
| Μακροχρόνια απορρόφηση νερού με διάχυση (% κατά όγκο) | <3 | EN 12088 |
| Αντοχή σε συμπίεση σ10% (min) (KPa) | 250 | EN 826 |
| Διαστολική σταθερότητα | <5% | EN 1604 |
| Θερμοκρασία λειτουργίας (°C) | -50 έως +70 | EN 13501-1 |

7.2.2. Μόνωση Οροφής Κολυμβητηρίου και Μόνωση Κτιρίου Λεβητοστασίου /Αποδυτηρίων

Η οροφή του κολυμβητηρίου καθώς και το λεβητοστάσιο θα μονωθούν με πάνελ πολυουρεθάνης. Τα πάνελ αποτελούνται από δύο ελάσματα και ενδιάμεσα φέρουν μόνωση από σκληρή διογκωμένη αυτοσβυνόμενη πολυουρεθάνη. Ήτοι τύπου sandwich. Το εξωτερικό έλασμα θα είναι τραπεζοειδούς μορφή. Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει το εξωτερικό πάνελ με τις απαραίτητες διαστάσεις.



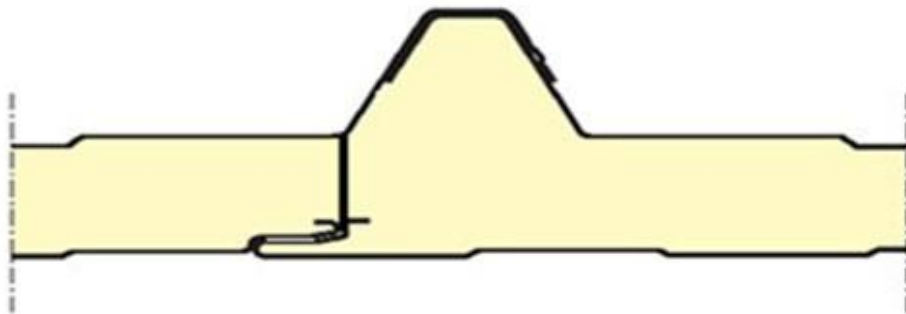
Εικόνα 7.3: Εξωτερικό πάνελ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Το εσωτερικό πάνελ από την άλλη θα φέρει αυλακώσεις.

Τα εσωτερικά και εξωτερικά πάνελ θα είναι βαμμένα σύμφωνα με τους EN 10142-10147 κώδικες. Η σύνδεση τους θα είναι με τέτοιο τρόπο ώστε να μην επιτρέπεται η διείσδυση όμβριων. Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει την σύνδεση αυτή.



Εικόνα 7.4: Σύνδεση με χαρακτηριστικά ώστε να μην επιτρέπεται η διείσδυση των όμβριων

Τα παρακάτω στοιχεία αναφέρουν τα χαρακτηριστικά των πάνελ πολυουρεθάνης.

- Πυκνότητα: 40 \pm 2 kg/m³
- Συμπεριφορά σε πυρκαγιά: POL type B3 – B2
- Ποσοστό κλειστών κυψελών: 95 - 98%
- Συρρίκνωση στις κοπές: \pm 4mm.

7.2.3. Νέα Πολυκαρβονικά Φύλλα στα Ανοίγματα του Κολυμβητηρίου

Τα ανοίγματα του κολυμβητηρίου θα καλυφθούν με ένα είδος πολυμερών πλαστικών τα οποία είναι ένα από τα πιο προηγμένα υλικά υψηλής ανθεκτικότητας. Παρέχουν επίσης υψηλή αντοχή σε χτυπήματα. Το υλικό ονομάζεται polycarbonate και αφορά πολυκαρβονικά φύλλα τα οποία είναι κυψελωτά και επίπεδα και παρέχουν ταυτόχρονα προστασία από τις υπεριώδεις ακτίνες του ηλίου (UV). Οι διαστάσεις είναι συγκεκριμένες 2,10 m επί 6,00 m. Τα φύλλα θα έχουν επίσης ενιχυθεί με ειδικά προστατευτικά φίλμ ώστε να αποφεύγονται τα γδαρσίματα. Παρακάτω, παρατίθενται τα κύρια χαρακτηριστικά που πρέπει να εφαρμοστούν ώστε τα φύλλα να είναι εποικοδομητικά και συμβάλλουν στην εξοικονόμηση της ενέργειας.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

- Το βάρος τους να είναι ελαφρύ και θα «σπάει» με τον εξής τρόπο
 - 50% το βάρος του γυαλιού
 - 43% το φύλλο του αλουμινίου
- Αθραυστα,
- Να παρέχουν θερμομόνωση και ταυτόχρονα να είναι φωτοδιαπέρατα,
- Να είναι εύκαμπτα ώστε να έχουν την δυνατότητα καμπύλωσης σε ψυχρό καταστάσεις με ελάχιστη ακτίνα 200 φορές το πάχος,
- Να είναι ανθεκτικά στις υπεριώδης ακτίνες καθώς και τις καιρικές συνθήκες και να μην αλλοιώνονται στην διαφορά θερμοκρασίας. Επίσης να μην αλλοιώνονται στις διάφορες χημικές ουσίες,
- Να είναι εγκεκριμένα κατά DIN 4102 B1 (Γερμανικές προδιαγραφές) και
- Εύκολη τοποθέτηση και παροχή εξειδικευμένου προσωπικού κατά την εγκατάσταση τους.

Το είδος των πολυκαρβονικών φύλλων που θα τοποθετηθούν στο κολυμβητήριο θα έχουν πάχος 10 χιλιοστά τύπου «Λευκό Oral 305» και διαθέτει ακόμη συντελεστή σκίασης 0,52.

Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πολυκαρβονικών φύλλων τύπου «Λευκό Oral 305».

Πίνακας 7.2: Τεχνικά χαρακτηριστικά 3-τοιχωμάτων πολυκαρβονικών φύλλων

| ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΛΥΚΑΡΒΟΝΙΚΩΝ ΦΥΛΛΩΝ | | | | | | | | | | |
|--|-------|---|---|----|-------|----|----|----|-------|----|
| Πάχος (mm) | 4 | 6 | 8 | 10 | 16 | 20 | 16 | 20 | 25 | 32 |
| Τοιχώματα | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 7 | |
| Πλάτος (mm) | 2.100 | | | | 2.100 | | | | 1.200 | |
| Μήκος (mm) | 6.000 | | | | | | | | | |

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|-------------------------------|------|------|------|
| Βάρος (kg/m ²) | 0,8 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 2,7 | 3,2 | 2,55 | 3,1 | 3,2 | 3,5 |
| Θερμική μετάδοση | | | | | | | | | | |
| U-value (W/m ² K) | 3,9 | 3,5 | 2,9 | 2,6 | 2,3 | 2,2 | 2,1 | 1,9 | 1,5 | 1,4 |
| U-value (kcal/m ² C) | 3,3 | 3,0 | 2,5 | 2,2 | 2,0 | 1,5 | 1,8 | 1,6 | 1,3 | 1,2 |
| Φωτοδιαπερατότητα % | | | | | | | | | | |
| Διάφανο | 85 | 81 | 81 | 74 | 74 | 75 | 65 | 65 | 69 | 66 |
| Μπρονζέ | 57 | 51 | 65 | 41 | 37 | 35 | 30 | 30 | 35 | 35 |
| Λευκό | 58 | 57 | 57 | 52 | 52 | 52 | 40 | 40 | 42 | 42 |
| Λευκό 30% | | 37 | 37 | 35 | 32 | 32 | | | 35 | 36 |
| Ανάκλασης | | | | | 43 | | 35 | | 37 | 35 |
| Συντελεστής Ηλιακής Θερμότητας % | | | | | | | | | | |
| Διάφανο | 83 | 80 | 82 | 75 | 73 | 77 | 68 | 68 | 61 | 60 |
| Μπρονζέ | 66 | 66 | 70 | 57 | 57 | 57 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Λευκό | 66 | 66 | 65 | 62 | 63 | 63 | 45 | 45 | 50 | 54 |
| Λευκό 30% | | 47 | 47 | 45 | 44 | 43 | | | 37 | 35 |
| Ανάκλασης | | | | | 45 | | 40 | | 43 | 43 |
| Συντελεστής Σκίασης | | | | | | | | | | |
| Διάφανο | 0,95 | 0,91 | 0,94 | 0,86 | 0,86 | 0,88 | 0,78 | 0,78 | 0,61 | 0,69 |
| Μπρονζέ | 0,76 | 0,76 | 0,80 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,57 | 0,57 | 0,57 | 0,57 |
| Λευκό | 0,76 | 0,76 | 0,75 | 0,71 | 0,72 | 0,72 | 0,52 | 0,52 | 0,57 | 0,62 |
| Λευκό 30% | | 0,54 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,49 | | | 0,42 | 0,40 |
| Ανάκλασης | | | | | 0,52 | | 0,46 | | 0,49 | 0,49 |
| Συντελεστής Γραμμικής Διαστολής | | | | | | | 6,5 x 10 ⁶ (m/m0C) | | | |

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

7.2.4. Εγκατάσταση Νέου Λέβητα Αερίου 1060 Kwth

Στο κολυμβητήριο θα εγκατασταθεί νέος λέβητας αερίου, υψηλής απόδοσης και θα έχει ισχύ 1060 kWt και θα καταργηθούν οι δύο παλιοί. Ο νέος λέβητας θα είναι χαλύβδινος και είναι τριπλής διαδρομής καυσαερίων με βεβιασμένη κυκλοφορία. Αυτό σημαίνει ότι εντός του θαλάμου καύσης θα υπάρχει υπερπίεση. Ο τύπος του θα είναι αεριαυλωτός και το κάλυμμα του καπνοθαλάμου θα είναι διαιρετό. Το πίσω κάλυμμα του θαλάμου θα αποτελείται από ένα και μόνο τεμάχιο και θα προσαρμόζεται με την βοήθεια κοχλιών (όπως και το εμπρός κάλυμμα).

Οι διαδρομές των καυσαερίων θα ελέγχονται ώστε να γίνεται σωστός καθαρισμός. Παράλληλα με αυτό, οι ταχύτητα των καυσαερίων θα πρέπει να διατηρείται ίδια σε όλα τα σημεία ώστε να πραγματοποιείται με επιτυχία ο αυτοκαθαρισμός και μηδενική διαρροή αιθάλης.

Ο νέος λέβητας θα έχει αντοχή στην πίεση μέχρι και 6 atm. Θα έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με το εκάστοτε DIN (γερμανική προδιαγραφή) και θα ακολουθεί και τα ευρωπαϊκά πρότυπα των EN 304, 303-1, 303-2, 303-3. Παράλληλα θα ακολουθεί τους περιβαλλοντικούς ευρωπαϊκούς κανονισμούς οι οποίοι είναι EN 303-2 και EN 267. Στον χώρο που θα πραγματοποιείται η καύση, πυρίμαχοι πλίνθοι θα τοποθετηθούν και το πάχος τους θα είναι τέτοιο που το συνιστά ο κατασκευαστής. Στο χώρο του λέβητα:

- Θα υπάρχουν υαλόφρακτες οπές επίβλεψης της πυράς, του καθαρισμού του εσωτερικού καθώς και των αεριαυλών και ασφαλείας για την υπερπίεση στον χώρο της καύσης,
- Πλάκα για την προσαρμογή του καυστήρα, χυτοσιδηρή με την αντίστοιχη οπή,
- Μανόμετρο κλίμακας 0-12 atm και μανόμετρο με δικλείδα ελέγχου και δοκιμής,
- Θερμόμετρο κλίμακας 0-150 οC,
- Εκκενωτικό κρουνό
- Στόμιο λήψης θερμού νερού
- Στόμιο σύνδεσης και επιστροφής του θερμού νερού
- Το κύριο σώμα του λέβητα θα φέρει εξωτερική θερμική μόνωση από υαλοβάμβακα πάχους 3cm και ειδικού βάρους 30 kgf/m³, με επικάλυψη από γαλβανισμένη λαμαρίνα πάχους τουλάχιστον 1,50 mm.
- βάση από σκυρόδεμα σύμφωνα με τις υποδείξεις του εργοστασίου κατασκευής
- Βαλβίδα ασφαλείας,



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

- Δύο θερμοστάτες εμβαπτιζόμενους περιοχής μέχρι 115οC επενεργούντες στον καυστήρα του λέβητα. Ο ένας θερμοστάτης θα είναι ανώτατου ορίου (max θερμοκρασίας του νερού του λέβητα). Αυτός ο θερμοστάτης θα επιδέχεται ρύθμιση της θερμοκρασίας μόνο με την χρήση εργαλείου. Ο άλλος θερμοστάτης θα ρυθμίζει την θερμοκρασία του νερού του λέβητα στα επιθυμητά όρια.
- Διάταξη δοκιμής και ελέγχου πληρότητας του λέβητα.
- Πρεσοστάτη ανώτατης επιτρεπτής πίεσης στον λέβητα που θα επενεργεί στον καυστήρα.
- Ασφαλιστικό έναντι έλλειψης νερού στο λέβητα που επενεργεί στον καυστήρα με βοηθητικές επαφές για την σήμανση συναγερμού.
- Πρεσοστάτη ελάχιστης επιτρεπτής πίεσης στον λέβητα που επενεργεί στον καυστήρα.
- Διάταξη πλήρωσης του λέβητα με μειωτήρα πίεσης 4bar με αφαιρετή σύνδεση μέσω ελαστικού σωλήνα.
- Διαχωριστή αέρα εξοπλισμένο με αυτόματα εξαεριστικά διαμέτρου ίση με την διάμετρο αναχώρησης του ζεστού νερού.

Ο ανάδοχος, πριν την παραγγελία και προσκόμιση του λέβητα, οφείλει να υποβάλλει προς έγκριση στην επίβλεψη, έντυπο ή σχέδιο του κατασκευαστή, όπου θα φαίνονται:

- Η συγκρότηση και οι διαστάσεις των λεβήτων,
- Τα χρησιμοποιούμενα για την κατασκευή υλικά κατά είδος και διαστάσεις (πάχος),
- Η κατασκευή του μονωτικού περιβλήματος και του προστατευτικού μανδύα,
- Ο τρόπος εσωτερικής πυρίμαχης επένδυσης και οι διαστάσεις πλίνθων, εφ' όσον απαιτείται πυρίμαχη επένδυση κατά τις υποδείξεις του κατασκευαστή και
- Οι θέσεις των στομιών αναχώρησης και επιστροφής θερμού νερού και του κρουνού εκκένωσης.

Οι κατασκευαστές (εκείνοι που θα αναλάβουν την αναβάθμιση του κολυμβητηρίου), είναι υπεύθυνοι για την σωστή παράδοση του λέβητα. Ο λέβητας θα πρέπει να έρθει συναρμολογημένος και να είναι έτοιμος προς τοποθέτηση. Προκειμένου να λειτουργήσει θα χρειαστούν μόνο οι αναγκαίες συνδέσεις με τα δίκτυα καυσίμου, ύδρευσης και αποχέτευσης και καυνοδόχου.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

7.2.5. Εγκατάσταση Νέων Κλειστών Δοχείων Διαστολής

7.2.5.1. Εγκατάσταση Νέου Κλειστού Δοχείου Διαστολής για τον Λέβητα 1060 Kwth & στο Θερμοδοχείο

Ο νέος λέβητας θα συνοδεύεται από νέο κλειστό δοχείο διαστολής το οποίο θα είναι κατασκευασμένος σύμφωνα με τις διατάξεις του DIN-4751/2. Το σύστημα θα έχει μορφή μεμβράνης το δοχείου του θα είναι είτε κυλινδρικό είτε σφαιρικό και θα περιέχει άζωτο σε πίεση ανάλογη με το ύψος της εγκατάστασης. Γενικά η πίεση κυμαίνεται στις 5 atm κατά τη λειτουργία του λέβητα και 6 atm κατά την πίεση δοκιμής. Το μέγεθος του δοχείου διαστολής εξαρτάται από τον ανάδοχο και γενικά δεν γίνεται αποδεκτό το μέγεθος σε σχέση με την ισχύ του λέβητα. Αναλυτικά, το κλειστό δοχείο διαστολής (ΚΔΔ) αποτελείται από τα παρακάτω:

- Κέλυφος χαλύβδινο σε σχήμα σφαιρικό ή κυλινδρικό,
- Ελαστική μεμβράνη με υψηλή αντοχή κατασκευασμένη από υλικό καουτσούκ,
- Αναμονή σύνδεσης,
- Βαλβίδα εκκένωσης,
- Μανόμετρο.

ΚΔΔ θα τοποθετηθεί και στο θερμοδοχείο. Θα έχει χωρητικότητα 1000 λίτρα και θα είναι κατασκευασμένος σύμφωνα με τις διατάξεις που αφορούν και το ΚΔΔ στο χώρο του λέβητα. Το ΚΔΔ του θερμοδοχείου φέρει τα ίδια χαρακτηριστικά με εκείνο του λεβητοστάσιου.

7.2.6. Μονώσεις Όλων των Σωληνώσεων, Διαφορετικών Διαμέτρων & των Δυο Διανομέων (Προσαγωγής/Επιστροφής ΖΝΧ) του Θερμικού Συστήματος του Κολυμβητηρίου

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, θα πραγματοποιηθεί θερμική μόνωση σε όλους του μεταλλικούς σωλήνες που φέρουν ζεστό νερό. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η μόνωση θα χρειαστεί να περαστούν δύο στρώσεις ελαιοχρώματος κατάλληλο για το σκώρο. Η κύρια μόνωση θα αποτελείται από κογχύλια μονωτικού συνθετικού υλικού (κυρίως καουτσούκ). Τα κογχύλια θα πρέπει να είναι εύκαμπτα και να διαθέτουν συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda \leq 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Επίσης, κατά την κατασκευή του μονωτικού υλικού θα πρέπει να ακολουθούνται οι κανόνες πιστοποίησης ISO EN 29001 και θα διαθέτει πιστοποιητικά για

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

συντελεστές μ , λ και πυρασφάλεια. Η πυρασφάλεια θα είναι τύπου B1 σύμφωνα με το DIN 4102.

Το πάχος του υλικού θα κυμαίνεται στα 13-19 χιλιοστά και αυτό οφείλεται λόγω των διαμέτρων των σωλήνων. Το μονωτικό υλικό θα προστατεύτε από φύλλα αλουμινίου πάχους 6mm. Ο παρακάτω πίνακας απεικονίζει τις διαστάσεις των μονωτικών υλικών που θα διατεθούν για τις σωληνώσεις.

Πίνακας 7.3: Χαρακτηριστικές διαστάσεις μονωτικών υλικών για σωληνώσεις

| Εξωτερική Διάμετρος Σωλήνων πάχους (mm) | Πάχος μόνωσης (in – mm) | Ανοχές |
|--|-------------------------|---------|
| 1/2" | 3/4" - 19 | +/- 2,0 |
| 1" | 3/4" - 19 | +/- 2,0 |
| 1 1/2" | 3/4" - 19 | +/- 2,0 |
| 2" | 1"- 25 | +/- 2,5 |
| 3" | 1"- 25 | +/- 2,5 |
| 4" | 1"- 25 | +/- 2,5 |

Εκτός από τις σωληνώσεις θα πρέπει να μονωθούν και οι βαλβίδες και τα υπόλοιπα εξαρτήματα. Όσον αφορά τους δύο διανομείς-συλλέκτες – προσαγωγής/επιστροφής του ζεστού νερού, προτείνεται να τοποθετηθούν εύκαμπτα φύλλα ή ρολά με σχετικά μικρό πάχος της τάξεως των 13 χιλιοστών.

7.2.7. Αντικατάσταση Υπαρχόντων Fan-Coils με Νέους Ενεργειακά Πιο Αποδοτικούς

Τα fan coils θα αντικατασταθούν με πιο νέα coils και θα είναι φυσικά πιο αποδοτικοί. Τα αξονικά αερόθερμα θα λειτουργούν με την χρήση ZN. Το ZN θα προέρχεται από το νέο λεβητοστάσιο. Στο κάθε αερόθερμο επιβάλλεται να λειτουργεί θερμικό φορτίο 70 kWth και να



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

είναι συνδεδεμένο με αγωγούς αέρα. Η παραγωγή θερμού αέρα πρέπει να κυμαίνεται στα 6000 m³/h, με κινητήρα ανεμιστήρα 4-πολικό, στις 1400 rpm.

7.2.8. Εγκατάσταση Νέων Υψηλής Απόδοσης Κυκλοφορητών-Αντλιών στο Θερμικό Σύστημα

Το ζεστό νερό θα κυκλοφορεί στους σωλήνες μέσω αντλιών κυκλοφορίας έχοντας στόμια αναρροφήσης και κατάθλιψης σε ευθεία μορφή.

Η αντλία θα περιβάλλεται από φαιό χυτοσίδηρο με επίστρωση καταφόρεσης. Η πετρωτή θα είναι από ενισχυμένο πλαστικό (υαλονήματα) και ο άξονας του ανοιξείδωτο χάλυβα με κουζινέτα άνθρακα και μεταλλική επίστρωση. Ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης της αντλίας θα πρέπει ακολουθεί τους παρακάτω ευρωπαϊκούς κανονισμούς.

| | |
|-------------------------------------|---------------------|
| Ηλεκτρομαγνητική Συμβατότητα | EN 61800-3 |
| Εκπομπή Παρεμβολών | EN 61000-6-3 |
| Εκπομπή Παρεμβολών | EN 61000-6-2 |

Οι κυκλοφορητές/αντλίες θα πρέπει διαθέτουν κουμπί on/off και να υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης για:

- dp-c (σταθερή διαφορά πίεσης),
- dp-v (μεταβαλλόμενη διαφορά πίεσης),
- dp-T (διαφορά πίεσης ελεγχόμενη μέσω θερμοκρασίας) μέσω οθόνης/στοιχείου IR, Modbus, BACnet, LON ή Can,
- Όριο Q για περιορισμό της μέγιστης παροχής (ρύθμιση μέσω στοιχείου IR),
- Λειτουργία με σταθερές στροφές (ρύθμιση σταθερών στροφών),
- Αυτόματη λειτουργία μείωσης (αυτοεκμάθηση) και
- Ρύθμιση ονομαστικών τιμών ή αριθμού στροφών.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

7.2.9. Εγκατάσταση Συστήματος Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας (Η.Θ)

Όπως και ο τίτλος μαρτυρεί θα πραγματοποιηθεί εγκατάσταση συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας. Η θερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για θέρμανση και για ψύξη με την βοήθεια μηχανών απορρόφησης. Η αρχική πηγή ενέργειας αφορά μια μηχανή εσωτερικής καύσης με ισχύ περί τα 3000 kW. Λόγω της ανθεκτικότητας τους, μειώνονται οι απαιτήσεις για την συντήρησή τους ωστόσο αυτό έχει ως αντίκτυπο στο μεγάλο κόστος αγοράς. Από την άλλη, είναι κατάλληλες όσον αφορά συνεχή χρήση όπως είναι και οι ανάγκες ενός κολυμβητηρίου.

Παρακάτω, γίνεται περιγραφή της εγκατάστασης όλων των απαραίτητων εξαρτημάτων προκειμένου να λειτουργήσει η μηχανή εσωτερικής καύσης και γενικά το σύστημα της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας. Ο χώρος στον οποίο θα φιλοξενηθεί το όλο σύστημα ονομάζεται σταθμός.

Ο σταθμός θα διαθέτει τα εξής:

- Διάταξη τροφοδοσίας με Φυσικό Αέριο,
- Εμβολοφόρο μηχανή εσωτερικής καύσης με χρήση καυσίμου το Φυσικό Αέριο που διατίθεται από το δίκτυο της ΕΠΑ Αττικής,
- Ηλεκτρογεννήτρια συζευγμένη με τη μηχανή εσωτερικής καύσης,
- Διάταξη ανάκτησης της θερμότητας ψύξης του κινητήρα εσωτερικής καύσης,
- Διάταξη ανάκτησης της θερμότητας ψύξης του λαδιού λίπανσης του κινητήρα εσωτερικής καύσης,
- Διάταξη ανάκτησης της θερμότητας από τη ψύξη 1ου σταδίου του μείγματος καυσίμου αέρα,
- Διάταξη ανάκτησης της θερμότητας των καυσαερίων της μηχανής εσωτερικής καύσης,
- Διάταξη σύνδεσης με το δίκτυο Μέσης Τάσης της ΔΕΗ,
- Διάταξη σύνδεσης με τα κυκλώματα θέρμανσης του κολυμβητηρίου και
- Σύστημα κεντρικού ελέγχου της όλης εγκατάστασης ΣΗΘ και σύνδεση με το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης BEMS.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Ο σταθμός θα κατασκευαστεί δίπλα από το λεβητοστάσιο. Ο χώρος που απαιτείται για την κατασκευή του σταθμού και την τοποθέτηση της μηχανής εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) είναι περί τα 100m² και θα περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα στοιχεία προκειμένου να γίνει αποδοτική και ασφαλή παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να τοποθετηθούν κατάλληλες και πιστοποιημένες αντλίες, βαλβίδες, συστήματα ελέγχου και βλαβών, ηλεκτρικό πίνακα κ.α.).

Ο σταθμός θα εδραιωθεί πάνω σε αντικραδαστική βάση και θα υπάρχει επαρκής εξαερισμός σε όλο τον σταθμό προκειμένου να απομακρύνεται η οποιαδήποτε ακτινοβολία θερμότητας. Ο εξαερισμός θα φέρει επίσης μέσα στον σταθμό νωπό αέρα.

Μέσα στο σταθμό θα υπάρχει και ηλεκτρογεννήτρια και θα είναι ενωμένη με την ΜΕΚ. Λόγω έντονου θορύβου, η ηλεκτρογεννήτρια θα είναι καλυμμένη με ένα ηχομονωτικό κέλυφος.

Προκειμένου να ανακτάται η θερμότητα που αποβάλλεται από την ΜΕΚ, ένα σύστημα/κύκλωμα νερού θα αποβάλει την θερμότητα αυτή (για να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης) της μικρής ή/και της μεγάλης δεξαμενής.

Η ΜΕΚ θα περιλαμβάνει εναλλάκτη καυσαερίων/νερού. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί ανάκτηση θερμότητας από το κύκλωμα ψύξης του κινητήρα ΕΚ αλλά και των καυσαερίων της ΜΕΚ θα χρησιμοποιείται ο εναλλάκτης καυσαερίων/νερού και με σειρά με εναλλάκτη νερού ψύξης χιτωνίων/νερού για την παραγωγή ζεστού νερού (80-90 0C). Τους χειμερινούς μήνες το νερό θα χρησιμοποιείται για να καλύψει τις ανάγκες και των δύο δεξαμενών καθώς και την θέρμανση του χώρου. Κατά τους θερινούς μήνες θα γίνεται χρήση για την κάλυψη των αναγκών για χρήση ζεστού νερού στα αποδυτήρια. Η μέγιστη θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων είναι οι 120 0C υπό το μέγιστο φορτίο λειτουργίας των μηχανών. Η μέγιστη θερμοκρασία επιστροφής του παραγόμενου ζεστού νερού από το κύκλωμα θέρμανσης του κολυμβητηρίου θα είναι 80 0C, ενώ η θερμοκρασία προσαγωγής αυτού 90 0C.

Το δίκτυο Μέσης Τάσης της ΔΕΗ θα συνδέεται με ηλεκτρικό πίνακα παραλληλισμού με το δίκτυο Χαμηλής Τάσης του κολυμβητηρίου. Αυτό θα πραγματοποιηθεί μέσω μετασχηματιστή (ΜΣ) ισχύος. Ο χώρος που θα πραγματοποιηθούν οι συνδέσεις των διαφορετικών τάσεων θα προσδιοριστεί στα σχέδια της μελέτης. Όλες οι συνδέσεις θα είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς ασφαλείας που απαιτεί η ΔΕΗ.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Η διάταξη σύνδεσης με το κύκλωμα θέρμανσης του κτηριακού συγκροτήματος περιλαμβάνει τη δημιουργία μίας φλαντζωτής αναμονής του παραγόμενου θερμού νερού από το Σταθμό Συμπαραγωγής και σύνδεση αυτού με τον υπάρχοντα κεντρικό σωλήνα εντός του χώρου της Συμπαραγωγής.

Το σύστημα αυτόματου ελέγχου θα ελέγχει και θα καταγράφει την λειτουργία της όλης εγκατάστασης. Το σύστημα του αυτόματου ελέγχου θα εγκατασταθεί σε προβλεπόμενο χώρο εντός του κτιρίου. Θα τοποθετηθούν αισθητήρες μέτρησης προκειμένου να παρακολουθείται η ομαλή λειτουργία των υδραυλικών κυκλωμάτων, καθώς και παρακολούθηση του ζεστού νερού. Οι αισθητήρες θα έχουν σύνδεση με τον αντίστοιχο πίνακα ελέγχου.

Όσον αφορά το φυσικό αέριο, οι σωληνώσεις του φυσικού αερίου θα είναι συνδεδεμένοι με τον αγωγό του φυσικού αερίου που θα βρίσκεται στον σταθμό. Το κολυμβητήριο ήδη χρησιμοποιεί φυσικό αέριο οπότε θα χρησιμοποιηθεί ο ίδιος μετρητής ΕΠΑ. Η εγκατάσταση του φυσικού αερίου στον νέο σταθμό θα συνοδεύεται με όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα ασφαλείας πχ διακόπτης ασφαλείας σε περίπτωση διαρροής αερίου, ανιχνευτές διαρροής αερίου κ.α.

Τέλος, η ισχύεις της ΜΕΚ είναι 293 για την θερμική ισχύ και 200 για την ηλεκτρική ισχύ. Η ΜΕΚ θα είναι πιστοποιημένη κατά DIN 6171 και ISO 3046T1. Η ΜΕΚ θα τροφοδοτείται με φυσικό αέριο μέσω των σωληνώσεων συνδεδεμένοι με το ΕΠΑ.

Συνδέσεις Έργου ΣΗΘΥΑ

Δίκτυο Φυσικού Αερίου: Το φυσικό αέριο θα συνδεθεί εντός του σταθμού μέσω σωληνώσεων που θα ακολουθούν όλες τις απαραίτητες διατάξεις ασφαλείας και συνδεσμολογίας. Η πίεση του αερίου θα εισέρχεται με 1-2 bar περίπου.

Δίκτυο Ηλεκτρικής Ενέργειας: Σε αυτήν την περίπτωση χρειάζεται να αυξηθεί η τάση της γεννήτριας μέσω ενός μετασχηματιστεί από τα 0,40 kV στα 20 kV. Το δίκτυο της ΔΕΗ θα συνδεθεί με το δίκτυο του κολυμβητηρίου και θα τοποθετηθεί πίνακας σύνδεσης μεταξύ του δικτύου της ΔΕΗ και τον υφιστάμενο δίκτυο του κολυμβητηρίου.

Δίκτυο θερμού νερού (ή νερού θέρμανσης): Το θερμό νερό θα συνδέεται σύμφωνα με τα σχέδια και θα περιλαμβάνει εκτός από το κύκλωμα θερμού νερού, δοχείο αδράνειας με



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

χωρητικότητα 6 m^3 . Επίσης θα περιλαμβάνει και κλειστό δοχείο διαστολής 1000 λίτρων. Η διάδοση του θερμού νερού ή νερού θέρμανσης θα πραγματοποιηθεί σύμφωνα με το σχηματικό διάγραμμα ροής και των οργάνων. Θα πραγματοποιείται έλεγχος της ροής θερμού νερού για τυχόν απώλειες με την βοήθεια βαλβίδας αντιστάθμισης της παροχής ως προς την θερμοκρασία επιστροφής του νερού θέρμανσης.

Δίκτυο Τροφοδοσίας νερού: Το νερό και για τις δύο πισίνες θα παρέχεται στο κολυμβητήριο μέσω του σταθμού. Ο σταθμός θα διαθέτει δύο (δίδυμα) απονιστές νερού που έχουν την ικανότητα να απονίζουν μέχρι και 5 m^3 νερού την ημέρα.

Δίκτυο Αποχέτευσης: Το δίκτυο αποχέτευσης για τον σταθμό παραγωγής ενέργειας είναι μείζονος σημασίας και για τον λόγο αυτό ο σταθμός θα διαιέτει δίκτυο περισυλλογής εξυδατώσεων που προκαλούνται από την ΜΕΚ. Οι απαραίτητες σωληνώσεις θα συνδέονται με το κεντρικό δίκτυο αποχεύτερης του κολυμβητηρίου.

Δίκτυο Ηλεκτρικής Ενέργειας (κατανάλωση): Η ηλεκτρική ενέργεια θα λαμβάνεται από το πεδίο χαμηλής τάσης του σταθμού προκειμένου να λειτουργήσουν τα επιμερή μέρη του σταθμού. Όμως ο σταθμός ο ίδιος θα λαμβάνει χαμηλή τάση από το πεδίο του κολυμβητηρίου.

Δίκτυο πυρόσβεσης: Το σύστημα πυρόσβεσης του σταθμού περιλαμβάνει την χρήση πειστικού συγκροτήματος πυρόσβεσης που εκτοξεύει νερό σε υπο πίεση.

Περιγραφή των Ηλεκτρομηχανολογικών (ΗΜ) Εγκαταστάσεων του Σταθμού Συμπαγωγής Ενέργειας

Για να πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση του σταθμού συμπαγωγής ενέργειας, τα ΗΜ παίζουν σπουδαίο ρόλο και θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή. Οι εγκαταστάσεις που πρέπει να εγκατασταθούν τα εξής:

- Σύστημα αυτοματισμών και ελέγχων,
- Σύστημα διασύνδεσης, παραλληλισμού καθώς και συγχρονισμού του σταθμού με τις χαμηλές και υψηλές τάσεις του κολυμβητηρίου,
- Μεταχηματιστής προκειμένου να αυξηθεί η μέση τάση,



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

- Σύστημα ύδρευσης καθώς και επεξεργασίας νερού,
- Σύστημα αποχέτευσης,
- Σύστημα παραγωγής θερμού νερού καθώς και τα δίκτυα αυτών και
- Σύστημα πυροπροστασίας.

Κινητήρας/Γεννήτρια

Προκειμένου να δημιουργηθεί ένας σταθμός συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, πρέπει να διατεθεί μία γεννήτρια και ένας κινητήρας αερίου (στην ίδια εγκατάσταση ήτοι ζεύγος). Η μηχανή αυτή είναι τετράχρονη και έχει ισχύ περί τις 235 kVA. Η μηχανή θα περιλαμβάνει όλα εκείνα τα συστήματα προκειμένου να χαρακτηριστεί ως μηχανή συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.

Όλο το σύστημα της συμπαραγωγής θα έχει ελεγχθεί απολύτως μέσω δοκιμών. Είναι απαραίτητο και θα λέγαμε πρωτίστως σημασίας όλα τα εξαρτήματα που ολοκληρώνουν τον σταθμό συμπαραγωγής ενέργειας να προέρχονται από τον ίδιο κατασκευαστή.

Ο κινητήρας θα διαθέτει κυκλώματα εκκίνησης και εξαερισμού καθώς και κύκλωμα καυσαερίων. Επίσης κύκλωμα παροχής καυσίμου και κύκλωμα ελέγχου καυσίμου. Κύκλωμα για την σωστή και έγκαιρη λίπανση του κινητήρα καθώς και αυτόματη πλήρωση της στάθμης του λαδιού. Θα διαθέτει επίσης πυθμιστή στροφών, πρόγραμμα λειτουργιών και ελέγχου. Στις επόμενες σελίδες θα πραγματοποιηθεί ανάλυση όλων των κυκλωμάτων του κινητήρα/γεννήτριας που αναφέρθηκαν καθώς και τα απαραίτητα εξαρτήματα προκειμένου να διεκπαιρώνεται με ασφάλεια η παραγωγή ενέργειας.

Αρχικά, θα αναφερθούμε στο σύστημα της εκκίνησης. Αξίζει να αναφερθεί πως ο κινητήρας/γεννήτρια είναι εξοπλισμένος με ένα κύκλωμα εκκίνησης που επιτρέπει να γίνεται εκκίνηση από θέση στάσης. Η εκκίνηση γίνεται μέσω ηλεκτρισμού από τον κινητήρα (όχι την γεννήτρια). Ο κινητήρας μπορεί να εκκινείται είτε μηχανικά είτε αυτόματα. Αυτό καθορίζεται με έναν ειδικό διακόπτη.

Έπειτα υπάρχει το κύκλωμα εξαερισμού και απαγωγής των καυσαερίων. Ο κινητήρας ακτινοβολεί θερμότητα και για τον λόγο αυτόν θα πρέπει να πραγματοποιείται εξαερισμός του σταθμού μέσω καπνοδόχου. Συγκεκριμένα, το σύστημα εξαερισμού θα αποτελείται από:



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

- Ανεμιστήρες που θα προσάγουν νωπό αέρα και απαγάγουν θερμό αέρα μέσω κλωβού. Ο κλωβός θα διαθέτει περσίδες ή μικρά κυψελωτά ανοίγματα προκειμένου να επιτευχθεί η εισαγωγή νωπού αέρα και η εξαγωγή του θερμού και
- Αγωγό εξαγωγής καυσαερίων από την έξοδο της ΜΕΚ προς την καπνοδόχο. Ο αγωγός θα έχει ύψος τουλάχιστον 5 μέτρων και θα είναι κατασκευασμένος από αντικρασδασμικό υλικό. Πριν την έξοδο των καυσαερίων προς την καπνοδόχο, τα καυσάερια θα διέρχονται από έναν τριοδικό καταλύτη προκειμένου να μειωθούν οι ρύποι της καύσης καθώς και να εκμεταλλευτεί η οποιαδήποτε θερμότητα των καυσαερίων για να παραχθεί ζεστό νερό. Η θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 120 °C.

Επίσης θα διατίθεται και κύκλωμα καυσίμου. Όπως αναφέρθηκε πολλακίς το φυσικό αέριο θα είναι το καύσιμο που θα χρησιμοποιείται μέσω του δικτύου ΕΠΑ Αττικής. Παροχή φυσικού αερίου διατίθεται στον χώρο του κολυμβητηρίου και είναι ήδη συνδεδεμένη με τους υπάρχοντες λέβητες. προκειμένου να συνδεθεί ο κινητήρας με το φυσικό αέριο θα πρέπει να τοποθετηθεί κατάλληλη φλάτζα καθώς και τοποθέτηση συστοιχίας μείωσης της πίεσης του αερίου για την μονάδα της συμπαραγωγής ενέργειας.

Αναφορά θα πραγματοποιηθεί και στο κύκλωμα της λίπανσης του κινητήρα. Το σύστημα λίπανσης θα διαθέτει όλα τα απαραίτητα στοιχεία προκειμένου να γίνεται πλήρη λίπανση του κινητήρα, της γεννήτριας καθώς και του υπερπληρωτή. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, το κύκλωμα της λίπανσης έχει την δυνατότητα να «γεμίζει» αυτόματα έλαιο λίπανσης όταν αυτό βρίσκεται σε χαμηλό σημείο. Επίσης διαθέτει φίλτρα, τροφοδοτική αντλία, δείκτη παροχής ελαίου λίπανσης καθώς και ψυγείο λαδιού.

Θα διατίθενται όργανα ελέγχου προκειμένου να γίνεται έλεγχος της σωστής λειτουργίας των οργάνων. Τα όργανα ελέγχου θα τοποθετούνται κοντά στον ηλεκτρικό πίνακα του σταθμού συμπαραγωγής ενέργειας. Τα όργανα ελέγχου θα είναι συνδεδεμένα με ένα PLC το οποίο θα είναι συνδεδεμένο με την σειρά του με το κεντρικό PLC του σταθμού συμπαραγωγής. Επίσης θα υπάρχει και συναγερμός σε περίπτωση κινδύνου. Ο συναγερμός θα ενεργοποιείται όταν ξεπεραστούν οι ανώτατες τιμές κάποιων οργάνων. Ο συναγερμός θα έχει την δυνατότητα να διακόπτει αυτόματα την λειτουργία του κινητήρα και της απόξευξης της γεννήτριας από το δίκτυο. Παράλληλα θα υπάρχει και σύστημα αυτοματισμού που θα διεξάγεται μέτρηση και έλεγχος όλων των λειτουργιών του σταθμού.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Το σύστημα αυτοματισμού θα καλύπτει τα εξής:

- Την ΜΕΚ,
- Το ζεύγος ηλεκτρογεννήτριας με την ΜΕΚ,
- Θα υπάρχει δυνατότητα διάταξης ανάκτησης της θερμότητας του κινητήρα εσωτερικής καύσης,
- Διάταξη ανάκτησης της θερμότητας ψύξης του λαδιού λίπανσεως του κινητήρα εσωτερικής καύσης,
- Διάταξη ανάκτησης της θερμότητας ψύξης του συμπιεσμένου αέρα από την διάταξη υπερπλήρωσης του κινητήρα,
- Διάταξη ανάκτησης της θερμότητας των καυσαερίων του κινητήρα εσωτερικής καύσης.
- Διάταξη σύνδεσης με το δίκτυο Μέσης Τάσης της ΔΕΗ.
- Διάταξη σύνδεσης με το κύκλωμα θέρμανσης του κολυμβητηρίου.
- 9Σύστημα κεντρικού ελέγχου της όλης εγκατάστασης.

Εμβολοφόρος μηχανή εσωτερικής καύσης και συζευγμένη ηλεκτρογεννήτρια

Η μηχανή εσωτερικής καύσης θα ελέγχεται συνεχώς μέσω του PLC που είναι συνδεδεμένο με το κεντρικό σύστημα του PLC. Με τον συνεχή έλεγχο θα εξασφαλίζεται η ομαλή και αποδοτική λειτουργία της ΜΕΚ. Η ΜΕΚ διαθέτει ξεχωριστή μονάδα επεξεργασίας και η θύρα επικοινωνίας του θα εξασφαλίζει άμεση επικοινωνία με την κεντρική μονάδα επεξεργασίας.

Διάταξη ανάκτησης της θερμότητας ψύξης του λαδιού λίπανσης και της θερμότητας από τη ψύξη του αέρα υπερπλήρωσης τον πρώτου σταδίου συμπίεσης

Όταν τίθεται σε λειτουργία η μηχανή, το θερμικό κύκλωμα του κινητήρα θα εκκινεί επίσης. Ωστόσο, μέχρι οι τιμές της θερμοκρασίας του κυκλώματος ψύξης να φτάσουν τα επιθυμητά νούμερα η κυκλοφορία του νερού θα πραγματοποιείται χωρίς το νερό να εισέρχεται στη δεξαμενή αδράνειας. Αυτό γίνεται με έναν ειδικό αγωγό παράκαμψης σχεδιασμένο για αυτόν ακριβώς τον λόγο. Αφού η θερμοκρασία του νερού φτάσει στα επιθυμητά αποτελέσματα, το δεύτερο σύστημα των αντλιών εκκινεί και έτσι το ζεστό νερό εισέρχεται στον κεντρικό συλλέκτη και κατευθύνεται προς το κολυμβητήριο.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Εάν διαπιστωθεί πως δεν απαιτείται θέρμανση του κτιρίου ή ακόμα και αν η απαίτηση για θερμότητα είναι μειωμένη τότε το νερό που επιστρέφεται έχει την δυνατότητα να παρακάμπτει την επιστροφή προς το κύκλωμα ψύξης και να οδηγείται στην μονάδα του εξωτερικού ψύκτη απόρριψης θερμότητας στο περιβάλλον ήτοι ο emergency cooler. Ο εξωτερικός ψύκτης θα βρίσκεται στον περιβάλλοντα χώρο του σταθμού συμπαραγωγής ενέργειας. Φυσικά ο εξωτερικός ψύκτης θα ελέγχεται μέσω αισθητήρων. Η θερμοκρασία του ψύκτη θα ελέγχεται και αν διαπιστωθεί ότι η θερμοκρασία επιστροφής δεν κυμαίνεται στα επιτρεπτά όρια που έχει ορίσει κατασκευαστής τότε θα τίθονται σε λειτουργία ανεμιστήρες.

Διάταξη ανάκτησης της θερμότητας της θερμότητας ψύξης του κινητήρα εσωτερικής καύσης και των καυσαερίων της μηχανής εσωτερικής καύσης

Τα καυσαέρια που θα δημιουργούνται από την ΜΕΚ, θα πρέπει να ελέγχονται (η ροή γίνεται μέσω ηλεκτροκίνητων διαφραγμάτων). Προκειμένου να λειτουργήσει σωστά το σύστημα αυτό, ήτοι η ροή των καυσαερίων να διαρρεί στα διαφράγματα, θα πρέπει να γίνεται έξοδος των καυσαερίων στο περιβάλλον μέσω ενός εναλλάκτη καυσαερίων και έπειτα μέσω ενός τριοδικού καταλύτη. και επίσης να διελαύνουν μέσω του εναλλάκτη καυσαερίων/νερού και του τριοδικού καταλύτη.

Γενικά, όταν το νερό γίνεται θερμό με θερμοκρασία άνω των 90°C , θα πραγματοποιείται έλεγχος ώστε κατά τη διάρκεια του χειμώνα, το νερό να κατευθύνεται προς τον διανομέα/συλλέκτη ζεστού νερού. Κατά την περίπτωση που υπάρχει επάρκεια της θερμικής ενέργειας, θα κατευθύνεται προς του χώρους που απαιτείται θερμική ενέργεια. Εάν από την άλλη υπάρχει απαίτηση για περισσότερη θερμική ενέργεια, τότε μέσω του κέντρου ελέγχου θα ενεργοποιείται ο λέβητας για την παραγωγή επιπλέον θερμικής ενέργειας.

Διάταξη σύνδεσης με το δίκτυο Μέσης Τάσης της ΔΕΗ

Τα χαρακτηριστικά της παραγόμενης ενέργειας όπως είναι η τάση, η ένταση, η συχνότητα, η ενέργεια κ.α θα ελέγχονται δια μέσω κατάλληλων οργάνων προκειμένου να εξασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία του σταθμού συμπαραγωγής ενέργειας.

Η διάταξη σύνδεσης με το δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ θα ελέγχεται πλήρως σε σχέση με την παραγόμενη ενέργεια από τον σταθμό συμπαραγωγής.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Σε περιπτώσεις διακοπής του ρεύματος, ο σταθμός συμπαραγωγής θα έχει την ικανότητα να επαναφέρει σε λειτουργία την μηχανή (κατάσταση Island Mode) έχοντας προσδιορισμένα φορτία του κολυμβητηρίου.

Διάταξη σύνδεσης με το κύκλωμα θέρμανσης του κολυμβητηρίου

Το ζεστό νερό θα παρέχεται από τις αντλίες που αντιστοιχούν για την παροχή του ζεστού νερού. Οι αντλίες αυτές τίθενται σε λειτουργία όταν απαιτείται η χρήση της πηγής αυτής από τον χρήστη μέσω ειδικών θερμοστατών. Ένα παραχθεί περισσότερη θερμική ενέργεια από όσο απαιτείται και δεν μπορεί να απορροφηθεί από τα θερμικά φορτία του κολυμβητηρίου, θα κατευθύνεται προς το εξωτερικό περιβάλλον. Από την άλλη ένα η παραγόμενη ενέργεια δεν επαρκεί για τις θερμικές απαιτήσεις, θα τίθεται σε λειτουργία ο υπάρχων λέβητας (παράλληλη λειτουργία).

Δοχείο Αδράνειας – Θερμοδοχείο – 6 m³

Το δοχείο αδράνειας έχει ως σκοπό να αποθηκεύει το ζεστό νερό που παράγεται από τον λέβητα ή την ΜΕΚ. Το αποθηκευμένο νερό παρέχεται όταν παύει η λειτουργία του λέβητα ή της ΜΕΚ και διαχέεται στον διανεμητή/συλλέκτη και αυτός εν συνεχεία προσφέρει θέρμανση στο νερό της πισίνας ή ζεστό νερό ή θέρμανση χώρου. Καθώς λειτουργεί ο λέβητας ή η ΜΕΚ, το δοχείο αδράνειας αποθηκεύει νερό και με τον τρόπο αυτό πραγματοποιείται εκοικονόμηση ενέργειας.

Το δοχείο αδράνειας έχει χωρητικότητα 6 m³ και συνδέεται με τον λέβητα και τον σταθμό συμπαραγωγής ενέργειας. Το δοχείο αδράνειας θα περιλαμβάνει ανοξείδωτο εναλλάκτη και θα διαθέτει θερμομόνωση προκειμένου να διατηρείται η υψηλή θερμοκρασία του νερού για μεγάλο διάστημα.

Η θερμομόνωση θα πρέπει να διαθέτει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Οικολογική θερμομόνωση πολυουθεράνης 50 kg/m³ σύμφωνα με τις διατάξεις του DIN 53420, πάχος 65 mm και θερμική αγωγιμότητα 0,023 W/mK,
- Εξωτερικό περίβλημα από PVC και μεταλλική επιφάνεια,



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

- Προστασία αντιδιαβρωτική από υγρό σμάλτο το οποίο θα είναι βαμμένο στους 850 °C σύμφωνα με τις διατάξεις του DIN 4753 καθώς και ανόδιο μαγνησίου σύμφωνα με το DIN 1234-2.2 και
- Να είναι κλάσης πυρσός B3

Κεντρικό σύστημα ελέγχου

Το κεντρικό σύστημα ελέγχου για τον σταθμό συμπαραγωγής ενέργειας θα στηθεί σε έναν κατάλληλο διαμορφωμένο χώρο το οποίο θα στεγάζει και το γραφείο του συντηρητή. Θα καταγράφονται οι μετρούμενες τιμές και το λογισμικό πρόγραμμα θα έχει την δυνατότητα να παρουσιάζει γραφικά τη λειτουργία του σταθμού καθώς και να αποθηκεύει μετρήσεις για τουλάχιστον 6 μήνες.

Διάφορα

Τα συστήματα τα οποία απαιτούν λειτουργία ON/OFF όπως για παράδειγμα είναι οι αντλίες και οι βαλβίδες θα έχουν αντιστοιχία σε relay ισχύος το οποίο θα βρίσκεται τοποθετημένο στον πίνακα ισχύος του αντίστοιχου συστήματος. Θα διατίθεται και χειροκίνητη λειτουργία του ON/OFF.

Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Ισχυρών Ρευμάτων

Όλες οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις θα τοποθετηθούν σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς. Τα καλώδια της μέσης τάσης θα είναι μονοπολικά τύπου N2*SY ή έχοντας διατομή 70 mm². Ο πίνακας της μέσης τάσης του σταθμού της ΜΕΚ θα εγκατασταθεί στο χώρο μέσης τάσης του κολυμβητηρίου. Θα συνδεθεί μέσω κατάλληλων προσαρμογών και η αναχώρηση των 20 kV από το Μ/Σ ανύψωσης θα φέρει κατάλληλη προστασία. Ο πίνακας θα προστατεύεται από τις απαραίτητες κυσέλες μέτρησης και διακόπτες ισχύος συρόμενου τύπου και θα είναι τηλεχειριζόμενοι και μονωμένοι με δευτερογενή προστασία. Η ΔΕΗ θα είναι εκείνη που θα καθορίσει την ισχύ της βραχυκύκλωσης.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Μετασχηματιστής

Ο μετασχηματιστής θα έχει την δυνατότητα να ανυψώσει την τάση που παράγει η γεννήτρια. Αυτό πραγματοποιείται από ένα Μ/Σ ισχύος χυτορητίνης με προεκτιμώμενη ισχύ 250 kVA έχοντας κύρια χαρακτηριστικά 20/0,4kV, 50Hz, τάση βραχυκύκλωσης 6% και συνολικές απώλειες κατηγορίας C – C κατά CENELEC HD 428.1, που θα συνοδεύεται από πιστοποιητικά δοκιμών, τύπου και σειράς κατά IEC 60076.

Ο χώρος που θα τοποθετηθεί ο Μ/Σ θα είναι κατάλληλα διαμορφωμένος και θα φέρει πόρτα πυρασφάλειας. Παράλληλα ο χώρος θα αερίζεται και η θερμοκρασία δεν θα υπερβαίνει τους 40 °C. Θα υπάρχουν και ανοίγματα ώστε να υπάρχει εξαναγκασμένη κυκλοφορία του αέρα. Τα ανοίγματα θα φέρουν ειδικά διαφράγματα πυροπροστασίας.

Το κύριο χαρακτηριστικό του μετασχηματιστή που δεν είναι άλλο από το σύστημα παραλληλισμού-αυτοματισμού 20 kV/0,40 kV θα έχει τις εξής δυνατότητες:

- Ο αυτόματος παραλληλισμός της μέσης τάσης της ΔΕΗ-Μ/Σ ισχύος και γεννήτριας θα μπορεί να επιτευχθεί με την αυτόματη συσκευή συγχρονισμού. Η συσκευή συγχρονισμού ουσιαστικά θα έχει δύο συσκευές. Η μια θα είναι εφεδρική. Ο αυτόματος παραλληλισμός θα έχει την δυνατότητα της χειροκίνητης μεταγωγής.
- Το σύστημα αυτοματισμού λειτουργίας έχει άμεση σχέση μεταξύ της ΜΕΚ-γεννήτριας και του δικτύου των 20 kV. Το σύστημα αυτόματου παραλληλισμού θα ελέγχεται από το PLC ώστε να υπάρχει ομαλή λειτουργία του σταθμού. Το σύστημα αυτοματισμού του σταθμού συμπαραγωγής ενέργειας θα έχει υπό τον έλεγχο του την θέση ON/OFF των διακοπών της μέσης και χαμηλής τάσης, την επιτήρηση και έλεγχο της θερμοκρασίας του Μ/Σ και της γεννήτριας και την μέτρηση της έντασης, τάσης, ισχύος και του $\cos\phi$ κατά την έξοδο από την γεννήτρια και τον Μ/Σ.

Γεννήτρια

Η γεννήτρια θα είναι εναλλασόμενου ρεύματος και θα βρίσκεται σε συνεχή λειτουργία. Θα διαθέτει ισχύ 250 kW υπό $\cos\phi=0,8$ τάσης εξόδου 230/400 V 50 Hz, και βαθμό απόδοσης μεγαλύτερο του 95%. Θα είναι τεσσάρων αγωγών, αυτοδιεγείρομενη με ομοαξονική διεγέρτρια



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

τύπου BRUSHLESS χωρίς ψύκτρες και δακτυλίους. Θα διαθέτει επόσης προστασία υπερθέρμανσης τυλιγμάτων με διπλά thermistors θα φέρει δε αντιπαρασιτική διάταξη κλάσης N κατά VDE 0875 προστασία από υπερθέρμανση κλάσης F, στεγανοποίηση κλάσης H, προστασία IP23 και προδιαγραφές κατά VDE 0530, IEC 60034-1, BS 4999-5000.

Πίνακες Χαμηλής Τάσης – Δίκτυο

Είναι μείζονος σημασίας οι πίνακες τις χαμηλής τάσεις να είναι στεγανοί κατά IP54 και να εγκατασταθούν σε ξεχωριστό χώρο με σύστημα κατάσβεσης CO₂. Άλλοι πίνακες όπως εκείνοι του φωτισμού και της κίνησης θα είναι και εκείνοι σταγανοί κατά IP54. Όλοι οι πίνακες θα φέρουν ξεχωριστές μπάρες ουδέτερου και γείωσης. Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι κατάλληλα για ρεύμα βραχυκύκλωσης στη θέση του πίνακα με βαθμίδες 6,9,15,25,30 KA.

Όταν τα φορτία θα είναι άνω των 63A, τότε θα υπάρχει προστασία με αυτόματους διακόπτες κλειστού τύπου και θα υπάρχει η δυνατότητα αφαίρεσης τους μέσω ηλεκτρονικών στοιχείων προστασίας (βυσματικός τύπος).

Οι πίνακες του φωτισμού και κίνησης θα προστατεύονται από μικροαυτόματους τύπους B ή C και υπάρχει ρελέ διαφυγής. Οι κινητήρες, αντλίες και οι βαλβίδες θα προστατεύονται με αυτόματους διακόπτες μέσω θερμικών και ηλεκτρομαγνητικών στοιχείων.

Τέλος, όλοι οι εκκινητές των κινητήρων θα διαθέτουν έναν μεταγωγικό διακόπτη με χαρακτηριστικά I, O, II. Οι κινητήρες με ισχύ μέχρι 7,5 kW θα έχουν απευθείας εκκίνηση ενώ κιβητήρες μεγαλύτερης ισχύος θα εκκινούνται με αυτόματος διακόπτη.

Όλα τα παραπάνω θα κατασκευασθούν από καλώδια χαλκού τύπου NYΥ ή πυράντοχα τα οποία θα είναι τοποθετημένα σε σωλήνες γαλβανισμένους ή σε σχάρες καλωδίων.

Γειώσεις

Η γείωση θα τοποθετηθεί εκεί που θα υποδείξει η Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου. Η αντίσταση της γείωσης θα πρέπει να είναι μικρότερη από 1Ω. Ο αγωγός της γείωσης θα έχει διατομή NYΥ 1*150mm² και θα καταλήγει σε μπάρα γης εντός του χώρου του μετασχηματιστή.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Στο χώρο των ηλεκτρικών πινάκων και του μετασχηματιστή θα τοποθετηθεί γείωση με την μορφή πλέγματος. Ταυτόχρονα στους χώρους των πινάκων θα τοποθετηθεί πλέγμα γείωσης (κάτω από το δάπεδο) με διατομή 6 χιλιοστά το οποίο θα ηλεκτροκολληθεί με τους οδηγούς στήριξης του μετασχηματιστή, τις βάσεις έδρασης των πινάκων, με τον οπλισμό του κτιρίου και όλο μαζί θα συνδεθεί με την γείωση της θεμελίωσης.

Παράλληλα με τα από πάνω θα τοποθετηθούν περιμετρικά στους τοίχους χάλκινη μπάρα γείωσης με διατομή 50 χιλιοστών. Η χάλκινη μπάρα θα συνδεθεί εν συνεχεία με τουλάχιστον δύο σημεία της μπάρας γείωσης και συγκεκριμένα την μπάρα γείωσης των πινάκων με αγωγό χαλκού.

Ο ουδέτερος κόμβος του μετασχηματιστή θα έχει ανεξάρτητη γείωση και θα αποτελείται από ένα τρίγωνο γείωσης τριών ηλεκτροδίων.

Εάν αποτύχει η απαιτούμενη γείωση για την προστασία του προσωπικού από την διαφορά δυναμικού προς την γη, θα εγκατασταθεί ένα δίκτυο γείωσης που θα καταλήγει σε δεύτερο τρίγωνο γείωσης. Τα τρίγωνα γείωσης θα τοποθετηθούν εκτός του κτιρίου και σε απόσταση τουλάχιστον 20 μέτρων μεταξύ τους.

Καλώδια

Όλα τα καλώδια που θα αφορούν την μέση τάση θα είναι μονοπολικά καλώδια έχοντας διατομή 70 mm².

Εγκατάσταση Ύδρευσης – Επεξεργασίας νερού

Ο σταθμός συμπαραγωγής ενέργειας απαιτεί την χρήση κρύου νερού σε όλα τα δίκτυα των σωληνώσεων. Η εγκατάσταση της ύδρευσης λοιπόν θα περιλαμβάνει τα δίκτυα σωληνώσεων κρύου νερού, τα συστήματα επεξεργασίας νερού, τα όργανα διακοπής και τα συστήματα ελέγχου ροής. Για να γίνει χρήση επεξεργασμένου νερού θα τοποθετηθεί συστοιχία δίδυμων αποσκληρυντών, απιονιστή και απαεριοτή.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Με σκέτο αποσκληρυμένο νερό θα τροφοδοτηθούν τα δίκτυα του θερμού και ψυχρού νερού, ενώ με το αποσκληρυμένο-απιονισμένο-απαερισμένο νερό θα τροφοδοτηθεί το εσωτερικό κύκλωμα ψύξης της ΜΕΚ.

Η υδροδότηση θα πραγματοποιηθεί από το κεντρικό δίκτυο ύδρευσης του κολυμβητηρίου και ο τροφοδοτικός αγωγός θα ξεκινά από το πλησιέστερο σημείου του κεντρικού αγωγού ύδρευσης του κολυμβητηρίου.

Η παροχή του κρύου νερού θα γίνεται μέσω δίκτυο σωληνώσεων που θα είναι κατασκευασμένοι με γαλβανισμένους σιδηροσωλήνες βαρέως τύπου κατά DIN 2440/61 και θα είναι βαμμένοι με δύο στρώσεις μίνου. Τα δίκτυα των σωληνώσεων που θα είναι εξωτερικά θα τοποθετηθούν παράλληλα ή κάθετα με τα οικοδομικά στοιχεία του κτιρίου ώστε να δένουν αρμονικά και καλαίσθητα στο χώρο του κολυμβητηρίου. Οι σωλήνες που θα τοποθετηθούν μέσα στους τοίχους και τα δάπεδα θα βαφούν με δύο στρώσεις αντισκωριακού μαύρου και τα θα τυλιχτούν με φύλλο πολυαιθυλενίου.

Η πίεση του νερού θα είναι σε λειτουργία 10 atm και σε θερμοκρασίες 0-100⁰C. Έτσι, τα όργανα διακοπής και ρυθμίσεων θα πρέπει να διαθέτουν αυτά τα χαρακτηριστικά. Όλες οι σωληνώσεις θα διαθέτουν αντικραδασική στήριξη προκειμένου να αποφευχθούν ανεπιθύμητοι θόρυβοι.

Εγκατάσταση αποχέτευσης

Οι υδραυλικοί υποδοχείς έχουν ως σκοπό την παραλαβή των ακαθάρτων και την οδήγηση τους στους οριζόντιους αγωγούς του δικτύου. Το νέο αποχετευτικό σύστημα που θα εξυπηρετεί τα νέα ενεργειακά συστήματα θα πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής:

- Εγκατάσταση αποχέτευσης δαπέδων στο χώρο του σταθμού,
- Σύστημα αποχέυτερσης συμπηκνωμάτων και μηχανημάτων και
- Σύστημα εκκένωσης των εγκαταστάσεων νερού και λιπαντικών στο χώρο του σταθμού.

Δίκτυο Θερμού Νερού

Ο σωλήνας που θα διέρχεται το θερμό νερό είναι τύπου DN115 ενώ η αντλία του κυκλώματος θα διαθέτει τα παρακάτω χαρακτηριστικά.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| Μανομετρικό ύψος (m) | Παροχή (m ³ /h) | Ισχύς (kW) |
|----------------------|----------------------------|------------|
| 10,40 | 71,50 | 3,5 |

Σωλήνες Θέρμανσης

Οι σωληνώσεις θέρμανσης θα χωρίζονται σε δύο τύπους, χωρίς και με ραφή.

Όσον αφορά τους σωλήνες χωρίς ραφή, θα αποτελούνται από χάλυβα ήτοι χαλυβδοσωλήνες χωρίς ραφή και θα έχουν παραχθεί κατά DIN 2448/1629 (Γερμανικοί κανονισμοί). Οι σωλήνες αυτοί θα χρησιμοποιηθούν για τις ανάγκες των εξωτερικών δικτύων αλλά και των εσωτερικών δικτύων με διατομή μεγαλύτερη των 2".

Οι σωλήνες με την ραφή ονομάζονται σιδηροσωλήνες μαύροι και θα είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με το DIN 2440 (βρέως τύπου) και θα έχει ενισχυμένα τοιχώματα. Οι σωλήνες αυτοί θα τοποθετηθούν σε όλο το εσωτερικό δίκτυο με διατομή μέχρι και 2".

Παράλληλα θα υπάρχουν και συλλέκτες από χάλυβα χωρίς ραφή. Στις άκριες των συλλεκτών θα τοποθετηθούν φλάτζες (τυφλές) ώστε να κλείσουν αλλά να υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου και καθαριότητας του συλλέκτη.

Εγκατάσταση Πυροπροστασίας

Προκειμένου να προστατευτεί ο χώρος του σταθμού από τυχόν φωτιά θα πρέπει να παρθούν μέτρα πυροπροστασίας και εγκατάσταση πυροπροστασίας.

Η εγκατάσταση θα περιλαμβάνει μόνιμο υδροδοτικό πυροσβεστικό δίκτυο, πυρανίχνευση καθώς και αναγγελία πυρκαγιάς. Επίσης θα διαθέτει αυτόματο σύστημα κατάσβεσης της φωτιάς εντός του κελυφους της ΜΕΚ αλλά και φορτητά πυροσβεστικά μέσα. Η μόνιμη εγκατάσταση θα κατασκευαστεί σύμφωνα με τις διατάξεις του Π.Δ 71/88 και τις ισχύουσες πυροσβεστικές διατάξεις.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Όσον αφορά τα μέτρα πυροπροστασίας, θα υπάρχουν τα εξής:

- Χειροκίνητο σύστημα συναγερμού το οποίο θα έχει ευρεία κάλυψη,
- Αυτόματο σύστημα πυρανίχνευσης που θα υπάρχει σε όλο τον χώρο του μηχανοστάσιου,
- Φωτισμός ασφαλείας και σήμανση οδού διαφυγής (emergency exits),
- Φορητοί πυροσβεστήρες και μόνιμο υδροδοτικό δίκτυο για ανάγκες πυρόσβεσης και
- Αυτόματο σύστημα κατάσβεσης CO₂ στον χώρο των ηλεκτρολογικών πινάκων.

Για την ενεργοποίηση του συστήματος συναγερμού θα τοποθετηθούν ηλεκτρικοί αναγγελτήρες πυρκαγιάς σε προσιτά και φανερά σημεία, σε κουτί με σταθερό γυάλινο κάλυμμα. Η πίεση του ηλεκτρικού κουμπιού μετά από σπάσιμο καλύμματος ενεργοποιεί σειρήνα συναγερμού που είναι συνδεδεμένη με το κύκλωμα.

Προβλέπονται τα παρακάτω μέτρα ενεργητικής πυροπροστασίας:

- Χειροκίνητο ηλεκτρικό σύστημα συναγερμού ευρείας κάλυψης. Ηλεκτρικοί αναγγελτήρες θα τοποθετηθούν σε προσιτά και φανερά σημεία που θα περιέχονται μέσα σε κουτί σταθερό με γυάλινο κάλυμμα. Η πίεση του ηλεκτρικού κουμπιού έπειτα από το σπάσιμο του γυάλινου καλύμματος θα ενεργοποιεί το σύστημα συναγερμού,
- Αυτόματο σύστημα πυρανίχνευσης που θα καλύπτει όλους τους χώρους του μηχανοστασίου. Έχει ως σκοπό την έγκαιρη ανίχνευση πυρκαγιάς και να σημάνει τον συναγερμό. Το σύστημα πυρανίχνευσης περιλαμβάνει τους ανιχνευτές, τις σειρήνες, τους φωτεινούς επαναλήπτες, τον πίνακα πυρανίχνευσης και το δίκτυο των καλωδιώσεων,
- Φωτισμός ασφαλείας και σήμανση οδεύσεων διαφυγής και εξόδων κινδύνου σύμφωνα με την παράγραφο 2.6 των γενικών διατάξεων του Π.Δ. 71/88,
- Φορητοί πυροσβεστήρες ξηρής κόνεως ή CO₂ θα τοποθετηθούν σε σημεία των 15 μέτρων μεταξύ τους,
- Μόνιμο Υδροδοτικό Πυροσβεστικό δίκτυο σε δύο κατάλληλα επιλεγμένες θέσεις που θα ονομάζονται πυροσβεστικές φωλιές. Οι φωλιές θα συνδέονται με το δίκτυο πυρόσβεσης μέσω σωληνώσεων οι οποίοι θα είναι σιδηροσωλήνες γαλβανισμένοι βαρέως τύπου και
- Αυτόματο σύστημα κατάσβεσης CO₂ για τους χώρους των ηλεκτρολογικών πινάκων. Θα βρίσκεται εντός του ηχομονωτικού κλωβού και έχει ως σκοπό την προστασία του σταθμού συμπαραγωγής. Θα περιλαμβάνει φιάλες CO₂ κατάλληλης χωρητικότητας, βαλβίδα

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ταχείας εκκένωσης, σύνδεσμο για την οδηγό φιάλη, ενεργοποιητή χειρός ή αερίου, σωληνοειδή ενεργοποιητή στην οδηγό φιάλη, βαλβίδα μειωμένης ροής για συλλέκτη 1'' βαλβίδα ασφαλείας, ακροδέκτη για την οδηγό φιάλη, σωλήνα υψηλής πίεσης μεταξύ των φιαλών, σωλήνα υψηλής πίεσης για CO₂, χαλύβδινο σωλήνα συλλέκτη και ακροφύσια εκτόξευσης CO₂.

7.2.10. Νέο Σύστημα Φωτισμού, Υψηλής Ενεργειακής Απόδοσης σε Όλους τους Χώρους του Κολυμβητηρίου

Ο υπάρχων φωτισμός του κολυμβητηρίου θα καταργηθεί και νέο σύστημα φωτισμού θα εγκατασταθεί. Το νέο σύστημα φωτισμού θα χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες, 1) σύστημα φωτισμού στο χώρο των δεξαμενών και 2) σύστημα φωτισμού στους βοηθητικούς χώρους.

Οι κατηγορίες δημιουργήθηκαν λόγω του γεγονότος ότι άλλες απαιτήσεις φωτισμού χρειάζονται στις πισίνες και άλλες στους βοηθητικούς χώρους.

Στην πρώτη περίπτωση, εκείνη του συστήματος φωτισμού στο χώρο των δεξαμενών, θα τοποθετηθούν φωτιστικά σώματα τύπου LED που χρησιμοποιούν σχεδόν 85% λιγότερη ενέργεια σε σχέση με τα ήδη υπάρχοντα συστήματα φωτισμού (τα υπάρχοντα φωτιστικά αποτελούνται από 39 σώματα των 1000 και 400 kW). Επίσης, το νέο σύστημα φωτισμού θα έχει μεγαλύτερο προσδοκίμιο ζωής σε σχέση με το ήδη υπάρχων σύστημα φωτισμού. Έτσι θα τοποθετηθούν 39 νέοι λαμπτήρες LED που θα αντικαταστήσουν το ήδη φωτιστικό σύστημα. Οι παρακάτω πίνακες απεικονίζουν τα τυπικά χαρακτηριστικά ενός τυπικού λαμπτήρα LED.

Πίνακας 7.4: Λαμπτήρες που θα αντικαταστήσουν τα σώματα των 1000kW

| | |
|-------------------------|---------------------|
| LED lumen package | 35-65 klm σε CRI 70 |
| Κατανάλωση (σε W) | 252-549 W |
| Αποδοτικότητα (σε Lm/W) | >125 lm/W |
| CRI | 70/80 |
| CCT | 3000K WW/4000NW |

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | |
|-----------------------|---------------------------------|
| Χρόνος ζωής (σε ώρες) | 70-100 χιλιάδες ώρες στους 25°C |
| Finishing | MSP and Swimming Pool options |
| Optics/LOR | 3xSym, 3xAsym, 3x Road |
| IP/IK | IP66/IK08 |
| Voltage/frequency | 120-277V / 50 Hz |
| Χρώμα | Grey RAL 9007 |

Πίνακας 7.5: Λαμπτήρες που θα αντικαταστήσουν τα σώματα των 400kW

| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| Κατανάλωση (σε W) | 233 W |
| Αποδοτικότητα (σε Lm/W) | >105 lm/W |
| CRI | >75 |
| CCT | 4.000 W |
| Χρόνος ζωής (σε ώρες) | 75.000 ώρες στους 25°C |
| Finishing | MSP and Swimming Pool options |
| Βαφή/Χρώμα | RAL 9007/L2521 |
| IP/IK | IP66/IK09 |
| Voltage/frequency | 120-277V / 50 Hz |
| Χρώμα | RAL colors, class II |

Η υπάρχουσα σύνδεση των φωτιστικών σωμάτων θα παραμείνει ίδια μετά την τοποθέτηση των νέων λαμπτήρων. Στην δεύτερη περίπτωση θα γίνει αντικατάσταση των ήδη υπάρχοντων φωτιστικών με νέους λαμπτήρες φθορισμού. Η χρήση λαμπτήρων φωτισμού στους βοηθητικούς χώρους επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας έως 25% καθώς και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των λαμπτήρων. Οι βοηθητικοί χώροι αφορούν όλα τα γραφεία, τα ιατρεία, το κυλικείο και τα αποδυτήρια. Άλλοι χώροι αφορούν τους διαδρόμους και τα κλιμακοστάσια.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Στα γραφεία, το ιατρείο, το κυλικείο και στα αποδυτήρια θα τοποθετηθούν οχτώ σώματα με ειδικό ανακλαστήρα υψηλής απόδοσης τύπου T52*24W, ενώ στους διαδρόμους και τα κλιμακοστάσια θα τοποθετηθούν 27 σώματα με απόδοση T51*24W.

7.2.11. Εγκατάσταση Συστήματος Συστοιχίας Πυκνωτών για τη Βελτίωση του $\cos\phi$

Η μέτρηση της ισχύος, ήτοι ο συντελεστής ισχύος $\cos\phi$ είναι καταγεγραμμένος στα κοινωνικά τιμολόγια της ΔΕΗ. Συγκεκριμένα, ο $\cos\phi$ του κολυμβητηρίου για τους μήνες Δεκέμβριο 2017 έως και τον Ιανουάριο 2019 ήταν χαμηλός. Η χαμηλότερη τιμή του συντελεστή ισχύος καταγράφηκε τον Ιούλιο 2018 με τον $\cos\phi$ να ισούται με 0,803. Η υψηλότερη τιμή καταγράφηκε τον Σεπτέμβριο του ίδιου έτους με τον $\cos\phi$ να κυμαίνεται στα 0,851. Από την άλλη η μέση τιμή σε μηνιαία βάση του συντελεστή $\cos\phi$ ήταν περί τα 0,835.

Προκειμένου ένας χώρος να είναι ενεργειακά αποδοτικός θα πρέπει ο συντελεστής ισχύος να είναι κοντά στον ένα (1), ήτοι $\cos\phi=1$. Όσο πιο κοντά είναι ο συντελεστής ισχύος στην μονάδα τόσο περισσότερα τα πλεονεκτήματα ενός χώρου (ενεργειακά και οικονομικά). Όταν βελτιώνεται ο συντελεστής ισχύος τότε μπορεί να επιτραπεί η χρήση μικρότερων εξαρτημάτων όπως για παράδειγμα μετασχηματιστές. Ο συντελεστής ισχύος $\cos\phi$ μπορεί να βελτιωθεί με την βοήθεια ενός πυκνωτή. Ουσιαστικά απαιτείται μια σειρά πυκνωτών ή αλλιώς συστοιχία πυκνωτών η οποία θα λειτουργεί ως πηγή άεργης ενέργειας. Η συστοιχία αυτή χαρακτηρίζεται ως αντιστάθμιση άεργου ισχύος και ο πίνακας που θα τοποθετηθεί στο κολυμβητήριο θα έχει τέτοια διάταξη. Αυτός ο πίνακας θα είναι ουσιαστικά υπεύθυνος για την βελτίωση του συντελεστή ισχύος (να πλησιάζει την μονάδα).

Ο μαθηματικός τύπος που εφαρμόζεται για την βελτίωση του συντελεστή είναι:

$$C = \frac{[P * (\varepsilon_{\phi\phi1} - \varepsilon_{\phi\phi2})]}{2 * \pi * f * U^2} \quad \text{Εξίσωση 7.1}$$

Όπου,

P είναι η πραγματική ισχύς καταναλωτή [W]

$\varepsilon_{\phi1}$ είναι η εφαπτομένη αρχικής γωνίας



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

$\epsilon\phi\phi_2$ είναι η εφαπτομένη τελικής γωνίας,

f είναι η συχνότητα δικτύου (50Hz) και

U είναι η τάση δικτύου (230 V)

Ο συγκεκριμένος πίνακας θα είναι κατασκευασμένος με τέτοιον τρόπο ώστε να ακολουθεί τους διεθνείς και ευρωπαϊκούς κανονισμούς. Φυσικά ο πίνακας και όλα τα εξαρτήματα που συνδέονται με αυτόν θα είναι τυποποιημένα και πιστοποιημένα.

Σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς, ο πίνακας αντιστάθμισης θα πρέπει να έχει:

- Πηνία εκφόρτισης,
- Ανεμιστήρα και
- Φίλτρο.

Παράλληλα, ο πίνακας θα πρέπει να έχει ισχύ 50 kVar, να είναι 6 βημάτων και να έχει υποδύναμη HP 10 και όλα αυτά να είναι σύμφωνα με τον διεθνή κανονισμό CEI EN 60831-1/2.

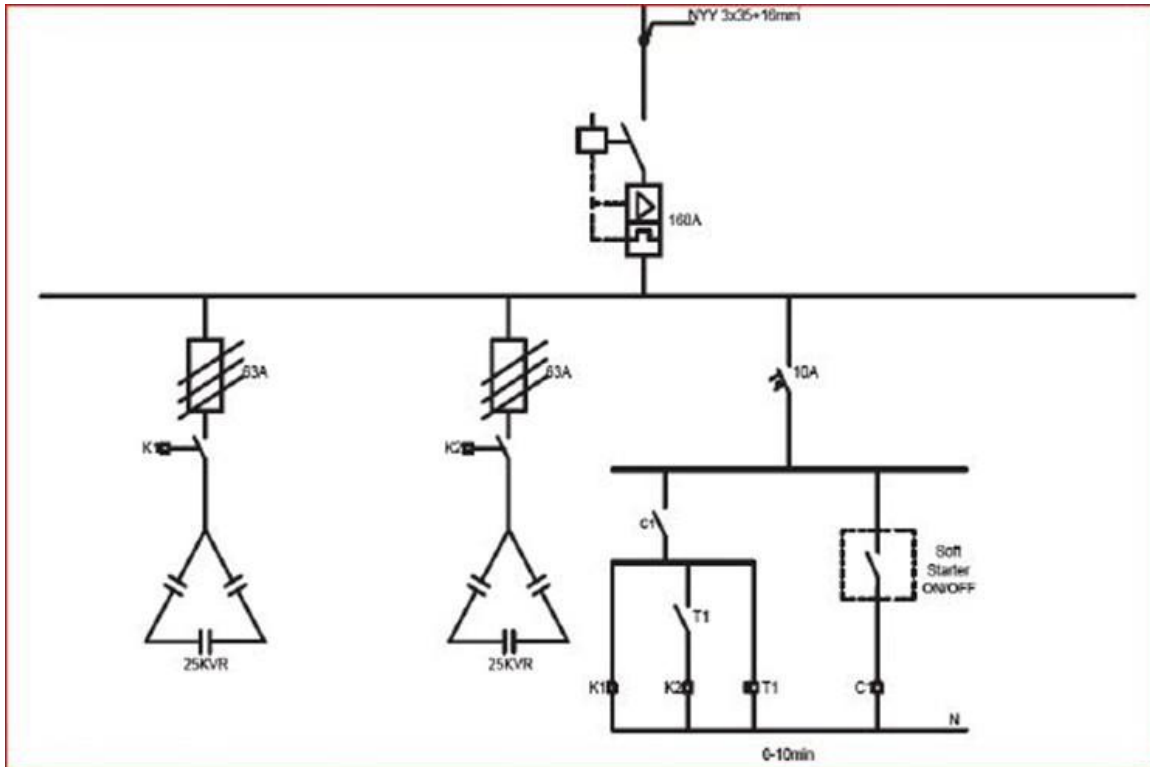
Ο πίνακας θα έχει μέση τάση ένταση και πρέπει να διαθέτει τα παρακάτω:

- Χώρος ειδικός τύπου ερμάριο προκειμένου τα τοποθετηθούν τα υλικά μεγέθους 180*80*50cm,
- Διακόπτης φορτίων τριπολικός 400A,
- Ρελέ καθώς και δύο ασφάλειες BOX για τον κάθε πυκνωτή,
- Δύο πυκνωτές των 25 kVar έκαστος προκειμένου να επιτευχθεί $\cos\phi=1$ και
- Ηλεκτρικό όργανο συνημιτόνου 6 βαθμίδων λόγω της ύπαρξης δύο πυκνωτών.

Το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει την συνδεσμολογία των δύο πυκνωτών.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"



Διάγραμμα 7.1: Συνδεσμολογία συστήματος πυκνωτών

7.2.12. Εγκατάσταση Συστήματος Τριφασικών Μετατροπέων (Inverters)

Το Οι τριφασικοί μετατροπείς (inverters) έχουν εγκατασταθεί στην καθημερινότητα μας και συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, μείωση των ρύπων καθώς και φυσικά μείωση του κόστους. Τα inverter έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν αθόρυβα και να έχουν πλήρη ικανότητα λειτουργίας σε χαμηλές στροφές. Παράλληλα έχουν άφθονες ρυθμίσεις και έτσι ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει μέσα από μια γκάμα επιλογών αυτό που του ταιριάζει.

Στο χώρο του κολυμβητηρίου θα γίνεται έλεγχος του ρεύματος και της τάσης που εκπέμπει ο μετατροπέας και έτσι θα είναι οτιδήποτε υπολειτουργεί θα μπορεί να γίνει στιγμιαία διόρθωση χωρίς την διακοπή της λειτουργίας. Συγκεκριμένα, η τάση της εξόδου ελέγχεται συνεχώς μέσω επεξεργαστή έτσι ώστε να διασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία του κινητήρα.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Είναι σημαντικό όμως προκειμένου ο μετατροπέας να είναι αξιόπιστος, να έχει πλήρη προστασία από κάθε είδους βραχυκύκλωμα κατά την έξοδο της ισχύος. Η προστασία πραγματοποιείται είτε με φάσεις είτε μεταξύ φάσεων και γης (γείωση). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα τυπικά χαρακτηριστικά ενός τριφασικού συστήματος inverter.

Πίνακας 7.5: Τυπικά χαρακτηριστικά τριφασικού συστήματος

| | | | |
|--|--|--|--------------------|
| Ισχύς | | | |
| Κινητήρα | HP | 15 | 20 |
| Εξόδος | Ρεύμα | 24 Amp | 30 Amp |
| | Καλώδιο | 6 mm ² | |
| | Συχνότητα | 0.5 – 400 Hz | |
| | Τάση | Τριφασικό : 0 – Τάση εισόδου (400V) | |
| Είσοδος | Συχνότητα | 50 (±5%) Hz | |
| | Τάση | Τριφασικό: 380 – 480 Volt (+10%, -15%) | |
| | Ασφάλεια | 32 Amp | 40Amp |
| | Καλώδιο | 6 mm ² | 10 mm ² |
| Μέθοδος Ελέγχου | Διανυσματικός έλεγχος με PWM | | |
| Ανάλυση Ρύθμισης | 0.01 Hz | | |
| Ακρίβεια Συχνότητας Εξόδου | ±0.01% της μέγιστης ορισθείσας συχνότητας (ψηφιακά) | | |
| Υπερφόρτιση | ±0.1% της μέγιστης ορισθείσας συχνότητας | | |
| Ρύθμιση Συχνότητας | 150% για 1 λεπτό (μία κάθε 10 λεπτά) | | |
| Χρόνος Επιτάχυνσης & Επιβράδυνσης | Αναλογική: -10 ή 0 – 10 V / 0 ή 4 – 20 mA / Ποτενσιόμετρο | | |
| Είσοδοι | 0.1 - 6000 Δευτερόλεπτα | | |
| Εξοδοι | Οκτώ (8) ψηφιακές & Δύο (2) αναλογικές (-10 ή 0–10Vdc / 0 ή 4–20mA) | | |
| Προστασίες | Δύο (2) ψηφιακές & μία (1) αναλογική (0-10Vdc) | | |
| | Υπέρταση, Υπόταση, Υπερένταση, Υπερθέρμανση ρυθμιστή στροφών, βλάβη ανεμιστήρα | | |
| | Υπερφόρτιση κινητήρα, Διαρροή ρεύματος προς τη γη, | | |

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | | |
|--------------------|---------------|--|
| Προστασία Κελύφους | | IP20 |
| Συνθήκες | Θερμοκρασία | -10 °C ÷ +40 °C ($F_s \geq 7\text{kHz}$) |
| | Περιβάλλοντος | -10 °C ÷ +50 °C ($F_s \leq 6\text{kHz}$) |
| Λειτουργίας | Υγρασία | Έως 90 % |
| | Υψόμετρο | Έως 1000 m |
| Ψύξη | | Με ενσωματωμένο ανεμιστήρα |

Πρόσθετα Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας

Εκτός από τα παραπάνω που συζητήθηκαν όσον αφορά την εξοικονόμηση της ενέργειας θα μπορούσα να εφαρμοστούν και τα εξής:

- Ηλιακοί συλλέκτες για την παραγωγή ζεστού νερού κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ώστε να μη τίθεται σε λειτουργία ο λέβητας,
- Γεωθερμικοί εναλλάκτες με κλειστό κύκλωμα ώστε να γίνεται εκμετάλλευση της γεωθερμίας σε αβαθή επίπεδα και
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι ηλιακοί συλλέκτες θα μπορούσαν να τροφοδοτούν το δοχείο αδράνειας (εκείνο που θα βρίσκεται στο σταθμό συμπαραγωγής ενέργειας) και έπειτα να τροφοδοτούνται οι κολυμβητικές δεξαμενές καθώς και τα αποδυτήρια και οι λουτήρες. Τον ίδιο σκοπό θα είχαν και οι γεωθερμικοί εναλλάκτες. Εάν υπάρχει περίσσεια θερμότητα από τους ηλιακούς συλλέκτες, τότε εκείνη θα απορρίπτεται στο έδαφος μέσω υδραυλικής σύνδεσης που θα τοποθετούνταν μεταξύ του συλλεκτήρα των εναλλακτών και του δοχείου αδράνειας. Ένας και μόνο συλλέκτης 1m^2 μπορεί να εξοικονομήσει σχεδόν 500kWh κάθε χρόνο και φυσικά μειώνει την εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα προς το περιβάλλον.

Οι γεωθερμικοί εναλλάκτες θα αποτελούνταν από τα εξής μέρη:

- Γεωεναλλάκτη με είτε πηγή θερμότητας



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

- Κλειστού βρόγχου
 - Κατακόρυφος βρόγχος στο υπέδαφος
 - Οριζόντιος βρόγχος στο υπέδαφος
- Ανοιχτού βρόγχου-νερού υπεδάφους
 - Αντλία θερμότητας
 - Σύστημα διανομής νερού (με ενδοδαπέδια θέρμανσης και fan coils)

Ο γεωεναλλάκτης κλειστού τύπου διακρίνεται σε δύο κατηγορίες εκείνου του κλειστού κατακόρυφου βρόγχου στο υπέδαφος και εκείνου του κλειστού οριζόντιου βρόγχου στο υπέδαφος. Ο κλειστός τύπος αποτελείται από σωλήνες πολυαιθλενίου και ουσιαστικά μεταφέρει την γεωθερμική ενέργεια του εδάφους στις αντλίες θερμότητας μέσω ενός διαλύματος νερού και γλυκόζης το οποίο βρίσκεται μέσα στους σωλήνες. Ο γεωεναλλάκτης ουσιαστικά εκμεταλλεύεται την θερμοκρασία του εδάφους. Η θερμοκρασία του εδάφους παραμένει σταθερή σε όλη την διάρκεια του χρόνου και κυμαίνεται μεταξύ 13-16 °C.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται και στους δύο τύπους των κλειστών γεωεναλλακτών. Όσον αφορά τον κατακόρυφο τύπο, οι γεωτρήσεις που πραγματοποιούνται θα πρέπει να έχουν απόσταση 6 μέτρα μεταξύ τους (τουλάχιστον) καθώς και διατήρηση των αποστάσεων μεταξύ των σωληνώσεων. Οι σωλήνες στο υπέδαφος θα πρέπει να προστατεύονται από τον παγετό με την χρήση ενός τσιμέντου ειδικού τύπου, τον μπετονίτη.

Από την άλλη, οι οριζόντιοι γεωεναλλάκτες αφορούν την σύνδεση των συλλεκτών ενέργειας με μια αντλία γεωθερμίας και σωληνών τύπου PPR. Η τοποθέτηση τους των συλλεκτών πραγματοποιείται σε μικρότερο βάθος από τον γεωεναλλάκτη ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερη εξαέρωση του δικτύου και αποφυγή διαρροής νερού/γλυκόζης. Στην οριζόντια γεωθερμία ιδιαίτερη προσοχή δίδεται στις αποστάσεις μεταξύ των σωληνώσεων αλλά και στην μόνωση των σωληνώσεων που βρίσκονται κοντά στον συλλέκτη. Επίσης η τοποθέτησης του γεωεναλλάκτη πρέπει να βρίσκεται τουλάχιστον 1m μακριά από το κεντρικό δίκτυο ύδρευσης και αποχέτευσης του κτιρίου. Ακόμη, πρέπει να ελέγχονται τα επίπεδα της γλυκόζης όπως και επίσης να υπάρχει σωστή μίξη μεταξύ νερού και γλυκόζης. Η επιφάνεια που βρίσκεται ο εναλλάκτης δεν πρέπει να είναι στεγανή και ούτε να καλύπτεται.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Οι παρακάτω πίνακες απεικονίζουν την ειδική απώληση θερμότητας για τους κατακόρυφους και οριζόντιους τύπους αντίστοιχα.

Πίνακας 7.6: Ειδική απώληση θερμότητας για κατακόρυφους γεωεναλλάκτες

| Είδος πετρωμάτων υπεδάφους | Ειδική Απόληψη Θερμότητας | |
|---|---------------------------|-----------------|
| | Για 1800 h/έτος | Για 2400 h/έτος |
| Ξηρές φερτές ύλες | 25 W/m | 20 W/m |
| Αμμοχάλικο, άμμος-ξηρή | <25 W/m | <20 W/m |
| Αμμοχάλικο, άμμος- κορεσμένη με νερό | 65-80 W/m | 55-65 W/m |
| Αργιλώδες έδαφος, υγρό | 35-50 W/m | 30-40 W/m |
| Ασβεστόλιθος (συμπαγής) | 55-70 W/m | 45-60 W/m |
| Ψαμμίτες | 65-80 W/m | 55-65 W/m |
| Γρανίτης | 65-85 W/m | 55-70 W/m |

Πίνακας 7.7: Ειδική απώληση θερμότητας για οριζόντιους γεωεναλλάκτες

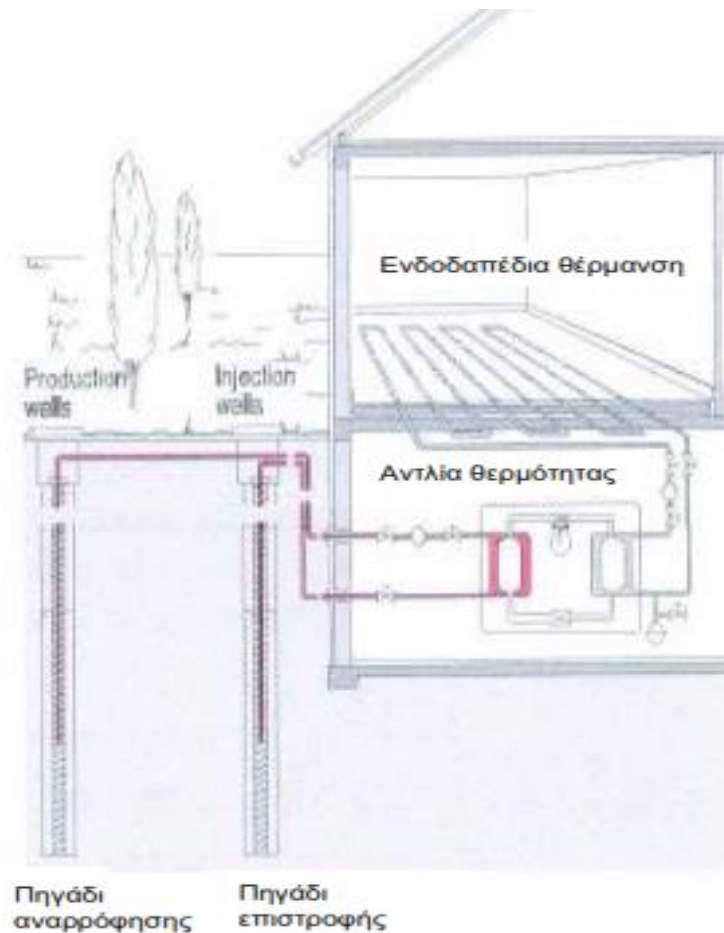
| Σύσταση εδάφους | Ειδική Απόληψη Θερμότητας | |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|
| | Για 1800 h/έτος | Για 2400 h/έτος |
| Ξηρό μη συνεκτικό έδαφος | 10 W/m ² | 8 W/m ² |
| Συνεκτικά εδάφη, υγρά | 20-30 W/m ² | 16-24 W/m ² |
| Κορεσμένη με νερό άμμος | 40 W/m ² | 32 W/m ² |

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Εν αντιθέση, οι αντλίες ανοιχτού τύπου αξιοποιούν τα υπόγεια ύδατα ώστε να μεταφερθεί η θερμότητα προς τις αντλίες. Προκειμένου να εγκατασταθεί ένας ανοιχτού τύπου γεωεναλλάκτης πρέπει να δημιουργηθούν δύο ανοιχτές γεωτρήσεις. Ουσιαστικά το νερό της πρώτης γεώτρησης αντλείται και μεταφέρεται στην αντλία. Ανάλογα την ανάγκη το νερό θερμαίνεται ή ψύχεται και επιστρέφει στο υπέδαφος μέσω της δεύτερης γεώτρησης. Σηματικό είναι οι δύο γεωτρήσεις να απέχουν μεταξύ τους τουλάχιστον 10 μέτρα καθώς και η δεύτερη γεώτρηση να βρίσκεται στην κατεύθυνση της ροής των υδάτων του υπέδαφους. Είναι επίσης σημαντικό οι σωλήνες που μεταφέρουν τα ύδατα να είναι τοποθετημένοι σε τέτοιο βάθος ώστε να μην παγώνουν. Παράλληλα, θα πρέπει οι αντλίες που βρίσκονται στο υπέδαφος να είναι κατάλληλες ώστε να μην διαβρωθούν. Επίσης, στην αντλία θερμότητας θα πρέπει να τοποθετηθεί μια συστοιχία φίλτρων.

Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει την διαδικασία άντλησης των υπογείων υδάτων.





ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Εικόνα 7.5: Διαδικασία άντλησης υπογείων υδάτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

ΤΕΧΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η Οι παραπάνω εφαρμογές που συζητήθηκαν προκειμένου να εξοικονομηθεί ενέργεια θα έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των εξόδων λειτουργίας.

Παρακάτω παρουσιάζονται διάφοροι υπολογισμοί που θα ορίσουν την οικονομική αξιολόγηση των ενεργειακών επενδύσεων.

Το αν αξίζει τελικά να πραγματοποιηθούν οι αλλαγές αυτές εξαρτάται από την καθαρά παρούσα αξία (NPV), τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης (IRR), τα έτη αποπληρωμής καθώς και ο λόγος κόστους όφελους.

Η καθαρά παρούσα αξία του Συστήματος Συμπααραγωγής Ηλεκτρικής και Θερμικής ενέργειας υπολογίζεται ως:

$$ΚΠΑ = \frac{C * F_e * \Sigma Q}{[\rho * H_u * \eta * (i - \varepsilon) * (1 - ((1 + \varepsilon)/(1 + i)^v))] - AK(\text{€})} \quad \text{Εξίσωση 8.1}$$

Όπου,

C είναι το κόστος φυσικού αερίου (€/kWh) (κόστος πετρελαίου 10/2019 0,052€/kWh),

F_e είναι η μέση ετήσια κάλυψη,

ΣQ είναι το ετήσιο θερμικό φορτίο (MJ/έτος),

ρ είναι η πυκνότητα του φυσικού αερίου και ισούται με, ρ=0,55

H_u είναι η κατώτερη θερμογόνο δύναμη (MJ/kg),

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

η είναι ο βαθμός απόδοσης συμβατικής εγκατάστασης θέρμανσης,

i είναι ο ετήσιος πληθωρισμός (1%),

ε είναι η ετήσια αύξηση τιμής ενέργειας (περί 5%),

n είναι τα έτη (πχ 5 έτη) και

- AK είναι το αρχικό κόστος συστήματος ΣΗΘΥΑ (επένδυσης) σε €.

Ο χρόνος αποπληρωμής ισούται με:

$$XA = \ln \left[1 - \left(\frac{\rho * H_u * \eta * AK}{C * F_e * \Sigma Q} \right) * (i - \varepsilon) \right] / \ln \left(\frac{1 + \varepsilon}{1 + i} \right) \quad \text{Εξίσωση 8.2}$$

Ο εσωτερικός βαθμός αποπληρωμής (IRR) είναι το επιτόκιο που μηδενίζει την καθαρά παρούσα αξία και όταν αντικατασταθεί από το r , τότε η ΚΠΑ μηδενίζεται. Έτσι ο τύπος διαμορφώνεται ως εξής:

$$NPV = -cf_0 + \frac{cf_1}{(1+r)^1} + \frac{cf_2}{(1+r)^2} + \frac{cf_3}{(1+r)^3} + \frac{cf_n}{(1+r)^n} \quad \text{Εξίσωση 8.3}$$

Όπου,

ΚΠΑ (NPV) = 0,

CF_0 είναι το αρχικό κόστος επένδυσης,

CF_1 είναι τα κέρδη κατά το 1^ο έτος,

CF_2 είναι τα κέρδη κατά το 2^ο έτος,

CF_3 είναι τα κέρδη κατά το 3^ο έτος,

CF_n είναι τα κέρδη κατά το n^ο έτος,

r είναι ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης n (%) σε σχέση με τα έτη ήτοι 5 έτη, $n=5$



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Αν αντικατασταθούν στην παραπάνω σχέση τα συγκεκριμένα ποσά τότε η καθαρά παρούσα αξία μηδενίζεται.

Ο λόγος του οφέλους κέρδους υπολογίζεται ως εξής:

$$BCR = 1 + \frac{NPV}{cf_0} \quad \text{Εξίσωση 7.4}$$

Εάν ο λόγος είναι μεγαλύτερος της μονάδας τότε η επένδυση θεωρείται αποδεκτή και βιώσιμη.

Στον παρακάτω πίνακα διακρίνονται οι μηνιαίες τιμές κατανάλωσης φυσικού αερίου για το έτος 2018.

Πίνακας 8.1: Οικονομικά στοιχεία κατανάλωσης ΦΑ κατά το έτος 2018

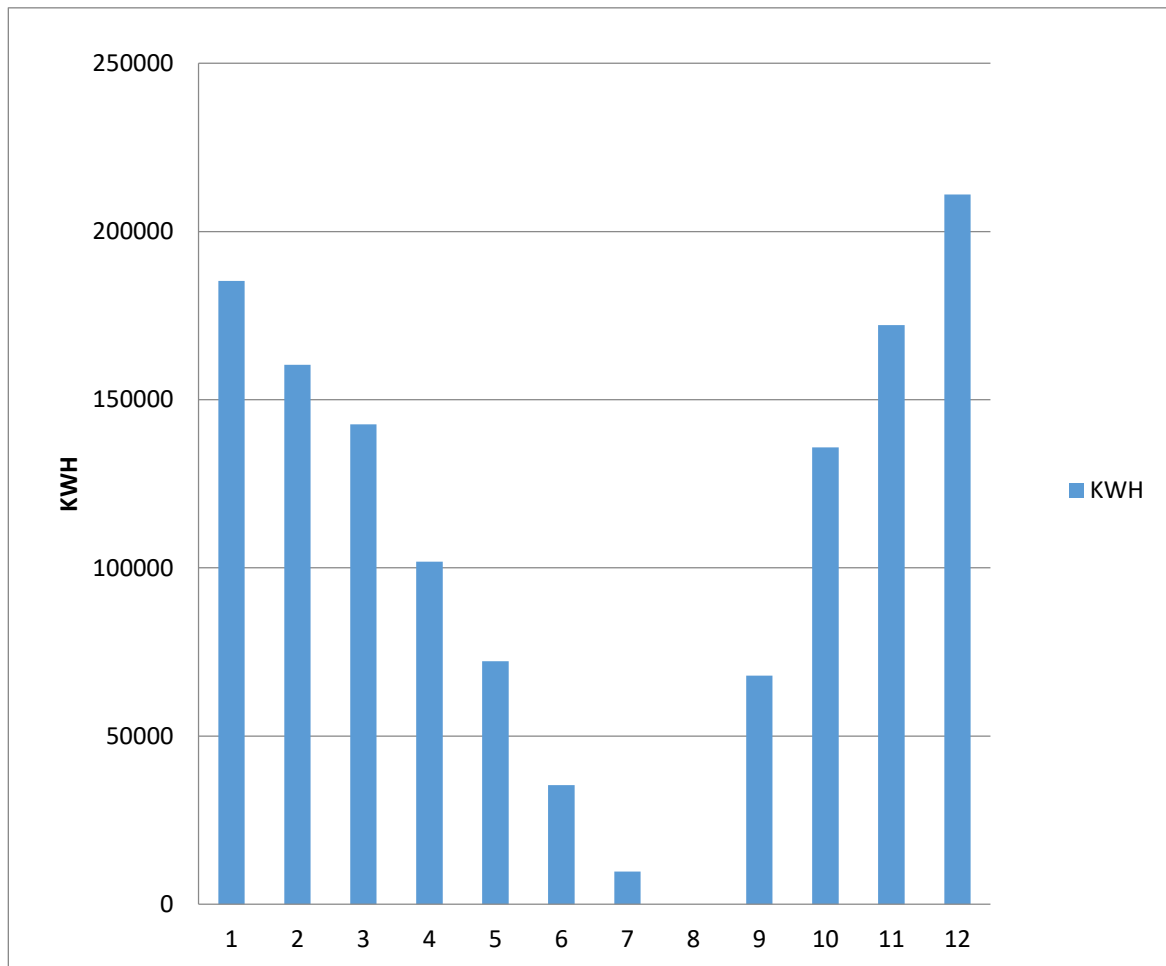
| Ημερομηνία | KWH | € |
|------------|--------|---------|
| 1/1/2018 | 185274 | 8794,6 |
| 1/2/2018 | 160369 | 7621,5 |
| 1/3/2018 | 142644 | 6786,7 |
| 1/4/2018 | 101848 | 4865,2 |
| 1/5/2018 | 72206 | 3469,1 |
| 1/6/2018 | 35407 | 1735,8 |
| 1/7/2018 | 9722 | 526,1 |
| 1/8/2018 | 0 | 68,2 |
| 1/9/2018 | 67950 | 3268,6 |
| 1/10/2018 | 135778 | 6463,3 |
| 1/11/2018 | 172123 | 8175,2 |
| 1/12/2018 | 210981 | 10005,4 |

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | | | |
|--------|--|---------|---------|
| Σύνολα | | 1294302 | 61779,5 |
|--------|--|---------|---------|

Το διάγραμμα 8.1 παρακάτω, απεικονίζει τις τιμές του πίνακα. Όπως παρατηρεί κανείς κατά τους θερινούς μήνες, οι ανάγκες θα θέρμανση φυσικά και μειώνεται. Τον μήνα Αύγουστο, το κολυμβητήριο ήταν κλειστό.



Διάγραμμα 8.1: Οικονομικά στοιχεία κατανάλωσης ΦΑ κατά το έτος 2018



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο

ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΡΓΟΥ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ ΔΗΜΟΥ ΚΕΡΑΤΣΙΝΙΟΥ/ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ | | | | | |
|---|-----|--|-------------|----------------|----------|
| ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ/ΕΠΕΜΒΑΣΗ/ΕΦΑΡΜΟΓΗ | | | ΗΜ. ΕΝΑΡΞΗΣ | ΗΜ. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ | ΔΙΑΡΚΕΙΑ |
| ΠΕΡΙΒΑΛΛΙΚΟΥΒΟ ΥΚΛΙΟ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ | 1,1 | Αποξήλωση & απομάκρυνση πανελ οροφής | 10/1/2020 | 24/1/2020 | 14 |
| | 1,2 | Τοποθέτηση νέων πανελ | 24/1/2020 | 20/2/2020 | 27 |
| | 1,3 | Μόνωση οροφής λεβητοστασίου | 21/2/2020 | 13/3/2020 | 21 |
| | 1,4 | Αποξήλωση πολυκαρβονικών φύλλων | 10/1/2020 | 24/1/2020 | 14 |
| | 1,5 | Τοποθέτηση νέων πολυκαρβονικών φύλλων | 24/1/2020 | 20/2/2020 | 27 |
| ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ | 3,1 | Μόνωση σωληνών | 14/3/2020 | 21/3/2020 | 7 |
| | 3,2 | Μόνωση κολλεκτέρς | 14/3/2020 | 21/3/2020 | 7 |
| | 3,3 | Αποξήλωση παλαιών λεβητών | 22/3/2020 | 30/3/2020 | 8 |
| | 3,4 | Εγκατάσταση νέου λέβητα | 1/4/2020 | 15/4/2020 | 14 |
| | 3,5 | Αποξήλωση παλαιών fan coils | 16/4/2020 | 23/4/2020 | 7 |
| | 3,6 | Εγκατάσταση νέων fan coils | 24/4/2020 | 30/4/2020 | 6 |
| | 3,7 | Αλλαγή κυκλοφορητών | 1/5/2020 | 11/5/2020 | 10 |
| | 3,8 | Αλλαγή αντλιών | 12/5/2020 | 17/5/2020 | 5 |
| | 3,9 | Δημιουργία χώρου εγκατάστασης συστήματος συμπαραγωγής ενέργειας | 18/5/2020 | 8/6/2020 | 21 |
| | 3,1 | Εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής ενέργειας | 9/6/2020 | 10/7/2020 | 31 |
| ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ- ΦΩΤΙΣΜΟΥ- | 2,1 | Απομάκρυνση λαμπτήρων πιάνας | 11/7/2020 | 25/7/2020 | 14 |
| | 2,2 | Τοποθέτηση νέων λαμπτήρων πιάνας | 26/7/2020 | 9/8/2020 | 14 |
| | 2,3 | Αποξήλωση παλαιών διωστικών φθορισμού | 10/8/2020 | 17/8/2020 | 7 |
| | 2,4 | Τοποθέτηση νέων φωτιστικών Τ5 | 18/8/2020 | 1/9/2020 | 14 |
| | 2,5 | Εγκατάσταση συστήματος πικνωτών | 2/9/2020 | 16/9/2020 | 14 |
| | 2,6 | Εγκατάσταση inverter | 17/9/2020 | 24/9/2020 | 7 |
| ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ | 4,1 | Ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου και αυτοματισμού BEMS | 25/9/2020 | 15/10/2020 | 20 |
| | 4,2 | Ολοκληρωμένο σύστημα ενεργειακής διαχείρισης BEMS | 16/10/2020 | 5/11/2020 | 20 |
| ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΟΣ | 5,1 | Υλοποίηση καθαρισμού και όλων των απαραίτητων ενεργειών προκειμένου το κολυμβητήριο να είναι ανοιχτό για το κοινό και αισθητικά αποδεκτό | 6/11/2020 | 20/11/2020 | 14 |
| Total time to key date | | | | 343 | |



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

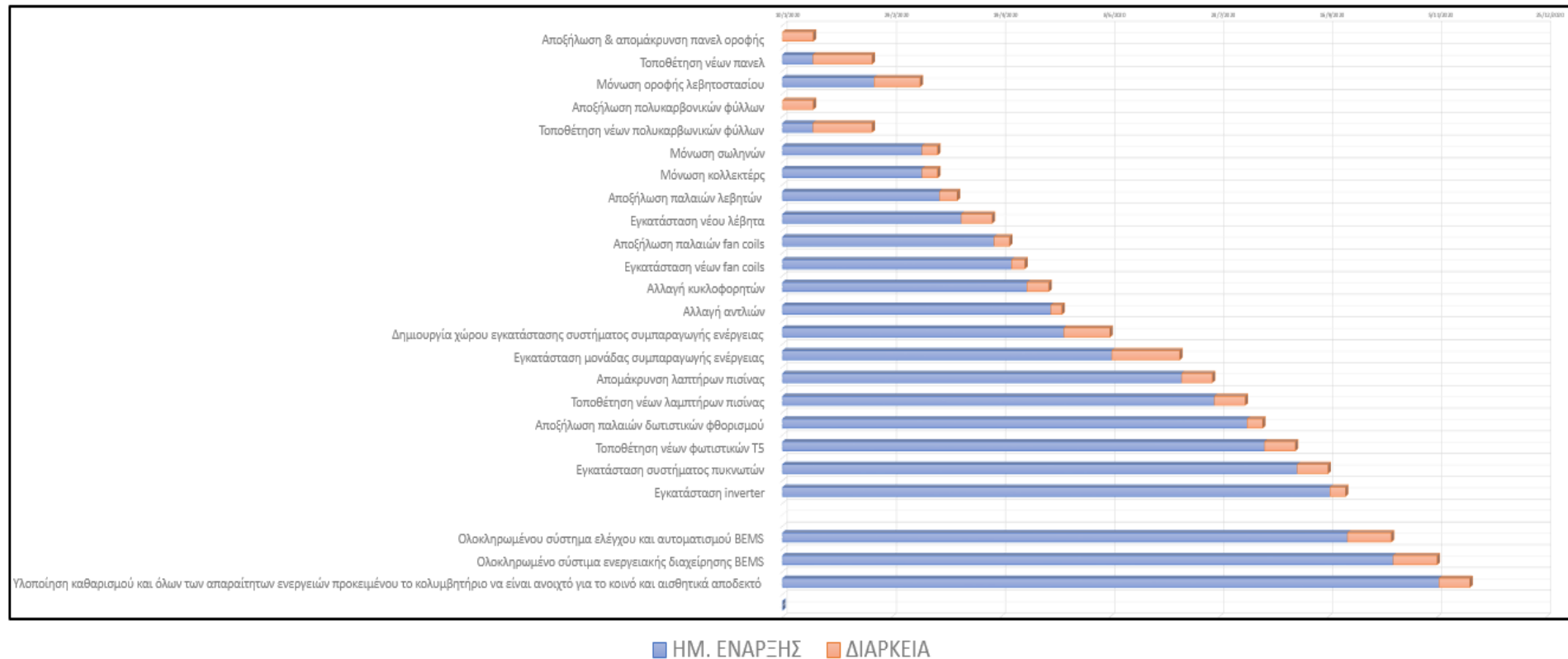
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΟ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ ΔΗΜΟΥ ΚΕΡΑΤΣΙΝΙΟΥ-ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ





ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία επικεντρώθηκε στη μελέτη της ήδη υπάρχουσας εγκατάστασης του συστήματος θέρμανσης και φωτισμού του κλειστού Δημοτικού Κολυμβητηρίου Κερατσινίου/Δραπετσώνας. Η εργασία λοιπόν, αναλύει τους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας του Δημοτικού Κολυμβητηρίου Κερατσινίου/Δραπετσώνας. Η ανάλυση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους KENAK και TEE-KENAK. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου (βλ. Κεφ. 2.1) έδειξε ότι το κτίριο είναι ενεργειακά μη αποδοτικό.

Οι ενεργειακές απαιτήσεις του κολυμβητηρίου και του κτιρίου γενικά είναι αρκετές και για τον λόγο αυτό, η τοποθέτηση των νέων ενεργειακών συστημάτων θα είναι τελευταίας τεχνολογίας και σύμφωνα με τους Ευρωπαϊκούς κανονισμούς.

Πραγματοποιήθηκε περιγραφή των εγκαταστάσεων του κολυμβητηρίου, των θερμικών και ενεργειακών απαιτήσεων, των θερμικών απαιτήσεων και για τις δύο δεξαμενές. Παρουσιάστηκαν οι ενεργειακοί δείκτες του κολυμβητηρίου πριν την ενεργειακή μελέτη και χαρακτηρίστηκε ως μη αποδοτικό. Η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος καθώς και φυσικού αερίου αποδεικνύουν το γεγονός ότι το κολυμβητήριο είναι μη αποδοτικό. Επίσης, παρουσιάστηκαν και οι τυπικοί ανοιγμένοι δείκτες απόδοσης (NPI) για την απόδοση του κολυμβητηρίου ήτοι το κατά πόσο είναι οικονομικό το κολυμβητήριο εν ώρα λειτουργίας.

Έπειτα πραγματοποιήθηκε ανάλυση των τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας. Οι τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας αφορούν μονώσεις στην εξωτερική τοιχοποιία του κτιρίου και της οροφής. Παράλληλα, θα τοποθετηθούν νέοι λέβητες καθώς και νέο σύστημα φωτισμού. Σημαντική προσφορά στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης είναι η εγκατάσταση της μηχανής εσωτερικής καύσης και του σταθμού συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Άλλες ενεργειακές επεμβάσεις αφορούν την τοποθέτηση πολυκαρβονικών φύλλων στα ανοίγματα του κτιρίου, αλλαγή fan coils, βελτίωση του cosφ με την τοποθέτηση πυκνωτών κ.α. Επίσης παρουσιάστηκαν και πρόσθετα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.

Έγινε αναλυτική περιγραφή όλων των νέων συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας με την παρουσίαση πινάκων και τεχνικών χαρακτηριστικών. Επίσης, παρουσιάστηκε και μια γενική τεχνικό-οικονομική ανάλυση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Τέλος παρουσιάστηκε ένα τυπικό χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης των εργασιών εξοικονόμησης ενέργειας.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Μπαλαράς Κωνσταντίνος Α. (1996). *Στρατηγικές εξοικονόμησης ενέργειας σε αθλητικά κέντρα – Ενεργειακή βελτιστοποίηση και προτάσεις για την ποιότητα των εσωτερικών συνθηκών*. Εκδόσεις «Άνωση», Αθήνα
- [2] Ε. ΒΑΖΑΙΟΣ. (1987) *ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ*, Αθήνα.
- [3] Παναγιωτακόπουλος Δημήτρης Χ. (2005). *Συστημική Μεθοδολογία και Τεχνική Οικονομική*. Εκδόσεις Ζυγός.
- [4] Περδίδος Σταμάτης Δ. (2007). *Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές*. Τόμος Α, ΤεΚΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα.
- [5] Περδίδος Σταμάτης Δ. (2007). *Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές*. Τόμος Β, ΤεΚΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα.
- [6] 1525/31.12.73
- [7] Ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 'Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις'.
- [8] Κανονισμός εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, ΦΕΚ 59/τεύχος Β/11–4–55, ΦΕΚ 239/1–5–66 και ΦΕΚ
- [9] ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010
- [10] ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010
- [11] ΤΟΤΕΕ 20701-5 «Εγκαταστάσεις πολύ μικρής ΣΗΘ σε κτίρια»
- [12] Οδηγίες και απαιτήσεις ΔΕΗ για καταναλωτές Μέσης και Χαμηλής Τάσης (Υ/Σ Μ/Τ).
- [13] Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός (Διαμόρφωση χώρων υποσταθμού, κλπ.).
- [14] Κτιριοδομικός κανονισμός (Διαμόρφωση χώρων υποσταθμού και κατασκευή ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων Χαμηλής Τάσης).
- [1] Τα ξένα πρότυπα και οδηγίες όπως το VDE 108 'Κατασκευή ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σε κτίρια συγκέντρωσης μεγάλου αριθμού ατόμων'.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1^ο

«Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης»

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.27.9.10 - Engine 1.7.6.19

11/4/2019

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ 1

Χρήση Κλειστό κολυμβητήριο

| | | | |
|--|-------|--------------------------------|----|
| Συνολική επιφάνεια (m ²) | 2264 | Αριθμός ορόφων | 1 |
| Θερμαινόμενη επιφάνεια (m ²) | 2264 | Ύψος τυπικού ορόφου (m) | 10 |
| Ψυχόμενη επιφάνεια (m ²) | 2264 | Ύψος ισογείου (m) | 0 |
| Συνολικός όγκος (m ³) | | | |
| Θερμαινόμενος όγκος (m ³) | 18112 | Αριθμός θερμικών ζωνών | 1 |
| Ψυχόμενος όγκος (m ³) | 11812 | Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων | 0 |
| Εκθεση κτιρίου * | -1 | Αριθμός ηλιακών χώρων | 0 |

* -1: Μη επιλογή, 0: Εκτεθειμένο, 1: Ενδιάμεσο, 2: Προστατευμένο

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΖΩΝΗΣ 1

Χρήση Κλειστό γυμναστήριο, Κλειστό κολυμβητήριο

| | | | |
|---|------|-------------------------------|---|
| Συνολική επιφάνεια (m ²) | 2264 | Αριθμός καμινάδων | 0 |
| Αν. θερμοχωρητικότητα (kJ/m ² K) | 260 | Αριθμός θυρίδων εξαερισμού | 0 |
| Διατάξεις ελέγχου, αυτοματισμών | 3 | Αριθμός ανεμιστήρων οροφής | 0 |
| Διείσδυση από κουφώματα (m ³ /h) | 4000 | Κόστος ανεμιστήρων οροφής (€) | 0 |

ΚΕΛΥΦΟΣ

Αδιαφανείς επιφάνειες

| Τύπος | Τοίχος | Τοίχος | Τοίχος | Τοίχος | Τοίχος | Οροφή | Οροφή | Τοίχος | Τοίχος | Τοίχος | Τοίχος |
|--------------------------------------|---------------------------|---------|------------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Περιγραφή | ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΔΥΤΙΚΟΣ ΝΟΤΙΟΣ | ΒΟΡΕΙΟΣ | ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ | ΠΑΝΕΛ | ΒΟΡΕΙΟ | ΠΑΝΕΛ | ΝΟΤΙΟ | ΠΑΝΕΛ | | | |
| Προσ/σμός (deg) | 90 | 270 | 180 | 0 | 90 | 0 | 180 | 90 | 270 | 180 | 0 |
| Κλίση (deg) | 90 | 90 | 90 | 90 | 10 | 10 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Εμβαδόν (m ²) | 99 | 297 | 396 | 396 | 198 | 750 | 750 | 99 | 297 | 396 | 396 |
| U (W/m ² K) | 2.56 | 2.56 | 2.56 | 2.56 | 2.56 | 3.3 | 3.3 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| R _{se} (m ² K/W) | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| Απορροφητικότητα | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.4 |
| Συν. εκπομπής | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| F _{hor_h} (-) | 1 | 0.36 | 0.88 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.36 | 0.88 | 1 | |
| F _{hor_c} (-) | 1 | 0.93 | 1 | 0.85 | 1 | 1 | 1 | 0.93 | 1 | 0.85 | |
| F _{ov_h} (-) | 0.6 | 1 | 1 | 0.93 | 0.6 | 1 | 1 | 0.6 | 1 | 1 | 0.93 |
| F _{ov_c} (-) | 0.51 | 1 | 1 | 0.95 | 0.51 | 1 | 1 | 0.51 | 1 | 1 | 0.95 |
| F _{fin_h} (-) | 0.62 | 1 | 1 | 1 | 0.62 | 1 | 1 | 0.62 | 1 | 1 | 1 |
| F _{fin_c} (-) | 0.88 | 1 | 1 | 0.92 | 0.88 | 1 | 1 | 0.88 | 1 | 1 | 0.92 |
| Κόστος (€/m ²) | | | | | | | | | | | |

Διαφανείς επιφάνειες

| Τύπος | Μη ανοιγόμενο κούφωμα | Μη ανοιγόμενο κούφωμα | Μη ανοιγόμενο κούφωμα | Μη ανοιγόμενο κούφωμα |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Περιγραφή | ΔΥΤΙΚΟ | ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ | ΒΟΡΕΙΟ | ΝΟΤΙΟ |
| Προσ/σμός (deg) | 270 | 90 | 0 | 180 |
| Κλίση (deg) | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Εμβαδόν (m ²) | 6 | 12 | 77 | 77 |
| U (W/m ² K) | 6.38 | 6.38 | 6.38 | 6.38 |
| g _w (-) | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 |
| F _{hor_h} (-) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| F _{hor_c} (-) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| F _{ov_h} (-) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| F _{ov_c} (-) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| F _{fin_h} (-) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| F _{fin_c} (-) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Κόστος (€/m ²) | | | | |

Σε επαφή με το έδαφος

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| Τύπος | Τοίχος | Τοίχος | Δάπεδο |
|-------|--------|--------|--------|

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | |
|----------------------------|----------------------------|
| Περιγραφή | H/M ΝΟΤΟΣ ΑΝΑΤΟΛΗ ΤΣΙΜΕΝΤΟ |
| Εμβαδόν (m ²) | 31.5 119 306 |
| U (W/m ² K) | 2.56 3.075 3.1 |
| Κ. Βάθος (m) | 1.00 0 0 |
| Α. Βάθος (m) | 3.5 3.5 |
| Περίμετρος (m) | 43 |
| Κόστος (€/m ²) | |

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Θέρμανση (Παραγωγή)

| | |
|-----------------|-------------|
| Τύπος | Λέβητας |
| Πηγή ενέργειας | Natural gas |
| Ισχύς (kW) | 1060 |
| Βαθμός απόδοσης | 0.87 |
| COP (-) | 1.0 |
| Κόστος (€) | |

Θέρμανση (Δίκτυο διανομής)

| | |
|---------------------|---|
| Τύπος | Δίκτυο διανομής θερμού μέσου Αεραγωγοί |
| Ισχύς (kW) | 581 |
| Χώρος διέλευσης | Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς |
| T _i (°C) | |
| T _r (°C) | |
| Βαθμός απόδοσης | 0.930 |
| Κόστος (€) | |

Θέρμανση (Τερματικές μονάδες)

| | |
|-----------------|---|
| Τύπος | |
| Βαθμός απόδοσης | 1 |
| Κόστος (€) | |

Θέρμανση (Βοηθητικές μονάδες)

| | |
|-------------|--|
| Τύπος | Κυκλοφορητές Αντλίες Αντλίες Αντλίες Αντλίες Αντλίες Κυκλοφορητές Κυκλοφορητές |
| Αριθμός (-) | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 |
| Ισχύς (kW) | 0.2 0.2 0.5 0.5 0.5 0.5 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.1 0.1 |

ΨΥΞΗ

Ψύξη (Παραγωγή)

| | |
|-------------------|----------------|
| Τύπος | Αερόψυκτη Α.Θ. |
| Πηγή ενέργειας | Electricity |
| Ισχύς (kW) | 10 |
| Βαθμός απόδοσης | 0.87 |
| Εν. αποδοτικότητα | 2.8 |
| Ισχύς (kW) | |

Ψύξη (Δίκτυο διανομής)

| | |
|-----------------|--|
| Τύπος | Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου Αεραγωγοί |
| Ισχύς (kW) | |
| Χώρος διέλευσης | |
| Βαθμός απόδοσης | 0 |
| Κόστος (€) | |

Ψύξη (Τερματικές μονάδες)

| | |
|-----------------|----|
| Τύπος | |
| Βαθμός απόδοσης | 00 |
| Κόστος (€) | |

Ψύξη (Βοηθητικές μονάδες)

| | |
|-------------|--|
| Τύπος | |
| Αριθμός (-) | |
| Ισχύς (kW) | |



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΥΓΡΑΝΣΗ

Υγρανση (Παραγωγή)

Τύπος
Πηγή ενέργειας
Ισχύς (kW)
Βαθμός απόδοσης
Κόστος (€)

Υγρανση (Δίκτυο διανομής)

Τύπος
Χώρος διέλευσης
Βαθμός απόδοσης
Κόστος (€)

Υγρανση (Σύστημα διοχέτευσης)

Τύπος
Βαθμός απόδοσης
Κόστος (€)

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

ΚΚΜ

Τύπος
Κόστος (€)
Τμήμα θέρμανσης

| | |
|---------------------------------|-------|
| Παροχή αέρα (m ³ /h) | 30000 |
| T _{i_h} (°C) | 18 |
| R _h (-) | 0.0 |
| Q _{r_h} (-) | |

Τμήμα ψύξης

| | |
|---------------------------------|-------|
| Παροχή αέρα (m ³ /h) | 30000 |
| T _{i_c} (°C) | 25 |
| R _c (-) | 0.0 |
| Q _{r_c} (-) | |

Τμήμα ύγρανσης

| | |
|--|---|
| H _r (-) | |
| E _{vent} (kW s/m ³) | 1 |

ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ

ZNX (Παραγωγή)

| | |
|-----------------|-------------|
| Τύπος | Λέβητας |
| Πηγή ενέργειας | Natural gas |
| Ισχύς (kW) | 1060 |
| Βαθμός απόδοσης | 0.87 |
| Κόστος (€) | |

ZNX (Δίκτυο διανομής)

| | |
|-----------------|---|
| Τύπος | ΚΑΝΑΛΑΤΟ |
| Χώρος διέλευσης | Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς |
| Βαθμός απόδοσης | 0.6 |
| Κόστος (€) | |

ZNX (Σύστημα αποθήκευσης)

| | |
|-----------------|----------------|
| Τύπος | mpoiler 2000lt |
| Βαθμός απόδοσης | 1 |
| Κόστος (€) | |

ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

Τύπος

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Συν. α (-)
 Συν. β (-)
 Επιφάνεια (m²)
 Προσ/σμός (deg)
 Κλίση (deg)
 F_s (-)
 Κόστος (€)

ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Ισχύς (kW) 33972
 Περιοχή %% (%) 70
 Αυτ. ελέγχου %% 1
 Αυτ. αν. κίνησης 0
 Κόστος (€)

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ 2

Χρήση Κλειστό κολυμβητήριο

| | | | |
|--|-------|--------------------------------|----|
| Συνολική επιφάνεια (m ²) | 2264 | Αριθμός ορόφων | 1 |
| Θερμαινόμενη επιφάνεια (m ²) | 2264 | Ύψος τυπικού ορόφου (m) | 10 |
| Ψυχόμενη επιφάνεια (m ²) | 2264 | Ύψος ισογείου (m) | 0 |
| Συνολικός όγκος (m ³) | | | |
| Θερμαινόμενος όγκος (m ³) | 18112 | Αριθμός θερμικών ζωνών | 1 |
| Ψυχόμενος όγκος (m ³) | 11812 | Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων | 0 |
| Εκθεση κτιρίου * | -1 | Αριθμός ηλιακών χώρων | 0 |

*-1: Μη επιλογή, 0: Εκτεθειμένο, 1: Ενδιάμεσο, 2: Προστατευμένο

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΖΩΝΗΣ 1

Χρήση Κλειστό γυμναστήριο, Κλειστό κολυμβητήριο

| | | | |
|---|------|-------------------------------|---|
| Συνολική επιφάνεια (m ²) | 2264 | Αριθμός καμινάδων | 0 |
| Αν. θερμοαγωγιμότητα (kJ/m ² K) | 260 | Αριθμός θυρίδων εξαερισμού | 0 |
| Διατάξεις ελέγχου, αυτοματισμών | 3 | Αριθμός ανεμιστήρων οροφής | 0 |
| Διείσδυση από κουφώματα (m ³ /h) | 4000 | Κόστος ανεμιστήρων οροφής (€) | 0 |

ΚΕΛΥΦΟΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

Αδιαφανείς επιφάνειες

| | |
|--------------------------------------|--|
| Τύπος | Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Οροφή Οροφή Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος |
| Περιγραφή | ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΔΥΤΙΚΟΣ ΝΟΤΙΟΣ ΒΟΡΕΙΟΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΠΑΝΕΛ ΒΟΡΕΙΟ ΠΑΝΕΛ ΝΟΤΙΟ ΠΑΝΕΛ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΔΥΤΙΚΟΣ ΝΟΤΙΟΣ ΒΟΡΕΙΟΣ |
| Προσ/σμός (deg) | 90 270 180 0 90 0 180 90 270 180 0 |
| Κλίση (deg) | 90 90 90 90 90 10 10 90 90 90 90 |
| Εμβαδόν (m ²) | 99 297 396 396 198 750 750 99 297 396 396 |
| U (W/m ² K) | 2.56 2.56 2.56 2.56 2.56 3.3 3.3 6 6 6 6 |
| R _{se} (m ² K/W) | 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 |
| Απορροφητικότητα | 0.6 0.6 0.6 0.4 0.6 0.3 0.3 0.6 0.6 0.6 0.4 |
| Συν. εκπομπής | 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.2 0.2 0.8 0.8 0.8 0.8 |
| F _{hor_h} (-) | 1 0.36 0.88 1 1 1 1 1 0.36 0.88 1 |
| F _{hor_c} (-) | 1 0.93 1 0.85 1 1 1 1 0.93 1 0.85 |
| F _{ov_h} (-) | 0.6 1 1 0.93 0.6 1 1 0.6 1 1 0.93 |
| F _{ov_c} (-) | 0.51 1 1 0.95 0.51 1 1 0.51 1 1 0.95 |
| F _{fin_h} (-) | 0.62 1 1 1 0.62 1 1 0.62 1 1 1 |
| F _{fin_c} (-) | 0.88 1 1 0.92 0.88 1 1 0.88 1 1 0.92 |
| Κόστος (€/m ²) | |

Διαφανείς επιφάνειες

| | |
|----------------------------|---|
| Τύπος | Μη ανοιγόμενο κούφωμα Μη ανοιγόμενο κούφωμα Μη ανοιγόμενο κούφωμα Μη ανοιγόμενο κούφωμα |
| Περιγραφή | ΔΥΤΙΚΟ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΒΟΡΕΙΟ ΝΟΤΙΟ |
| Προσ/σμός (deg) | 270 90 0 180 |
| Κλίση (deg) | 90 90 90 90 |
| Εμβαδόν (m ²) | 6 12 77 77 |
| U (W/m ² K) | 6.38 6.38 6.38 6.38 |
| σ _w (-) | 0.45 0.45 0.45 0.45 |
| F _{hor_h} (-) | 1 1 1 1 |
| F _{hor_c} (-) | 1 1 1 1 |
| F _{ov_h} (-) | 1 1 1 1 |
| F _{ov_c} (-) | 1 1 1 1 |
| F _{fin_h} (-) | 1 1 1 1 |
| F _{fin_c} (-) | 1 1 1 1 |
| Κόστος (€/m ²) | |

Σε επαφή με το έδαφος

| | |
|----------------------------|-----------------------------|
| Τύπος | Τοίχος Τοίχος Δάπεδο |
| Περιγραφή | H/M ΝΟΤΙΟΣ ΑΝΑΤΟΛΗ ΤΣΙΜΕΝΤΟ |
| Εμβαδόν (m ²) | 31.5 119 306 |
| U (W/m ² K) | 2.56 3.075 3.1 |
| Κ. Βάθος (m) | 1.00 0 0 |
| Α. Βάθος (m) | 3.5 3.5 |
| Περίμετρος (m) | 43 |
| Κόστος (€/m ²) | |

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Θέρμανση (Παραγωγή)

| | |
|-----------------|---|
| Τύπος | Λέβητας Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη |
| Πηγή ενέργειας | Natural gas Natural gas |
| Ισχύς (kW) | 1060 180 |
| Βαθμός απόδοσης | 0.92 0.95 |
| COP (-) | 1.0 4.3 |
| Κόστος (€) | 40000 27000 |

Θέρμανση (Δίκτυο διανομής)

| | |
|---------------------|---|
| Τύπος | Δίκτυο διανομής θερμού μέσου Αεραγωγοί |
| Ισχύς (kW) | 581 |
| Χώρος διέλευσης | Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς |
| T _i (°C) | |
| T _r (°C) | |
| Βαθμός απόδοσης | 0.930 |
| Κόστος (€) | |

Θέρμανση (Τερματικές μονάδες)

| | |
|-----------------|---|
| Τύπος | |
| Βαθμός απόδοσης | 1 |
| Κόστος (€) | |

Θέρμανση (Βοηθητικές μονάδες)

| | |
|-----------------|--|
| Τύπος | |
| Βαθμός απόδοσης | |
| Κόστος (€) | |

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | |
|-------------|--|
| Τύπος | Κυκλοφορητές Αντλίες Αντλίες Αντλίες Αντλίες Αντλίες Κυκλοφορητές Κυκλοφορητές |
| Αριθμός (-) | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 |
| Ισχύς (kW) | 0.2 0.2 0.5 0.5 0.5 0.5 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.1 0.1 |

ΨΥΞΗ

Ψύξη (Παραγωγή)

| | |
|-------------------|----------------|
| Τύπος | Αερόψυκτη Α.Θ. |
| Πηγή ενέργειας | Natural gas |
| Ισχύς (kW) | 10 |
| Βαθμός απόδοσης | 0.95 |
| Εν. αποδοτικότητα | 3.8 |
| Ισχύς (kW) | 20000 |

Ψύξη (Δίκτυο διανομής)

| | |
|-----------------|--|
| Τύπος | Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου Αεραγωγοί |
| Ισχύς (kW) | 10 |
| Χώρος διέλευσης | |
| Βαθμός απόδοσης | 0.95 |
| Κόστος (€) | 20000 |

Ψύξη (Τερματικές μονάδες)

| | |
|-----------------|------|
| Τύπος | |
| Βαθμός απόδοσης | 0.93 |
| Κόστος (€) | 5000 |

Ψύξη (Βοηθητικές μονάδες)

| | |
|-------------|----------------------|
| Τύπος | Κυκλοφορητές Αντλίες |
| Αριθμός (-) | 1 1 |
| Ισχύς (kW) | 2 2 |

ΥΓΡΑΝΣΗ

Υγρανση (Παραγωγή)

| | |
|-----------------|--|
| Τύπος | |
| Πηγή ενέργειας | |
| Ισχύς (kW) | |
| Βαθμός απόδοσης | |
| Κόστος (€) | |

Υγρανση (Δίκτυο διανομής)

| | |
|-----------------|--|
| Τύπος | |
| Χώρος διέλευσης | |
| Βαθμός απόδοσης | |
| Κόστος (€) | |

Υγρανση (Σύστημα διοχέτευσης)

| | |
|-----------------|--|
| Τύπος | |
| Βαθμός απόδοσης | |
| Κόστος (€) | |

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

ΚΚΜ

| | |
|-----------------|---------------|
| Τύπος | ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ |
| Κόστος (€) | 20000 |
| Τμήμα θέρμανσης | |

| | |
|---------------------------------|-------|
| Παροχή αέρα (m ³ /h) | 30000 |
| T _{i_h} (°C) | 18 |
| R _h (-) | 0.0 |
| Q _{r_h} (-) | |

Τμήμα ψύξης



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

| | |
|---------------------------------|-------|
| Παροχή αέρα (m ³ /h) | 30000 |
| T _{i_c} (°C) | 25 |
| R _c (-) | 0.0 |
| Q _{r_c} (-) | |

Τμήμα ύγρανσης

| | |
|--|---|
| H _r (-) | |
| E _{vent} (kW s/m ³) | 1 |

ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ

ZNX (Παραγωγή)

| | |
|-----------------|--------------------------|
| Τύπος | Αντλία Θερμότητας (Α.Θ.) |
| Πηγή ενέργειας | Natural gas |
| Ισχύς (kW) | 180 |
| Βαθμός απόδοσης | 0.95 |
| Κόστος (€) | 30000 |

ZNX (Δίκτυο διανομής)

| | |
|-----------------|---|
| Τύπος | ΚΑΝΑΛΑΤΟ |
| Χώρος διέλευσης | Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς |
| Βαθμός απόδοσης | 0.6 |
| Κόστος (€) | |

ZNX (Σύστημα αποθήκευσης)

| | |
|-----------------|----------------|
| Τύπος | proiler 2000lt |
| Βαθμός απόδοσης | 1 |
| Κόστος (€) | |

ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

Τύπος

| | |
|-----------------------------|--|
| Ευν. α (-) | |
| Ευν. β (-) | |
| Επιφάνεια (m ²) | |
| Προσ/σμός (deg) | |
| Κλίση (deg) | |
| F _s (-) | |
| Κόστος (€) | |

ΦΩΤΙΣΜΟΣ

| | |
|------------------|-------|
| Ισχύς (kW) | 17472 |
| Περιοχή ## (%) | 70 |
| Αυτ. ελέγχου ## | 0 |
| Αυτ. αν. κίνησης | 5 |
| Κόστος (€) | 10000 |